

**PENGEMBANGAN PLATFORM BERORIENTASI LAYANAN
PADA KAMPUS DIGITAL DALAM MENDUKUNG
FLEKSIBILITAS PEMBELAJARAN**

TESIS

**Karya tulis sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Magister dari
Institut Teknologi Bandung**

Oleh
MUHAMAD ALFARISY
NIM: 23223056
(Program Studi Magister Teknik Elektro)



INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG
Januari 2025

ABSTRAK

PENGEMBANGAN PLATFORM BERORIENTASI LAYANAN PADA KAMPUS DIGITAL DALAM MENDUKUNG FLEKSIBILITAS PEMBELAJARAN

Oleh
Muhamad Alfarisy
NIM: 23223056
(Program Studi Magister Teknik Elektro)

Tren digitalisasi pendidikan tengah berkembang pesat terutama jenjang perguruan tinggi, membentuk konsep kampus digital. Tren ini diperkuat oleh data Survei Sosial Ekonomi Nasional (Susenas) dari BPS yang menunjukkan tingginya penggunaan komputer dan internet oleh mahasiswa, serta kebijakan Permendikbudristek No. 53 Tahun 2023 yang memberikan fleksibilitas pembelajaran. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem layanan *virtual classroom* menjadi platform berorientasi layanan pada kampus digital dalam mendukung fleksibilitas pembelajaran dengan menggunakan pendekatan *Service Oriented Architecture* (SOA) dan metodologi *Service Computing System Engineering* (SCSE) hingga tahap *evaluation*. Hasilnya, desain platform berorientasi layanan berhasil memenuhi prinsip-prinsip SOA yakni *loosely-coupled*, *high cohesion*, *less complex*, dan *reusable*. Evaluasi desain menghasilkan nilai *coupling factor* 0,00411, *cohesion factor* 0,91785, *reusability factor* 2,387, dan *complexity factor* 0,00448. Selain itu, pengujian fungsional melalui *unit testing*, *integration testing*, *system testing*, dan *user testing* juga berhasil dilakukan, menunjukkan bahwa platform berfungsi sesuai dengan rancangan yang diharapkan. Penelitian ini juga mengembangkan layanan pencatatan kehadiran, pengelolaan nilai, notifikasi, dan laporan perkuliahan.

Kata kunci: platform berorientasi layanan, kampus digital, fleksibilitas pembelajaran, SOA, SCSE, pembelajaran jarak jauh, regulasi pendidikan.

ABSTRACT

DEVELOPMENT OF A SERVICE-ORIENTED PLATFORM ON DIGITAL CAMPUS TO SUPPORT LEARNING FLEXIBILITY

By

Muhamad Alfarisy

NIM: 23223056

(Master's Program in Electrical Engineering)

The digitalization trend in education is rapidly growing, especially in higher education, shaping the concept of a digital campus. This trend is further supported by data from the National Socio-Economic Survey (Susenas) by BPS, which highlights the high usage of computers and the internet among students, as well as the Ministry of Education and Culture Regulation No. 53 of 2023, which provides learning flexibility. This research aims to develop a virtual classroom service system into a service-oriented platform for the digital campus supporting learning flexibility using the Service-Oriented Architecture (SOA) approach and the Service Computing System Engineering (SCSE) methodology up to the evaluation stage. The results show that the service-oriented platform design successfully meets the SOA principles of loosely-coupled, high cohesion, less complexity, and reusability. Design evaluation produced a coupling factor of 0.00411, cohesion factor of 0.91785, reusability factor of 2.387, and complexity factor of 0.00448. Additionally, functional testing through unit testing, integration testing, system testing, and user testing was successfully carried out, demonstrating that the platform functions as expected. This research also developed services for attendance tracking, grade management, notification, and lecture reports.

Keywords: service-oriented platform, digital campus, flexible learning, service oriented architecture (SOA), SCSE, distance learning, education regulations.

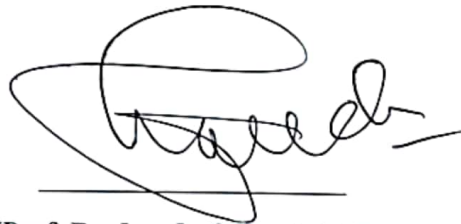
**PENGEMBANGAN PLATFORM BERORIENTASI LAYANAN
PADA KAMPUS DIGITAL DALAM MENDUKUNG
FLEKSIBILITAS PEMBELAJARAN**

Oleh
Muhamad Alfarisy
NIM: 23223056
(Program Studi Magister Teknik Elektro)

Institut Teknologi Bandung

Menyetujui
Pembimbing

Tanggal 11 Maret 2025



(Prof. Dr.-Ing. Ir. Suhardi, M.T.)

PANDUAN PENGGUNAAN TESIS

Tesis Magister yang tidak dipublikasikan tercatat dan dapat diakses di Perpustakaan Institut Teknologi Bandung, dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta tetap berada pada penulis dengan mengikuti aturan HaKI (Hak Kekayaan Intelektual) yang berlaku di Institut Teknologi Bandung. Referensi kepustakaan diperbolehkan dicatat, namun pengutipan atau peringkasan hanya dapat dilakukan seizin penulis dan harus disertai dengan kaidah ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Hasil penelitian tesis ini dapat dikutip dalam bahasa Indonesia sebagai berikut.

Alfarisy, Muhamad. (2023): *Pengembangan Platform Berorientasi Layanan Pada Kampus Digital Dalam Mendukung Fleksibilitas Pembelajaran*, Tesis Program Magister, Institut Teknologi Bandung.

Dan penulisan dalam bahasa Inggris sebagai berikut.

Alfarisy, Muhamad. (2023): *Development of Service-Oriented Platform On Digital Campus to Support Learning Flexibility*, Master's Thesis, Institut Teknologi Bandung.

Memperbanyak atau menerbitkan sebagian atau seluruh tesis haruslah seizin Dekan Sekolah Pascasarjana, Institut Teknologi Bandung.

Ditujukan untuk orang tua, keluarga, sahabat, kerabat terdekat, dan semua pihak yang senantiasa mendukung.

Dokumen Asli

KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan atas kehadiran Allah SWT. yang telah memberikan limpahan nikmat dan karunia-Nya. Semoga shalawat dan salam tersampaikan ke Rasulullah SAW. sehingga penulis dapat mengerjakan penelitian tesis yang berjudul Pengembangan Platform Berorientasi Layanan Pada Kampus Digital Dalam Mendukung Fleksibilitas Pembelajaran. Selama penelitian tesis ini terdapat banyak tantangan, rintangan yang dihadapi serta mendapatkan arahan dan saran dari beberapa pihak sehingga penulis tidak lupa mengungkapkan terimakasih kepada beberapa pihak sebagai berikut.

1. Bapak Prof. Dr.-Ing. Ir. Suhardi, M.T. sebagai dosen pembimbing yang memberikan bimbingan, dan arahan kepada penulis selama proses pengerjaan penelitian tesis.
2. Bapak Dr. Ir. Arry Akhmad Arman, M.T, Bapak Dr. Ir. Kusprasapta Mutijarsa, S.T, M.T., dan Ibu Dr. Fetty Fitriyanti Lubis, S.T, M.T., selaku dosen penguji sidang tesis yang telah meluangkan waktunya untuk menguji, memberi kritik dan saran dalam penyelesaian tesis ini.
3. Bapak Dr. Wardani Muhamad, S.T., M.T. yang membantu dalam diskusi, dan memberikan saran pada proses pengerjaan penelitian tesis.
4. Seluruh kerabat mahasiswa LTI/RMKI angkatan 2022, 2023, 2024, mahasiswa S3 *Service Computing Research Group*, seluruh dosen, dan staf KK TI dalam memberikan lingkungan pembelajaran yang suportif.
5. KOMINFO sebagai pemberi bantuan program beasiswa S2 ITB LTI tahun 2023 termasuk pembiayaan publikasi penelitian dalam bentuk *conference*.

Semoga Allah SWT. memberikan ganjaran kebaikan berlipat ganda kepada semua pihak yang terlibat dalam memberikan bantuan dan dukungan dalam penyusunan tesis ini.

Bandung, Januari 2025

Muhamad Alfarisy

DAFTAR ISI

ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
PANDUAN PENGGUNAAN TESIS	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR LAMPIRAN	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG	xx
Bab I Pendahuluan	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Masalah Penelitian	9
I.3 Tujuan Penelitian	10
I.4 Pertanyaan Penelitian	10
I.5 Kontribusi Penelitian	10
I.6 Batasan Penelitian	11
I.7 Metodologi Penelitian	11
I.8 Sistematika Penulisan	12
Bab II Tinjauan Pustaka	13
II.1 Penelitian Terkait	13
II.1.1 Penelitian Terkait Platform Berorientasi Layanan	13
II.1.2 Penelitian Terkait Fleksibilitas Pembelajaran	14
II.1.3 Penelitian Terkait Pengembangan Sistem Pembelajaran Jarak jauh	16
II.1.4 Rangkuman Literatur Penelitian Terkait (<i>Related Works</i>)	19
II.2 Kajian dan Dasar Teori	23
II.2.1 Tren Peserta Didik Terhadap Teknologi Informasi dan Komunikasi	23
II.2.2 Peraturan Regulasi Pendidikan	24
II.2.3 Kampus Digital	26

II.2.4 Contoh Kampus Digital	27
II.2.5 <i>Service Computing</i>	29
II.2.6 <i>Service Oriented Architecture (SOA)</i>	30
II.2.7 Platform.....	33
II.2.8 Platform Berorientasi Layanan	34
II.2.9 Arsitektur Monolitik	38
II.2.10 Arsitektur <i>Microservices</i>	39
II.2.11 REST API <i>Architecture</i>	44
II.2.12 <i>Service Computing System Platform</i>	45
II.2.13 <i>Service Computing System Engineering (SCSE)</i>	46
II.2.14 Peta Literatur Penelitian.....	49
Bab III Rancangan Penelitian	50
III.1 <i>Objective and Requirements</i>	51
III.1.1 <i>Service Strategy and Objectives</i>	52
III.1.2 <i>Service Requirement</i>	53
III.1.3 <i>Service Innovation</i>	54
III.2 <i>Modeling</i>	55
III.2.1 Pemodelan Layanan Bisnis.....	56
III.2.2 Pemodelan Layanan TI.....	57
III.2.3 Desain dan Arsitektur Layanan	58
III.3 <i>Development</i>	64
III.3.1 Pengembangan Layanan	65
III.3.2 Integrasi dan Pengujian Layanan.....	67
III.3.3 Implementasi Layanan.....	68
III.4 <i>Deployment</i>	68
III.4.1 <i>Service Migration and Rollout</i>	69
III.4.2 <i>Service Operation and Maintenance</i>	70
III.4.3 <i>Service Monitoring</i>	71
III.5 <i>Evaluation</i>	71
III.5.1 <i>Service Performance Measurement</i>	72
III.5.2 <i>Service Analysis and Optimization</i>	73
III.5.3 <i>Service Improvement</i>	73
Bab IV Hasil Penelitian dan Pembahasan.....	74
IV.1 <i>Objective and Requirement</i>	74
IV.1.1 <i>Service Strategy and Objectives</i>	74
IV.1.1.1 Identifikasi Strategi dan Tujuan Bisnis (<i>Business Strategy and Objectives</i>)	74
IV.1.1.2 Identifikasi Strategi dan Tujuan TI (<i>IT Strategy and Objectives</i>).....	79

IV.1.1.3 Identifikasi <i>Business Services Model (as-is)</i>	81
IV.1.1.4 Identifikasi <i>Business Services Context</i>	82
IV.1.2 <i>Service Requirements Analysis</i>	83
IV.1.2.1 <i>Business Process Analysis</i>	83
IV.1.2.2 <i>Services System Analysis</i>	88
IV.1.2.3 Analisis Kesenjangan Layanan (<i>Service Gaps</i>).....	91
IV.1.2.4 Identifikasi Kebutuhan Layanan Bisnis (<i>Business Service Requirements</i>)	94
IV.1.2.5 Identifikasi <i>IT Service Requirements</i>	96
IV.1.3 <i>Service Innovation</i>	99
IV.1.3.1 Inovasi Layanan Bisnis (<i>Business Service Innovation</i>)	99
IV.1.3.2 Inovasi Layanan TI (<i>IT Service Innovation</i>).....	102
IV.1.3.3 <i>Business Service Model (to-be)</i>	103
IV.1.3.4 Katalog Layanan Bisnis (<i>Business Service Catalogue</i>).....	104
IV.2 <i>Modeling</i>	105
IV.2.1 <i>Pemodelan Layanan Bisnis (Business Service Modeling)</i>	106
IV.2.1.1 <i>Service Blueprint</i>	106
IV.2.1.2 <i>Pemodelan Proses Bisnis (Business Process Modeling)</i>	113
IV.2.1.3 <i>Pemodelan Kapabilitas Layanan Bisnis</i>	118
IV.2.1.4 <i>Pemodelan Kandidat Layanan Bisnis</i>	128
IV.2.1.5 <i>Pemodelan Arsitektur Layanan Bisnis (Business Service Architecture)</i>	138
IV.2.2 <i>IT Service Modeling</i>	139
IV.2.2.1 <i>Pemodelan Service Interfaces Diagram</i>	139
IV.2.2.2 <i>Pemodelan Service Rules and Protocols (Service Contract Diagram)</i>	143
IV.2.2.3 <i>Pemodelan Service Interface Operation</i>	145
IV.2.2.4 <i>Pemodelan Service Data Model</i>	150
IV.2.2.5 <i>IT Service Catalogue</i>	151
IV.2.2.6 <i>REST API Design</i>	155
IV.2.2.7 <i>Pemodelan Service Participant</i>	158
IV.2.3 <i>Service Design and Architecture</i>	161
IV.2.3.1 <i>Pemodelan Service Composition</i>	161
IV.2.3.2 <i>Service Interaction Diagram</i>	167
IV.2.3.3 <i>Service Design Validation</i>	169
IV.2.3.5 <i>Pemodelan Arsitektur Sistem Layanan</i>	174
IV.2.3.6 <i>Reference Model Service Computing System Platform</i>	177
IV.3 <i>Development</i>	178
IV.3.1 <i>Service Development</i>	179
IV.3.1.1 <i>Software Coding</i>	179
IV.3.1.2 <i>Unit Testing</i>	182

IV.3.1.3 <i>Software Sub System</i>	195
IV.3.2 <i>Service Integration and Testing</i>	196
IV.3.2.1 <i>Software Sub System Integration Testing</i>	196
IV.3.2.2 <i>Software System Prototype</i>	231
IV.3.2.3 <i>Software System Integration Testing</i>	238
IV.3.2.4 <i>Software System</i>	278
IV.3.3 <i>Service Implementation</i>	278
IV.3.3.1 <i>Software System</i>	278
IV.3.3.2 <i>Implementation Plan</i>	279
IV.4 <i>Deployment</i>	280
IV.4.1 <i>Service Migration and Rollout</i>	280
IV.4.1.1 <i>System Installation and Deployment</i>	280
IV.4.1.2 <i>System Rollout</i>	282
IV.4.2 <i>Service Operation and Maintenance</i>	284
IV.4.2.1 <i>Running System</i>	284
IV.4.2.2 <i>System Testing</i>	285
IV.4.2.3 <i>System Maintenance</i>	286
IV.4.2.4 <i>System Report</i>	287
IV.4.3 <i>Service Monitoring</i>	287
IV.4.3.1 <i>System Monitoring</i>	288
IV.4.3.2 <i>System Feedbacks</i>	290
IV.5 <i>Evaluation</i>	291
IV.5.1 <i>Service Performance Measurement</i>	291
IV.5.1.1 <i>Internal System Performance</i>	293
IV.5.1.2 <i>External System Performance</i>	293
IV.5.2 <i>Service Analysis and Optimization</i>	294
IV.5.2.1 <i>Systems Analysis Report</i>	294
IV.5.2.2 <i>User Testing</i>	295
IV.5.2.3 <i>System Evaluation</i>	302
IV.5.2.4 <i>Systems Optimization Scenarios</i>	302
IV.5.3 <i>Service Improvement</i>	302
IV.5.3.1 <i>System Improvement</i>	302
IV.5.3.2 <i>New Systems Requirements</i>	302
Bab V <i>Kesimpulan dan Saran</i>	303
V.1 <i>Kesimpulan</i>	303
V.2 <i>Saran</i>	304
DAFTAR PUSTAKA	305
LAMPIRAN	311

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 A Conference ICITSI 2024312
Lampiran 2 B Conference ICISS 2024313
Lampiran 3 C Dokumentasi Gathering Requirements.....314
Lampiran 4 D Dokumentasi Pengujian Platform Berorientasi Layanan Pada
Kampus Digital320
Lampiran 5 E Alur Pendaftaran Mata Kuliah di AIS (Service Consumer:
six.ukts.ac.id) 331
Lampiran 6 F Hasil Pengecekan Turnit in 332
Lampiran 7 G Cohesion Metriks dan Coupling Metriks333

Dokumen Asli

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 Arsitektur Integrasi LMS dan SIA Menggunakan Skema External Database	17
Gambar II. 2 Arsitektur Sistem Integrasi	18
Gambar II. 3 Persentase Peserta Didik Mengakses Internet (Badan Pusat Statistik, Hasil Survei Sosial Ekonomi Nasional 2019-2023)	23
Gambar II. 4 Persentase Peserta Didik Menggunakan Komputer (Badan Pusat Statistik, Hasil Survei Sosial Ekonomi Nasional Maret 2023)	23
Gambar II. 5 Persentase Peserta Didik Mengakses Internet (Badan Pusat Statistik, Hasil Survei Sosial Ekonomi Nasional 2019-2024)	24
Gambar II. 6 Pemetaan Kampus Digital Melalui LMS dan SIA	27
Gambar II. 7 Universitas Esa Unggul	28
Gambar II. 8 Universitas Siber Asia	28
Gambar II. 9 Binus Online	29
Gambar II. 10 Hubungan antara Service Oriented Computing dan SSME	30
Gambar II. 11 Ilustrasi Arsitektur SOA	31
Gambar II. 12 Elemen dari Ekosistem Platform	34
Gambar II. 13 Pemodelan Arsitektur Platform Berorientasi Layanan	35
Gambar II. 14 Arsitektur Platform Berorientasi Layanan Pada Industri Pencelupan dan Finishing	36
Gambar II. 15 Ilustrasi Konsep Platform Berorientasi Layanan Secara Sederhana	37
Gambar II. 16 Referensi Arsitektur Monolith (Velepucha dan Flores, 2023)	39
Gambar II. 17 Perbandingan Arsitektur Monolith dan Microservices (Velepucha dan Flores, 2023)	41
Gambar II. 18 Ilustrasi Service Discovery Pattern (Velepucha dan Flores, 2023)	42
Gambar II. 19 Ilustrasi Pola BFF (Backend for Frontend) (Velepucha dan Flores, 2023)	43
Gambar II. 20 Ilustrasi Pattern Aggregator (V. Velepucha dan P. Flores, 2023)	43
Gambar II. 21 Arsitektur REST	45
Gambar II. 22 Reference Model Service Computing System Platform	46
Gambar II. 23 <i>Service Computing System Engineering (SCSE) Framework</i>	47
Gambar II. 24 Detail Service Computing System Engineering (SCSE) (Kurniawan dkk., 2020)	47
Gambar II. 25 Peta Literatur Penelitian	49
Gambar III. 1 Referensi Arsitektur Sistem Layanan Virtual Classroom	50
Gambar III. 2 Usulan Arsitektur Pengembangan Platform Berorientasi Layanan Pada Kampus Digital	51
Gambar III. 3 Fase Objective and Requirements	51
Gambar III. 4 Phases, Steps, Artefacts Objective and Requirements	52
Gambar III. 5 Fase Modeling	55
Gambar III. 6 Phases, Steps, Artefacts Modeling	56
Gambar III. 7 Metrik Pengukuran Evaluasi Desain Layanan (Elhag dkk., 2015)	59
Gambar III. 8 Ilustrasi Perhitungan Cohesion Metric	62

Gambar III. 9 Fase Development	64
Gambar III. 10 Phases, Steps, Artefacts Development.....	64
Gambar III. 11 Fase Development	69
Gambar III. 12 Phases, Steps, Artefacts Deployment.....	69
Gambar III. 13 Fase Evaluation	71
Gambar III. 14 Phases, Steps, Artefacts Evaluation	72
Gambar IV. 1 Michael Porter's Value Chain Diagram Platform Berorientasi Layanan Pada Kampus Digital	77
Gambar IV. 2 Stakeholder Union Diagram	79
Gambar IV. 3 BMC as-is Sistem Layanan Virtual Classroom	82
Gambar IV. 4 Business Service Context Diagram	83
Gambar IV. 5 BPMN as-is User Enrollment.....	85
Gambar IV. 6 BPMN as-is Course Enrollment	85
Gambar IV. 7 BPMN as-is Course Setup.....	86
Gambar IV. 8 BPMN as-is Asynchronous Learning	86
Gambar IV. 9 BPMN as-is Synchronous Learning	87
Gambar IV. 10 BPMN as-is Assignment	87
Gambar IV. 11 BPMN as-is Grading	88
Gambar IV. 12 Web app Sistem Layanan Virtual Classroom (as-is)	88
Gambar IV. 13 Business Usecase Diagram.....	96
Gambar IV. 14 Application Usecase Diagram	99
Gambar IV. 15 BMC to-be Platform Berorientasi Layanan Pada Kampus Digital	104
Gambar IV. 16 Service Blueprint Enrollment PoV Staf Akademik (Tendik).....	107
Gambar IV. 17 Service Blueprint Enrollment PoV Kaprodi	107
Gambar IV. 18 Service Blueprint Enrollment PoV Dosen	108
Gambar IV. 19 Service Blueprint Course Setup – PoV Lecturer	108
Gambar IV. 20 Service Blueprint Asynchronous Learning PoV Mahasiswa	109
Gambar IV. 21 Service Blueprint Asynchronous Learning PoV Lecturer.....	109
Gambar IV. 22 Service Blueprint Synchronous Learning PoV Lecturer	110
Gambar IV. 23 Service Blueprint Synchronous Learning PoV Mahasiswa	110
Gambar IV. 24 Service Blueprint Assignment PoV Lecturer.....	111
Gambar IV. 25 <i>Service Blueprint Assignment PoV Student</i>	111
Gambar IV. 26 Service Blueprint Grade PoV Lecturer	112
Gambar IV. 27 Service Blueprint Grade PoV Student	112
Gambar IV. 28 BPMN Proses Bisnis Utama.....	113
Gambar IV. 29 BPMN to-be User Enrollment	114
Gambar IV. 30 BPMN to-be Course Enrollment	115
Gambar IV. 31 BPMN <i>to-be Course Setup</i>	115
Gambar IV. 32 BPMN <i>to-be Asynchronous Learning</i>	116
Gambar IV. 33 BPMN to-be Synchronous Learning	116
Gambar IV. 34 BPMN to-be Assignment	117
Gambar IV. 35 BPMN <i>to-be Grading</i>	117

Gambar IV. 36 <i>Service Capability User Enrollment</i>	126
Gambar IV. 37 <i>Service Capability Course Enrollment</i>	126
Gambar IV. 38 <i>Service Capability Course Setup</i>	127
Gambar IV. 39 <i>Service Capability Asynchronous Learning</i>	127
Gambar IV. 40 <i>Service Capability Synchronous Learning</i>	127
Gambar IV. 41 <i>Service Capability Assignment</i>	128
Gambar IV. 42 <i>Service Capability Grading</i>	128
Gambar IV. 43 <i>Service Candidate User Enrollment</i>	129
Gambar IV. 44 <i>Service Candidate Course Enrollment</i>	132
Gambar IV. 45 <i>Service Candidate Course Setup</i>	133
Gambar IV. 46 <i>Service Candidate Asynchronous Learning</i>	133
Gambar IV. 47 <i>Service Candidate Synchronous Learning</i>	134
Gambar IV. 48 <i>Service Candidate Assignment</i>	135
Gambar IV. 49 <i>Service Candidate Grading</i>	136
Gambar IV. 50 <i>Business Service Architecture dengan Pendekatan TOGAF</i>	139
Gambar IV. 51 <i>Service Interface Diagram Notification dan Enrollment</i>	140
Gambar IV. 52 <i>Service Interface Diagram Course Content dan Grade</i>	140
Gambar IV. 53 <i>Service Interface Diagram Assignment dan Course Activity</i>	140
Gambar IV. 54 <i>Service Interface Diagram Course dan Learning Period</i>	141
Gambar IV. 55 <i>Service Interface Diagram Course Relation dan Study Program</i>	141
Gambar IV. 56 <i>Service Interface Diagram Course Category dan User</i>	141
Gambar IV. 57 <i>Service Interface Diagram SSO dan Role</i>	142
Gambar IV. 58 <i>Service Interface Diagram Competency dan CourseCatalog</i>	142
Gambar IV. 59 <i>Service Interface Diagram Report dan Attendance</i>	142
Gambar IV. 60 <i>Service Contract Diagram Notification dan Enrollment</i>	143
Gambar IV. 61 <i>Service Contract Diagram Course Content dan Grade</i>	143
Gambar IV. 62 <i>Service Contract Diagram Assignment dan Course Activity</i>	143
Gambar IV. 63 <i>Service Contract Diagram Course dan Learning Period</i>	144
Gambar IV. 64 <i>Service Contract Diagram Course Relation dan Study Program</i>	144
Gambar IV. 65 <i>Service Contract Diagram Course Category dan User</i>	144
Gambar IV. 66 <i>Service Contract Diagram SSO dan Role</i>	145
Gambar IV. 67 <i>Gambar Service Contract Diagram Competency dan Report</i>	145
Gambar IV. 68 <i>Service Contract Diagram Attendance dan Course Catalog</i>	145
Gambar IV. 69 <i>Service Interface Operation Notification dan Enrollment</i>	146
Gambar IV. 70 <i>Service Interface Operation Course Content dan Grade</i>	146
Gambar IV. 71 <i>Service Interface Operation Assignment dan CourseActivity</i>	147
Gambar IV. 72 <i>Service Interface Operation Course dan LearningPeriod</i>	147
Gambar IV. 73 <i>Service Interface Operation Course Relation dan StudyProgram</i>	148
Gambar IV. 74 <i>Service Interface Operation CourseCategory dan User</i>	148
Gambar IV. 75 <i>Service Interface Operation SSO dan Role</i>	149
Gambar IV. 76 <i>Service Interface Operation Report</i>	149
Gambar IV. 77 <i>Service Interface Operation Attendance dan CourseCatalog</i>	149
Gambar IV. 78 <i>Service Interface Operation Competency</i>	150

Gambar IV. 79 Service Data Model.....	151
Gambar IV. 80 <i>Design REST API Grade</i> (kiri), <i>Attendance</i> (kanan)	155
Gambar IV. 81 Design REST API Notification dan SSO	156
Gambar IV. 82 <i>Design REST API User</i>	156
Gambar IV. 83 Design REST API Course	157
Gambar IV. 84 Design REST API Enrollment.....	157
Gambar IV. 85 Design REST API Course Content (kiri), Roles (kanan).....	158
Gambar IV. 86 Service Participant Diagram User Enrollment.....	158
Gambar IV. 87 Service Participant Diagram Course Enrollment	159
Gambar IV. 88 Service Participant Diagram Course Setup.....	159
Gambar IV. 89 Service Participant Diagram Asynchronous Learning	160
Gambar IV. 90 Service Participant Synchronous Learning.....	160
Gambar IV. 91 <i>Service Participant Assignment</i>	161
Gambar IV. 92 Service Participant Grading.....	161
Gambar IV. 93 Service Composition User Enrollment dan Course Enrollment.....	162
Gambar IV. 94 Service Composition Course Setup	163
Gambar IV. 95 Service Composition Asynchronous dan Synchronous Learning	163
Gambar IV. 96 Service Composition Assignment dan Grading	163
Gambar IV. 97 Sequence Diagram Create New User dan Login User (SSO)	164
Gambar IV. 98 Sequence Diagram Create New Course dan Course Enrollment	165
Gambar IV. 99 Sequence Diagram Course Attendance	166
Gambar IV. 100 Sequence Diagram Course Grading	166
Gambar IV. 101 Service Interaction Diagram.....	168
Gambar IV. 102 Service Architecture Diagram User Enrollment	174
Gambar IV. 103 Service Architecture Diagram Course Enrollment	175
Gambar IV. 104 Service Architecture Diagram Course Setup (kiri), Asinkron	175
Gambar IV. 105 Service Architecture Diagram Synchronous Learning	176
Gambar IV. 106 <i>Service Architecture Assignment</i> (kiri), <i>Grading</i> (kanan).....	176
Gambar IV. 107 Container Diagram.....	177
Gambar IV. 108 Ilustrasi Posisi Platform Berorientasi Layanan Kampus Digital.....	177
Gambar IV. 109 Reference Model Service Computing System Platform	178
Gambar IV. 110 Pengembangan di sisi Backend	180
Gambar IV. 111 Pengembangan di sisi Frontend.....	181
Gambar IV. 112 Repository Moodle.....	182
Gambar IV. 113 Ilustrasi Pengujian Menggunakan Postman	185
Gambar IV. 114 Ilustrasi pengujian menggunakan Swagger (OpenAPI).....	186
Gambar IV. 115 Web Service Function LMS – Moodle.....	196
Gambar IV. 116 Registrasi Service Consumer Web Service Moodle	197
Gambar IV. 117 Dokumen Kontrak API (Swagger)	236
Gambar IV. 118 Prototipe Aplikasi Web (frontend) Halaman Login.....	236
Gambar IV. 119 Prototipe Aplikasi Web (frontend) Halaman SSO.....	237
Gambar IV. 120 Prototipe Aplikasi Web (frontend) Halaman Main Page	237
Gambar IV. 121 Information Dashboard Grading (frontend) IT3	258

Gambar IV. 122 Information Dashboard (frontend) Student Attendance.....	261
Gambar IV. 123 Integration Testing IT5 Melalui Aplikasi Web (frontend).....	266
Gambar IV. 124 Notifikasi Pendaftaran User LMS (Moodle).....	269
Gambar IV. 125 Integration Testing IT7 Melalui Aplikasi Web (frontend).....	270
Gambar IV. 126 Integration Testing IT8 Melalui Aplikasi Web (frontend), LMS (kanan)	276
Gambar IV. 127 Integration Testing IT8 Melalui Aplikasi Web (frontend).....	277
Gambar IV. 128 Pembagian Pengembangan Software Service System	278
Gambar IV. 129 Validasi <i>Running Frontend</i> dilocal dengan Docker.....	278
Gambar IV. 130 <i>Merge Software Service System</i> ke server VPS	281
Gambar IV. 131 Konfigurasi Backend.....	281
Gambar IV. 132 Konfigurasi Frontend Aplikasi Web (Dashboard Learning System) Menggunakan Nginx.....	282
Gambar IV. 133 System Rollout Platform Berorientasi Layanan (Backend)	282
Gambar IV. 134 Migrasi Script Database	283
Gambar IV. 135 Rollout Frontend Menggunakan Docker	283
Gambar IV. 136 Pengujian Deployment Backend	284
Gambar IV. 137 Pengujian Deployment Frontend	284
Gambar IV. 138 Pengujian Deployment Moodle (LMS)	285
Gambar IV. 139 Komponen Arsitektur Jaeger	287
Gambar IV. 140 Trace dan Spans Pada Implementasi Jaeger	288
Gambar IV. 141 Ilustrasi Implementasi Monitoring Sistem Menggunakan Jaeger	289
Gambar IV. 142 Trigger Unenroll Student Melalui Aplikasi Web.....	289
Gambar IV. 143 Hasil Implementasi Monitoring Sistem Unenroll Student	290
Gambar IV. 144 Percobaan Monitoring endpoint Health Pada Jaeger	291
Gambar IV. 145 Beberapa Daftar Operasi Layanan yang Terdaftar Pada Jaeger	292
Gambar IV. 146 <i>Service Performance Measurement</i> Menggunakan <i>Jaeger</i>	292
Gambar IV. 147 Kinerja Layanan <i>Unenroll</i>	293
Gambar IV. 148 Contoh Perkuliahan Teknologi dan Transformasi Digital Reguler Kelas 2	300
Gambar IV. 149 Pengujian Pencatatan Kehadiran Peserta Perkuliahan	301

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Aktivitas Pendukung Fleksibilitas Pembelajaran	15
Tabel II. 2 Penelitian Terkait Pengembangan Sistem Pembelajaran Jarak Jauh	19
Tabel II. 3 Penelitian Terkait Platform Berorientasi Layanan	21
Tabel II. 4 Peraturan Regulasi Pendidikan	25
Tabel II. 5 Contoh Perbedaan Platform dan Aplikasi	34
Tabel II. 6 Perbandingan Arsitektur Microservices, dan Monolith	44
Tabel III. 1 Rancangan Kegiatan Pada Service Strategy and Objectives	53
Tabel III. 2 Rancangan Kegiatan pada Analisis Kebutuhan Layanan.....	54
Tabel III. 3 Rancangan Kegiatan pada Inovasi Layanan	54
Tabel III. 4 Rancangan Kegiatan Pemodelan Layanan Bisnis	56
Tabel III. 5 Rancangan Kegiatan Pemodelan Layanan Teknologi Informasi	57
Tabel III. 6 Rancangan Kegiatan Desain dan Arsitektur Layanan.....	58
Tabel III. 7 Rekomendasi Good Service Design SOA Principles.....	64
Tabel III. 8 Rancangan Kegiatan Pengembangan Layanan	65
Tabel III. 9 Rancangan Kegiatan Integrasi dan Pengujian Layanan	67
Tabel III. 10 Rancangan Kegiatan Implementasi Layanan.....	68
Tabel III. 11 Rancangan Kegiatan Service Migration and Rollout.....	70
Tabel III. 12 Rancangan Kegiatan Service Operation and Maintenance	70
Tabel III. 13 Rancangan Kegiatan Service Monitoring.....	71
Tabel III. 14 Rancangan Kegiatan Service Migration and Rollout.....	72
Tabel III. 15 Rancangan Kegiatan Service Analysis and Optimization.....	73
Tabel III. 16 Rancangan Kegiatan Service Improvement.....	73
Tabel IV. 1 Beberapa Bagian Pembaruan Regulasi Pendidikan Tinggi	75
Tabel IV. 2 Identifikasi Strategi dan Tujuan Bisnis	76
Tabel IV. 3 Daftar Fungsi Bisnis Platform Berorientasi Layanan	77
Tabel IV. 4 Identifikasi Tujuan TI.....	80
Tabel IV. 5 Identifikasi Strategi TI	80
Tabel IV. 6 Layanan Bisnis Sistem Layanan Virtual Classroom (as-is).....	83
Tabel IV. 7 Identifikasi Layanan TI Sistem Layanan Virtual Classroom (as-is).....	89
Tabel IV. 8 Web Service Function Moodle yang digunakan pada Sistem Layanan Virtual Classroom (as-is)	90
Tabel IV. 9 Penambahan Layanan yang Diusulkan.....	91
Tabel IV. 10 Analisis Kesenjangan Layanan	91
Tabel IV. 11 Identifikasi Kebutuhan Layanan Bisnis	94
Tabel IV. 12 Identifikasi Kebutuhan Layanan TI.....	97
Tabel IV. 13 Inovasi Layanan Bisnis	99
Tabel IV. 14 Daftar Inovasi Layanan TI	102
Tabel IV. 15 Katalog Layanan Bisnis	105
Tabel IV. 16 Dekomposisi Proses Bisnis User Enrollment	118
Tabel IV. 17 Dekomposisi Proses Bisnis Course Enrollment	119

Tabel IV. 18 Dekomposisi Proses Bisnis Course Setup	122
Tabel IV. 19 Dekomposisi Proses Bisnis Synchronous Learning.....	122
Tabel IV. 20 Dekomposisi Proses Bisnis Asynchronous Learning	123
Tabel IV. 21 Dekomposisi Proses Bisnis Assignment	124
Tabel IV. 22 Dekomposisi Proses Bisnis Grading	124
Tabel IV. 23 Kandidat Layanan Bisnis User Enrollment	128
Tabel IV. 24 Kandidat Layanan Bisnis Course Enrollment	129
Tabel IV. 25 Kandidat Layanan Bisnis Course Setup	132
Tabel IV. 26 Kandidat Layanan Bisnis Asynchronous Learning	133
Tabel IV. 27 Kandidat Layanan Bisnis Synchronous Learning.....	134
Tabel IV. 28 Kandidat Layanan Bisnis Assignment	135
Tabel IV. 29 Kandidat Layanan Bisnis Grading	135
Tabel IV. 30 Service Candidate, dan Service Operation	136
Tabel IV. 31 Katalog Layanan TI	151
Tabel IV. 32 Layanan Komposit.....	167
Tabel IV. 33 Daftar Interaksi Layanan.....	169
Tabel IV. 34 Basic Metric.....	172
Tabel IV. 35 Cohesion Metric.....	173
Tabel IV. 36 Derived Metric.....	173
Tabel IV. 37 Detail Pengujian.....	182
Tabel IV. 38 Pengujian Unit Testing.....	187
Tabel IV. 39 Pengujian Sub System Integration Testing.....	198
Tabel IV. 40 IT Services (API) Catalogue	231
Tabel IV. 41 Hasil Pengujian Integration Testing IT1	246
Tabel IV. 42 Hasil Pengujian Integration Testing IT2	248
Tabel IV. 43 Hasil Pengujian Integration Testing IT3	252
Tabel IV. 44 Hasil Pengujian <i>Integration Testing</i> IT4	258
Tabel IV. 45 Hasil Pengujian Integration Testing IT5	262
Tabel IV. 46 Hasil Pengujian Integration Testing IT6	267
Tabel IV. 47 Hasil Pengujian Integration Testing IT7	267
Tabel IV. 48 Hasil Pengujian Integration Testing IT8	271
Tabel IV. 49 Implementation Plan System Deployment	279
Tabel IV. 50 Test Case System Testing	285
Tabel IV. 51 Hasil Pengujian System Testing.....	286
Tabel IV. 52 Komponen Arsitektur Jaeger.....	287
Tabel IV. 53 Detail Trace Eksekusi Endpoint Unenroll.....	294
Tabel IV. 54 Jadwal Kegiatan Perkuliahan (Pengujian Sistem)	295
Tabel IV. 55 Skenario User Testing.....	297
Tabel IV. 56 Hasil Pengujian User Testing	299

DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

SINGKATAN	Nama	Penggunaan pertama kali pada halaman
API	<i>Application Programming Interface</i>	1
SOA	<i>Service Oriented Architecture</i>	3
TI	<i>Teknologi Informasi</i>	3
IoT	<i>Internet of Things</i>	3
SIA	<i>Sistem Informasi Akademik</i>	4
LMS	<i>Learning Management System</i>	4
MOODLE	<i>Modular Object Oriented Dynamic Learning Environment</i>	5
SCSE	<i>Service Computing System Engineering</i>	6
SOAP	<i>Simple Object Access Protocol</i>	7
HTTP	<i>Hypertext Transport Protocol</i>	7
REST	<i>Representational State Transfer</i>	8
SDLC	<i>Software Development Life Cycle</i>	8
SPOF	<i>Single Point of Failure</i>	40
BFF	<i>Backend For Frontend</i>	43
SE	<i>Service Engineering</i>	52
SSE	<i>Service System Engineering</i>	52
BMC	<i>Business Model Canvass</i>	54
SOAML	<i>Service Oriented Architecture Modeling Language</i>	56
BPMN	<i>Business Process Model Notation</i>	57
ERD	<i>Entity Relationship Diagram</i>	151

Bab I Pendahuluan

Bab pendahuluan ini akan menjelaskan terkait latar belakang penelitian, masalah penelitian, tujuan penelitian, pertanyaan penelitian, kontribusi penelitian, batasan penelitian, penjelasan singkat metodologi penelitian yang digunakan, dan sistematika penulisan dokumen.

I.1 Latar Belakang

Service computing atau komputasi layanan merupakan lintas disiplin ilmu yang mencakup sains dan teknologi. Komputasi layanan berfungsi untuk menjembatani kesenjangan antara layanan bisnis dan layanan TI dalam menciptakan inovasi layanan (Wu, Z, 2014). Menurut Bouguettaya, A dkk. (2017), komputasi layanan adalah bidang yang dinamis dan terus berkembang yang berusaha menerapkan teknologi komputasi layanan untuk mendukung layanan bisnis secara luas. Bidang ini secara khusus meningkatkan penyampaian layanan dan efektivitas layanan di berbagai sektor. Hal ini menekankan pentingnya pendekatan berbasis layanan dalam memaksimalkan potensi layanan TI dalam mendukung kebutuhan bisnis.

Beberapa teknologi komputasi layanan yang telah muncul dan berkembang untuk mendukung komputasi layanan yaitu *Service Oriented Architecture (SOA)*, *web services*, *microservices*, *cloud computing*, dan *IoT*. Diantara teknologi ini, *Service Oriented Architecture (SOA)* dan *web services* menjadi teknologi yang mendasari komputasi layanan (Suhardi dan Kurniawan, 2018). Secara sederhana, SOA merupakan pendekatan yang bertujuan untuk menyelaraskan TI dan bisnis dengan bergantung kepada layanan yang tersedia untuk memfasilitasi proses bisnis. Sementara itu, *microservices* merupakan pengembangan dari SOA dalam bentuk pemecahan layanan menjadi unit-unit yang lebih kecil (Raj and Bhukya, 2023). Menurut (Hussain Qadri and Mahmood Hussaan, 2018), pendekatan arsitektur *microservices* menjadi pilihan yang baik jika sistem memiliki jutaan atau miliaran

pengguna. Sebaliknya, pendekatan SOA lebih praktis digunakan jika jumlah pengguna tidak terlalu besar.

Service Oriented Architecture (SOA) merupakan arsitektur pengembangan perangkat lunak yang berorientasi pada layanan (Erl dkk., 2017). SOA memungkinkan perancangan dan desain layanan dilakukan secara *loosely-coupled* (tingkat ketergantungan antar layanan rendah). Hal ini membuat SOA lebih fleksibel dan modular dalam proses pengembangan untuk memenuhi kebutuhan proses bisnis dan *service consumer*. SOA juga memiliki kemampuan penggunaan layanan kembali (*reusable*) yang baik dan mudah dikelola. Dalam upaya mendesain layanan yang baik dan memenuhi prinsip-prinsip yang dimiliki oleh SOA, Elhag dkk. (2015) mengusulkan suatu metrik evaluasi yang dapat digunakan untuk menilai prinsip desain SOA sehingga diharapkan dapat memenuhi prinsip *loosely-coupled*, *high cohesion*, *less complex*, dan *reusable*. Menurut (Liu, 2020), penerapan konsep SOA ini sangat cocok untuk pengembangan layanan baru dengan memanfaatkan layanan yang sudah ada atau tersedia.

Platform merupakan arsitektur teknologi digital berlapis yang mengintegrasikan perangkat keras, perangkat lunak, dan jaringan untuk memungkinkan kelompok pengguna berinteraksi atau berkomunikasi satu sama lain (Klein dkk., 2020). Arsitektur berlapis merujuk pada pendekatan desain yang membagi komponen pada tiap lapisannya berdasarkan fungsi seperti lapisan perangkat keras (server, penyimpanan), lapisan perangkat lunak (sistem operasi, perangkat lunak, aplikasi) dan lapisan jaringan. Selain arsitektur berlapis, platform juga berfungsi sebagai sistem yang dapat memproses dan menganalisis informasi yang dikumpulkan dari berbagai perangkat (Kim dkk., 2014). Salah satu keunggulan platform adalah sifat modularnya yang memungkinkan pengelolaan, pengembangan, dan inovasi produk baru berkontribusi pada peningkatan efisiensi dan pengurangan biaya (Facin dkk., 2016). Selain itu, platform berfungsi sebagai perangkat lunak yang menyediakan layanan kepada aplikasi lain melalui antarmuka yang terstandarisasi (API) untuk

mendukung interoperabilitas yakni kemampuan sistem yang berbeda untuk berkomunikasi dan bertukar data secara efektif (Suhardi dan Kurniawan, 2018).

Selain konsep platform secara umum, terdapat pendekatan berorientasi objek dan layanan pada pembangunan platform. Pendekatan berorientasi objek berfokus pada objek dan kelas sebagai entitas utama dengan setiap objek memiliki data dan metode yang berinteraksi di dalam aplikasi atau sistem yang sama (Ying Zou dan Kontogiannis, 2001), (Shao et al., 2021). Y. A. Prasetyo dkk. (2020) berpendapat bahwa platform berorientasi layanan dapat mengintegrasikan berbagai layanan yang ada sehingga mendorong terciptanya inovasi baru dalam penyampaian layanan kepada pengguna. Menurut Park dkk. (2019), platform berorientasi layanan didefinisikan sebagai platform yang dirancang dengan pendekatan berorientasi layanan terdiri atas beberapa layanan yang bekerja sama disusun melalui komposisi layanan untuk menyediakan berbagai layanan operasional. Dalam penelitian ini berfokus terhadap pendekatan berorientasi layanan dikarenakan platform yang dikembangkan memanfaatkan layanan yang sudah disediakan oleh aplikasi atau sistem yang terpisah.

Platform berorientasi layanan mengadopsi prinsip berorientasi layanan dengan memanfaatkan layanan yang telah tersedia. Hal ini bertujuan untuk menghindari pengulangan pembuatan layanan dengan fungsi yang sama dan mengurangi pemborosan sumber daya. Selain itu, platform berorientasi layanan juga merupakan arsitektur yang dapat memenuhi berbagai kebutuhan operasional termasuk efisiensi pengelolaan sumber daya, efektivitas komunikasi antar pengguna, dan pengelolaan informasi secara terintegrasi (Liu, 2020). Menurut Kurniawan dkk. (2019), platform ini dijelaskan sebagai arsitektur yang mendukung proses komposisi layanan berbasis web yang memungkinkan pembuatan layanan secara modular. Dengan menawarkan layanan modular melalui antarmuka yang terstandarisasi (API), platform berorientasi layanan mendukung fleksibilitas dan interoperabilitas antar layanan yang berbeda.

Pengembangan platform berorientasi layanan adalah proses yang krusial dengan tujuan untuk meningkatkan fungsionalitas, ketersediaan, dan kegunaan layanan dalam lingkungan bisnis yang semakin dinamis. Proses ini melibatkan peningkatan variasi produk inovatif serta peningkatan partisipasi pengguna dalam platform (Kazan dkk., 2018). Selain itu, pengembangan ini mencakup kegiatan penggunaan kembali layanan yang telah ada sebelumnya yang tidak hanya menghemat waktu dan sumber daya namun juga meningkatkan efisiensi operasional secara keseluruhan. Dengan memanfaatkan layanan yang sudah ada, organisasi dapat mempercepat proses pengembangan dan implementasi solusi baru tanpa membangun semuanya dari awal (Erl et al., 2017).

Internet dan teknologi digital telah menjadi satu kesatuan dalam proses pembelajaran. Berdasarkan data dari laporan Survei Sosial Ekonomi Nasional Badan Pusat Statistik (2024), sebanyak 80,32 % (77,46 % tahun sebelumnya) dari total peserta didik di berbagai tingkat pendidikan secara sering menggunakan internet. Selain itu, sebanyak 56,64 % peserta didik yang didominasi oleh jenjang perguruan tinggi menggunakan komputer sebagai sarana belajar. Tren digitalisasi ini mendorong institusi pendidikan tinggi untuk mengadopsi sistem yang lebih fleksibel dan efisien, yang memungkinkan pembelajaran dapat dilakukan dari jarak jauh, kapan saja, dan di mana saja.

Kampus digital merupakan representasi modern dari lembaga pendidikan berbasis teknologi. Kampus digital mengacu pada lingkungan pendidikan dengan semua area fungsional dan bagian pendukung saling terhubung melalui infrastruktur digital. Integrasi ini memfasilitasi komunikasi dan manajemen yang lancar di dalam institusi sekaligus meningkatkan pengalaman pendidikan (Habib et al., 2021). Selanjutnya, konsep kampus digital mencakup otomatisasi berbagai proses di dalam Institut Pendidikan Tinggi. Otomatisasi ini mencakup penerapan sistem manajemen pembelajaran (LMS) dan Sistem Informasi Akademik (SIA) yang mendukung kegiatan pembelajaran dan administratif. Sistem ini berfungsi sebagai platform untuk pendidikan berkelanjutan melalui sistem online atau pembelajaran jarak jauh

sehingga memastikan kegiatan pendidikan dapat berlanjut meskipun ada pembatasan fisik (Habib et al., 2021), (Xiao, 2019).

Kegiatan pembelajaran jarak jauh pada pendidikan tinggi sejalan dengan regulasi Permendikbudristek No. 53 Tahun 2023. Regulasi ini menyatakan bahwa pelaksanaan proses pembelajaran diselenggarakan dengan memberikan kesempatan belajar yang setara dan memberikan fleksibilitas dan ruang bagi perguruan tinggi dalam menyelenggarakan pendidikan tinggi dengan tetap memperhatikan standar mutu yang telah ditetapkan. Pada pasal 14 ayat 3 dijelaskan fleksibilitas ini sebagai proses pembelajaran yang dapat dilakukan secara tatap muka, jarak jauh termasuk daring, atau kombinasi tatap muka dengan jarak jauh.

Fleksibilitas pembelajaran memiliki berbagai definisi dari berbagai sumber. Menurut Permendikbudristek No. 53 Tahun 2023, fleksibilitas pembelajaran yaitu proses pembelajaran yang dilakukan secara tatap muka, jarak jauh, atau kombinasi keduanya. Hasil evaluasi pembelajaran diperoleh dari ujian, penilaian proyek, penilaian tugas, atau bentuk lainnya. Pencatatan kehadiran diperlukan sebagai bukti kehadiran dari kegiatan pembelajaran yang dilakukan secara terstruktur dengan bentuk, metode pembelajaran tertentu, dan dengan memanfaatkan materi pembelajaran. Menurut (Susiyawati et al., 2024), fleksibilitas pembelajaran berorientasi pada pembelajaran yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan waktu, tempat, dan kondisi mahasiswa. Dalam penelitiannya, pembelajaran secara asinkron dan sinkron dapat mendukung fleksibilitas pembelajaran. Pembelajaran sinkron dapat dilakukan melalui *video meeting* dengan zoom atau google meet sedangkan pembelajaran asinkron dengan mengakses materi pembelajaran, tugas, *project-based learning* pada LMS berbasis Moodle. Fleksibilitas pembelajaran sering dikaitkan dengan kemampuan untuk belajar dimana saja dan kapan saja. Fleksibilitas ini mencakup berbagai aspek seperti waktu, tempat, kecepatan pembelajaran, mode pengajaran dan pembelajaran yang lebih bervariasi (Virtanen et al., 2018), (Houlden and Veletsianos, 2021).

Berdasarkan definisi fleksibilitas pembelajaran yang telah dijelaskan sebelumnya dan kebutuhan pada kampus digital, diidentifikasi beberapa aktivitas yang dapat mendukung fleksibilitas pembelajaran yaitu pencatatan kehadiran (Habib dkk., 2021, dan Yuliantoputri dkk., 2019), akses ke materi pembelajaran ((Susiyawati et al., 2024), dan Virtanen dkk., 2018), pembelajaran sinkron jarak jauh (Yuliantoputri dkk., 2019, dan (Susiyawati et al., 2024)), penilaian (Permendikbudristek No. 53 Tahun 2023, dan Habib dkk., 2021), penugasan, ujian, pelaporan, notifikasi, pengelolaan mahasiswa, dosen dan mata kuliah (Habib dkk., 2021), pemetaan capaian pembelajaran (CPMK dan CPL) (Permendikbudristek No.53 Tahun 2023).

Adanya regulasi baru memunculkan peluang untuk inovasi dan pengembangan pada sistem layanan yang sudah ada (*legacy*). Menurut Mowla dan Kolekar (2020), penerapan SOA dalam mengembangkan layanan yang baru dengan mengadopsi dan menyesuaikan terhadap perubahan regulasi pendidikan sangatlah sesuai. Hal ini dikarenakan perubahan domain atau peraturan pada bidang pendidikan dapat membuat desain, dan pengembangan menjadi lebih kompleks dan biaya yang tinggi. Dalam konteks ini, SOA hadir sebagai solusi untuk mendukung proses pengembangan yang lebih mudah dengan memanfaatkan prinsip *reusability* atau pemanfaatan layanan yang sudah ada (Erl. T, 2017).

Beberapa penelitian terkini mengenai pengembangan platform yaitu (Alfarisy et al., 2024b) mengusulkan rancangan desain platform berorientasi layanan pada kampus digital dengan menggunakan framework SCSE (*Service Computing System Engineering*) hingga tahapan *modeling*. Hasil dari penelitian ini menunjukkan desain layanan yang baik dalam memenuhi prinsip-prinsip yang dimiliki oleh SOA yaitu *loosely-coupled*, *less complex*, *high cohesion*, dan *reusable*. Selanjutnya, penelitian ini berpotensi untuk dilanjutkan dengan melengkapi tahapan framework SCSE yang belum diselesaikan yaitu *development*, *deployment*, *evaluation* dan implementasi *real* dari platform yang sudah didesain. Di sisi lain, Wang (2022) mengusulkan platform berbasis SOA dan *web services* yang mengintegrasikan

beberapa sistem aplikasi untuk menghasilkan integrasi master data dari sistem informasi universitas dengan memanfaatkan perangkat keras dan lunak dari sistem informasi yang ada sehingga menghemat investasi pengembangan. Hasil penelitian ini menunjukkan peningkatan kualitas manajemen kinerja serta membebaskan administrasi pendidikan dari pekerjaan manual. Namun, pada penelitian tersebut belum dilakukan evaluasi desain terhadap prinsip-prinsip SOA. Penelitian berikutnya dilakukan oleh Liu (2020) yang membuat desain dan implementasi sebuah platform pengajaran multimedia untuk pengajaran alat musik dalam ruangan berbasis arsitektur berorientasi layanan (SOA). Setelah dilakukan pengujian, platform ini terbukti efektif dalam mempromosikan pembelajaran alat musik bagi siswa dengan pengalaman penggunaan yang baik. Park dkk. (2019) melakukan pengembangan platform berbasis layanan untuk industri pewarnaan dengan fokus pada peningkatan efisiensi energi dan produktivitas menggunakan protokol komunikasi SOAP dan HTTP. Penelitian ini juga menghasilkan arsitektur platform berorientasi layanan yang digunakan. Kurniawan dkk. (2019) berhasil melakukan pengembangan *reference model* yang generik untuk platform sistem komputasi layanan dengan tujuan memberikan panduan *reference model* dalam proses pengembangan platform berorientasi layanan, dan bertujuan memberikan dasar untuk penelitian terkait pengembangan platform berorientasi layanan. Meskipun model referensi telah dikembangkan, penelitian ini menyatakan model tersebut masih bersifat konseptual dan memerlukan implementasi serta verifikasi dalam sistem nyata. Oleh karena itu, evaluasi teknis diperlukan untuk menguji kelayakan model referensi ini melalui pengembangan platform sistem.

Sejumlah penelitian terkait pengembangan sistem pembelajaran dari jarak jauh dilakukan oleh (Muhamad, 2023) menghasilkan purwarupa sistem layanan *virtual classroom* dengan menggunakan metodologi *Design Science Research Methodology*. Sistem ini mencakup aplikasi web pengelola *learning system*, dan *service composite* berupa layanan pengelolaan peserta didik, pengajar, mata kuliah, kategori mata kuliah, periode pembelajaran, dan sistem layanan *learning*

management system (berbasis *Moodle*) yang terdiri atas *online meeting provider*, dan pengelolaan konten mata kuliah. Implementasi sistem layanan tersebut digunakan pada pelatihan kelas online *bootcamp*, dan *workshop*. Selanjutnya, Mastan dkk. (2022) mengevaluasi tren terkait pembelajaran jarak jauh dengan menemukan beberapa kriteria penting dalam implementasi *e-learning*, seperti platform, model evaluasi, dan pendekatan. Hasil informasi platform yang sering digunakan pada *e-learning* yaitu *moodle*. Pada penelitian yang lain, Prasetyo dan Saintika (2021) mengembangkan sistem integrasi antara *moodle* dan sistem informasi akademik menggunakan *REST API* dengan fokus terhadap sinkronisasi data menggunakan API. Penelitian ini didasari oleh kondisi sinkronisasi data yang tidak sesuai antara Sistem Informasi Akademik dan *Learning Management System* (*Moodle*) sehingga metode yang digunakan berfokus terhadap sinkronisasi data. Layanan bisnis pada penelitian ini terbatas kepada layanan pendaftaran pengguna, mata kuliah, dan peserta kuliah. Penelitian ini berpotensi untuk dikembangkan dengan penambahan terhadap layanan bisnis lainnya seperti penilaian, dan pencatatan kehadiran yang nantinya dapat diintegrasikan dengan SIA. Terakhir, Mowla dan Kolekar (2020) mengembangkan layanan web *e-learning* menggunakan pendekatan SOA dan mengintegrasikan berbagai API yang tersedia dengan metodologi pengembangan SDLC. Namun, penelitian terbatas pada integrasi API untuk layanan konten materi, penugasan, quiz, dan forum. Evaluasi terhadap desain layanan terhadap prinsip-prinsip yang dimiliki oleh SOA belum dilakukan.

Tren digitalisasi pendidikan berkembang pesat, terutama di jenjang perguruan tinggi. Berdasarkan data Survei Sosial Ekonomi Nasional (*Susenas*) oleh Badan Pusat Statistik (*BPS*), penggunaan komputer dan internet sebagai sarana pembelajaran paling banyak ditemukan di jenjang ini. Perkembangan ini didukung oleh kebijakan Permendikbudristek Nomor 53 Tahun 2023 yang mendukung fleksibilitas pembelajaran melalui metode jarak jauh, tatap muka, atau kombinasi keduanya. Berbagai penelitian sebelumnya telah mengidentifikasi peluang untuk pengembangan lebih lanjut dibidang ini. Pertama, perancangan platform

berorientasi layanan pada kampus digital dalam mendukung fleksibilitas pembelajaran dengan menggunakan metodologi SCSE yang terbatas pada tahap *objective and requirement*, dan *modeling* (M. Alfarisy, 2024). Kedua, pengembangan layanan web e-learning dengan pendekatan SOA belum melakukan evaluasi desainnya terhadap prinsip-prinsip SOA (Mowla, dan kolekar 2022). Ketiga, sistem layanan *virtual classroom* yang terbatas pada pengelolaan data peserta didik, pengajar, pendaftaran peserta kuliah, mata kuliah, dan pengelolaan konten mata kuliah (Muhammad W, 2023). Keempat, *reference model service computing system* platform masih bersifat konseptual dan memerlukan implementasi serta verifikasi dalam sistem nyata (Kurniawan, 2019).

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini mengusulkan pengembangan sistem layanan *virtual classroom* dalam bentuk platform berorientasi layanan pada kampus digital dalam mendukung fleksibilitas pembelajaran. Penelitian ini akan menggunakan framework SCSE dan melanjutkan ke tahapan *development*, *deployment*, dan *evaluation*. Selain itu, penelitian ini juga akan menambahkan layanan bisnis perkuliahan seperti pencatatan kehadiran, perhitungan nilai mata kuliah, notifikasi, laporan berita acara perkuliahan, dan laporan nilai akhir. Dengan demikian, diharapkan pengembangan ini dapat memenuhi kebutuhan fleksibilitas pembelajaran sekaligus mematuhi regulasi Permendikbudristek No.53 Tahun 2023.

I.2 Masalah Penelitian

Dari uraian latar belakang, penelitian terkait, potensi pengembangan, regulasi pendidikan, dan posisi *product research* saat ini, maka dirumuskan masalah penelitian sebagai berikut.

1. Bagaimana menghasilkan platform berorientasi layanan pada kampus digital yang memenuhi prinsip-prinsip SOA (*highly reusable, loosely-coupled, high cohesion, dan less complexity*) ?
2. Bagaimana mengembangkan sistem layanan *virtual classroom* menjadi platform berorientasi layanan pada kampus digital dalam mendukung

fleksibilitas pembelajaran dengan mengacu pada regulasi Permendikbudristek No. 53 tahun 2023 pasal 14 ayat 3 ?

I.3 Tujuan Penelitian

Penelitian tesis ini memiliki beberapa tujuan sebagai berikut.

1. Menghasilkan platform berorientasi layanan pada kampus digital dengan memperhatikan prinsip-prinsip SOA (*reusability, loosely-coupled, cohesion, dan complexity*).
2. Mengembangkan sistem layanan *virtual classroom* menjadi platform berorientasi layanan pada kampus digital dalam mendukung fleksibilitas pembelajaran.

Luaran utama hasil penelitian ini berupa platform berorientasi layanan didukung oleh penambahan inovasi layanan berupa pencatatan kehadiran perkuliahan, penilaian, laporan berita acara perkuliahan dan penilaian, dan notifikasi.

I.4 Pertanyaan Penelitian

Beberapa pertanyaan penelitian yang dapat diuraikan pada penelitian ini sebagai berikut.

1. Apakah desain platform berorientasi layanan pada kampus digital memenuhi prinsip-prinsip SOA yaitu *loosely-coupled, high cohesion, less complex, highly reusable* ?
2. Apakah pengembangan platform berorientasi layanan pada kampus digital dalam mendukung fleksibilitas pembelajaran dari sistem layanan *virtual classroom* berhasil dilakukan dengan memerhatikan regulasi yang berlaku ?

I.5 Kontribusi Penelitian

Kontribusi yang dihasilkan dari penelitian ini adalah menghasilkan pengembangan platform berorientasi layanan pada kampus digital dalam mendukung fleksibilitas pembelajaran. Penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan manfaat penelitian sebagai berikut.

1. Bagi pengajar dapat mempermudah dalam mengelola modul materi, kelas, penugasan, diskusi, nilai, kehadiran, dan *monitoring* mahasiswa.

2. Bagi mahasiswa dapat mempermudah akses pembelajaran yang tidak terikat waktu dan tempat, meningkatkan daya tarik dalam proses belajar.
3. Bagi instansi pendidikan dapat mempermudah proses integrasi sistem informasi akademik kampus dan *learning management system*.
4. Membuka peluang penelitian terhadap bidang keamanan data pada implementasi platform berorientasi layanan seperti *digital forensic readiness, teknologi blockchain, dan penetration testing*.

I.6 Batasan Penelitian

Batasan yang termasuk pada penelitian ini sebagai berikut.

1. Pengujian pengembangan platform berorientasi layanan pada kampus digital dilakukan di Universitas Kristen Teknologi Solo (UKTS). Sistem pembelajaran yang digunakan yaitu sistem blok untuk kelas reguler dan eWork pada rentang waktu 9 November – 11 Desember 2024.
2. Pengukuran evaluasi desain layanan dilakukan terhadap empat prinsip SOA yaitu *cohesion, loosely-coupled, reusability, dan complexity*.
3. Pengujian fungsional platform yang dikembangkan menggunakan pendekatan *unit testing, integration/component testing, system testing, dan user testing*.
4. Pengembangan dilakukan pada layanan *enrollment* peserta kuliah, *course management, user management*, pengelolaan materi dan aktivitas perkuliahan, pemetaan capaian pembelajaran, pencatatan kehadiran, notifikasi, *report nilai, report kehadiran, dan pengelolaan nilai perkuliahan*.

I.7 Metodologi Penelitian

Penelitian pengembangan platform berorientasi layanan pada kampus digital ini menggunakan metodologi *Service Computing System Engineering (SCSE)* (Kurniawan dkk, 2019). SCSE terdiri atas 5 tahapan yaitu sebagai berikut.

1. *Objective and requirement*

Tahap ini terdiri atas *service strategy and objectives, service requirements analysis, dan service innovation*.

2. *Modeling*

Tahap ini terdiri atas *business service modeling*, *IT service modeling*, dan *service design and architecture*.

3. *Development*

Tahap ini terdiri atas *service development*, *service integration and testing*, dan *service implementation*.

4. *Deployment*

Tahap ini terdiri atas *service migration and rollout*, *service operation and maintenance*, dan *service monitoring*.

5. *Evaluation*

Tahap ini terdiri atas *service performance measurement*, *service analysis and optimization*, dan *service improvement*.

I.8 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tesis terdiri dari beberapa bab sebagai berikut.

Bab I Pendahuluan

Bab pendahuluan membahas latar belakang penelitian, masalah penelitian, tujuan penelitian, pertanyaan penelitian, peluang kontribusi penelitian, batasan penelitian, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

Bab II Tinjauan Pustaka

Bab tinjauan pustaka membahas studi literatur, kajian dan dasar teori, penelitian terkait, dan peta literatur.

Bab III Rancangan Penelitian

Bab rancangan penelitian menjelaskan tentang metodologi penelitian yang digunakan dalam hal ini *Service Computing System Engineering* dengan lebih detail, usulan tahapan penelitian, dan rencana evaluasi penelitian.

Bab IV Hasil dan Pembahasan

Pada bab ini membahas desain dan hasil pengembangan platform berorientasi layanan kampus digital.

Bab V Kesimpulan dan Saran

Bab kesimpulan dan saran akan menjelaskan tentang kesimpulan penelitian dan saran pengembangan berikutnya (*future works*).

Bab II Tinjauan Pustaka

Pada bab ini akan dijelaskan tentang studi literatur penelitian terkait, penjelasan dasar teori, penjelasan pendekatan yang digunakan, dan peta literatur yang menggambarkan korelasi dengan penelitian. Konsep yang akan digunakan pada penelitian diantaranya yaitu pendekatan pengembangan platform berorientasi layanan, rekayasa sistem komputasi layanan, *service oriented architecture*, dan *service computing system engineering framework*.

II.1 Penelitian Terkait

II.1.1 Penelitian Terkait Platform Berorientasi Layanan

Penelitian terkait pengembangan platform berbasis layanan dilakukan oleh Park dkk. (2019) pada industri tekstil pewarnaan dengan fokus pada peningkatan efisiensi energi dan produktivitas. Untuk menawarkan layanan yang dapat meningkatkan efisiensi sistem manufaktur, platform ini menggabungkan IIoT (*Industrial Internet of Things*) dan arsitektur berbasis layanan (SOA). Setelah diimplementasikan, platform ini menunjukkan peningkatan produktivitas dan efisiensi energi. Selain itu, platform ini juga menawarkan solusi yang cocok untuk bisnis kecil dan menengah untuk mencapai manufaktur yang berkelanjutan melalui proses yang sistematis dan efisien. Teknologi yang digunakan untuk berkomunikasi pada platform menggunakan protokol SOAP/HTTP dan WSDL. Pada penelitian ini, desain platform berorientasi layanan berhasil menghasilkan layanan yang dapat menggantikan bagian proses tidak efisien.

Penelitian yang dilakukan oleh Liu (2020) membuat desain dan implementasi sebuah platform pengajaran multimedia untuk pengajaran alat musik dalam ruangan berbasis arsitektur berorientasi layanan (SOA). Platform yang didesain ditemukan efektif dalam mempromosikan pembelajaran alat musik bagi siswa dengan pengalaman penggunaan yang baik. Protokol komunikasi yang digunakan berupa SOAP dengan struktur data XML.

Wang (2022) mengusulkan platform integrasi berbasis SOA dan *web service* yang mengintegrasikan beberapa sistem aplikasi untuk menghasilkan integrasi master data dari sistem informasi universitas dengan memanfaatkan perangkat keras dan lunak dari sistem informasi yang ada sehingga menghemat investasi pengembangan. Tujuan berhasil dicapai dengan meningkatkan kualitas manajemen kinerja serta membebaskan administrasi pendidikan dari pekerjaan manual. Namun, pada platform masih berbentuk SOA monolitik sehingga ketika diperlukan modifikasi dan pengembangan lanjutan akan berdampak terhadap sistem secara keseluruhan.

II.1.2 Penelitian Terkait Fleksibilitas Pembelajaran

Terdapat beberapa definisi terkait fleksibilitas pembelajaran dari berbagai sumber. Menurut Permendikbudristek No. 53 Tahun 2023, fleksibilitas pembelajaran yang dimaksud yaitu proses pembelajaran yang dilakukan secara tatap muka, jarak jauh termasuk daring, atau kombinasi keduanya (pasal 14 ayat 3). Pelaksanaan proses pembelajaran dilakukan secara terstruktur sesuai arahan dosen pengampu dengan bentuk, strategi, metode pembelajaran tertentu, dan memanfaatkan sumber pembelajaran yang tepat (pasal 13 ayat 1 dan 2). Proses ini memberikan ruang untuk perlunya pencatatan kehadiran sebagai bukti kehadiran mahasiswa dalam proses pembelajaran yang tercatat pada sistem dan untuk keperluan pelaporan kegiatan pembelajaran. Hasil evaluasi pembelajaran didapatkan dari penilaian hasil belajar mahasiswa yang dilakukan secara valid, reliabel, transparan, akuntabel. Penilaian dapat dilakukan dalam bentuk ujian, penilaian proyek, penilaian tugas, atau bentuk penilaian lain yang sejenis (pasal 26 – 27). Menurut (Susiyawati et al., 2024), fleksibilitas pembelajaran mengacu pada pendekatan pembelajaran yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan waktu, tempat, dan kondisi mahasiswa. Dalam temuan penelitiannya, pembelajaran secara sinkron dan asinkron dapat memfasilitasi fleksibilitas pembelajaran. Pembelajaran sinkron dilakukan dengan pemanfaatan teknologi zoom atau google meet yang digunakan ketika mahasiswa atau dosen akan melakukan presentasi materi atau tugas sedangkan pembelajaran

asinkron dilakukan dengan materi pembelajaran yang dapat diakses, *project-based learning*, dan tugas pada LMS berbasis Moodle. Definisi lainnya, fleksibilitas pembelajaran sebagai kesempatan untuk belajar kapan saja dan dimana saja serta metode pembelajaran yang dapat disesuaikan dan lebih lebih bervariasi (Virtanen et al., 2018), (Houlden and Veletsianos, 2021).

Berikut ini merupakan hasil identifikasi aktivitas yang dapat mendukung fleksibilitas pembelajaran dari berbagai sumber.

Tabel II. 1 Aktivitas Pendukung Fleksibilitas Pembelajaran

Aktivitas	Author	Deskripsi
Akses dan unggah sumber pembelajaran (asinkron).	Permendikbudristek No. 53 Tahun 2023, (Susiyawati et al., 2024), Virtanen dkk., (2018)	Pemanfaatan sumber belajar yang tersedia dalam <i>learning management system</i> (dalam bentuk pdf, word, video, ppt). Materi bisa diakses kapan saja.
Pembelajaran sinkron jarak jauh.	Permendikbudristek No. 53 Tahun 2023, Yuliantoputri dkk., (2019), (Susiyawati et al., 2024),	Penggunaan <i>video meeting</i> seperti zoom atau google meet.
Pencatatan kehadiran mahasiswa.	Permendikbudristek No. 53 Tahun 2023, Habib dkk., (2021), Yuliantoputri dkk., (2019)	Mempermudah pelacakan dan bukti kehadiran dalam proses pembelajaran untuk laporan akademik.
Penilaian.	Permendikbudristek No. 53 Tahun 2023, Habib dkk., (2021)	Hasil evaluasi proses pembelajaran.

Penugasan/quiz.	Habib dkk., (2021), Permendikbudristek No. 53 Tahun 2023	Pengajar upload tugas/quiz dan mahasiswa mengerjakan serta mengumpulkan tugas.
Evaluasi dalam bentuk ujian	Habib dkk., (2021), Permendikbudristek No. 53 Tahun 2023	Ujian atau pengerjaan proyek (<i>project-based</i>).
Pelaporan	Habib dkk., (2021)	Memfasilitasi pembuatan laporan khusus untuk berbagai kebutuhan seperti laporan kehadiran (berita acara perkuliahan), dan laporan nilai mata kuliah.
Notifikasi	Habib dkk., (2021)	Memfasilitasi notifikasi melalui email (gmail) untuk memastikan informasi penting tersampaikan.
Pengelolaan mahasiswa, pengajar dan mata kuliah	Habib dkk., (2021), Prasetyo dan Sainika (2021)	Mempermudah proses administratif untuk pendaftaran mata kuliah, pembagian dosen pengampu.
Pemetaan CPMK dan CPL	Permendikbudristek No. 53 Tahun 2023, Habib dkk., (2021)	Standar kompetensi lulusan dirumuskan pada capaian pembelajaran (CPL). CPL disusun ke dalam mata kuliah dalam bentuk CPMK.

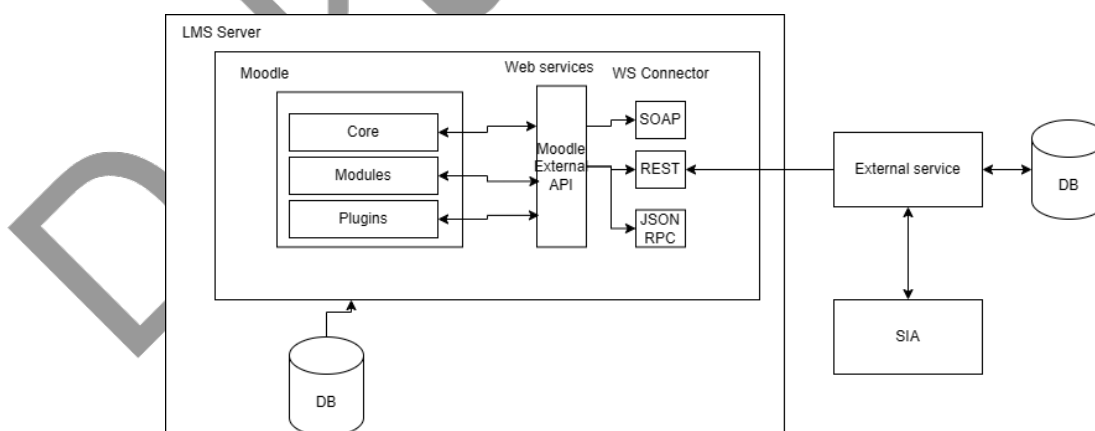
II.1.3 Penelitian Terkait Pengembangan Sistem Pembelajaran Jarak jauh

Aktivitas pembelajaran jarak jauh dibagi menjadi dua yaitu *asynchronous learning*, dan *synchronous learning* (Saini dan Goel, 2020). Pembelajaran secara *asynchronous* memiliki objektif utama pada penyimpanan materi belajar dalam format digital (umumnya berupa slide, pdf, video rekaman) oleh pengajar, serta memfasilitasi siswa yang tidak hadir secara fisik di kelas untuk dapat mengakses

materi bahan ajar secara online. *Synchronous learning* memiliki tujuan utama agar siswa merasa seolah seperti di kelas dalam proses pembelajaran. Ruang yang digunakan sebagai kelas disini berupa *virtual classroom* atau dapat berupa *google meet* atau *zoom meet* secara *real time* (terjadwal).

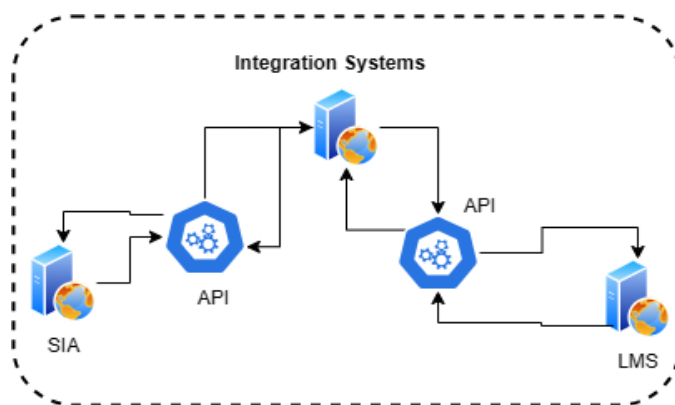
Kata *virtual* merupakan representasi simulasi dari objek nyata (Cukurbasi dan Kiyici, 2021). Pembelajaran secara konvensional akan berpindah ke lingkungan *virtual classroom* seiring dengan pesatnya kemajuan teknologi. Hal ini menunjukkan pentingnya untuk meningkatkan lingkungan pembelajaran secara *virtual* yang memiliki fleksibilitas sehingga pembelajaran dapat berlangsung dimana saja dan kapan saja. Akibatnya, penelitian terkait *virtual classroom* semakin banyak diminati dalam hal bagaimana perancangan *virtual classroom*, teknologi apa yang dapat digunakan, dan fungsi apa saja yang dapat dikembangkan dalam dunia pendidikan.

Penelitian terkait integrasi data antara SIA dan LMS (Moodle) dilakukan oleh (Abdullah et al., 2023) menggunakan *external databases* dengan REST API. Proses integrasi berhasil dilakukan pada data *user* dan *enrollment*. Penelitian ini menggunakan arsitektur integrasi antara SIA dan LMS yang ditunjukkan pada Gambar II. 1 sebagai berikut.



Gambar II. 1 Arsitektur Integrasi LMS dan SIA Menggunakan Skema *External Database*

Pada penelitian yang dilakukan oleh Prasetyo dkk. (2021) juga menghasilkan arsitektur integrasi yang serupa seperti pada Gambar II. 2 sebagai berikut.



Gambar II. 2 Arsitektur Sistem Integrasi

Dokumen Asli

II.1.4 Rangkuman Literatur Penelitian Terkait (*Related Works*)

Berikut ini dilakukan ringkasan terhadap penelitian terkait dengan tujuan untuk mengidentifikasi masalah yang belum selesai pada penelitian tersebut sehingga menjadi peluang untuk dikembangkan dan diselesaikan pada penelitian ini.

Tabel II. 2 Penelitian Terkait Pengembangan Sistem Pembelajaran Jarak Jauh

No	Penulis	Hasil Penelitian	Identifikasi Peluang Penelitian
1	Muhamad (2023), <i>Komposisi Layanan Berorientasi Proses Berbasis OpenAPI Specification</i>	Menghasilkan sistem layanan <i>virtual classroom</i> dengan menggunakan metodologi <i>Design Science Research Methodology</i> . Sistem yang dihasilkan terdiri atas manajemen perkuliahan berupa layanan peserta didik, pengajar, mata kuliah, kategori mata kuliah, pendaftaran peserta kuliah, periode pembelajaran, dan <i>learning management system</i> untuk pengelolaan konten mata kuliah dan <i>video meeting</i> .	Belum adanya layanan pencatatan kehadiran, laporan perkuliahan, dan pengambilan data nilai masih dilakukan secara manual pada <i>learning management system</i> .
2	(Abdullah et al., 2023), <i>Integration Model of Academic Information Systems and Learning Management Systems with REST Web Services Using External Databases</i>	Mengusulkan desain integrasi antara SIA dan e-learning (Moodle) menggunakan layanan web berbasis REST dan basis data eksternal. Tujuannya adalah untuk sinkronisasi data operasional di institusi pendidikan tinggi.	Sinkronisasi data pada penelitian tersebut terbatas pada proses bisnis <i>enrollment</i> mata kuliah dan registrasi <i>user</i> .

3	Prasetyo dan Sainika (2021), <i>Integration between Moodle and Academic Information System using Restful API for Online Learning</i>	Pengembangan integrasi antara <i>moodle</i> dan sistem informasi akademik menggunakan <i>Restful API</i> untuk pembelajaran online.	Terdapat saran pengembangan untuk mengintegrasikan pencatatan kehadiran perkuliahan, jadwal, dan pengelolaan konten.
4	Mowla dan Kolekar (2020), <i>Development and Integration of E-learning Services Using REST APIs</i>	Mengembangkan layanan web <i>e-learning</i> menggunakan pendekatan SOA, mengintegrasikan beberapa API, dan menggunakan metodologi pengembangan SDLC. Proses bisnis terbatas pada integrasi konten materi, penugasan, quiz, dan forum.	Belum ada layanan untuk pencatatan kehadiran, berita acara perkuliahan, dan penilaian. Belum ada evaluasi prinsip SOA terhadap desain layanan yang diusulkan.
5	Fratama dan Panjaitan (2020), <i>Pemanfaatan Web Service Moodle Berbasis Rest-Json Untuk Intensitas Pengguna E-Learning</i>	Pemanfaatan <i>moodle</i> sebagai <i>web service</i> dan penggunaan REST API.	Proses bisnis yang terlibat terbatas pada upload tugas, materi, dan topik diskusi.
6	Yuliantoputri dkk. (2019), <i>Smart Classroom Services System Design Based on Services Computing System</i>	Menghasilkan perancangan <i>smart classroom</i> dalam konsep <i>Smart Learning System (SLS)</i> dan <i>Smart Teaching Environment (STE)</i> . Menggunakan Metodologi SCSE dalam tahap desainnya.	Belum adanya implementasi dan pengembangan terhadap hasil desain. Hasil penelitian terbatas pada tahapan <i>modeling</i> metodologi SCSE.

Tabel II. 3 Penelitian Terkait Platform Berorientasi Layanan

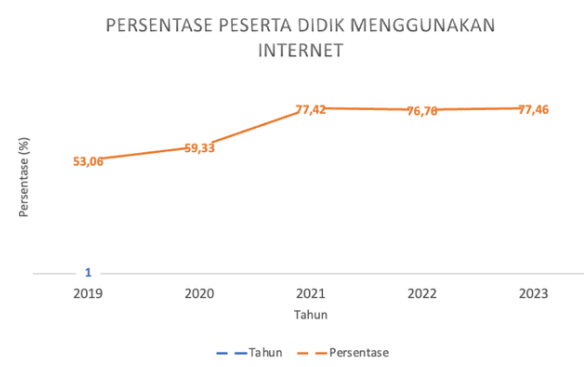
No	Penulis	Hasil Penelitian	Identifikasi Peluang Penelitian
1	Alfarisy dkk. (2024), <i>Designing a Service-Oriented Platform on Campus Digital Using SCSE Framework</i>	Merancang desain platform berorientasi layanan pada kampus digital dengan memanfaatkan framework SCSE hingga tahapan <i>modeling</i> .	Melengkapi tahapan pada framework SCSE berikutnya yaitu <i>development</i> , <i>deployment</i> , dan <i>evaluation</i> . Melakukan implementasi real terhadap hasil desain platform.
2	Alfarisy dkk. (2024), <i>Development of a Service-Oriented Platform and Blockchain as a Service to Secure Recording of Measured Fishing Data Based on Quota in Support of The Blue Economy</i>	Melakukan pengembangan platform berorientasi layanan dengan memanfaatkan <i>blockchain as a service</i> dalam mendukung keamanan pencatatan ikan terukur dalam sektor <i>blue economy</i> .	Metodologi yang digunakan berupa SCSE hingga tahapan <i>evaluation</i> namun ada tahapan yang belum selesai dilakukan yaitu implementasi <i>service monitoring</i> .
3	Wang (2022), <i>SOA-based Information Integration Platform for Educational Management Decision Support System</i>	Mengembangkan platform integrasi berbasis SOA dan <i>web service</i> sistem informasi akademik.	Belum ada evaluasi desain layanan terhadap matriks prinsip SOA.

4	Liu (2020), <i>Design and implementation of multimedia teaching platform based on SOA architecture</i>	Membuat desain dan implementasi sebuah platform pengajaran multimedia berbasis SOA.	Desain arsitektur diagram platform berbasis SOA yang digunakan tidak diperlihatkan secara menyeluruh. Belum ada evaluasi terhadap matriks prinsip SOA.
5	Park dkk. (2019), <i>Service-oriented platform for smart operation of dyeing and finishing industry</i>	Melakukan pengembangan platform berbasis layanan untuk industri pewarnaan dengan fokus pada peningkatan efisiensi energi dan produktivitas. Menghasilkan arsitektur platform berorientasi layanan pada industri pencelupan dan finishing empat lapis (<i>device, network, service, application</i>)	Informasi tentang hasil verifikasi dan penerapan metode yang diusulkan kurang didetailkan. Belum ada evaluasi desain layanan terhadap matriks prinsip SOA.
6	Kurniawan dkk (2019), <i>A reference model of services computing systems platform based on meta-analysis technique</i>	Melakukan pengembangan konseptual <i>reference model</i> pada <i>service computing system platform</i> . <i>Reference model</i> ini dapat digunakan sebagai panduan dalam membangun platform berorientasi layanan	Perlu dilakukan implementasi nyata terkait <i>reference model service computing system platform</i> yang telah dibangun.

II.2 Kajian dan Dasar Teori

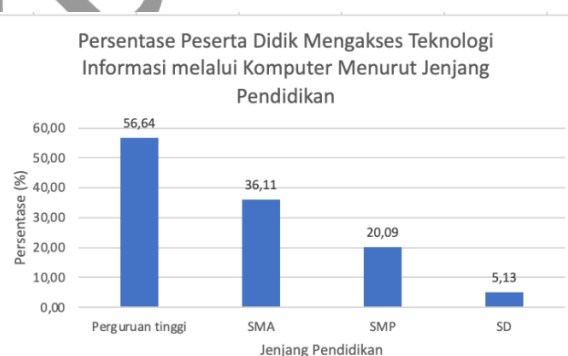
II.2.1 Tren Peserta Didik Terhadap Teknologi Informasi dan Komunikasi

Saat ini, internet dan teknologi digital telah menjadi bagian penting dalam proses pendidikan. Menurut data hasil survei Badan Pusat Statistik (2023), tercatat sebanyak 77,46 persen total peserta didik dari berbagai tingkatan pendidikan mengakses internet sebagai sarana teknologi informasi dan komunikasi. Hasil ini dapat dilihat pada Gambar II.3 sebagai berikut.



Gambar II. 3 Persentase Peserta Didik Mengakses Internet
(Badan Pusat Statistik, Hasil Survei Sosial Ekonomi Nasional 2019-2023)

Data persentase peserta didik yang menggunakan komputer paling tinggi ditunjukkan pada jenjang pendidikan perguruan tinggi. Data tersebut disajikan pada Gambar II.4 sebagai berikut.



Gambar II. 4 Persentase Peserta Didik Menggunakan Komputer
(Badan Pusat Statistik, Hasil Survei Sosial Ekonomi Nasional Maret 2023)

Menurut Badan Pusat Statistik, tercatat sebanyak 7,8 juta jumlah mahasiswa di Indonesia diawal tahun 2023 di bawah Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi Negeri dan Swasta. Jumlah ini terdiri dari 3,37 juta mahasiswa di Pendidikan Tinggi Negeri dan 4,49 juta mahasiswa di Pendidikan Tinggi Swasta. Berdasarkan Gambar II. 4 dan data jumlah mahasiswa di Indonesia yang tercatat di awal tahun 2023 maka jumlah mahasiswa di Indonesia yang menggunakan akses teknologi informasi melalui komputer sekitar 4,4 juta mahasiswa.

Data terbaru hasil Survei Sosial Ekonomi Nasional Tahun 2024 pada Gambar II. 5 menunjukkan tren peningkatan penggunaan internet pada peserta didik. Tren ini sejalan dengan kondisi peningkatan digitalisasi pendidikan.



Gambar II. 5 Persentase Peserta Didik Mengakses Internet
(Badan Pusat Statistik, Hasil Survei Sosial Ekonomi Nasional 2019-2024)

II.2.2 Peraturan Regulasi Pendidikan

Peraturan menteri pendidikan, kebudayaan, riset, dan teknologi (Permendikbudristek) Republik Indonesia nomor 53 tahun 2023 membahas tentang penjaminan mutu pendidikan tinggi. Peraturan ini memperbarui peraturan menteri pendidikan dan kebudayaan nomor 3 tahun 2020 tentang Standar Nasional Pendidikan Tinggi. Pembaruan ini membawa perubahan dan penyesuaian untuk meningkatkan kualitas pendidikan tinggi di Indonesia. Permendikbudristek No. 53

Tahun 2023 memberikan fleksibilitas dan ruang bagi perguruan tinggi dalam menyelenggarakan pendidikan tinggi dengan tetap memperhatikan standar mutu yang telah ditetapkan.

Tabel II. 4 Peraturan Regulasi Pendidikan

Deskripsi	Permendikbudristek No. 53 Tahun 2023	Permendikbud No. 3 Tahun 2020
Pelaksanaan proses pembelajaran	Fleksibilitas dalam proses pendidikan dalam bentuk proses pembelajaran yang dilakukan secara tatap muka, jarak jauh (daring), atau kombinasi tatap muka dan jarak jauh (<i>hybrid</i>) yang dijelaskan pada pasal 14 ayat 1, dan ayat 3.	Interaksi langsung antara dosen dan mahasiswa dan sumber belajar dalam suatu lingkungan belajar yang dijelaskan pada pasal 13.
Perubahan beban belajar	Menetapkan 1 sks setara dengan 45 jam per semester yang dapat dipenuhi dalam berbagai bentuk pembelajaran yang dijelaskan lebih lanjut pada pasal 15 ayat 6.	1 sks terdiri atas 100 menit kegiatan proses belajar dan 70 menit kegiatan mandiri per minggu yang dijelaskan lebih lanjut pada pasal 19 ayat 2.
Capaian pembelajaran lulusan	Standar kompetensi lulusan dirumuskan pada capaian pembelajaran lulusan (CPL) (pasal 6 ayat 3) yang kompetensinya meliputi sebagai berikut (pasal 7). <ul style="list-style-type: none"> - Penguasaan ilmu pengetahuan dan teknologi - Kecakapan umum 	Rumusan capaian pembelajaran lulusan mengacu ke Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia (KKNI) yang dijelaskan lebih

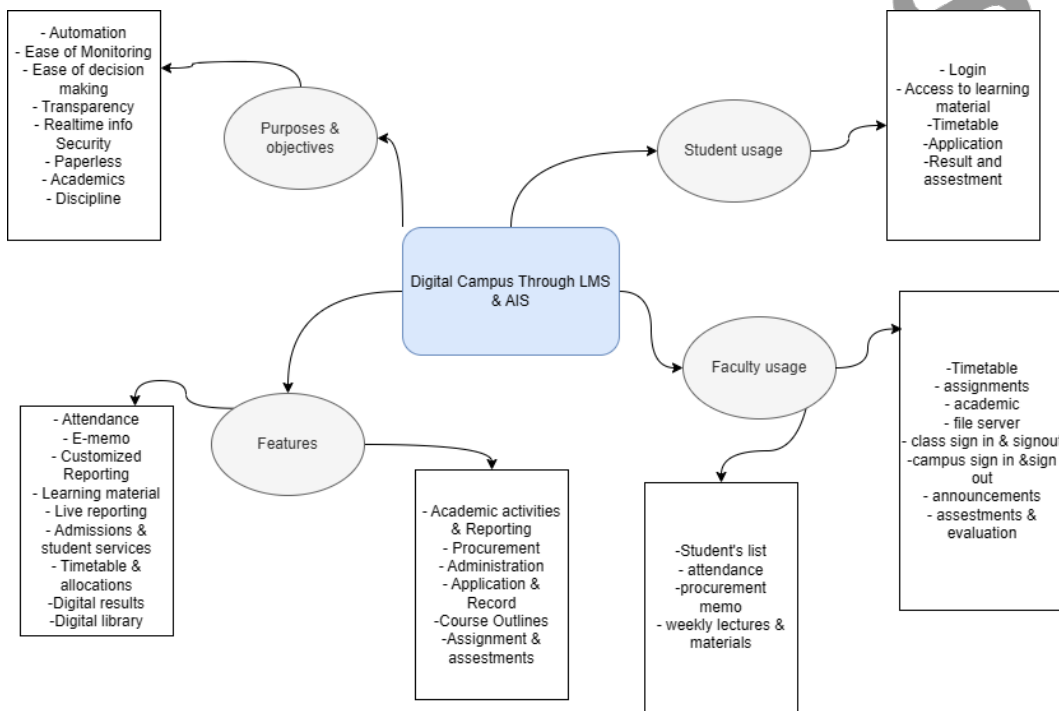
	<ul style="list-style-type: none"> - Pengetahuan dan keterampilan. - Kemampuan intelektual <p>CPL disusun ke dalam mata kuliah dalam bentuk CPMK yang dijelaskan lebih lanjut pada pasal 8 ayat 4.</p>	lanjut pada pasal 5 ayat 3.
Bentuk pembelajaran	Dilakukan melalui kegiatan belajar terbimbing, penugasan terstruktur, dan mandiri (pasal 16 ayat 2). Pembelajaran dilakukan dalam sistem blok, modul atau bentuk lain (pasal 16 ayat 3).	Bentuk pembelajaran dalam bentuk kuliah, responsi, praktikum, seminar dan bentuk lain (pasal 14 ayat 5).

II.2.3 Kampus Digital

Kampus digital mengacu pada lingkungan pendidikan di mana semua area fungsional dan bagian pendukung saling terhubung melalui infrastruktur digital. Integrasi ini memfasilitasi komunikasi dan manajemen yang lancar dalam meningkatkan pengalaman pendidikan secara keseluruhan (Habib, 2021). Konsep kampus digital mencakup otomatisasi berbagai proses di dalam Institut Pendidikan Tinggi (*Higher Education Institute*). Otomatisasi ini termasuk penerapan sistem manajemen pembelajaran (LMS) dan sistem informasi akademik (SIA) yang mendukung kegiatan pembelajaran dan administratif. Sistem ini berfungsi sebagai platform untuk pendidikan berkelanjutan melalui sistem online atau pembelajaran jarak jauh dan memastikan bahwa kegiatan pendidikan dapat berlanjut meskipun ada pembatasan fisik. Kampus digital sangat penting untuk menyediakan pendidikan berkualitas, menyoroti kebutuhan akan LMS yang berfungsi penuh, dan infrastruktur digital untuk mendukung kebutuhan pendidikan mahasiswa dan fakultas (Habib et al., 2021). Pengembangan dan berbagi sumber daya pendidikan digital disoroti sebagai fokus utama dari kampus digital. Kegiatan ini melibatkan

pembuatan konten digital yang dapat digunakan untuk tujuan pengajaran dan pembelajaran (Xiao, 2019). Kampus digital juga ditandai dengan kemampuannya untuk beradaptasi dengan kemajuan teknologi yang terus berkembang dan memenuhi tuntutan pendidikan modern. Adaptabilitas ini sangat penting bagi Perguruan Tinggi untuk tetap relevan dan efektif dalam menyampaikan pendidikan (Habib, 2021 dan Xiao, J, 2019).

Pada penelitian Habib (2021) mengusulkan pemetaan fitur yang ada pada kampus digital yang ditunjukkan pada Gambar II.6 sebagai berikut.



Gambar II. 6 Pemetaan Kampus Digital Melalui LMS dan SIA

Objek kampus digital yang dimaksudkan pada penelitian Habib (2021) yaitu *City University of Science and Information Technology (CUSIT)* di Pakistan.

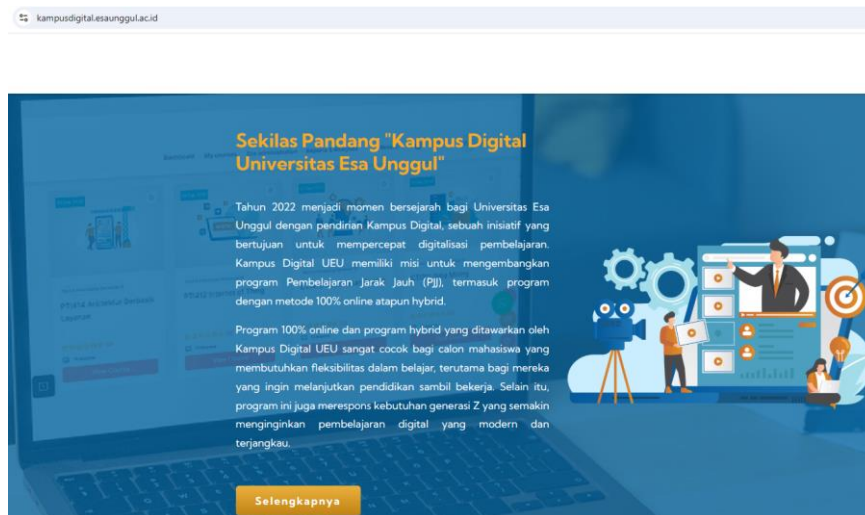
II.2.4 Contoh Kampus Digital

Beberapa contoh dan referensi kampus digital di Indonesia sebagai berikut.

1. Universitas Esa Unggul (UEA)

Tahun 2020 Universitas Esa Unggul mendirikan kampus digital dengan tujuan untuk percepatan digitalisasi pembelajaran dengan pengembangan pembelajaran

jarak jauh. Kampus Digital UEU cocok untuk mahasiswa yang membutuhkan fleksibilitas dalam belajar dengan kondisi belajar sambil bekerja.



Gambar II. 7 Universitas Esa Unggul

2. Universitas Siber Asia (UNZIA)

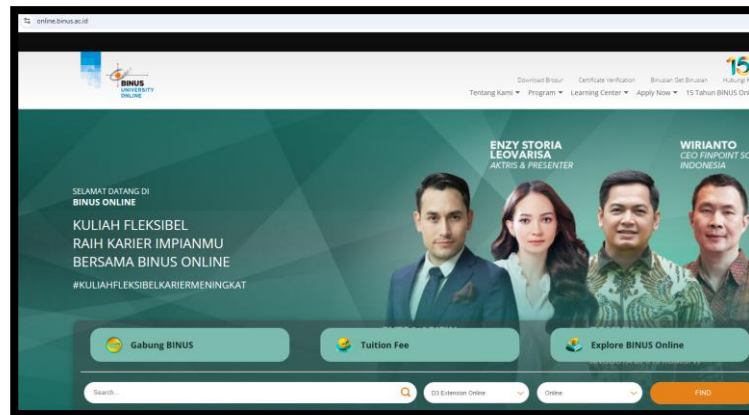
UNZIA menggunakan LMS yang sudah terintegrasi dengan manajemen pembelajaran baik sinkron maupun asinkron.



Gambar II. 8 Universitas Siber Asia

3. Binus online

hadir untuk memfasilitasi perkuliahan secara fleksibel tanpa batasan waktu dan tepat sehingga dapat memfasilitasi mahasiswa yang sedang bekerja namun tetap ingin menempuh pendidikan.



Gambar II. 9 Binus Online

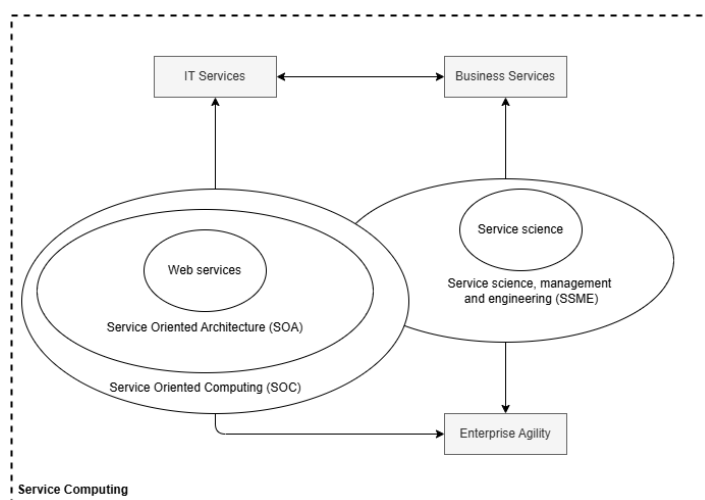
II.2.5 Service Computing

Service computing atau komputasi layanan merupakan lintas disiplin ilmu yang mencakup sains dan teknologi. Komputasi layanan bertujuan untuk menghubungkan *gap* antara layanan bisnis dan layanan TI dengan mendukung secara keseluruhan dari siklus hidup inovasi layanan (Wu. Z, 2014). Menurut Bouguettaya, A dkk., (2017), komputasi layanan adalah bidang yang dinamis dan terus berkembang yang berusaha memanfaatkan teknologi untuk meningkatkan penyampaian dan efektivitas layanan di berbagai sektor. Hal ini menekankan pentingnya pendekatan berbasis layanan dengan tujuan memaksimalkan potensi layanan TI dalam mendukung kebutuhan bisnis.

Teknologi utama yang digunakan pada komputasi layanan yaitu SOA, dan *web services*. Secara sederhana, SOA merupakan suatu pendekatan untuk menyelaraskan IT dan bisnis dengan bergantung kepada layanan yang tersedia untuk memfasilitasi proses bisnis. Layanan ini sendiri didefinisikan sebagai perangkat lunak reusable yang disediakan oleh *service provider* dan dikonsumsi oleh *service requestor*. SOA membuat fleksibilitas IT menjadi terlihat dengan memungkinkan percepatan bisnis. Implementasi SOA umumnya melibatkan pengembangan aplikasi yang menggunakan layanan sehingga aplikasi tersebut bisa tersedia sebagai layanan untuk aplikasi yang lain (Wu. Z, 2014). Sedangkan *web service* digunakan untuk mengimplementasikan SOA dan merealisasikan layanan

TI. *Web service* tersedia sebagai sistem perangkat lunak yang mendukung pertukaran data layanan dan dapat berinteraksi pada suatu jaringan internet (Suhardi, N.B Kurniawan, 2017).

Konsep *service computing* menurut Suhardi dkk., (2017) merupakan hubungan antara *service oriented computing* dan *service science, management, and engineering* (SSME). Hubungan ini ditunjukkan pada Gambar II.10 sebagai berikut.



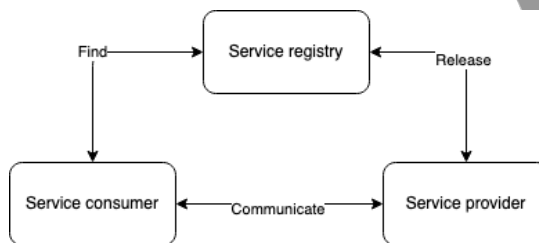
Gambar II. 10 Hubungan antara *Service Oriented Computing* dan SSME

Dari hubungan tersebut terlihat bahwa *service computing* dapat menjembatani layanan TI dan layanan bisnis dengan tujuan untuk menciptakan inovasi layanan dalam mendukung *enterprise agility*.

II.2.6 *Service Oriented Architecture* (SOA)

Service Oriented Architecture (SOA) merupakan arsitektur pengembangan perangkat lunak yang berorientasi pada layanan (Erl dkk., 2017). SOA memungkinkan perancangan dan desain layanan aplikasi dilakukan secara *loosely-coupled* (longgar) untuk memenuhi kebutuhan proses bisnis dan *service consumer* sehingga SOA lebih fleksibel pada sisi pengembangan. SOA meninjau setiap aplikasi yang dibangun sebagai sebuah layanan yang berfungsi untuk mendukung

proses bisnis. Liu (2020) menyebutkan SOA sebagai arsitektur perangkat lunak untuk berbagi data antar sistem yang heterogen dengan menghubungkan layanan melalui antarmuka atau *interface* yang terstandarisasi. SOA bisa mengintegrasikan beberapa layanan dan dapat menggunakan kembali layanan yang tersedia sehingga menyelesaikan masalah efisiensi penggunaan layanan yang berulang. Pada implementasinya *service consumer* akan menggunakan layanan yang disediakan oleh *service provider* setelah *service consumer* dapat mengakses atau menemukan *resource* dan layanan yang disediakan oleh *service provider* pada suatu *web services*. Ilustrasi arsitektur SOA dimodelkan pada Gambar II. 11 sebagai berikut.



Gambar II. 11 Ilustrasi Arsitektur SOA

Beberapa keunggulan lain dari SOA disebutkan oleh (Liu, 2020) sebagai berikut.

- SOA tidak memperlihatkan kompleksitas dari logika bisnis yang dibangun sehingga *service consumer* hanya perlu mengamati kontrak atau *interface* layanan yang ada. Kondisi ini sama seperti prinsip SOA yaitu *service abstraction*.
- SOA memiliki kemampuan penggunaan layanan kembali yang baik dan mudah dikelola.
- Pengembangan layanan baru dapat dikembangkan dengan cara modular pada sistem yang sudah ada.

Siqueira dan Davis (2022) berpendapat bahwa SOA dapat menyederhanakan proses pengembangan dengan cara melakukan dekomposisi sistem yang kompleks menjadi beberapa bagian yang menjadi lebih mudah dikembangkan, dikelola, dan

dipertahankan. Definisi ini sesuai dengan kegiatan utama dari SOA yaitu melakukan *service reuse* dan *service composition* sebagai metode desain perangkat lunak berorientasi layanan (Wu. Z 2014).

Menurut Erl. T (2017), terdapat 8 prinsip desain pada *service-oriented*. Prinsip-prinsip tersebut didefinisikan sebagai berikut.

- *Loosely-coupled*, didefinisikan sebagai interaksi atau tingkat ketergantungan antar layanan rendah.
- *Abstraction*, kontrak layanan hanya berisikan informasi penting terkait *services* yang disediakan. Bagian *logic* dari *service* tidak ditampilkan secara publik.
- *Reusability*, *service* berisikan dan menunjukkan *agnostic logic* (fungsi umum) sehingga bisa diposisikan sebagai layanan yang dapat digunakan kembali. Tujuannya untuk meningkatkan aspek penggunaan layanan kembali.
- *Autonomy*, memastikan *service* memiliki kendali penuh atas eksekusi terhadap *logic* dilingkungannya.
- *Composability*, menerangkan *service* bisa menjadi suatu layanan komposit ataupun layanan atomik. *Composite service* dalam hal ini berisikan dari beberapa *service atomic*. *Service* di *service-oriented system* harus dapat dikomposisi.
- *Statelessness*, *service* tidak menyimpan informasi *state* atau kondisi sebelumnya pada suatu aktivitas permintaan layanan. Memastikan *service loosely coupled*.
- *Discoverability*, *service* harus dapat ditemukan dan didesain dengan mekanisme agar mudah ditemukan dan dilengkapi dengan informasi meta data. Contohnya pada *service* yang berkomunikasi melalui protokol HTTP memiliki meta data yang disimpan pada *header* seperti token, dll.
- *Standardized contract*, interaksi antar *service* harus mengikuti terhadap standar desain kontrak yang diberikan.

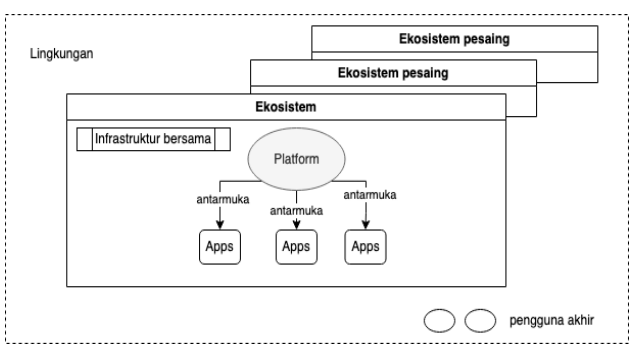
Pada penelitian Mohammed Elhag (2014), ada tambahan *service design principles* SOA yaitu sebagai berikut.

- *Cohesion*, mengestimasi hubungan kekuatan antara operasi pada suatu layanan atau kesulitan pemahaman pada hubungan antara layanan dan operasi layanan.
- *Granularity*, merujuk kepada jumlah fungsi yang dikapsulasi pada suatu layanan. *Coarse grained service* umumnya berisikan jumlah fungsi yang banyak sehingga memiliki jumlah *consumer* yang banyak.
- *Complexity*, menghitung tingkat kesulitan pemahaman pada interaksi dan hubungan antara layanan dan operasi layanan. *Coupling* dan *cohesion* digunakan untuk mengestimasi tingkat kompleksitas.

II.2.7 Platform

Platform dapat dijelaskan sebagai perangkat lunak yang memberikan layanan kepada perangkat lunak lain melalui penggunaan *Application Programming Interface* (APIs). Menurut Hein dkk. (2020) platform dapat berupa perangkat lunak dengan arsitektur modular dan memiliki standar integrasi komunikasi seperti API. Platform juga dapat dijelaskan sebagai sistem perangkat lunak yang dapat diperluas sehingga menyediakan fungsi yang dapat digunakan bersama melalui aplikasi yang berinteraksi dengannya atau interaksi pada suatu antarmuka (Tiwana, 2013).

Ekosistem berbasis platform terdiri atas elemen utama platform dan aplikasi pendukung atau pelengkap. Aplikasi didefinisikan sebagai subsistem pelengkap, tambahan, dan layanan perangkat lunak yang terhubung ke platform melalui suatu antarmuka (API) yang memungkinkan untuk berkomunikasi, berinteraksi, dan berinteroperasi sehingga dapat memperluas fungsi platform. Aplikasi dalam bentuknya dapat disebut juga sebagai *extension*, *add-on*, atau modul (Tiwana, 2013). Ilustrasi elemen tersebut terlihat pada Gambar II. 12 sebagai berikut.



Gambar II. 12 Elemen dari Ekosistem Platform

Ekosistem dalam hal ini didefinisikan sebagai kumpulan spesifik dari platform dan aplikasi. Sedangkan infrastruktur bersama menggambarkan bagaimana ekosistem dibagi menjadi platform dan aplikasi pendukung. Berikutnya, perbedaan antara aplikasi dan platform terlihat pada Tabel II.5 sebagai berikut.

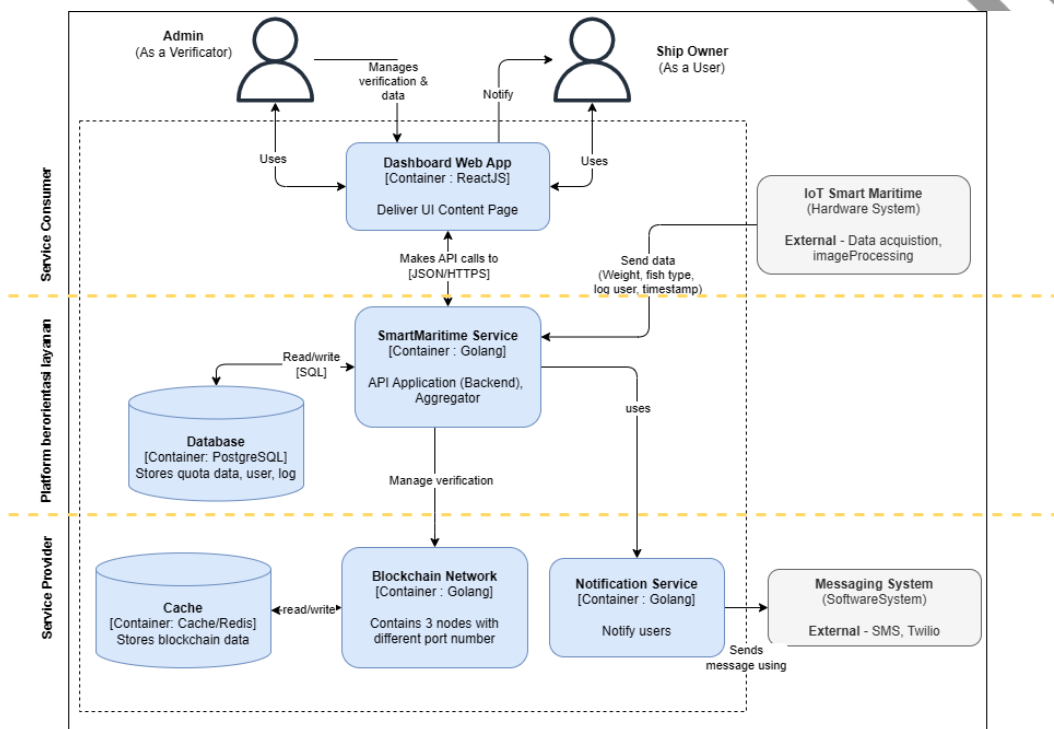
Tabel II. 5 Contoh Perbedaan Platform dan Aplikasi

Ekosistem	Platform	Aplikasi
<i>Mobile phone</i>	iOS	Aplikasi yang diunduh pada <i>appstore</i> .
	Android	Aplikasi yang diunduh pada <i>playstore</i> .
<i>Browser</i>	Chrome, Firefox, Safari	<i>Add-ons, web apps, extension.</i>

II.2.8 Platform Berorientasi Layanan

Menurut Liu (2020), platform berorientasi layanan merupakan arsitektur yang digunakan dalam memenuhi kebutuhan pengelolaan *resource*, komunikasi data atau antar pengguna, dan integrasi layanan. Konsep pengelolaan *resource*, dan komunikasi data dan integrasi layanan pada platform berorientasi layanan dikembangkan dan diimplementasikan pada penelitian (Alfarisy et al., 2024a) terkait pengembangan platform untuk mengintegrasikan beberapa teknologi layanan dalam hal ini *blockchain as a services*. Penelitian ini memiliki tujuan untuk meningkatkan manajemen, keamanan, dan pengelolaan data pada penangkapan

ikan terukur dalam mendukung *blue economy sector*. Posisi platform berada diantara *service provider* dalam hal ini *blockchain network* dan layanan notifikasi sedangkan *service consumer* berupa aplikasi web yang diakses langsung oleh pengguna dan perangkat IoT. Pemodelan arsitektur platform berorientasi layanan yang terdapat pada penelitian tersebut ditunjukkan pada Gambar II. 13 sebagai berikut.

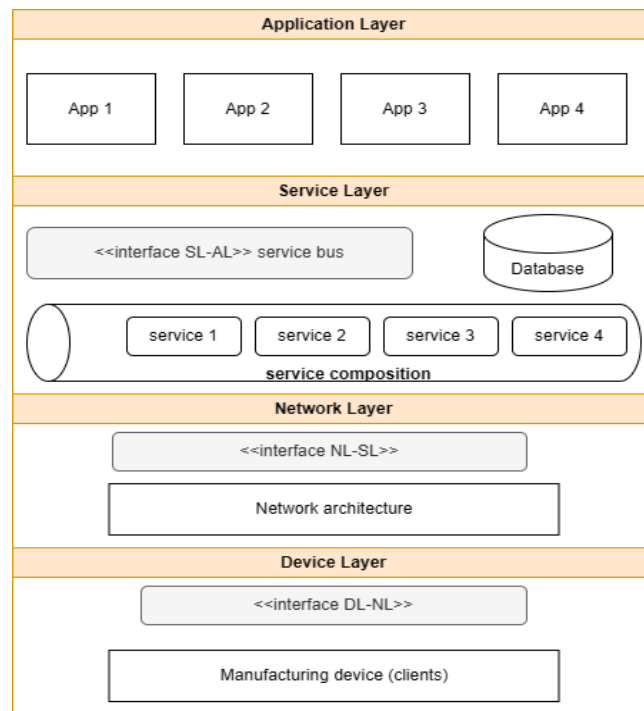


Gambar II. 13 Pemodelan Arsitektur Platform Berorientasi Layanan

(M. Alfariisy dkk., 2024)

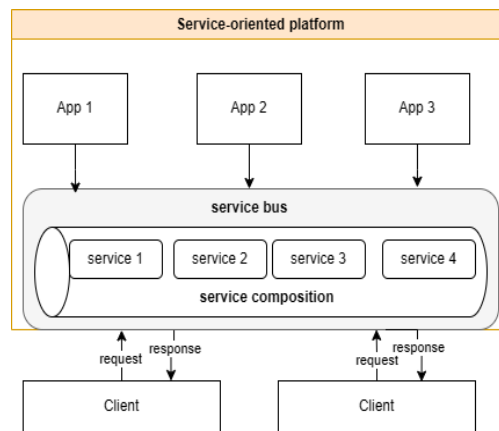
Peran platform berorientasi layanan pada Gambar II. 13 yaitu memanfaatkan layanan yang disediakan oleh *service provider* dan melakukan pertukaran data terhadap *service consumer* dengan memastikan *interoperabilitas* layanan dan integrasi layanan, platform berperan sebagai suatu layanan yang modular.

Park dkk. (2019) mengusulkan arsitektur platform berorientasi layanan yang terdiri atas empat *layer* yaitu *application layer*, *service layer*, *network layer*, dan *device layer* pada industri pencelupan dan *finishing* yang ditunjukkan pada Gambar II. 14.



Gambar II. 14 Arsitektur Platform Berorientasi Layanan Pada Industri Pencelupan dan *Finishing*

Proses *request* dan penerimaan *response* data terjadi di *device layer*. *Device layer* berupa perangkat IIoT (*Industrial Internet of Things*) yang terpasang pada mesin pencelupan dan *finishing*. *Network layer* bertugas menghubungkan perangkat IIoT ke platform atau *service layer* sehingga memungkinkan transfer data secara *real-time* dari *device layer* ke *service layer* dan *application*. *Service layer* memiliki *service bus*, *service composition*, dan *database*. *Service bus* berperan sebagai komponen koordinasi terpusat yang mengatur komunikasi antar aplikasi dan basis data. *Database* sebagai komponen yang menyimpan data untuk mendukung layanan yang diberikan oleh platform. *Service composition* memfasilitasi penyusunan layanan secara modular, dan memungkinkan fleksibilitas dalam menangani berbagai skenario operasional. *Application layer* berisikan aplikasi yang menyediakan kebutuhan spesifik dalam proses manufaktur (Park dkk., 2019).



Gambar II. 15 Ilustrasi Konsep Platform Berorientasi Layanan Secara Sederhana

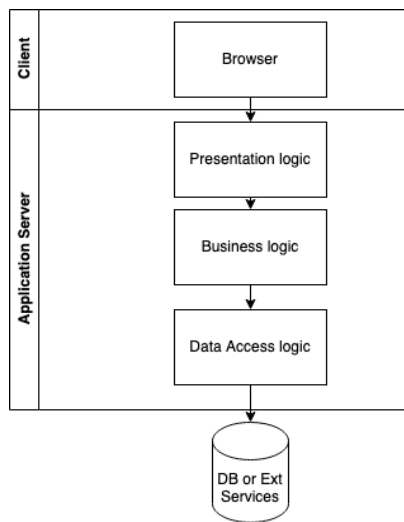
Pada Gambar II. 15 Park dkk. (2019) mengilustrasikan konsep platform berorientasi layanan secara sederhana dengan fokus memperlihatkan interaksi antara *client* dan penyedia layanan (aplikasi) di dalam platform. Pada penelitian ini platform berorientasi layanan didefinisikan sebagai platform yang dirancang dengan pendekatan berorientasi layanan yang terdiri atas aplikasi atau layanan yang bekerja sama disusun melalui komposisi layanan untuk menyediakan berbagai layanan operasional baru.

Sebagai basis untuk pengembangan, sebuah platform berorientasi layanan diharapkan memiliki kemampuan bertukar data (*interoperability*) yang baik dengan tetap menjaga tingkat kinerja dan reliabilitas (kemampuan beroperasi secara konsisten) yang tinggi (Suhardi dan Kurniawan, 2018). Menurut Y. A. Prasetyo dkk. (2020), platform berorientasi layanan dapat mengintegrasikan layanan dari beberapa layanan yang tersedia untuk melakukan inovasi layanan yang baru. Kolaborasi pada penyedia dan pengguna layanan memungkinkan integrasi dan pertukaran data pada layanan. Platform berorientasi layanan dirancang untuk memungkinkan organisasi mengintegrasikan berbagai layanan yang ada, memaksimalkan fleksibilitas dalam penyesuaian kebutuhan layanan, dan meningkatkan skalabilitas dalam lingkungan bisnis yang terus berubah. Platform berorientasi layanan dalam hal ini bertujuan untuk memanfaatkan kemampuan pertukaran data yang baik pada platform dengan prinsip berorientasi layanan serta

memanfaatkan layanan yang telah tersedia sehingga tidak perlu dilakukan pembuatan yang baru dengan fungsi layanan yang sama.

II.2.9 Arsitektur Monolitik

Arsitektur monolitik dan *microservices* adalah dua pendekatan berbeda untuk merancang dan membangun sistem perangkat lunak. Pemilihan pada penggunaan arsitektur monolitik dan *microservices* dipengaruhi oleh beberapa faktor sehingga tidak ada jawaban yang pasti pada pemilihan arsitektur terbaik. Kedua arsitektur memiliki keunggulan dan kekurangan masing-masing, dan keputusan harus didasarkan pada kondisi dan kebutuhan. Umumnya, arsitektur monolitik memiliki ciri penggunaan satu basis kode tunggal atau bahasa pemrograman tunggal untuk membangun dan mengembangkan layanan atau fungsinya. Dari perkembangan pemrograman berbasis objek hingga pengembangan aplikasi dengan pendekatan *Service Oriented Architecture* (SOA), pendekatan pembuatan aplikasi monolitik telah menjadi pilihan yang diikuti oleh banyak organisasi. Namun, seiring dengan meningkatnya kompleksitas aplikasi karena pertumbuhan fungsi bisnis, arsitektur ini menjadi tidak praktis dan juga sulit untuk mengintegrasikan teknologi mutakhir ke dalam aplikasi yang memiliki arsitektur yang terlalu kaku dan terlalu berstandar untuk hanya menggunakan satu teknologi (Velepucha dan Flores, 2023). Pada Gambar II. 16 referensi arsitektur *monolith* terdiri dari beberapa bagian logik seperti bagian presentasi, bisnis, dan data akses.



Gambar II. 16 Referensi Arsitektur *Monolith*
(Velepucha dan Flores, 2023)

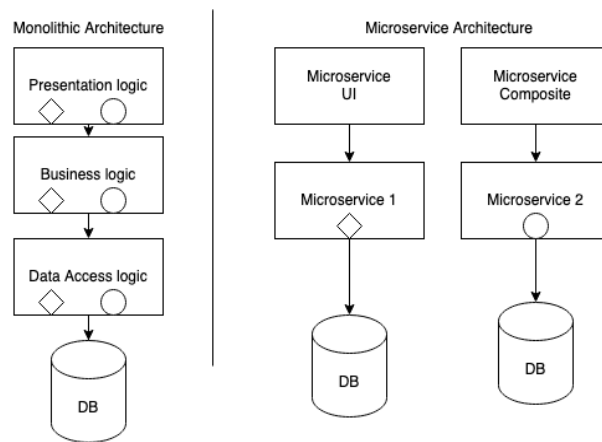
Pada lapisan *presentation* umumnya digunakan untuk menerima input dan memberikan respons interaksi yang dilakukan *client* dan *server*. Di lapisan bisnis, terdapat logik dan aturan bisnis, dan di lapisan akses data digunakan untuk pemanggilan dan interaksi dengan basis data atau layanan eksternal yang dibutuhkan. Perubahan kecil yang diterapkan pada aplikasi monolitik dan pengujian fungsional yang tidak memadai dapat mengakibatkan seluruh sistem menjadi tidak tersedia (*down*) selama beberapa saat ketika penerapan aplikasi monolitik sebagai satu entitas tunggal. Hal ini menunjukkan kelemahan utama dari arsitektur sistem *monolith* yaitu *single point of failure (SPOF)*. Kekurangan lain yaitu keterbatasan dalam fleksibilitas untuk melakukan perubahan, potensi gangguan dalam ketersediaan dan keandalan sistem, serta peningkatan waktu yang diperlukan untuk pengembangan.

II.2.10 Arsitektur *Microservices*

Microservices merupakan sebuah pendekatan pengembangan arsitektur atau variasi dari SOA untuk mengembangkan aplikasi tunggal sebagai rangkaian layanan kecil yang dapat berjalan dalam proses bisnisnya sendiri dan berkomunikasi atau

bertukar data dengan mekanisme yang efisien/ringan (Blinowski dkk., 2022). Komunikasi pada *microservices* dilakukan melalui API dengan protokol komunikasi HTTP. Setiap *microservices* memiliki logika bisnis dan fungsi *backend* sendiri sehingga memenuhi prinsip utama dari arsitektur ini. Menurut Lewis dan Fowler, (2014) *microservices* merupakan layanan otomatis yang berjalan secara sendiri dengan fungsi bisnis khusus.

Aktivitas pendekomposisian aplikasi kompleks menjadi lebih kecil sehingga mudah dikembangkan, dikelola, dan dipelihara menjadi bagian yang paling menarik dari arsitektur *microservices* jika dibandingkan dengan aplikasi monolitik. Layanan menjadi mudah dikembangkan secara mandiri karena bersifat berdiri sendiri dan dapat menggunakan teknologi yang berbeda. Manfaat lainnya dari aplikasi *microservices* adalah arsitekturnya yang longgar sehingga membuat lebih toleran terhadap kesalahan yang artinya kegagalan satu komponen tidak mengakibatkan tidak tersedianya keseluruhan sistem dikarenakan layanan yang berfungsi masih dapat menanggapi permintaan dari pengguna (*zero downtime*). Pengadopsian arsitektur *microservices* dibutuhkan di industri 4.0 sebagai alternatif dari SOA dan sudah banyak diterapkan di lingkungan industri seperti Siemens yang mengembangkan kemampuan *zero downtime* pada sistem *SCADA* (Siqueira dan Davis, 2022). Selain dari banyak kelebihan yang dimiliki, arsitektur *microservices* juga memiliki kekurangan terutama terkait sifatnya yang terdistribusi. *Monitoring*, dan *scalability* sistem akan lebih kompleks jika dibandingkan dengan arsitektur monolitik (Blinowski dkk., 2022). Perbandingan arsitektur *monolith* dan *microservices* dapat diamati pada Gambar II. 17 sebagai berikut.



Gambar II. 17 Perbandingan Arsitektur *Monolith* dan *Microservices* (Velepucha dan Flores, 2023)

Microservices menjadi elemen aplikasi yang dapat dijalankan secara independen, tidak seperti aplikasi *monolith*. Setiap *microservices* dikembangkan untuk memenuhi fungsionalitas bisnis tertentu dan tidak dikembangkan berdasarkan lapisan logis seperti aplikasi *monolith*, memiliki kopling yang fleksibel dan fungsional kohesi yang tinggi dan dapat berinteraksi satu sama lain. Dalam mengembangkan *microservices* terdapat beberapa *design pattern* yang dapat digunakan sebagai berikut.

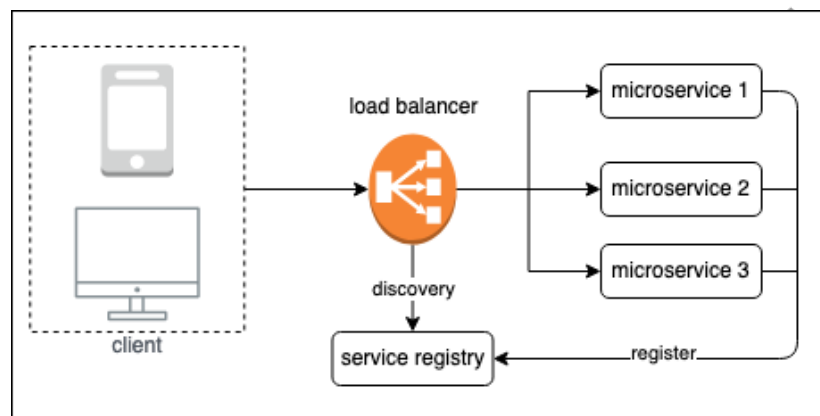
1. *Domain-Driven Design*

Pattern ini memiliki tujuan utama untuk menciptakan sebuah model dengan domain bisnis yang dapat mengekstraksi pengetahuan tentang fungsi-fungsi bisnis. Setiap *microservices* bertanggung jawab pada domain bisnisnya masing-masing.

2. *Service Discovery Pattern*

Saat perancangan dan pengembangan *microservices* dilakukan, API digunakan agar aplikasi dapat berinteraksi dengan *backend*. *Microservices* memerlukan informasi lokasi di mana layanan tersedia di *hosting* atau terdaftar dalam lingkungan operasi. Dengan *pattern service discovery*, ketika layanan tersedia maka akan terdaftar pada entitas yang disebut *service registry* sehingga dapat mencari layanan pada *service registry*.

Service registry dapat mengetahui ketersediaan layanan melalui pengecekan *health check* pada layanan. *Load balancer* digunakan untuk memetakan distribusi *traffic* dari *client* ke *service registry* untuk menemukan layanan yang tersedia. Ilustrasi *service discovery pattern* dapat terlihat pada Gambar II. 18 sebagai berikut.



Gambar II. 18 Ilustrasi *Service Discovery Pattern*
(Velepucha dan Flores, 2023)

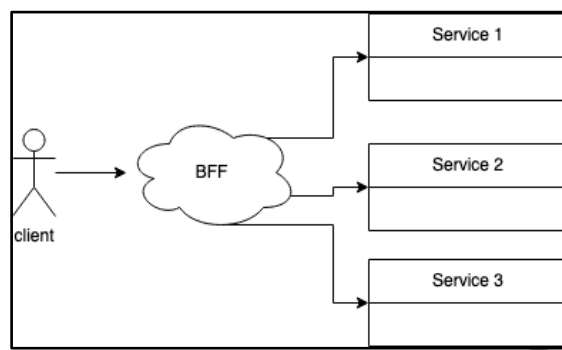
3. *Data Driven Design*

Desain berbasis data dibuat menggunakan data yang dikumpulkan dari hasil analisis suatu aplikasi sehingga dapat mengetahui informasi yang penting atau relevan dari pengguna yang menggunakan aplikasi. Dari informasi ini dapat dilakukan perbaikan kembali terhadap konten, tampilan desain agar sesuai dengan kebutuhan pengguna sehingga memaksimalkan pengembangan aplikasi.

4. *Backend for Frontend Pattern* (BFF)

Merupakan *pattern* yang berfokus terhadap *client* dengan memastikan kembalian yang diberikan oleh *backend* hanya data yang dibutuhkan oleh *client*. *Pattern* ini memungkinkan *client* dapat berkomunikasi dengan server melalui *web browser* atau *mobile app*. Tujuan lain dari *pattern* ini adalah

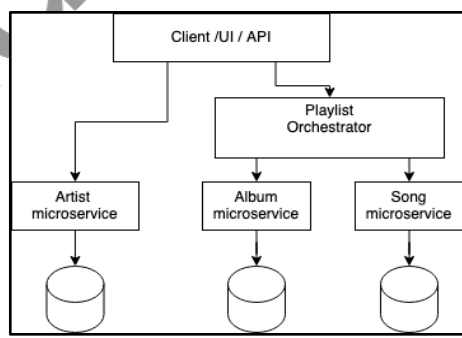
melakukan pemisahan antara aplikasi *frontend* dari arsitektur *backend*. API *Gateway*, dan *graphql* merupakan contoh penerapan *pattern* ini.



Gambar II. 19 Ilustrasi Pola BFF (*Backend for Frontend*) (Velepucha dan Flores, 2023)

5. *Aggregator Microservices Design Pattern*

Pattern ini digunakan untuk melakukan pengumpulan atau agregasi dari dari beberapa sumber *microservices*. Agregasi ini bertindak sebagai layanan orkestrasi atau layanan komposit yang terdiri atas kumpulan beberapa layanan yang berkomunikasi. Ilustrasi *pattern aggregator* terlihat pada Gambar II. 20 sebagai berikut.



Gambar II. 20 Ilustrasi *Pattern Aggregator* (V. Velepucha dan P. Flores, 2023)

Penelitian yang dilakukan oleh Surantha dkk. (2022) pada Tabel II.6 menunjukkan arsitektur *microservices* memiliki parameter teknis *response time* yang lebih unggul bila dibandingkan dengan arsitektur *monolith*.

Tabel II. 6 Perbandingan Arsitektur *Microservices*, dan *Monolith*

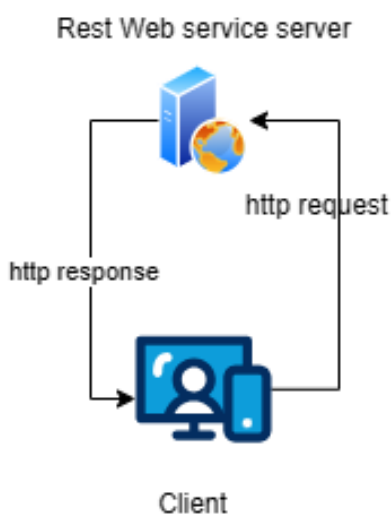
Arsitektur	Transaksi per detik	<i>Response time (ms)</i>
1 <i>Microservices</i>	695	374.72
2 <i>Microservices</i>	1119	155.84
1 <i>Monolith</i>	476	596.22
2 <i>Monolith</i>	783	280.6

II.2.11 REST API Architecture

REST adalah gaya arsitektur yang diperkenalkan oleh Thomas Fielding pada tahun 2000 yang dirancang untuk mendukung prinsip-prinsip *World Wide Web* (WWW). Gaya arsitektur ini berfokus pada deteksi dan interaksi sumber daya menggunakan *Uniform Resource Identifier* (URI) dengan transfer pesan yang ditangani oleh *Hypertext Transfer Protocol* (HTTP). URI layanan REST adalah pengidentifikasi sumber daya unik yang menentukan lokasi dan nama sumber daya. Operasi yang dapat dilakukan pada sumber daya ini didefinisikan menggunakan kata kerja HTTP standar seperti *GET*, *POST*, *PUT*, dan *DELETE*. REST berfungsi sebagai teori dasar untuk merancang layanan web, sedangkan arsitektur REST mewakili penerapan terstruktur dari prinsip-prinsip ini dalam skenario *real* (Neumann et al., 2021) (Golmohammadi et al., 2024).

Arsitektur REST dicirikan oleh ketergantungannya pada protokol komunikasi HTTP, dan penggunaan URI untuk mengidentifikasi sumber daya. Arsitektur ini mendorong antarmuka yang konsisten sehingga membuat komunikasi antara klien

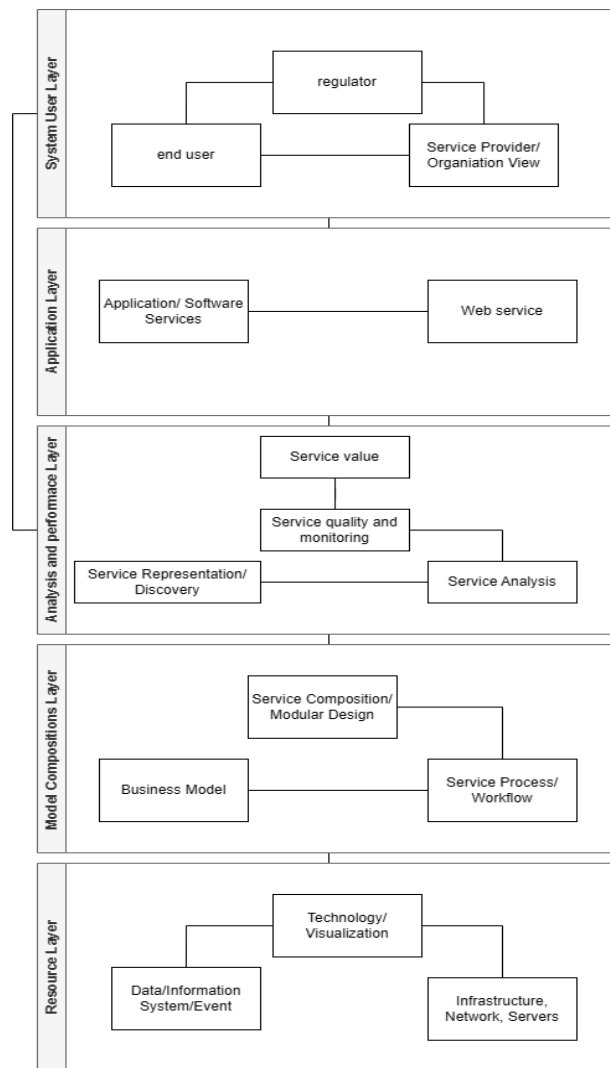
dan server menjadi lebih mudah. Arsitektur REST bertujuan agar klien dapat berinteraksi dengan penyedia layanan dan memastikan bahwa layanan tersebut dikelola dari waktu ke waktu. Hubungan antara keduanya sangat penting untuk memastikan bahwa layanan web efisien, dapat diskalakan, dan dipelihara. Berikut merupakan arsitektur REST yang ditunjukkan pada Gambar II. 21 sebagai berikut (Abdullah et al., 2023).



Gambar II. 21 Arsitektur REST

II.2.12 *Service Computing System Platform*

(Kurniawan et al., 2019) mengusulkan suatu *reference model* yang dapat digunakan sebagai panduan ketika melakukan pengembangan pada platform berorientasi layanan. *Reference model* ini terdiri atas lima *layer* yaitu *resource layer*, *model composition layer*, *analysis and performance layer*, *application layer*, dan *user layer* yang menunjukkan interaksi dan hubungan antar komponen dalam membangun platform. Berikut ini model referensi yang dapat digunakan dalam membangun platform berorientasi layanan pada Gambar II. 22.



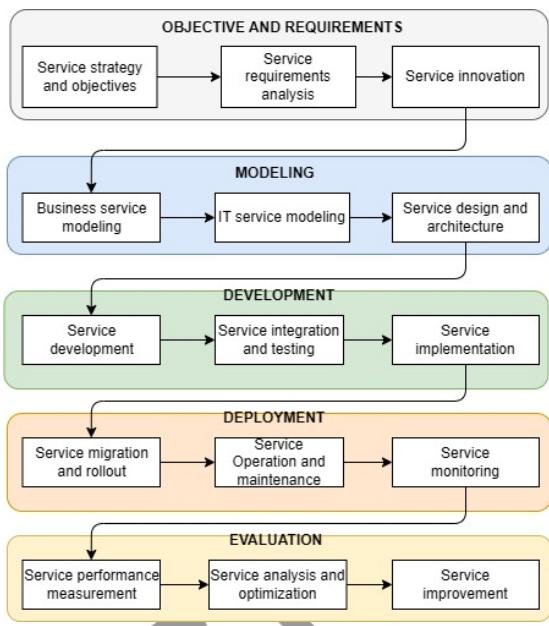
Gambar II. 22 Reference Model Service Computing System Platform

II.2.13 Service Computing System Engineering (SCSE)

Framework SCSE digunakan sebagai pedoman dalam membangun sistem komputasi layanan atau platform berorientasi layanan berbasis SOA karena memberikan panduan secara sistematis tentang fase dan tahapan yang diperlukan dalam pembangunan dan pengembangan sistem (Kurniawan dkk., 2020). Pada Gambar II. 23 terlihat bahwa SCSE terdiri atas 5 tahapan yaitu tahapan *objective and requirement, modeling, development, evaluation*. Tiap tahapan ini memiliki detail langkah yang tersusun secara urut terlihat pada Gambar II. 24.



Gambar II. 23 *Service Computing System Engineering (SCSE) Framework* (Kurniawan dkk., 2020)



Gambar II. 24 *Detail Service Computing System Engineering (SCSE)* (Kurniawan dkk., 2020)

Detail dari tahapan pengembangan dengan framework *service computing service system engineering* adalah sebagai berikut.

1. *Objective and Requirements*

Pada tahapan ini berfokus terhadap identifikasi strategi layanan, tujuan, persyaratan dan inovasi layanan. Berdasarkan analisis kebutuhan sistem, kebutuhan organisasi, dan peningkatan layanan bisnis maka akan mengarahkan kepada identifikasi sistem yang perlu dikembangkan dan ditingkatkan. Analisis kebutuhan layanan dan sistem dapat diperoleh dari analisis sistem yang sudah ada, proses bisnis yang ada, kesesuaian dengan permintaan pengguna dan kebutuhan pengguna layanan sehingga kegiatan

inilah yang nantinya dapat merumuskan inovasi layanan bisnis dan layanan teknologi informasi.

2. *Modeling*

Pada tahap ini, fokus terdapat pada perancangan model dan struktur sistem. Proses perancangan ini melibatkan penerapan metode pemodelan, seperti analisis proses bisnis dan peningkatan proses bisnis untuk mencapai inovasi dalam layanan. Inovasi ini akan menjadi kandidat layanan untuk sistem layanan yang akan ditingkatkan atau direkayasa. Luaran pada tahapan ini berupa daftar *service catalogue* untuk sistem layanan yang sudah ada dan yang ingin dikembangkan.

3. *Development*

Tahap ini meliputi pengembangan sistem layanan teknologi informasi. Terdiri atas pengembangan layanan meliputi pengkodean, integrasi layanan, validasi layanan, *unit testing*, persiapan migrasi layanan, dan migrasi layanan. Tahapan ini dilakukan oleh *software engineer* atau pengembang perangkat lunak.

4. *Deployment*

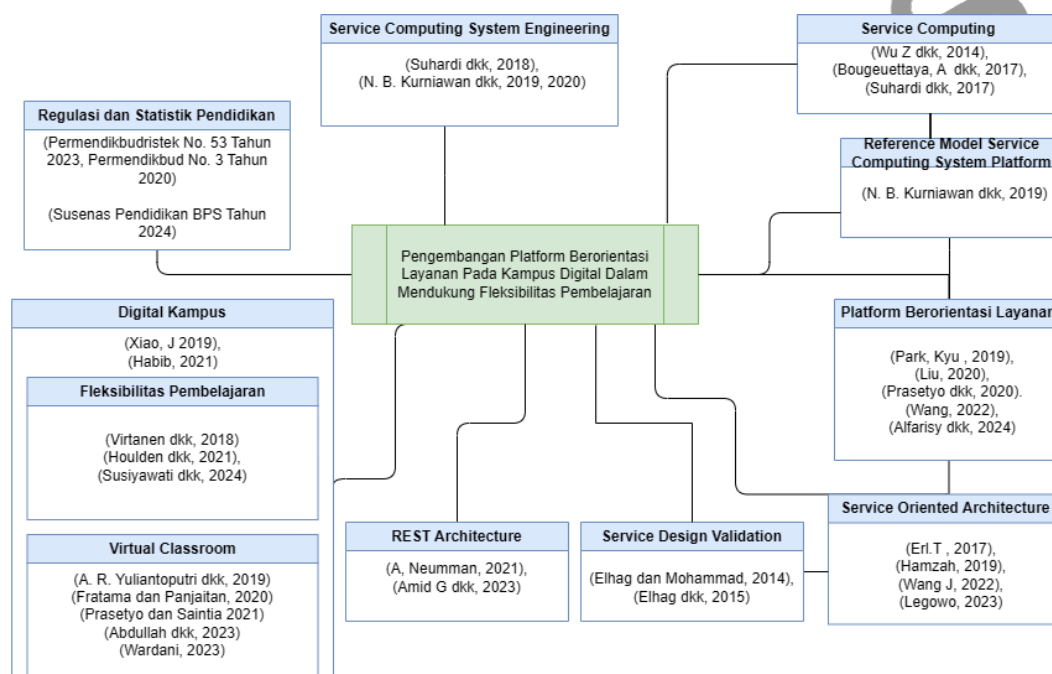
Tahap ini merupakan tahap peluncuran layanan sehingga sistem layanan dapat beroperasi di lingkungan operasional sebagai *service provider* dan dapat digunakan oleh *service consumer* atau pengguna secara langsung. Proses *deployment* harus memastikan layanan dapat ditemukan oleh *service consumer* dan dapat melakukan *monitoring* terhadap sistem layanan yang telah beroperasi.

5. *Evaluation*

Karena sistem layanan sudah berhasil beroperasi di lingkungan produksi maka pada tahap ini akan berfokus terhadap perbaikan kinerja dari layanan, analisis dan optimasi yang bisa dilakukan oleh layanan. Berikutnya dilakukan peningkatan pada layanan dalam bentuk penambahan kapabilitas layanan baru, atau perbaikan sistem layanan sehingga kinerja dan kapabilitas dari sistem layanan bisa terus ditingkatkan dan memiliki nilai lebih.

II.2.14 Peta Literatur Penelitian

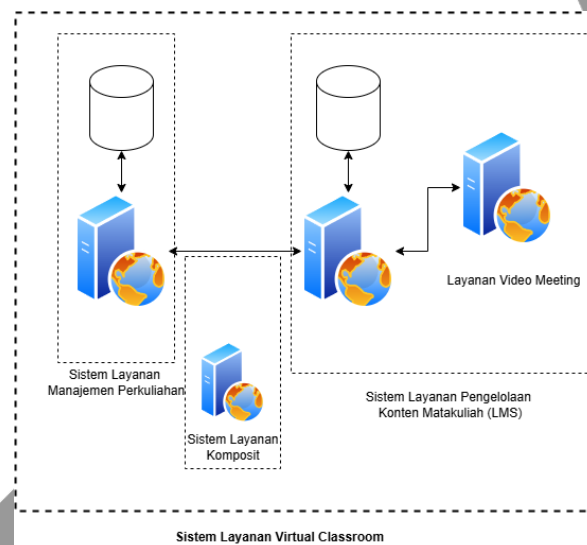
Dari uraian studi literatur pada sub bab sebelumnya tentang *service oriented architecture (SOA)*, *service computing system engineering* hingga ke penelitian terkait pengembangan platform berorientasi layanan, kampus digital, fleksibilitas pembelajaran, dan *virtual classroom (e-learning)* dibangun suatu peta literatur yang terlihat pada Gambar II. 25 untuk melihat korelasi dengan penelitian yang akan dilakukan yaitu pengembangan platform berorientasi layanan pada kampus digital dalam mendukung fleksibilitas pembelajaran.



Gambar II. 25 Peta Literatur Penelitian

Bab III Rancangan Penelitian

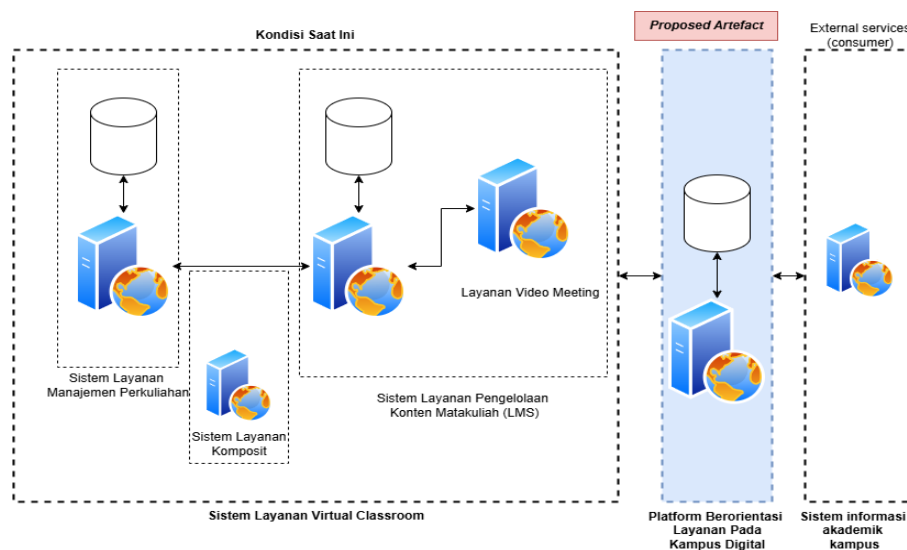
Bab rancangan penelitian akan membahas terkait metode penelitian yang digunakan, usulan rancangan, penjelasan tahapan dalam metodologi penelitian, penjelasan alat bantu yang digunakan, dan rencana evaluasi atau pengujian penelitian. Referensi arsitektur yang digunakan sebagai dasar pada pengembangan platform berorientasi layanan pada kampus digital ini menggunakan arsitektur sistem layanan *virtual classroom* yang terdiri atas sistem layanan pengelolaan materi pembelajaran (LMS), dan sistem layanan manajemen perkuliahan. Sistem layanan ini sudah tersedia namun pengujian terbatas pada pelatihan kursus dan workshop (Muhamad, 2023).



Gambar III. 1 Referensi Arsitektur Sistem Layanan Virtual Classroom

Pada penelitian pengembangan platform berorientasi layanan untuk kampus digital ini akan menggunakan pendekatan metodologi *Service Computing System Engineering* (SCSE). Framework ini memiliki 5 fase dalam implementasinya yaitu *objective and requirement, modeling, development, deployment, dan evaluation*. Pendekatan metodologi SCSE ini dipilih karena memiliki panduan yang komprehensif, sistematis, dan sejalan dengan pengembangan platform berorientasi layanan. Metodologi SCSE ini juga memberikan hasil kinerja yang lebih unggul dalam memenuhi prinsip yang dimiliki SOA bila dibandingkan dengan *framework*

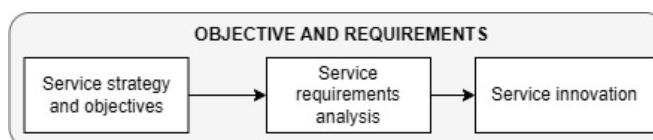
SE (*Service Engineering*), SWE (*Software Engineering*), dan SSE (*Service System Engineering*) serta dilengkapi dengan adanya *service innovation* yang selaras dengan pemenuhan layanan bisnis dan layanan TI (Kurniawan dkk., 2020). Usulan arsitektur pengembangan ditunjukkan pada Gambar III. 2 sebagai berikut.



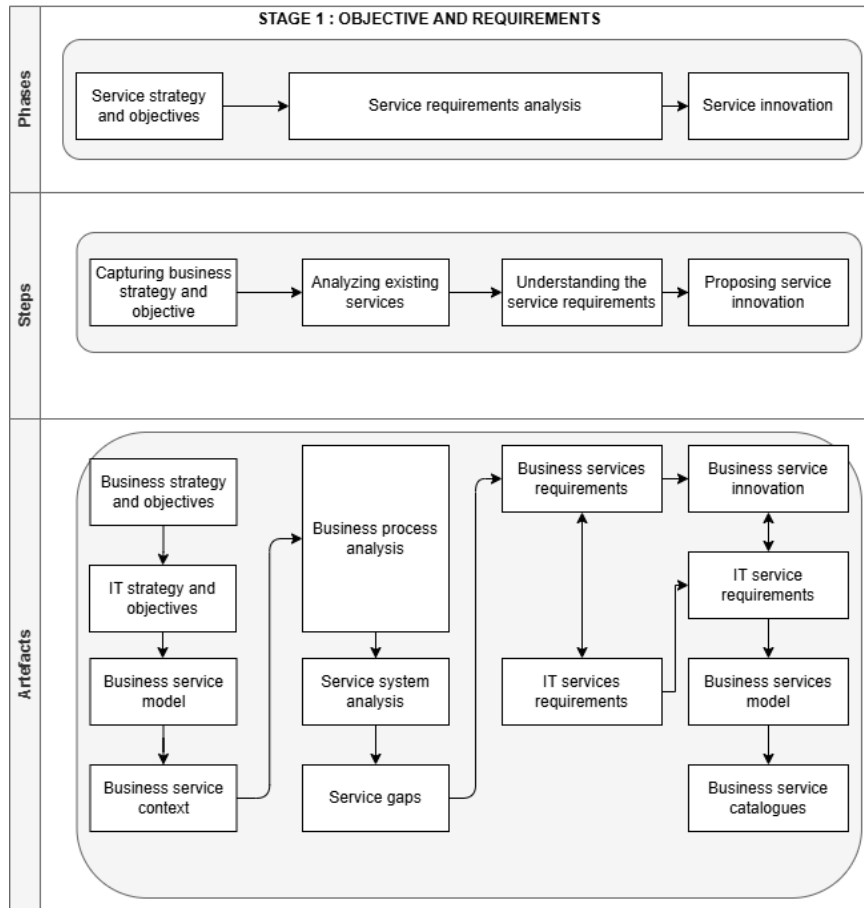
Gambar III. 2 Usulan Arsitektur Pengembangan Platform Berorientasi Layanan Pada Kampus Digital

III.1 *Objective and Requirements*

Tahapan *objective and requirements* terdiri atas 3 fase yaitu *service strategy and objectives*, *service requirements*, dan *service innovation*. Tahapan ini bertujuan untuk mengidentifikasi tujuan dan strategi layanan, sistem layanan yang dapat ditingkatkan berdasarkan analisis kebutuhan layanan bisnis yang ada.



Gambar III. 3 Fase *Objective and Requirements*



Gambar III. 4 Phases, Steps, Artefacts Objective and Requirements

III.1.1 Service Strategy and Objectives

Identifikasi dimulai dari pengenalan organisasi yang akan menggunakan penerapan dari pengembangan layanan dalam hal ini instansi kampus atau universitas. Pelaksanaan perkuliahan dilakukan secara asinkron dan sinkron (dalam jaringan atau luar jaringan) dimulai dari proses *enrollment* (registrasi, autentikasi) dilanjutkan dengan proses bisnis pembuatan mata kuliah, dosen pengampu mata kuliah, peserta mata kuliah, periode perkuliahan, pembelajaran secara asinkron dan sinkron yang tercatat pada suatu modul kehadiran, lalu dilanjutkan pada proses evaluasi perkuliahan yaitu proses *grading* atau penilaian evaluasi terhadap mata kuliah yang diambil sehingga luaran proses pembelajaran dapat terukur. Proses ini dapat diperoleh melalui pemberian tugas, quiz, dan pengerjaan ujian.

Tabel III. 1 Rancangan Kegiatan Pada Service Strategy and Objectives

Tools	<i>Value chain diagram, tabel tujuan dan strategi bisnis, tabel tujuan dan strategi TI, BMC as-is, business context diagram, dan stakeholder union diagram.</i>	
Aksi	<ul style="list-style-type: none"> • Studi literatur terhadap platform berorientasi layanan, <i>smart classroom, virtual classroom, e-learning, digital campus.</i> • Telaah dokumen Permendikbudristek No. 53 Tahun 2023, dan Permendikbud No. 3 Tahun 2020. • Melakukan pengumpulan informasi melalui wawancara kaprodi atau yang pernah menduduki posisi sebagai ketua program studi, diskusi kepada unit organisasi bisnis. • Identifikasi strategi dan tujuan layanan bisnis. • Identifikasi strategi dan tujuan layanan TI. • Identifikasi model bisnis <i>as-is</i>. • Identifikasi konteks layanan bisnis dan pihak yang terlibat. 	
	Masukan	Luaran
<ul style="list-style-type: none"> • Wawancara terkait proses bisnis program studi kepada narasumber. • Peraturan atau regulasi kementerian pendidikan terkait. 		<ul style="list-style-type: none"> • Hasil identifikasi strategi dan tujuan layanan bisnis. • Hasil identifikasi strategi dan tujuan layanan TI. • <i>BMC as-is.</i> • Notulensi dan informasi hasil diskusi atau wawancara, konteks bisnis.

III.1.2 Service Requirement

Tahapan ini akan melakukan analisis terhadap kebutuhan pengembangan layanan pada platform berorientasi layanan kampus digital. Aktivitas yang dapat dilakukan seperti melakukan wawancara kepada ketua program studi dan analisis proses

bisnis dan layanan TI sistem layanan *virtual classroom (as-is)* sehingga menghasilkan dokumen terkait hasil identifikasi kebutuhan layanan bisnis dan layanan TI.

Tabel III. 2 Rancangan Kegiatan pada Analisis Kebutuhan Layanan

<i>Tools</i>	Tabel daftar kebutuhan layanan bisnis dan layanan TI, <i>usecase diagram business</i> dan <i>application</i> .	
Aksi	<ul style="list-style-type: none"> • Analisis proses bisnis kegiatan yang sedang berjalan di sistem layanan <i>virtual classroom</i>. • Analisis sistem layanan TI. • Analisis <i>gap</i> layanan saat ini (<i>virtual classroom</i>) dan kebutuhan layanan bisnis dan TI kampus digital. • Analisis kebutuhan layanan bisnis dan layanan teknologi informasi. 	
	Masukan	Luaran
	<ul style="list-style-type: none"> • Luaran dari fase strategi dan tujuan layanan bisnis dan TI. 	<ul style="list-style-type: none"> • Identifikasi <i>service gaps</i>. • Hasil analisis kebutuhan layanan bisnis dan TI.

III.1.3 Service Innovation

Pada tahapan *service innovation* akan dirumuskan inovasi layanan yang dapat dikembangkan berdasarkan luaran identifikasi kebutuhan pengguna dan kebutuhan layanan TI tahap sebelumnya.

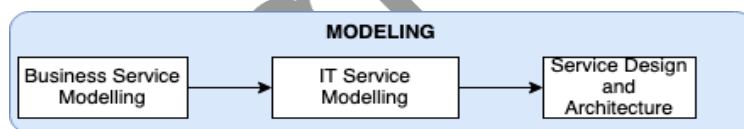
Tabel III. 3 Rancangan Kegiatan pada Inovasi Layanan

<i>Tools</i>	Tabel daftar inovasi layanan bisnis, tabel daftar inovasi layanan TI, <i>Business Model Canvas (BMC) to-be</i> , tabel katalog layanan bisnis.
Aksi	<ul style="list-style-type: none"> • Melakukan identifikasi inovasi layanan bisnis yang bisa dihasilkan dari dokumentasi kebutuhan layanan.

	<ul style="list-style-type: none"> • Melakukan identifikasi inovasi layanan teknologi informasi berdasarkan kebutuhan layanan teknologi informasi. • Melakukan identifikasi katalog layanan inovasi bisnis.
Masukan	Luaran
<ul style="list-style-type: none"> • Luaran dari fase analisis kebutuhan layanan. 	<ul style="list-style-type: none"> • Daftar inovasi layanan bisnis. • Daftar inovasi layanan TI. • BMC <i>to-be</i> • Daftar <i>business service catalogue</i>

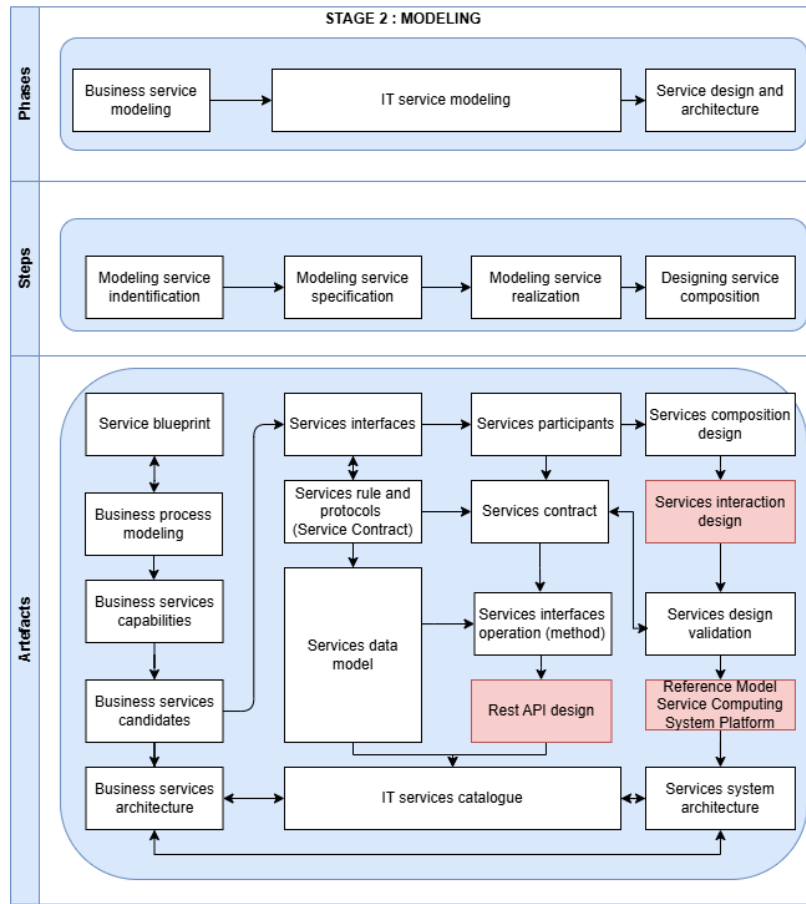
III.2 Modeling

Tahapan ini terdiri dari 3 fase yaitu *business service modeling*, *IT service modeling*, *service design and architecture*. Layanan TI pada tahap ini didefinisikan sebagai layanan perangkat lunak yang mendukung implementasi layanan bisnis.



Gambar III. 5 Fase *Modeling*

Gambar III. 6 menunjukkan fase, tahapan dan artefak pada *stage modeling*. Alat bantu yang digunakan pada pemodelan ini menggunakan SoAML karena penelitian yang dilakukan menggunakan pendekatan berorientasi layanan. Terdapat usulan penambahan artefak yang dihasilkan yaitu *service interaction diagram*, *rest API design*, dan *reference model service computing system platform*.



Gambar III. 6 Phases, Steps, Artefacts Modeling

III.2.1 Pemodelan Layanan Bisnis

Tahapan ini akan berfokus kepada pemodelan layanan yang akan berjalan (*to-be*) sesuai dengan proses bisnis kampus digital, melakukan dekomposisi proses bisnis, mendapatkan kandidat layanan bisnis dalam bentuk *services interfaces* yang berisi kandidat layanan dan kandidat operasi.

Tabel III. 4 Rancangan Kegiatan Pemodelan Layanan Bisnis

<i>Tools</i>	Diagram <i>Business Process Model Notation (BPMN) to-be</i> , <i>service blueprint</i> diagram, SoAML, tabel dekomposisi layanan.
Aksi	<ul style="list-style-type: none"> • Melakukan pemodelan <i>service blueprint</i> • Melakukan pemodelan <i>BPMN to-be</i> • Melakukan dekomposisi proses bisnis

	<ul style="list-style-type: none"> • Melakukan identifikasi kandidat layanan, dari kapabilitas layanan. • Melakukan desain <i>business service architecture</i>
Masukan	Luaran
<ul style="list-style-type: none"> • Luaran dari fase inovasi layanan. 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Service blueprint.</i> • <i>BPMN to-be.</i> • <i>Business service capabilities, dan business service candidate.</i> • <i>Business service architecture.</i>

III.2.2 Pemodelan Layanan TI

Pada tahapan ini dilakukan pemodelan pada layanan TI dengan mengamati spesifikasi layanan dan realisasi layanan. Desain API dapat dilakukan dengan menggunakan alat bantu *Rest design Visual Paradigm*. Pemodelan menggunakan *rest visual paradigm* dapat membantu dalam memberikan informasi terkait entitas layanan, *http method* yang digunakan, data *request* dan data *response* layanan. Luaran yang dihasilkan selain pemodelan *rest* dapat berupa dokumentasi kontrak layanan *REST* sedangkan *service interface*, *participant*, *contract*, dan *architecture* diagram dimodelkan menggunakan *SoAML*.

Tabel III. 5 Rancangan Kegiatan Pemodelan Layanan Teknologi Informasi

<i>Tools</i>	Tabel, <i>SoAML</i> , <i>Rest API design Visual Paradigm</i>	
Aksi	<ul style="list-style-type: none"> • Melakukan pemodelan <i>service interfaces</i>, <i>service contract</i>, <i>service participant</i>, • Melakukan pemodelan <i>service data model</i> • Melakukan pemodelan <i>service interfaces operation</i> • Melakukan analisis katalog layanan TI 	
Masukan	Luaran	
<ul style="list-style-type: none"> • Luaran dari pemodelan layanan 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Service interface diagram</i> 	

bisnis.	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Service data model</i> • <i>Service contract diagram</i> • <i>Service participant diagram</i> • <i>Service interfaces operation</i> • <i>Rest API design</i> • <i>IT service catalogue</i>
---------	--

III.2.3 Desain dan Arsitektur Layanan

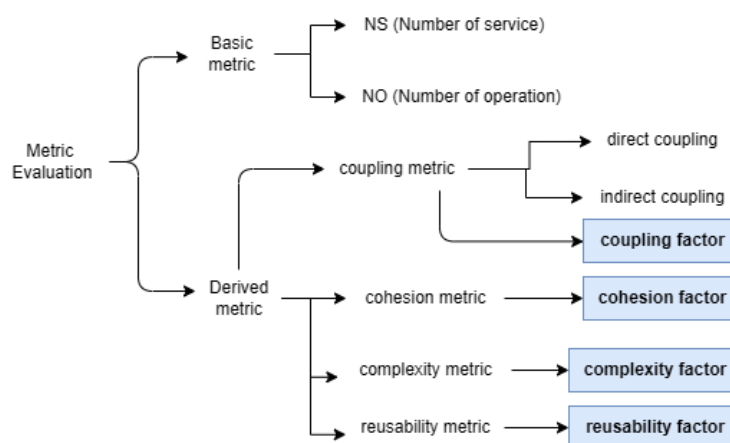
Tujuan utama pada tahapan ini adalah menghasilkan desain dan arsitektur layanan.

SoAML dapat digunakan untuk memodelkan *service architecture diagram*.

Tabel III. 6 Rancangan Kegiatan Desain dan Arsitektur Layanan

<i>Tools</i>	SoAML, UML diagram, tabel validasi desain layanan.	
Aksi	<ul style="list-style-type: none"> • Pemodelan komposisi layanan. • Pemodelan interaksi layanan. • Melakukan validasi dan evaluasi hasil desain berdasarkan prinsip berorientasi layanan (<i>cohesion, coupling, complexity, reusability</i>). • Pemodelan <i>service architecture diagram</i>. • Pemodelan <i>reference model service computing system platform</i>. 	
	Masukan	Luaran
	<ul style="list-style-type: none"> • Luaran dari fase pemodelan layanan TI. 	<ul style="list-style-type: none"> • Desain komposisi layanan. • Hasil desain interaksi layanan. • Hasil validasi dan evaluasi desain layanan. • Hasil desain arsitektur. • <i>Reference model platform</i>.

Desain platform berorientasi layanan yang dibangun dapat divalidasi menggunakan perhitungan evaluasi matriks penilaian desain berorientasi layanan yang menunjukkan penerapan terhadap prinsip yang dimiliki oleh SOA yaitu *coupling*, *cohesion*, *complexity*, dan *reusability* (Elhag dkk., 2015; Mohammed Elhag dan Mohamad, 2014).



Gambar III. 7 Metrik Pengukuran Evaluasi Desain Layanan (Elhag dkk., 2015)

A. Basic metric

Basic metric digunakan sebagai matriks dasar yang digunakan pada matriks turunan (*derived metric*) (Elhag dkk., 2015; Suhardi dan Kurniawan, 2018). Beberapa matriks dasar yang digunakan sebagai berikut.

- *Number of Service* (NS) merupakan matriks dasar yang digunakan pada perhitungan jumlah layanan yang teridentifikasi pada sistem layanan.

$$NS(SOS) = \sum_{s \in SOS}^n 1 \quad (III.1)$$

Keterangan:

SOS = Sistem layanan (*Services of System*)

- S = Layanan.
- NS (SOS) = Jumlah layanan pada sistem layanan.

- *Number of Operation* (NO), merupakan matriks dasar yang digunakan pada perhitungan jumlah semua operasi pada suatu sistem layanan.

$$NO(SOS) = \sum_{s \in SOS}^n 1 \tag{III.2}$$

- *Provider* (P) merupakan penyedia layanan yang dapat berasal dari layanan atau operasi yang menyediakan fungsi untuk layanan.
- *Consumer* (C) merupakan pengguna layanan yang berasal dari layanan atau operasi yang menggunakan fungsionalitas yang disediakan oleh operasi dan layanan lainnya.

B. Derived metric

Derived metric merupakan matriks yang kompleks dan menggunakan beberapa matriks pada matriks dasar pada perhitungannya (Suardi dan Kurniawan, 2018).

1. Coupling Metric

Matriks ini digunakan pada pengukuran ketergantungan interaksi antar layanan dalam sistem berorientasi layanan. Luaran utama pada *metric* ini yaitu *coupling factor*.

- *Direct coupling* (DC) merupakan interaksi langsung antara *provider* dan *consumer* pada sistem.

$$DC(p) = C(p) \tag{III.3}$$

Keterangan:

- p = Penyedia (*provider*).
- C(p) = Pengguna (*consumer*).
- DC(p) = Jumlah interaksi langsung dari seluruh *consumer* pada setiap *provider*.

- *Indirect coupling* (IC) merupakan hubungan secara langsung maupun tidak langsung yang terjadi pada *provider* dan *consumer*. Perhitungannya menggunakan asumsi bahwa semua *consumer* juga bertindak sebagai *provider*.

$$IC(p) = DC(p) + \sum_{c(p) \in P} IC(c(p)) \quad (III.4)$$

Keterangan:

- IC(p) = Jumlah seluruh interaksi langsung dari seluruh *consumer* pada setiap *provider*.

- *Coupling factor* digunakan untuk membandingkan hasil dari pengukuran *indirect coupling* dengan jumlah layanan dan operasi yang disediakan oleh sistem layanan.

$$CofF(p) = \frac{IC(p)}{f(f - 1)} \quad (III.5)$$

$$f = NS(SOS) + NO(SOS) \quad (III.6)$$

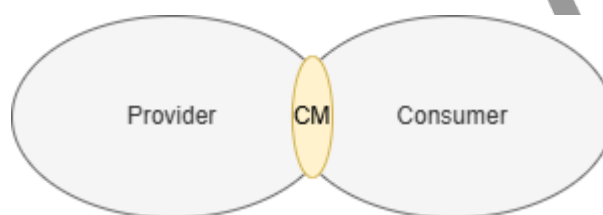
Keterangan:

- f = Jumlah layanan dan operasi dalam suatu sistem layanan.
- CofF(p) = Faktor *coupling* pada suatu penyedia layanan.

Nilai CopF (*Coupling factor*) yang terukur menentukan pemenuhan dari salah satu prinsip dari SOA yaitu *loosely-coupled* pada sistem layanan yang dibangun. Semakin kecil nilai dari *coupling factor*, menunjukkan tingkat ketergantungan antar layanan lainnya rendah atau *less reliant with other services*.

2. Cohesion Metric

Cohesion metric berfungsi untuk melakukan estimasi tingkat kekuatan hubungan antara operasi dalam suatu layanan. Variabel CM (*Cohesion Metric*) didefinisikan sebagai layanan, operasi, atau sistem layanan yang termasuk sebagai kategori *consumer* dan *provider*.



Gambar III. 8 Ilustrasi Perhitungan Cohesion Metric

Cohesion factor merupakan luaran pada *metric* ini. *Cohesion factor* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$CohF(s) = \frac{\sum_{s \in SOS} CM(s) * l * (l - 1)}{f(f - 1)} \quad (III.7)$$

Keterangan:

- l = Jumlah operasi dan layanan dalam suatu layanan.
- CM(s) = Jumlah layanan, operasi yang termasuk kategori *provider* dan *consumer*

Nilai yang dihasilkan dari perhitungan *cohesion factor* menunjukkan tingkat kekuatan operasi layanan pada suatu layanan (*high cohesion*). Setiap operasi

memiliki *responsibilitas* yang jelas dan spesifik dalam mengenkapsulasi fungsi bisnis yang terdefinisi dalam bentuk *method* atau *operation*.

3. Complexity Metric

Complexity metric didefinisikan sebagai tingkat kerumitan dalam interaksi dan hubungan antara layanan dan operasi layanan. *Complexity factor* menjadi luaran pada *metric* ini. *Complexity factor (ComF)* dihitung dari perbandingan antara *coupling factor* dan *cohesion factor* yang diperoleh dari persamaan sebelumnya.

$$ComF(s) = \frac{CopF(s)}{CohF(s)} \quad (III.8)$$

Keterangan:

- CohF(s) = Faktor kohesi dalam suatu layanan.
- ComF(s) = Faktor kompleksitas dalam suatu layanan.
- CopF(s) = Faktor kopling suatu layanan.

4. Reusability Metric

Dalam prinsip berorientasi layanan, layanan yang dirancang diharapkan dapat dengan mudah digunakan kembali. Nilai penggunaan kembali pada layanan dapat dihitung dari perbandingan antara nilai *cohesion metric* $CM(SOS)$ sistem layanan terhadap nilai *direct coupling* sistem layanan. *Reusability factor* menjadi luaran pada *metric* ini. *Reusability factor* dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$ResF = \frac{CM(SOS)}{DC(SOS)} \quad (III.9)$$

Pada persamaan (III.9), nilai *reusability* sebanding dengan nilai *cohesion* dan berbanding terbalik dengan nilai *coupling*. Hal ini menunjukkan ukuran

reusability yang tinggi akan didukung oleh nilai *cohesion factor* yang tinggi dan nilai *coupling factor* yang rendah.

Tabel III. 7 Rekomendasi *Good Service Design SOA Principles*

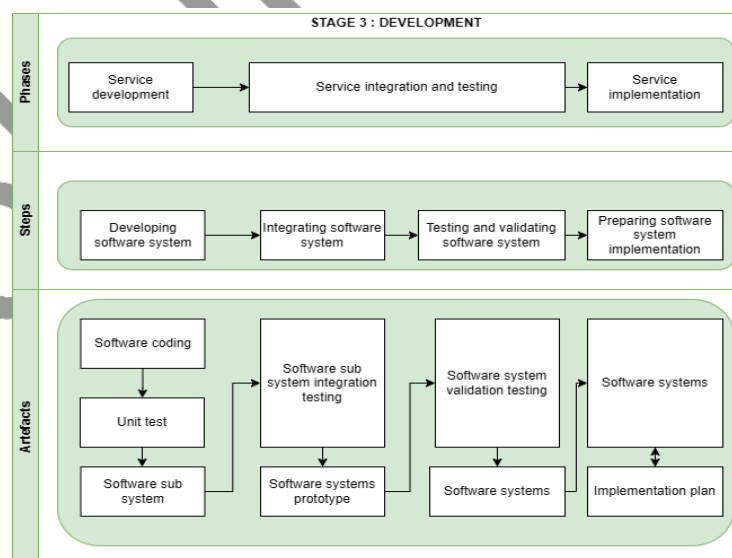
Metric	Nilai	Indikator	Rentang nilai
<i>Cohesion</i>	Mendekati 1	<i>High cohesion</i>	0-1 (<i>normalized</i>)
<i>Coupling</i>	Mendekati 0	<i>Loosely-coupled</i>	0-1 (<i>normalized</i>)
<i>Complexity</i>	Mendekati 0	<i>Less complex</i>	0-1 (<i>normalized</i>)
<i>Reusability</i>	>1	<i>Highly reusable</i>	> 0

III.3 Development

Tahap *development* terdiri atas *service development*, *service integration and testing*, dan *service implementation*. Tahapan utama yang ada pada fase *development* ini berupa pengembangan layanan IT yang dilengkapi dengan proses pembuatan aplikasi melalui penulisan kode program, integrasi, pengujian layanan dan implementasi layanan.



Gambar III. 9 Fase Development



Gambar III. 10 Phases, Steps, Artefacts Development

III.3.1 Pengembangan Layanan

Tahapan utama pada fase *development* ini berupa pengembangan layanan TI yang dilengkapi dengan proses pembuatan aplikasi melalui *code* berdasarkan desain layanan yang telah dibuat pada tahapan sebelumnya.

Tabel III. 8 Rancangan Kegiatan Pengembangan Layanan

<i>Tools</i>	Editor <i>Visual Studio Code</i> IDE (<i>Integrated Development Environment</i>), <i>DBeaver interface</i> pengelola basis data.	
Aksi	<ul style="list-style-type: none"> Melakukan proses pengembangan pada bagian <i>backend</i> berupa <i>web services</i> menggunakan bahasa pemrograman <i>Golang</i> dengan basis data <i>PostgreSQL</i>. Melakukan proses pengembangan pada bagian <i>frontend</i> (<i>information dashboard</i>) menggunakan bahasa pemrograman <i>Javascript</i> dengan framework <i>ReactJS</i>. LMS yang digunakan berbasis Moodle. Melakukan integrasi layanan yang disediakan oleh LMS. 	
	Masukan	Luaran
	<ul style="list-style-type: none"> Luaran artefak <i>service design and architecture</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> <i>Source codes</i>. <i>Web services</i> Layanan TI dalam bentuk <i>service provider</i> dan <i>service consumer</i> dalam bentuk <i>software sub system</i>. <i>Unit testing (web services)</i>.

Pengujian merupakan tahapan krusial untuk memastikan layanan yang disediakan memenuhi fungsi bisnis yang telah ditentukan. Pengujian pada sistem berorientasi layanan dilakukan menggunakan pendekatan *software testing* (Sommerville, 2016a), dikarenakan layanan sendiri terdiri atas suatu fungsi bisnis yang dienkapsulasi pada suatu perangkat lunak. Pengujian dilakukan secara bertahap

dengan tujuan untuk menemukan kesalahan fungsi lebih awal dan meminimalisir kesalahan akumulatif. Tahapan yang akan dilakukan yaitu pengujian *unit testing*, *integration/component testing*, *system testing*, dan *user testing*.

a) *Unit testing*

Pengujian *unit testing* dilakukan menggunakan *black box* test yang dilakukan dengan memperhatikan *request*, dan *response* yang diberikan. Hasil perbandingan ditinjau pada aktual *response* dan *expected response*. Layanan yang dibangun menggunakan arsitektur REST sehingga pengujian dapat dilakukan dengan alat bantu berupa *Postman* atau *Swagger* (dokumen kontrak API). *Unit testing* menjadi pengujian awal sebelum dilanjutkan ke *integration testing*.

b) *Integration/component testing*

Pengujian *integration testing* berfokus terhadap pengujian layanan komposit dengan memastikan *interoperabilitas* antar unit layana penyusun. Layanan komposit menjadi suatu unit layanan baru yang harus diuji karena tersusun atas beberapa unit layanan yang saling bekerja sama dan melakukan pertukaran data menurut paradigma berorientasi layanan.

c) *System testing*

Setelah memastikan tahapan pengujian sebelumnya berhasil, *system testing* bertujuan untuk memastikan layanan tersebut dapat beroperasi di lingkungan operasional sehingga *service consumer* atau pengguna dapat menggunakan layanan yang disediakan dalam memenuhi proses bisnis yang ditentukan. Pengujian ini dilakukan dengan memperhatikan arsitektur sistem yang telah dirancang.

d) *User testing*

Pengujian ini berfokus kepada keterlibatan pengguna dalam mengakses layanan yang diberikan pada kegiatan operasionalnya. Tahapan pengujian ini dapat membantu mengevaluasi kesesuaian kebutuhan penggunaan terhadap sistem yang dibangun. Pendekatan pengujian dilakukan dengan serangkaian kasus uji yang berisikan kapabilitas yang dapat dilakukan oleh

pengguna dipilih pada pengujian ini (Somerville, 2016). Kapabilitas pengguna digambarkan pada *usecase diagram*.

III.3.2 Integrasi dan Pengujian Layanan

Integrasi dan pengujian layanan dapat dilaksanakan dengan menggunakan alat bantu seperti *Postman*. Alat ini dapat membantu memeriksa masukan dan hasil luaran dari layanan TI yang telah dibuat beserta waktu respons layanan (*latency time*). Layanan dalam pengujian ini berupa suatu fungsi bisnis yang dikapsulasi dalam bentuk perangkat lunak sehingga pendekatan pengujian dapat menggunakan standarisasi yang digunakan pada pengujian perangkat lunak (Somerville, 2016b). Pengujian yang dilakukan terdiri atas: *development testing*, *user testing*. *Development testing* terdiri atas *unit testing*, *component/integration testing*, dan *system testing*.

Tabel III. 9 Rancangan Kegiatan Integrasi dan Pengujian Layanan

<i>Tools</i>	<i>Postman, Swagger.</i>	
Aksi	<ul style="list-style-type: none"> Melakukan proses integrasi pengembangan <i>backend</i> dan <i>frontend</i>. Melakukan uji coba integrasi pengembangan <i>backend</i> dan <i>frontend</i> menggunakan <i>postman</i> dengan metode uji <i>blackbox test (functional testing)</i>. Melakukan uji coba integrasi platform berorientasi layanan pada kampus digital dalam mendukung fleksibilitas pembelajaran dengan layanan LMS dan notifikasi (gmail). 	
	Masukan	Luaran
	<ul style="list-style-type: none"> Luaran artefak dari pengembangan layanan. Pengujian <i>unit testing</i> pada tahapan sebelumnya sebagai referensi. 	<ul style="list-style-type: none"> Hasil pengujian integrasi sistem. <i>Software services systems</i> <i>Web services integration</i>

III.3.3 Implementasi Layanan

Setelah berhasil mengembangkan dan menguji platform pada tahapan sebelumnya, langkah berikutnya adalah memeriksa apakah pengembangan platform berorientasi layanan pada kampus digital dapat menjalankan proses bisnis yang telah ditentukan sebelumnya sebelum melakukan migrasi ke lingkungan operasional. Rencana implementasi layanan yang rinci diperlukan untuk memfasilitasi migrasi sistem yang telah divalidasi ke lingkungan operasional atau *production*. Rencana ini menguraikan langkah-langkah dan sumber daya yang diperlukan untuk keberhasilan proses transisi.

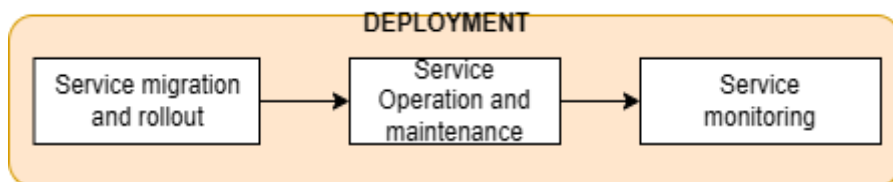
Tabel III. 10 Rancangan Kegiatan Implementasi Layanan

<i>Tools</i>	<i>Cloud hosting provider (idcloudhost dan biznet untuk hosting backend server, vercel untuk frontend), script</i>	
Aksi	Menyiapkan rencana implementasi untuk migrasi sistem atau platform yang telah dikembangkan dan diuji coba ke lingkungan operasional.	
	Masukan	Luaran
	<ul style="list-style-type: none">• Luaran artefak integrasi dan pengujian layanan.	<ul style="list-style-type: none">• Hasil daftar rencana implementasi migrasi sistem.• <i>Script</i> atau <i>software system</i> skema migrasi basis data.

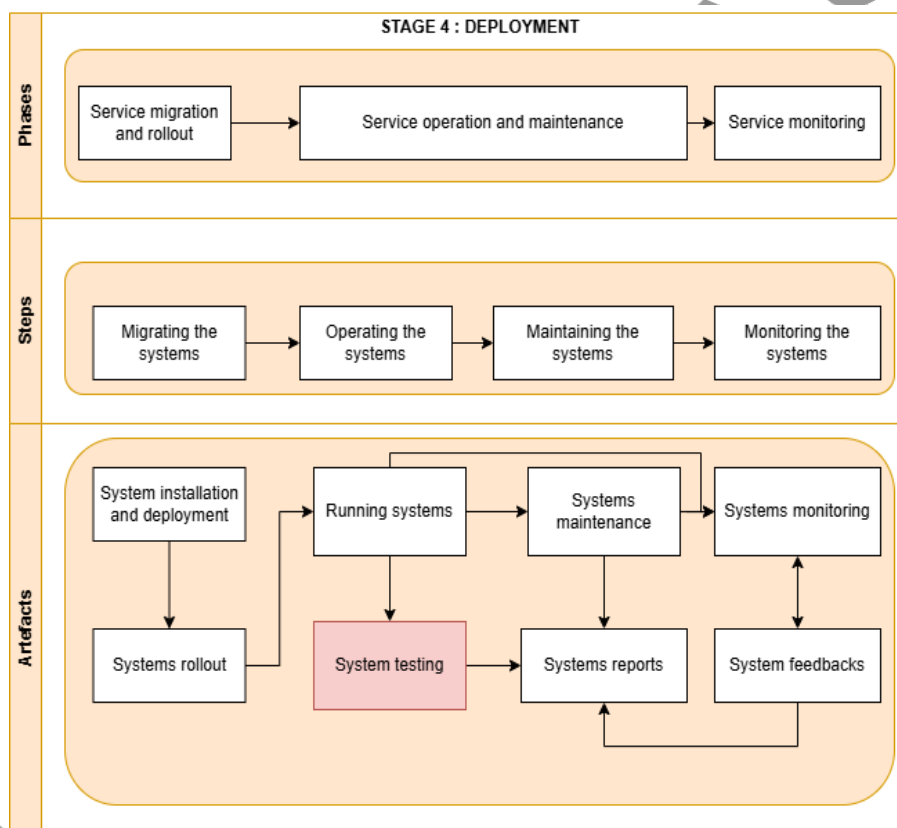
III.4 Deployment

Tahap *deployment* berfokus terhadap penggelaran atau peluncuran platform berorientasi layanan yang telah dikembangkan dan diuji pada tahapan sebelumnya. Tahapan ini penting untuk memastikan platform yang telah dikembangkan berhasil dilakukan transisi ke lingkungan operasional (*production*) sehingga dapat digunakan secara langsung oleh pengguna ataupun *service consumer*. Terdapat

usulan artefak tambahan berupa *system testing* untuk menguji platform telah berhasil berjalan di lingkungan operasional. Tahap *deployment* ini terdiri atas *service migration and rollout*, *service operation and maintenance*, dan *service monitoring* yang ditunjukkan pada Gambar III. 11 sebagai berikut.



Gambar III. 11 Fase *Development*



Gambar III. 12 *Phases, Steps, Artefacts Deployment*

III.4.1 Service Migration and Rollout

Fase ini melibatkan pemindahan sistem dari lingkungan pengembangan ke lingkungan produksi. Kegiatan ini bertujuan untuk memastikan semua komponen,

konfigurasi diatur dengan benar dan memungkinkan platform yang telah dikonfigurasi berhasil berjalan di sistem operasional.

Tabel III. 11 Rancangan Kegiatan *Service Migration and Rollout*

<i>Tools</i>	Alat bantu konfigurasi platform, <i>script</i> , <i>prompt command</i> migrasi tabel database, <i>docker</i> .	
Aksi	Melakukan instalasi dan konfigurasi platform sehingga memungkinkan untuk melakukan peluncuran platform.	
	Masukan	Luaran
	<ul style="list-style-type: none"> • Luaran artefak rencana implementasi layanan. 	<ul style="list-style-type: none"> • Platform telah tersedia di sistem operasional. • Konfigurasi platform telah diinstal atau berhasil dipasang.

III.4.2 *Service Operation and Maintenance*

Setelah platform berhasil beroperasi di lingkungan produksi, fase berikutnya yaitu operasi dan pemeliharaan berkelanjutan platform. Aktivitas ini termasuk memantau kinerja platform dan menangani masalah yang muncul.

Tabel III. 12 Rancangan Kegiatan *Service Operation and Maintenance*

<i>Tools</i>	Alat bantu konfigurasi platform, <i>script</i> , <i>prompt command</i> , <i>docker</i>	
Aksi	Menjalankan platform pada lingkungan operasional/produksi, melakukan pemeliharaan sistem, dan laporan pemeliharaan sistem	
	Masukan	Luaran
	Luaran artefak <i>service migration and rollout</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Platform telah beroperasi di lingkungan produksi (<i>running</i>) • Laporan dan identifikasi pemeliharaan platform

III.4.3 Service Monitoring

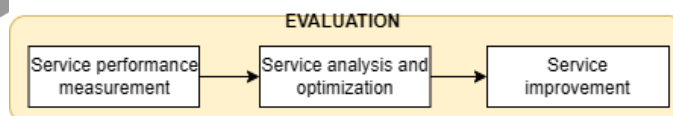
Pemantauan terus-menerus sangat penting dalam memastikan platform berfungsi dan berjalan dengan baik. Fase ini menghasilkan laporan dan umpan balik yang sangat penting untuk menjaga kualitas sistem dan kepuasan pengguna.

Tabel III. 13 Rancangan Kegiatan *Service Monitoring*

<i>Tools</i>	Dokumentasi pemantauan, <i>log system</i> , <i>monitoring system dashboard (jaeger)</i> .	
Aksi	Melakukan pemantauan dan evaluasi kinerja platform berorientasi layanan yang dijalankan, mengidentifikasi masalah dan potensi masalah setelah dilakukan pemantauan dan evaluasi	
	Masukan	Luaran
	<ul style="list-style-type: none"> Luaran artefak <i>service operation and maintenance</i> 	<ul style="list-style-type: none"> Hasil monitoring platform berorientasi layanan Daftar identifikasi permasalahan, umpan balik platform

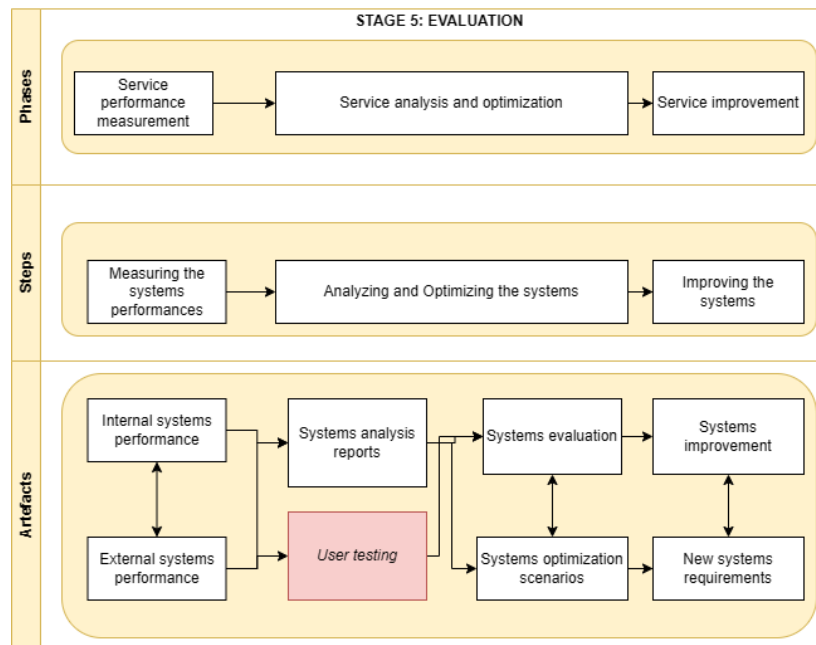
III.5 Evaluation

Tahapan ini berfokus terhadap pengukuran dan analisa kinerja layanan pada platform. Tahap *evaluation* terdiri atas *service performance measurement*, *service analysis and optimization*, dan *service improvement* yang ditunjukkan pada Gambar III. 13 sebagai berikut.



Gambar III. 13 Fase *Evaluation*

Terdapat artefak tambahan berupa *user testing* yang dilakukan untuk mendapatkan evaluasi dari sistem yang telah beroperasi di lingkungan operasional dari pengguna.



Gambar III. 14 Phases, Steps, Artefacts Evaluation

III.5.1 Service Performance Measurement

Evaluasi pada tahapan ini menggunakan dua perspektif pendekatan yaitu evaluasi terhadap kinerja internal sistem dan eksternal sistem. Kinerja internal sistem fokus terhadap ketergantungan antar layanan sedangkan kinerja eksternal sistem dievaluasi berdasarkan sudut pandang pengguna yang memastikan apakah platform yang dibangun sesuai dengan ekspektasi dan kebutuhan pengguna. Evaluasi kinerja eksternal sistem dapat dievaluasi dengan pendekatan skenario *user testing* (Sommerville, 2016).

Tabel III. 14 Rancangan Kegiatan *Service Migration and Rollout*

Tools	Pengukuran <i>service dependability</i> menggunakan <i>jaeger</i> identifikasi data <i>tracing</i> pemanggilan layanan penyusun. Skenario <i>user testing</i>	
Aksi	Melakukan pengukuran kinerja internal dan eksternal sistem	
	Masukan	Luaran
	<ul style="list-style-type: none"> Luaran artefak <i>service monitoring</i> 	<ul style="list-style-type: none"> Kinerja sistem internal dan kinerja sistem eksternal

III.5.2 Service Analysis and Optimization

Tahapan *service analysis and optimization* melakukan analisis kinerja platform berdasarkan dari pelaporan kinerja internal dan eksternal platform dengan tujuan untuk peningkatan dan optimasi pada layanan platform.

Tabel III. 15 Rancangan Kegiatan *Service Analysis and Optimization*

<i>Tools</i>	Tabel analisis, <i>monitoring dashboard jaeger</i>	
Aksi	Melakukan analisis dan evaluasi platform yang berjalan, membuat skenario optimasi platform dalam peningkatan kinerja platform	
	Masukan	Luaran
	<ul style="list-style-type: none">• Luaran artefak <i>service performance measurement</i>	<ul style="list-style-type: none">• Laporan analisis kinerja platform, skenario optimasi• Hasil evaluasi platform

III.5.3 Service Improvement

Fase ini berfokus terhadap peningkatan kinerja platform layanan. Luaran utama yang diharapkan pada fase ini adalah peningkatan kinerja dalam bentuk perbaikan dan peningkatan platform (optimasi) dan hasil identifikasi analisis kebutuhan baru dalam rangka peningkatan kinerja platform.

Tabel III. 16 Rancangan Kegiatan *Service Improvement*

<i>Tools</i>	Tren teknologi terbaru, analisis kebutuhan baru, dokumentasi platform	
Aksi	Melakukan perbaikan dan peningkatan platform, identifikasi analisis kebutuhan baru dalam peningkatan kinerja platform	
	Masukan	Luaran
	<ul style="list-style-type: none">• Luaran artefak <i>service analysis and optimization</i>	<ul style="list-style-type: none">• Hasil dan dokumentasi perbaikan dan peningkatan platform• Kebutuhan platform baru

Bab IV Hasil Penelitian dan Pembahasan

Bab 4 ini akan membahas terkait hasil desain, pengembangan, dan pengujian platform berorientasi layanan pada kampus digital berdasarkan framework SCSE dengan tahapan *objective and requirement*, *modeling*, *development*, dan *deployment*, dan *evaluation*.

IV.1 *Objective and Requirement*

Tahap *objective and requirement* merupakan tahapan awal pada framework SCSE. Tahap ini terdiri atas *service strategy and objectives*, *service requirement analysis*, dan *service innovation*.

IV.1.1 *Service Strategy and Objectives*

Identifikasi strategi dan tujuan layanan dilakukan dengan tujuan agar rancangan pada platform yang dikembangkan sejalan dengan tujuan bisnis organisasi dan TI serta sesuai dengan konsep komputasi layanan. Organisasi yang diacu berupa instansi pendidikan tinggi, kampus atau universitas. Strategi dan tujuan layanan organisasi diidentifikasi dari dokumen regulasi pendidikan terbaru yaitu Permendikbudristek No. 53 Tahun 2023.

IV.1.1.1 *Identifikasi Strategi dan Tujuan Bisnis (Business Strategy and Objectives)*

Menurut (Direktur Jenderal Pendidikan Tinggi, 2022), salah satu tantangan dalam memajukan pendidikan yaitu memerdekakan pembelajaran manual/tatap muka menjadi pembelajaran yang difasilitasi oleh teknologi. Regulasi (Permendikbudristek, 2023) (Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi) No. 53 Tahun 2023 relevan dengan tantangan tersebut. Regulasi ini membahas tentang penjaminan mutu pendidikan tinggi dan memperbarui peraturan sebelumnya yaitu (Permendikbud, 2020) (Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan) No. 3 Tahun 2020 dengan usulan memberikan lebih banyak fleksibilitas pembelajaran dan inovasi dalam menyelenggarakan pendidikan dengan tetap menjamin standar mutu yang ditetapkan. Platform yang akan dikembangkan

diharapkan dapat mengacu pada regulasi ini. Pada Tabel IV. 1 ditunjukkan beberapa bentuk perubahan yang dapat diadopsi pada pengembangan platform berorientasi layanan pada kampus digital.

Tabel IV. 1 Beberapa Bagian Pembaruan Regulasi Pendidikan Tinggi

Deskripsi	Permendikbudristek No. 53 Tahun 2023	Permendikbud No. 3 Tahun 2020
Pelaksanaan proses pembelajaran	Fleksibilitas pada proses pendidikan dimaksudkan dalam bentuk proses pembelajaran yang dilakukan secara tatap muka, jarak jauh (daring), atau kombinasi tatap muka, dan jarak jauh (<i>hybrid</i>) (pasal 14 ayat 1 dan 3)	Interaksi langsung antara dosen dan mahasiswa dan sumber belajar dalam suatu lingkungan belajar (pasal 13)
Perubahan beban belajar	Menetapkan 1 sks setara dengan 45 jam persemester yang dapat dipenuhi dalam berbagai bentuk pembelajaran (pasal 15 ayat 6).	1 sks terdiri atas 100 menit kegiatan proses belajar dan 70 menit kegiatan mandiri per minggu (pasal 19 ayat 2)
Capaian pembelajaran lulusan	Standar kompetensi lulusan dirumuskan pada capaian pembelajaran lulusan (CPL) (pasal 6 ayat 3) yang kompetensinya meliputi sebagai berikut (pasal 7). <ul style="list-style-type: none"> • Penguasaan ilmu pengetahuan dan teknologi • Kecakapan umum • Pengetahuan dan keterampilan. • Kemampuan intelektual 	Rumusan capaian pembelajaran lulusan mengacu ke Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia (KKNI) (pasal 5 ayat 3)

	CPL disusun ke dalam mata kuliah dalam bentuk CPMK (pasal 8 ayat 4)	
Bentuk pembelajaran	Dilakukan melalui kegiatan belajar terbimbing, penugasan terstruktur, dan mandiri (pasal 16 ayat 2). Pembelajaran dilakukan dalam sistem blok, modul atau bentuk lain (pasal 16 ayat 3).	Bentuk pembelajaran dalam bentuk kuliah, responsi, praktikum, seminar dan bentuk lain (pasal 14 ayat 5).

Pengumpulan informasi strategi dan tujuan bisnis dilakukan dalam bentuk diskusi kepada kaprodi dan unit organisasi bisnis pendidikan tinggi yang didokumentasikan pada Lampiran 3 C dan dari telaah regulasi Permendikbudristek No. 53 Tahun 2023. Hasil identifikasi strategi dan tujuan bisnis yang diperoleh ditunjukkan pada Tabel IV. 2 sebagai berikut.

Tabel IV. 2 Identifikasi Strategi dan Tujuan Bisnis

Tujuan Bisnis		Strategi Bisnis	
TB1	Mendukung fleksibilitas pembelajaran	S1	Proses pembelajaran dapat dilakukan secara tatap muka, jarak jauh (<i>daring</i>), atau kombinasi tatap muka, dan jarak jauh (<i>hybrid</i>) pada satu platform.
		S2	Bentuk pembelajaran dilakukan melalui kegiatan belajar terbimbing, penugasan terstruktur, dan mandiri.
		S3	Pembelajaran dapat dilakukan dalam sistem blok, modul (<i>weekly</i>) atau bentuk lain.

Aktivitas platform berorientasi layanan pada kampus digital dalam mendukung fleksibilitas pembelajaran yang terdapat pada Tabel II.1 dimodelkan menggunakan *value chain diagram* untuk mendapatkan fungsi bisnis dalam hal ini aktivitas utama pada *value chain diagram*. Nilai *value chain diagram* dapat dicapai dengan melakukan serangkaian aktivitas utama yang dibantu dengan aktivitas pendukung (Harmon, 2010), (Turban et al., 2018).



Gambar IV. 1 Michael Porter's *Value Chain Diagram Platform Berorientasi Layanan Pada Kampus Digital*

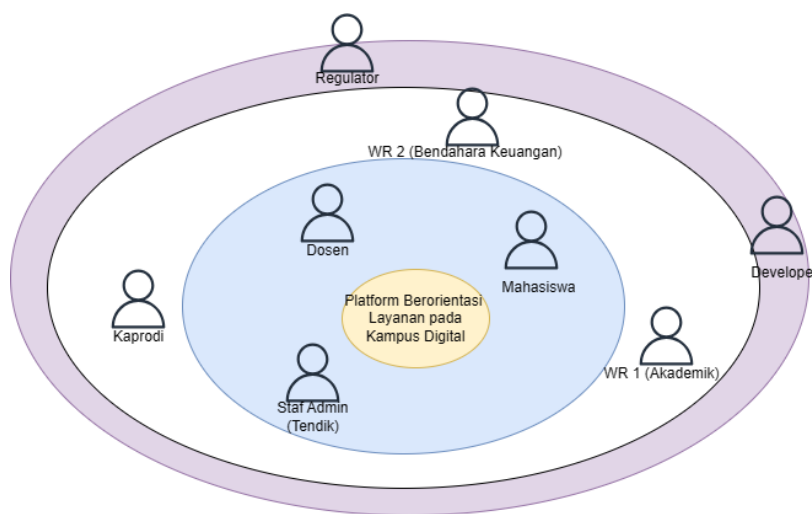
Aktivitas utama pada *value chain diagram* menggambarkan fungsi bisnis pada platform berorientasi layanan pada kampus digital. Daftar fungsi bisnis dijelaskan pada Tabel IV. 3 sebagai berikut.

Tabel IV. 3 Daftar Fungsi Bisnis Platform Berorientasi Layanan Pada Kampus Digital

No.	Fungsi Bisnis	Deskripsi
1	Memfasilitasi pendaftaran pengguna, melakukan validasi identitas pengguna dan pengelolaan akses <i>role</i> .	Kegiatan untuk mendaftarkan pengguna baru berdasarkan <i>role</i> , melakukan validasi identitas pengguna dan pengelolaan akses.

2	Pengelolaan mata kuliah, dan pendaftaran pengguna ke mata kuliah tertentu.	Kegiatan untuk menambahkan mata kuliah dan proses pendaftaran peserta perkuliahan.
3	Penyusunan materi mata kuliah	Dosen pengampu akan menambahkan dan menyusun materi pembelajaran, url video meeting, atau rencana pembelajaran semester.
4	Pembelajaran interaktif secara langsung (<i>real time</i>)	Pembelajaran dilakukan secara tatap muka (dapat dilakukan di dalam kelas ataupun <i>video meeting</i>). Sistem pembelajaran mendukung sistem blok, dan <i>weekly</i> . Pencatatan kehadiran absensi perkuliahan.
5	Pembelajaran mandiri	Pembelajaran dilakukan secara asinkron sehingga mahasiswa dapat mempelajari dan mengakses konten materi pembelajaran kapan saja dan dimana saja.
6	Pengelolaan tugas, pemberian instruksi hingga pengumpulan	Dosen pengampu dapat menambahkan penugasan dalam bentuk <i>quiz</i> , tugas mandiri (projek), tugas terstruktur (<i>study case</i> , harian), dan ujian (uts/uas). Mahasiswa dapat mengakses tugas, mengerjakan, dan melakukan pengumpulan.
7	Penilaian dan evaluasi	Dosen pengampu melakukan evaluasi terhadap penugasan yang dikumpulkan oleh mahasiswa. Mahasiswa dapat melihat nilai dan <i>feedback</i> dari dosen pengampu.

Selanjutnya dilakukan identifikasi pemangku kepentingan atau *stakeholder* dalam kegiatan pembelajaran pada kampus digital yang dimodelkan menggunakan *stakeholder onion diagram*. *Stakeholder* ini menjadi aktor yang terlibat pada proses bisnis organisasi. *Inner circle* terdiri dari pemangku kepentingan utama yang paling dekat kaitannya dengan proses bisnis utama organisasi. *Stakeholder onion diagram* pada kampus digital ditunjukkan pada Gambar IV. 2 sebagai berikut.



Gambar IV. 2 *Stakeholder Union Diagram*

IV.1.1.2 Identifikasi Strategi dan Tujuan TI (*IT Strategy and Objectives*)

Strategi dan tujuan TI yang diterapkan bertujuan untuk memastikan platform berorientasi layanan pada kampus digital selaras dengan strategi dan tujuan bisnis organisasi pendidikan tinggi yaitu mendukung fleksibilitas pembelajaran, dan mematuhi regulasi yang berlaku. Kegiatan pembelajaran pada kampus digital dilakukan secara asinkron dan sinkron melalui *Learning Management System*. Setiap LMS memiliki alur proses yang berbeda namun tetap memiliki tujuan yang sama yaitu menyediakan konten materi pembelajaran yang bisa diakses kapan saja hal ini juga sesuai dengan *value* pembelajaran fleksibel. Ketika LMS ini digunakan pada suatu institusi pendidikan, maka LMS memerlukan proses sinkronisasi data dari sistem informasi akademik pada suatu kampus. Proses sinkronisasi ini dapat dilakukan melalui komunikasi via API (*Application Programming Interface*).

Platform berorientasi layanan pada kampus digital yang akan dikembangkan ini melakukan proses komposisi layanan dan memanfaatkan layanan yang tersedia pada LMS sehingga diharapkan akan menghasilkan layanan yang *reusable* dan dapat dengan mudah dimanfaatkan oleh *service consumer* dalam hal ini Sistem Informasi Akademik (SIA) Kampus. LMS yang digunakan pada penelitian ini yaitu *Moodle* karena sifatnya *open source* sehingga dapat menggunakan layanan yang sudah tersedia untuk memenuhi fungsi bisnis yang ingin dicapai. Pada Tabel IV. 4 dan Tabel IV. 5 merupakan identifikasi tujuan dan strategi TI yang diharapkan sejalan dengan tujuan dan strategi bisnis.

Tabel IV. 4 Identifikasi Tujuan TI

Tujuan TI		Tujuan Bisnis
TTI1	Mendukung pelaksanaan tridharma perguruan tinggi yang berfokus kepada fleksibilitas pembelajaran melalui pengembangan platform berorientasi layanan.	TB1
TTI2	Mendukung integrasi proses pembelajaran dengan sistem informasi akademik sehingga pembelajaran dapat dilakukan dalam sistem blok maupun <i>weekly</i> dengan skenario asinkron maupun asinkron.	TB1

Tabel IV. 5 Identifikasi Strategi TI

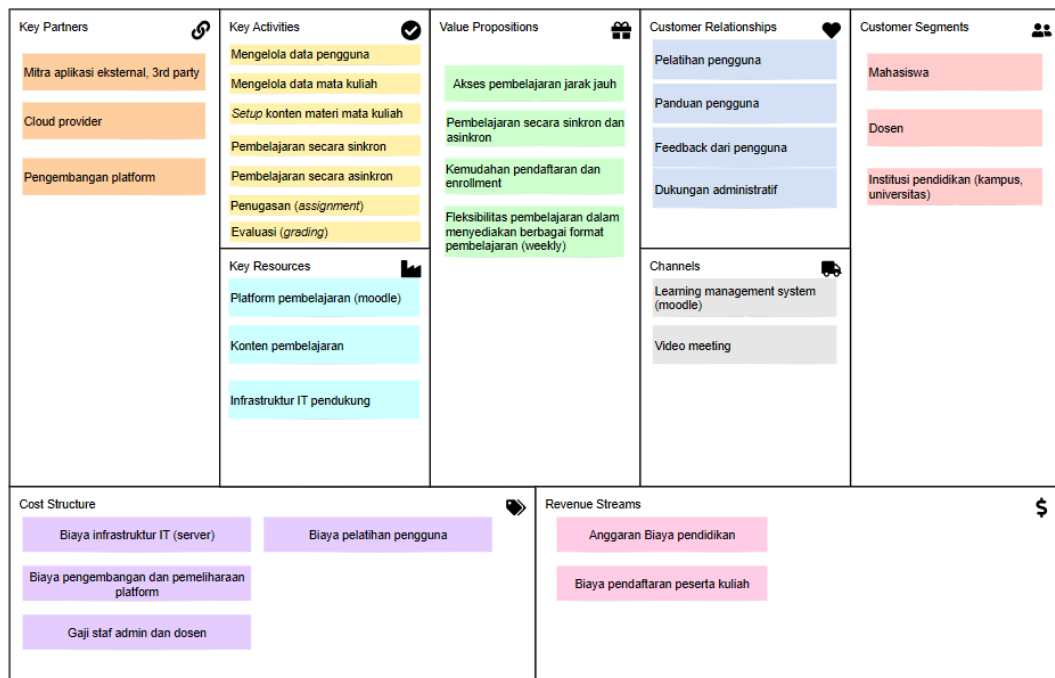
Strategi TI	Deskripsi	Tujuan TI
Integrasi sistem untuk fleksibilitas pembelajaran	Mendukung pelaksanaan pembelajaran sinkron dan asinkron melalui integrasi sistem antara <i>Learning Management System</i> (LMS) dengan Sistem Informasi Akademik.	TTI1, TTI2
Pemanfaatan LMS <i>open source</i>	LMS Moodle dipilih karena sifatnya yang <i>open source</i> dan fleksibel, memungkinkan pengembangan layanan berbasis kebutuhan	TTI1

	spesifik organisasi. Moodle menyediakan fungsi-fungsi utama seperti manajemen kursus, pembelajaran sinkron dan asinkron, penilaian, serta pelaporan yang mendukung fleksibilitas pembelajaran.	
Pengembangan layanan <i>reusable</i>	Platform ini dirancang untuk menghasilkan layanan yang dapat digunakan kembali (<i>reusable</i>) seperti Sistem Informasi Akademik Kampus. Dengan pendekatan berbasis layanan, platform mendukung interoperabilitas antar sistem.	TTI1
Kepatuhan terhadap regulasi pendidikan	Strategi TI diorientasikan untuk mematuhi regulasi pendidikan yang berlaku, seperti Permendikbudristek No. 53 Tahun 2023, termasuk fleksibilitas dalam pelaksanaan pembelajaran, bentuk pembelajaran, dan capaian pembelajaran lulusan.	TTI1, TTI2

Strategi TI ini dirancang untuk mendukung strategi bisnis organisasi pendidikan tinggi, seperti fleksibilitas dalam pembelajaran.

IV.1.1.3 Identifikasi *Business Services Model (as-is)*

Identifikasi dan analisis terhadap model layanan yang sedang berjalan (*as-is*) mengacu kepada *sistem virtual classroom* (Muhamad W, 2023). Alat bantu yang digunakan untuk mengilustrasikan model bisnis yaitu *BMC (Business Model Canvas) as-is* pada Gambar IV. 3 sebagai berikut.

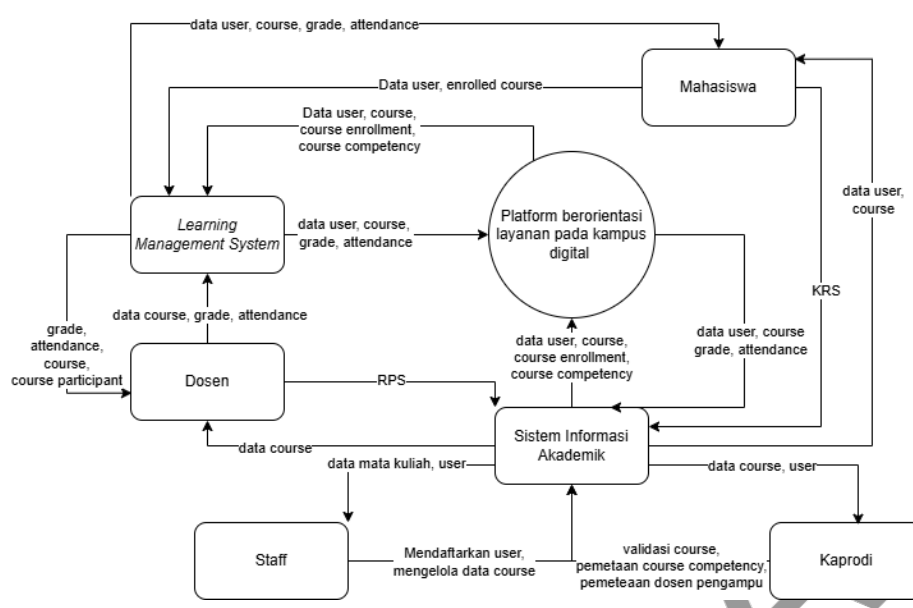


Gambar IV. 3 BMC *as-is* Sistem Layanan *Virtual Classroom*

Dari pemodelan BMC *as-is* tersebut, sistem layanan *virtual classroom* tersebut belum terhubung dengan suatu sistem informasi akademik kampus. Proses penilaian dilakukan perhitungan secara manual dari data *raw* yang ada di Moodle, dan pencatatan kehadiran masih dilakukan secara manual. Namun sistem layanan tersebut sudah mendukung untuk melakukan pembelajaran secara jarak jauh ataupun tatap muka.

IV.1.1.4 Identifikasi *Business Services Context*

Pemodelan konteks diagram bisnis digunakan untuk membantu menunjukkan interaksi antara *eksternal service*, aktor, masukan dan luaran dari platform. Konteks diagram bisnis ditunjukkan pada Gambar IV. 4 sebagai berikut.



Gambar IV. 4 Business Service Context Diagram

IV.1.2 Service Requirements Analysis

Tahapan ini merupakan salah satu tahapan yang penting dalam proses memastikan kebutuhan layanan. Kegiatan analisis kebutuhan layanan dimulai dari identifikasi proses bisnis yang sedang berjalan, dan berikutnya dilakukan identifikasi kesenjangan layanan dengan kondisi yang diharapkan.

mIV.1.2.1 Business Process Analysis

Luaran utama pada tahapan ini adalah melakukan analisis proses bisnis yang sedang berjalan (*as-is*) pada sistem layanan *virtual classroom*. Layanan bisnis yang diidentifikasi pada sistem layanan *virtual classroom* ditunjukkan pada Tabel IV. 6 sebagai berikut.

Tabel IV. 6 Layanan Bisnis Sistem Layanan *Virtual Classroom* (*as-is*)

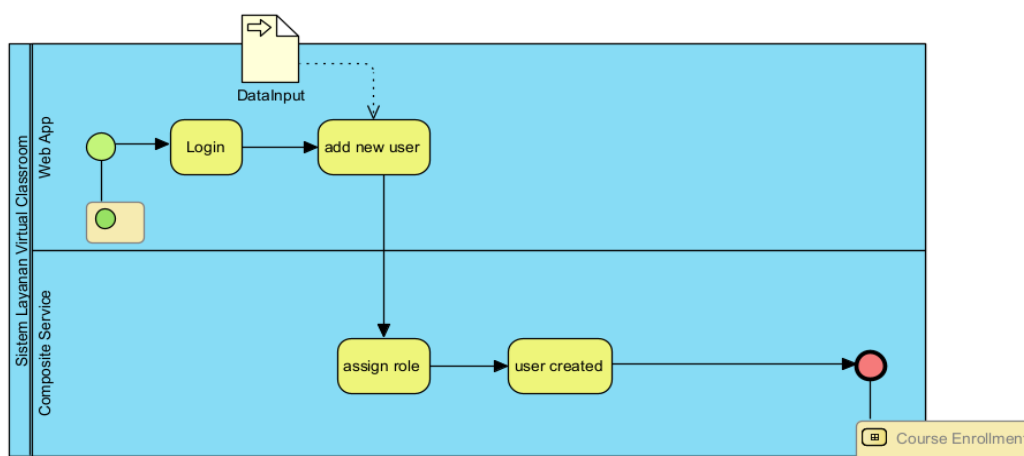
Fungsi Bisnis	Layanan Bisnis
Memfasilitasi pendaftaran pengguna, validasi identitas pengguna, pengelolaan akses <i>role</i>	<i>User enrollment</i>
Pengelolaan mata kuliah, pendaftaran pengguna ke mata kuliah tertentu	<i>Course enrollment</i>

Penyusunan materi mata kuliah	<i>Course setup</i>
Pembelajaran mandiri yang dapat diakses kapan saja	<i>Asynchronous learning</i>
Pembelajaran interaktif secara langsung yang dapat dilakukan secara tatap muka maupun <i>video meeting</i>	<i>Synchronous learning</i>
Pengelolaan tugas, pemberian instruksi hingga pengumpulan	<i>Assignment</i>
Penilaian dan evaluasi tugas	<i>Grading</i>

Dari layanan bisnis yang teridentifikasi pada Tabel IV. 6 maka tahapan berikutnya adalah melakukan pemodelan proses bisnis pada layanan bisnis dalam bentuk BPMN *as-is*. BPMN *as-is* mengacu ke sistem layanan *virtual classroom*.

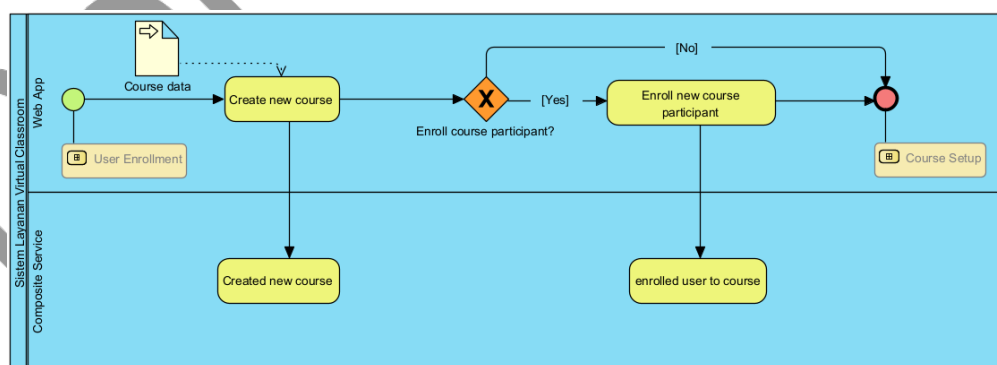
Gambar IV. 5 menunjukkan proses bisnis *user enrollment* yaitu serangkaian aktivitas yang dilakukan sistem ketika mendaftarkan pengguna baru. Setiap pengguna memiliki *role* yang berbeda berdasarkan posisi kegiatan belajar mengajar. *Role* nya mencakup *student* dan *lecturer*.

Pada proses ini diidentifikasi masalah yaitu pengguna sering tidak berhasil masuk ke sistem dikarenakan data login berupa username dan password yang tidak tersimpan dengan baik. Proses pembuatan *user* baru dilakukan melalui *web app* yang telah terintegrasi dengan LMS (Moodle) namun terbatas pada input *single data* (input data satu persatu). Hal ini akan menyebabkan permasalahan dikemudian hari dikarenakan jumlah pengguna yang akan semakin terus bertambah terutama jika diimplementasikan pengujian di suatu instansi pendidikan kampus.



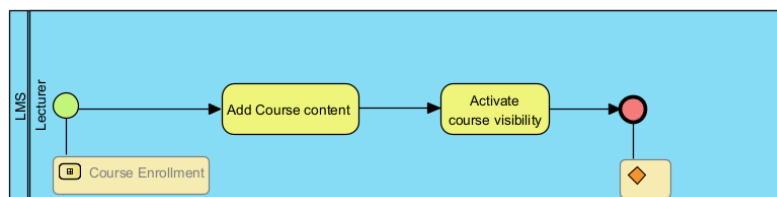
Gambar IV. 5 BPMN as-is User Enrollment

Gambar IV. 6 menunjukkan proses bisnis *as-is* dari *course enrollment*. Aktivitas yang dilakukan yaitu menambahkan mata kuliah baru, lalu berikutnya menambahkan peserta mata kuliah. Proses penambahan mata kuliah belum melakukan pemetaan *competency* seperti CPMK (Capaian Pembelajaran Mata Kuliah), dan CPL. Masalah yang dihadapi adalah pengguna belum memiliki informasi jika sudah terdaftar pada mata kuliah sehingga memungkinkan terjadinya keterlambatan penyampaian informasi kegiatan pembelajaran. Hal ini dapat dibantu oleh adanya layanan notifikasi seperti pengiriman informasi berupa email. Berikutnya, pada RPS mata kuliah terdapat rumpun kategori mata kuliah seperti mata kuliah wajib prodi, mata kuliah pilihan, dll. Jenis mata kuliah ini belum tersedia untuk mengkategorisasikan mata kuliah.



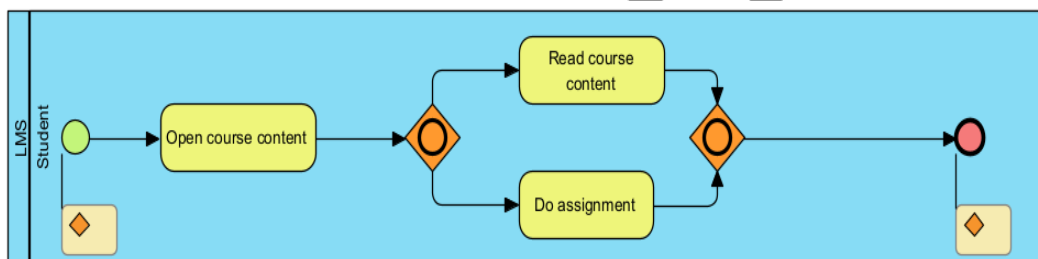
Gambar IV. 6 BPMN as-is Course Enrollment

Gambar IV. 7 merupakan proses bisnis *as-is* untuk melakukan persiapan pembelajaran. Dosen pengampu mata kuliah akan menambahkan materi perkuliahan terlebih dahulu sebelum melaksanakan perkuliahan, lalu berikutnya mengaktifkan mata kuliah di LMS agar dapat muncul di tampilan mahasiswa.



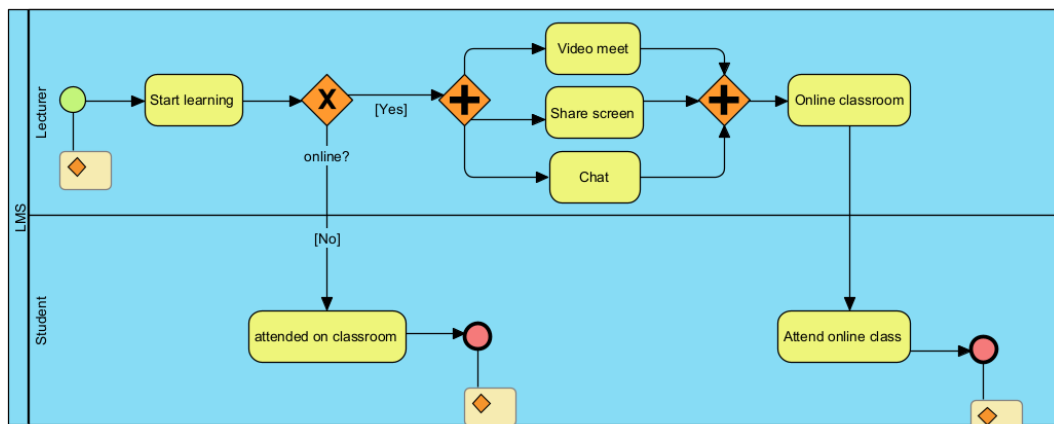
Gambar IV. 7 BPMN *as-is Course Setup*

Gambar IV. 8 menunjukkan proses bisnis *as-is* perkuliahan secara asinkron. Mahasiswa mengakses materi yang sudah ditambahkan oleh dosen pengampu pada tahapan sebelumnya, atau dapat mengerjakan tugas perkuliahan.



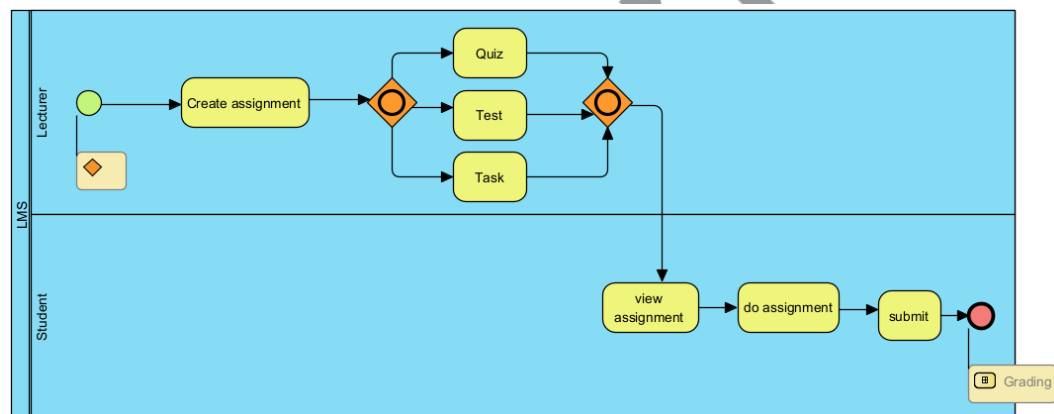
Gambar IV. 8 BPMN *as-is Asynchronous Learning*

Gambar IV. 9 menunjukkan proses bisnis *as-is* pembelajaran secara sinkron. Pembelajaran sinkron memungkinkan untuk dilakukan di dalam kelas ataupun secara online menggunakan video meeting. Potensi pengembangan pada alur aktivitas ini adalah belum adanya aktivitas pencatatan kehadiran. Pencatatan kehadiran digunakan sebagai Berita Acara Perkuliahan (BAP). Hal ini menjadi penting dalam memastikan jumlah peserta kuliah yang hadir dan kesesuaian materi pembelajaran pada tiap pertemuan.



Gambar IV. 9 BPMN *as-is Synchronous Learning*

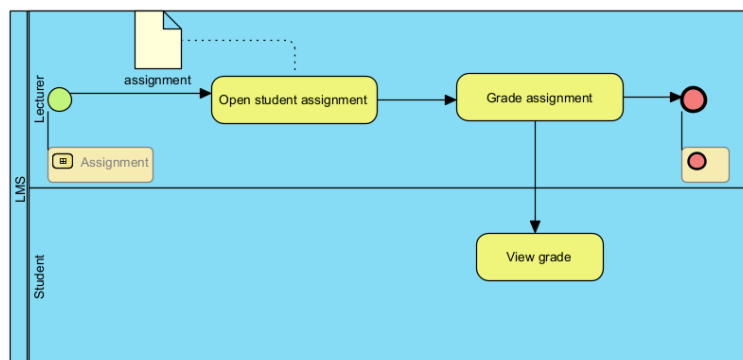
Gambar IV. 10 menunjukkan proses bisnis *as-is* untuk penugasan. Dosen pengampu akan menambahkan tugas lalu mahasiswa dapat mengakses dan mengerjakannya.



Gambar IV. 10 BPMN *as-is Assignment*

Gambar IV. 11 menunjukkan BPMN *as-is* penilaian. Aktivitas pada proses bisnis ini berfokus kepada evaluasi penugasan yang dikumpul atau telah dikerjakan oleh mahasiswa. Mahasiswa sesudahnya dapat melihat nilai dan *feedback* yang diberikan oleh dosen pengampu. Pada proses bisnis ini aktivitas pengumpulan dan perhitungan penilaian mahasiswa secara keseluruhan masih dilakukan secara manual. Terdapat potensi penambahan layanan untuk melakukan komputasi nilai

secara keseluruhan hingga dihasilkannya nilai mutu sebagai nilai akhir evaluasi mahasiswa pada mata kuliah tersebut.



Gambar IV. 11 BPMN *as-is Grading*

IV.1.2.2 Services System Analysis

Tahap ini akan melakukan analisis terhadap sistem layanan TI yang sedang berjalan saat ini yaitu sistem layanan *virtual classroom (as-is)*. Sistem ini terdiri atas *web app* pengelola *learning system (frontend)*, *service composite (backend)*, dan LMS (Moodle). Tampilan *web app* dapat dilihat pada Gambar IV. 12 dibawah ini.



Gambar IV. 12 Web app Sistem Layanan *Virtual Classroom (as-is)*

Dari tampilan *web app* tersebut dapat kita lihat terdapat beberapa layanan TI yang digunakan yaitu layanan TI pengelolaan *user*, pengelolaan mata kuliah, dan pendaftaran peserta kuliah. Berikutnya akan dilakukan identifikasi layanan TI yang tersedia pada sistem layanan *virtual classroom (as-is)* sebagai berikut.

Tabel IV. 7 Identifikasi Layanan TI Sistem Layanan *Virtual Classroom (as-is)*

No.	Kapabilitas	Endpoint	Method
Mengelola data mahasiswa			
1	Menambahkan data mahasiswa	/student	POST
2	Mengubah data mahasiswa	/student/:id	PUT
3	Menghapus data mahasiswa	/student/:id	DELETE
4	Mencari data mahasiswa	/student/:id	GET
5	Mendapatkan semua data mahasiswa	/student	GET
Mengelola data dosen			
6	Menambahkan data dosen	/lecturer	POST
7	Mengubah data dosen	/lecturer/:id	PUT
8	Menghapus data dosen	/lecturer/:id	DELETE
9	Mencari data dosen	/lecturer/:id	GET
10	Mendapatkan semua data dosen	/lecturer	GET
Mengelola data mata kuliah			
11	Menambahkan data mata kuliah	/course	POST
12	Mengubah data mata kuliah	/course/:id	PUT
13	Menghapus data mata kuliah	/course/:id	DELETE
14	Mencari data mata kuliah	/course/:id	GET
15	Mendapatkan semua data mata kuliah	/course	GET
Mengelola data jenis mata kuliah			
16	Menambahkan data mata kuliah	/category	POST
17	Mengubah data mata kuliah	/category/:id	PUT
18	Menghapus data mata kuliah	/category/:id	DELETE
19	Mencari data mata kuliah	/category/:id	GET
20	Mendapatkan semua data mata kuliah	/category	GET
Mengelola pendaftaran peserta kuliah			
21	Mendaftarkan peserta kuliah	/enroll	POST
22	Membatalkan pendaftaran peserta kuliah	/unenroll	POST

Layanan TI pada sistem layanan *virtual classroom* memanfaatkan layanan yang tersedia pada LMS (Moodle) untuk melakukan proses komposisi layanan. Berikut ini merupakan daftar *web service function* yang digunakan dalam mendukung komposisi layanan pada sistem layanan *virtual classroom (as-is)*.

Tabel IV. 8 *Web Service Function Moodle* yang digunakan pada Sistem Layanan *Virtual Classroom (as-is)*

No.	<i>Web service function moodle</i>	Deskripsi
1	core_user_create_users	<i>Web service function moodle</i> yang digunakan untuk menambahkan pengguna baru.
2	core_role_assign_role	<i>Web service function moodle</i> yang digunakan untuk <i>assign role</i> pengguna.
3	core_course_create_categories	<i>Web service function moodle</i> yang digunakan untuk menambahkan kategori mata kuliah baru.
4	core_course_create_course	<i>Web service function moodle</i> yang digunakan untuk menambahkan mata kuliah baru.
5	core_course_delete_course	<i>Web service function moodle</i> yang digunakan untuk menghapus mata kuliah.
6	enrol_manual_enrol_users	<i>Web service function moodle</i> yang digunakan untuk mendaftarkan pengguna pada suatu mata kuliah.
7	enrol_manual_unenrol_users	<i>Web service function moodle</i> yang digunakan untuk membatalkan pendaftaran pengguna pada suatu mata kuliah.

Dari hasil identifikasi layanan TI *as-is* pada sistem layanan *virtual classroom* belum ada layanan TI untuk mendapatkan nilai mata kuliah, pencatatan kehadiran (*attendance*), pengiriman notifikasi, pemetaan capaian pembelajaran, dan pelaporan (laporan berita acara perkuliahan, laporan nilai akhir mata kuliah). Pada Tabel II.1 layanan tersebut sebagai aktivitas pendukung fleksibilitas pembelajaran dan menjadi inovasi layanan sehingga diusulkan penambahan layanan sebagai berikut.

Tabel IV. 9 Penambahan Layanan yang Diusulkan

No.	Penambahan layanan yang diusulkan	Status
1.	Layanan pencatatan kehadiran	Belum tersedia
2.	Layanan pelaporan (berita acara perkuliahan, nilai akhir)	Belum tersedia
3.	Layanan pengambilan data nilai mata kuliah	Belum tersedia
4.	Layanan notifikasi	Belum tersedia
5.	Layanan pemetaan capaian pembelajaran (CPMK, CPL)	Belum tersedia

IV.1.2.3 Analisis Kesenjangan Layanan (*Service Gaps*)

Dari hasil analisis sistem layanan, tahap berikutnya yaitu melakukan analisis kesenjangan layanan pada identifikasi masalah yang ditemukan pada tahapan sebelumnya. Hasil analisis kesenjangan layanan ditunjukkan sebagai berikut.

Tabel IV. 10 Analisis Kesenjangan Layanan

No.	Layanan Bisnis	Kesenjangan Layanan (<i>Service Gaps</i>)
1	<i>User enrollment</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Belum adanya layanan notifikasi untuk mengirimkan data kredensial akun pengguna baru ke email. • Mekanisme pendaftaran pengguna baru terbatas pada <i>single input</i> belum mendukung skenario

		<p>pendaftaran pengguna secara banyak (<i>multiple input</i>).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kondisi <i>as-is</i> sistem LMS belum diimplementasi ke skenario integrasi Sistem Informasi Akademik kampus.
2	<i>Course enrollment</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Kondisi <i>as-is</i> sistem LMS belum diimplementasi ke skenario integrasi Sistem Informasi Akademik kampus. • Belum adanya layanan notifikasi yang mendukung pemberian informasi bahwa user telah berhasil terdaftar pada perkuliahan. • Belum adanya pemetaan mata kuliah terhadap kompetensi CPL dan CPMK sebagai capaian pembelajaran yang terdapat pada Permendikbudristek No. 53 Tahun 2023. • Detail pembagian jenis mata kuliah terdapat pada Lampiran C (<i>Requirement</i> Dokumen RPS Mata Kuliah), yaitu MKWU, MKWP, MKKP, MKPB, MKPs. • Belum adanya layanan untuk mengetahui relasi mata kuliah terhadap mata kuliah lain. Dalam hal ini ada 3 jenis yaitu <i>co-requisite</i>, <i>pre-requisite</i>, dan <i>hard-requisite</i> (Lampiran C).
3	<i>Course setup</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Kondisi <i>as-is</i> belum mengikuti regulasi pembelajaran yang terdapat pada Permendikbudristek No. 53 Tahun 2023. Pembelajaran memungkinkan untuk dilaksanakan dengan sistem blok, <i>weekly</i>. Sistem blok disini artinya pembelajaran berlangsung pada suatu periode tertentu dengan upaya menyelenggarakan

		<p>pembelajaran topikal (per mata kuliah). Berdasarkan beban pembelajaran, 1 sks setara dengan 45 jam pembelajaran per semester yang artinya dikonversikan pada satu minggu pembelajaran untuk mata kuliah tersebut dengan total pembelajaran 45 jam dalam satu minggu.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Detail pembagian waktu pembelajaran terdapat pada Lampiran C (<i>Requirement</i> Dokumen RPS Mata Kuliah)
4	<i>Asynchronous learning</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Kondisi <i>as-is</i> belum mengikuti regulasi pembelajaran yang terdapat pada Permendikbudristek No. 53 Tahun 2023.
5	<i>Synchronous learning</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Kondisi <i>as-is</i> belum mengikuti regulasi pembelajaran yang terdapat pada Permendikbudristek No. 53 Tahun 2023. • Belum adanya layanan pencatatan kehadiran perkuliahan. • Belum adanya laporan berita acara perkuliahan. • Kondisi <i>as-is</i> sistem LMS belum diimplementasi ke skenario integrasi Sistem Informasi Akademik kampus.
6	<i>Assignment</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Kondisi <i>as-is</i> belum mengikuti regulasi pembelajaran yang terdapat pada Permendikbudristek No. 53 Tahun 2023.
7	<i>Grading</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Kondisi <i>as-is</i> belum mengikuti regulasi pembelajaran yang terdapat pada Permendikbudristek No. 53 Tahun 2023. • Belum adanya layanan untuk mendapatkan nilai.

	<ul style="list-style-type: none"> • Proses perhitungan nilai total dan akhir masih dilakukan secara manual dengan menjumlahkan nilai yang tercatat di LMS. • Kondisi <i>as-is</i> sistem LMS belum diimplementasi ke skenario integrasi Sistem Informasi Akademik kampus.
--	--

IV.1.2.4 Identifikasi Kebutuhan Layanan Bisnis (*Business Service Requirements*)

Dari hasil analisis kesenjangan layanan pada tahapan sebelumnya, dilanjutkan proses untuk mengidentifikasi kebutuhan layanan bisnis. Daftar kebutuhan layanan bisnis ditunjukkan pada Tabel IV. 11 sebagai berikut.

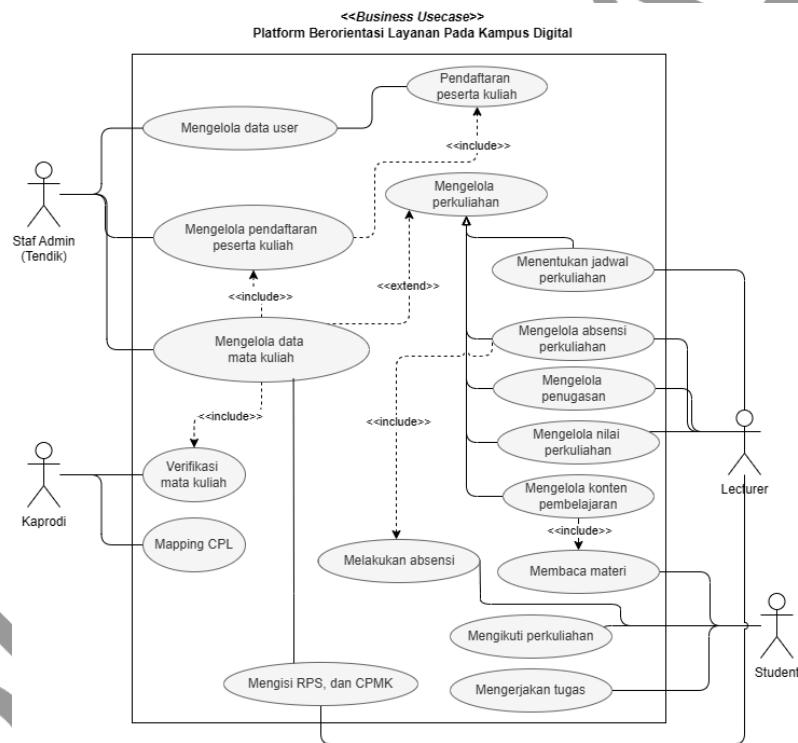
Tabel IV. 11 Identifikasi Kebutuhan Layanan Bisnis

Layanan Bisnis	Kebutuhan Layanan Bisnis (<i>Business Service Requirements</i>)	
<i>User enrollment</i>	Dibutuhkan sistem untuk mengintegrasikan dan sinkronisasi data LMS dan SIA kampus.	BSR1
	Dibutuhkan layanan notifikasi untuk mengirimkan kredensial <i>user</i> melalui google email (gmail) secara manual atau otomatis ketika berhasil membuat pengguna baru.	BSR2
<i>Course enrollment</i>	Layanan <i>course enrollment</i> ditingkatkan untuk melakukan penambahan bisnis <i>logic</i> pengiriman notifikasi ketika telah berhasil membuat menambahkan peserta kuliah. Layanan notifikasi dapat dikirimkan juga secara manual.	BSR3
	Layanan <i>course enrollment</i> ditingkatkan agar sejalan dengan regulasi Permendikbudristek No. 53 Tahun 2023	BSR4

	Dibutuhkan layanan untuk memetakan kompetensi mata kuliah	BSR5
	Dibutuhkan layanan untuk memetakan relasi mata kuliah.	BSR6
	Dibutuhkan layanan untuk memetakan jenis mata kuliah dan program studi.	BSR7
<i>Course setup</i>	Dibutuhkan peningkatan layanan pada penyusunan mata kuliah agar sejalan dengan implementasi regulasi Permendikbudristek No. 53 Tahun 2023, dan ketentuan pembagian waktu pembelajaran yang disesuaikan dan berdasarkan RPS mata kuliah.	BSR8
<i>Asynchronous learning</i>	Dibutuhkan peningkatan layanan pada <i>asynchronous learning</i> agar sejalan dengan implementasi regulasi Permendikbudristek No. 53 Tahun 2023.	BSR9
<i>Synchronous learning</i>	Dibutuhkan peningkatan layanan pada <i>synchronous learning</i> agar sejalan dengan implementasi regulasi Permendikbudristek No. 53 Tahun 2023.	BSR10
	Dibutuhkan penambahan layanan pencatatan kehadiran.	BSR11
	Dibutuhkan layanan laporan berita acara perkuliahan.	BSR12
<i>Assignment</i>	Dibutuhkan peningkatan layanan pada <i>assignment</i> agar sejalan dengan implementasi regulasi Permendikbudristek No. 53 Tahun 2023 dan RPS mata kuliah.	BSR13
<i>Grading</i>	Dibutuhkan layanan untuk mengambil data raw nilai dari LMS, menghitung, dan memetakan nilai mutu berdasarkan komponen nilai mata kuliah yang ditentukan sehingga didapatkan nilai akhir mata kuliah dalam bentuk nilai mutu.	BSR14

	Dibutuhkan layanan laporan perhitungan nilai akhir mata kuliah.	BSR15
--	---	-------

Business usecase diagram dapat digunakan sebagai pendukung untuk menentukan dan mendeskripsikan kebutuhan fungsional sistem sehingga menghasilkan kesepakatan antara pemangku kepentingan dan tim pengembangan yang membangun sistem. Diagram ini juga membantu mengilustrasikan *usecase bisnis* yang dimiliki oleh masing-masing aktor yang terlibat. *Business usecase diagram* dimodelkan pada Gambar IV. 13 sebagai berikut.



Gambar IV. 13 *Business Usecase Diagram*

IV.1.2.5 Identifikasi *IT Service Requirements*

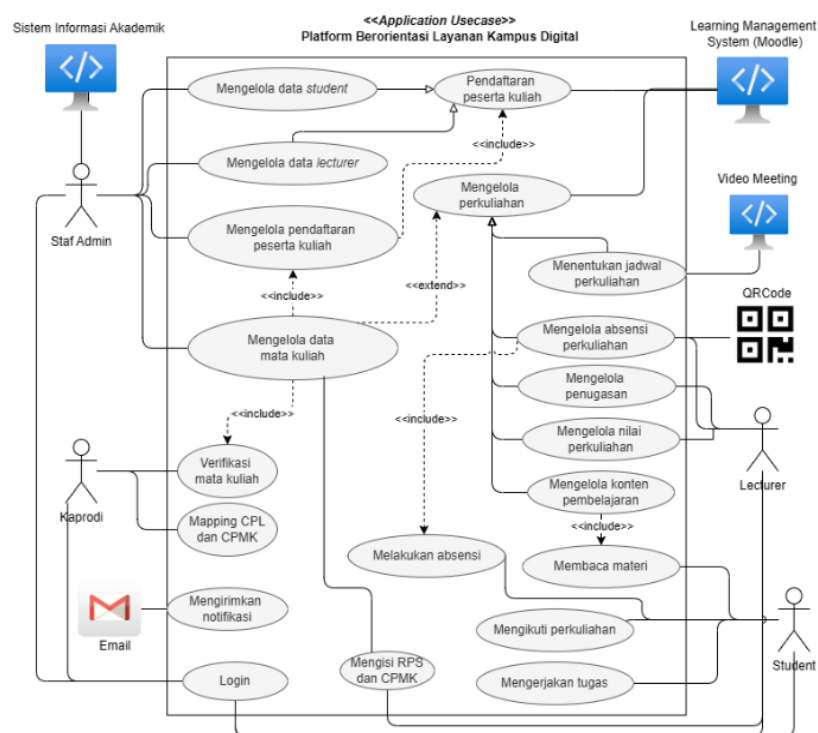
Pada tahapan sebelumnya sudah dilakukan identifikasi kebutuhan layanan bisnis. Sesuai dengan konsep komputasi layanan yaitu layanan bisnis sejalan dan didukung oleh layanan TI (Wu et al., 2015). Oleh karena itu, pada tahapan ini akan dilakukan identifikasi kebutuhan layanan TI.

Tabel IV. 12 Identifikasi Kebutuhan Layanan TI

Kebutuhan Layanan TI (<i>IT Service Requirements</i>)		<i>Business Service Requirements</i>
Dibutuhkan sistem layanan TI dalam hal ini platform berorientasi layanan untuk mengintegrasikan LMS dan SIA kampus.	ITSR1	BSR1
Dibutuhkan layanan TI notifikasi untuk mengirimkan kredensial <i>user</i> melalui google email (gmail) dan notifikasi pendaftaran peserta kuliah.	ITSR2	BSR2, BSR3
Layanan TI <i>course enrollment</i> ditingkatkan agar sejalan dengan regulasi Permendikbudristek No. 53 Tahun 2023.	ITSR3	BSR4
Dibutuhkan layanan TI untuk memetakan kompetensi mata kuliah.	ITSR4	BSR5
Dibutuhkan layanan TI untuk memetakan relasi mata kuliah.	ITSR5	BSR6
Dibutuhkan layanan TI untuk memetakan jenis mata kuliah dan program studi.	ITSR6	BSR7
Dibutuhkan peningkatan layanan TI pada <i>course setup</i> agar sejalan dengan implementasi regulasi Permendikbudristek No. 53 Tahun 2023, dan ketentuan pembagian waktu pembelajaran berdasarkan RPS mata kuliah.	ITSR7	BSR8
Dibutuhkan peningkatan layanan TI pada <i>asynchronous learning</i> agar sejalan dengan implementasi regulasi Permendikbudristek No. 53 Tahun 2023.	ITSR8	BSR9
Dibutuhkan peningkatan layanan TI pada <i>synchronous learning</i> agar sejalan dengan	ITSR9	BSR10

implementasi regulasi Permendikbudristek No. 53 Tahun 2023.		
Dibutuhkan penambahan layanan TI pencatatan kehadiran.	ITSR10	BSR11
Dibutuhkan layanan TI laporan berita acara perkuliahan, dan laporan perhitungan nilai akhir mata kuliah.	ITSR11	BSR12, BSR15
Dibutuhkan peningkatan layanan TI pada <i>assignment</i> agar sejalan dengan implementasi regulasi Permendikbudristek No. 53 Tahun 2023 dan RPS mata kuliah.	ITSR12	BSR13
Dibutuhkan layanan TI untuk mengambil data raw nilai dari LMS, menghitung, dan memetakan nilai mutu berdasarkan komponen nilai mata kuliah yang ditentukan sehingga didapatkan nilai akhir mata kuliah dalam bentuk nilai mutu.	ITSR13	BSR14

Application usecase diagram berfokus terhadap sistem perangkat lunak yang dikembangkan dengan menggambarkan bagaimana pengguna berinteraksi dengan sistem perangkat lunak pada suatu *usecase* tertentu dan mendukung identifikasi kebutuhan layanan TI. *Application usecase diagram* dimodelkan pada Gambar IV. 14 sebagai berikut.



Gambar IV. 14 Application Usecase Diagram

IV.1.3 Service Innovation

Kegiatan utama pada inovasi layanan yaitu melakukan analisis inovasi layanan bisnis, analisis inovasi layanan TI, model layanan bisnis *to-be* menggunakan BMC *to-be*, dan katalog layanan bisnis.

IV.1.3.1 Inovasi Layanan Bisnis (*Business Service Innovation*)

Dari hasil analisis proses bisnis layanan *as-is* dan identifikasi kebutuhan layanan bisnis pada tahapan sebelumnya dirumuskan inovasi layanan bisnis yang ditunjukkan pada Tabel IV. 13 sebagai berikut.

Tabel IV. 13 Inovasi Layanan Bisnis

Inovasi Layanan Bisnis (<i>Business Service Innovation</i>)	Deskripsi	Status (<i>Improve / New</i>)

<i>User enrollment</i>	BSI1	Memungkinkan untuk mendaftarkan banyak pengguna sekaligus dengan skema input <i>multiple data</i> .	<i>Improve</i>
	BSI2	Integrasi data pengguna LMS dan SIA kampus.	<i>Improve</i>
	BSI3	Penambahan layanan notifikasi untuk mengirimkan kredensial akun pengguna baru yang terdaftar ke email.	<i>New</i>
<i>Course enrollment</i>	BSI4	Integrasi data mata kuliah pada LMS dan SIA kampus.	<i>Improve</i>
	BSI5	Penambahan layanan notifikasi pendaftaran peserta kuliah.	<i>New</i>
	BSI6	Penambahan layanan pemetaan kompetensi mata kuliah (CPL dan CPMK).	<i>New</i>
	BSI7	Penambahan layanan relasi mata kuliah.	<i>New</i>
	BSI8	Perkuliahan dapat dilakukan dengan sistem blok dan <i>weekly</i> .	<i>Improve</i>
<i>Course setup</i>	BSI9	Konten materi perkuliahan disusun secara terstruktur pada LMS dengan memperhatikan kesesuaian dengan RPS (sistem blok). a. Pembelajaran terbimbing: <i>daring synchronous, luring synchronous, asynchronous</i> . b. Penugasan terstruktur: quiz, studi kasus.	<i>Improve</i>

		c. Penugasan mandiri: tugas besar proyek. d. UTS dan UAS.	
<i>Asynchronous learning</i>	BSI10	Pembelajaran asinkron mendukung pembelajaran yang dapat dilakukan dimana saja mendukung fleksibilitas pembelajaran dalam bentuk pembelajaran terbimbing. Format materi pembelajaran yang dapat digunakan yaitu ppt, pdf, word, video, url video youtube.	<i>Improve</i>
<i>Synchronous learning</i>	BSI11	Pembelajaran sinkron mendukung pembelajaran yang dapat dilakukan dimana saja (tatap muka atau <i>video meeting</i>) dalam bentuk pembelajaran terbimbing daring Penambahan layanan pencatatan kehadiran peserta kuliah.	<i>Improve</i>
	BSI12	Penambahan layanan laporan berita acara perkuliahan (BAP).	<i>New</i>
<i>Assignment</i>	BSI13	Penugasan dikelompokkan menjadi penugasan terstruktur dan penugasan mandiri.	<i>Improve</i>
<i>Grading</i>	BSI14	Penambahan layanan baru untuk mengambil data nilai.	<i>New</i>
	BSI15	Penambahan layanan komponen penilaian (<i>grade component</i>).	<i>New</i>
	BSI16	Penambahan layanan untuk melakukan komputasi nilai akhir mata kuliah berdasarkan komponen penilaian yang dipetakan pada presentase nilai-nilai	<i>New</i>

		penugasan quiz, penugasan terstruktur (<i>study case</i> , harian), penugasan mandiri (tugas besar), ujian tengah semester, dan ujian akhir semester.	
	BSI17	Penambahan layanan laporan nilai akhir mata kuliah.	<i>New</i>

IV.1.3.2 Inovasi Layanan TI (*IT Service Innovation*)

Sesuai dengan konsep komputasi layanan, jika terdapat inovasi pada layanan bisnis maka terdapat juga inovasi terhadap layanan TI. Pada bagian ini akan dijelaskan daftar inovasi layanan TI pada Tabel IV. 14 sebagai berikut.

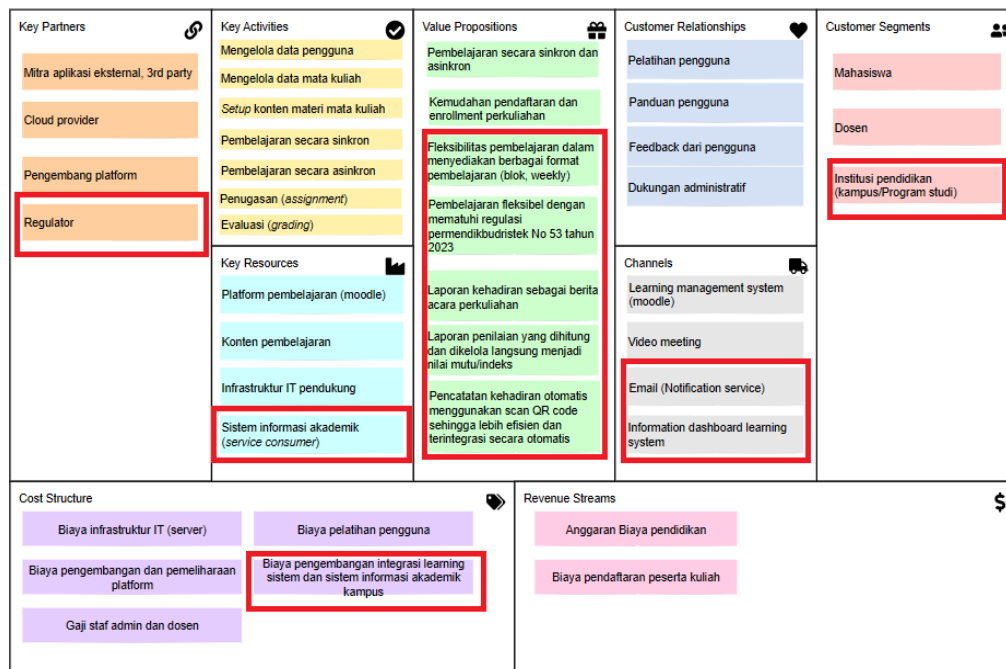
Tabel IV. 14 Daftar Inovasi Layanan TI

Inovasi Layanan TI (<i>IT Service Innovation</i>)		<i>Business Service Innovation</i>	Deskripsi
<i>User enrollment</i>	ITSI1	BSI1-BSI3	Penambahan layanan TI mengirimkan notifikasi kredensial akun <i>user</i> melalui google mail (gmail), integrasi data <i>user</i> dan peningkatan mekanisme pendaftaran banyak pengguna.
<i>Course enrollment</i>	ITSI2	BSI4-BSI8	Integrasi data <i>course</i> pada AIS dan LMS, penambahan layanan TI berupa notifikasi pendaftaran peserta kuliah, pemetaan data kompetensi mata kuliah (CPL dan CPMK), jenis mata kuliah, dan relasi mata kuliah. Memungkinkan perkuliahan dapat dijalankan dalam format blok atau <i>weekly</i> .

<i>Course setup</i>	ITSI3	BSI9	Peningkatan struktur konten perkuliahan yang disusun secara terstruktur pada LMS dengan memperhatikan kesesuaian dengan RPS dan regulasi Permendikbudristek No. 53 Tahun 2023.
<i>Asynchronous learning</i>	ITSI4	BSI10	Peningkatan pembelajaran yang disusun dalam bentuk pembelajaran terbimbing secara asinkron.
<i>Synchronous learning</i>	ITSI5	BSI11- BSI12	Peningkatan pembelajaran yang disusun dalam bentuk pembelajaran terbimbing sinkron (daring), dan penambahan layanan TI untuk pencatatan kehadiran dan laporan berita acara perkuliahan (BAP).
<i>Assignment</i>	ITSI6	BSI13	Layanan TI penugasan dikelompokkan menjadi penugasan terstruktur dan mandiri.
<i>Grading</i>	ITSI7	BSI14- BSI17	Penambahan layanan TI untuk mendapatkan data nilai, nilai akhir, komponen penilaian, dan laporan nilai akhir mata kuliah.

IV.1.3.3 *Business Service Model (to-be)*

Dari hasil daftar inovasi layanan bisnis dan inovasi layanan TI diperoleh identifikasi model layanan bisnis *to-be* pada platform berorientasi layanan pada kampus digital yang dimodelkan dengan alat bantu *BMC to-be* pada Gambar IV. 15 sebagai berikut.



Gambar IV. 15 BMC *to-be* Platform Berorientasi Layanan Pada Kampus Digital

Terlihat terdapat beberapa penambahan seperti pada elemen *key partner* yaitu berupa regulator (Permendikbudristek No. 53 Tahun 2023). *Key resource* berupa sistem informasi akademik kampus yang akan memanfaatkan layanan yang disediakan oleh platform yang dibangun nanti. *Channel* berupa web aplikasi untuk menampilkan, memonitoring data, dan pengelolaan platform yang dibangun, dan *value proposition* berupa pemberian fleksibilitas pembelajaran dengan mematuhi terhadap regulasi, dan penambahan layanan laporan kehadiran, nilai akhir, dan pencatatan kehadiran otomatis.

IV.1.3.4 Katalog Layanan Bisnis (*Business Service Catalogue*)

Berdasarkan identifikasi inovasi layanan bisnis dan TI pada tahapan sebelumnya maka dihasilkan katalog layanan bisnis pada pengembangan platform berorientasi layanan kampus digital yang ditunjukkan pada Tabel IV. 15 sebagai berikut.

Tabel IV. 15 Katalog Layanan Bisnis

No.	Layanan	Deskripsi
1	<i>User enrollment</i>	Layanan dengan tujuan utama untuk mengelola data pengguna di AIS dan LMS yang terintegrasi.
2	<i>Course enrollment</i>	Layanan dengan tujuan utama untuk mengelola mata kuliah, dan pendaftaran mata kuliah yang terintegrasi pada AIS dan LMS.
3	<i>Course setup</i>	Layanan dengan tujuan utama untuk menyiapkan materi perkuliahan sebelum dilakukan aktivitas pembelajaran.
4	<i>Asynchronous learning</i>	Layanan dengan tujuan utama mahasiswa melakukan pembelajaran secara asinkron dengan memanfaatkan <i>resource</i> pembelajaran yang telah disediakan oleh dosen pengampu.
5	<i>Synchronous learning</i>	Layanan dengan tujuan utama pembelajaran secara sinkron. Layanan ini memanfaatkan pencatatan kehadiran dan <i>video meeting</i> .
6	<i>Assignment</i>	Layanan dengan tujuan untuk menambahkan penugasan, mengerjakan, dan mengumpulkan tugas.
7	<i>Grading</i>	Layanan dengan tujuan untuk melakukan evaluasi penugasan dengan hasil berupa nilai, dan nilai tersebut diakumulasi dan dihitung berdasarkan komponen penilaian sehingga dihasilkan nilai akhir dalam bentuk nilai mutu.

IV.2 Modeling

Tahapan *modeling* merupakan tahapan yang sangat penting sebelum dilakukan pengembangan pada platform. Tahapan *modeling* bertujuan untuk memodelkan

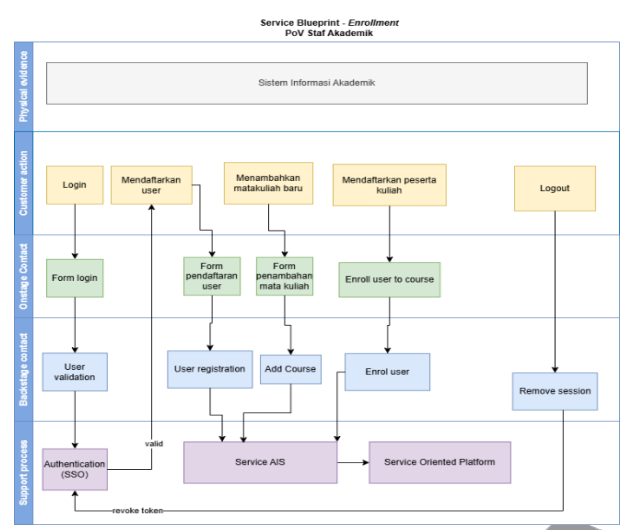
layanan bisnis, layanan TI, dan arsitektur sistem layanan sebagai referensi dari pengembangan platform berorientasi layanan pada kampus digital.

IV.2.1 Pemodelan Layanan Bisnis (*Business Service Modeling*)

Pemodelan layanan bisnis bertujuan untuk mengidentifikasi kandidat layanan dan inovasi layanan. Pemodelan layanan bisnis dapat dilakukan menggunakan alat bantu *service blueprint* dan *business process model notation* (BPMN).

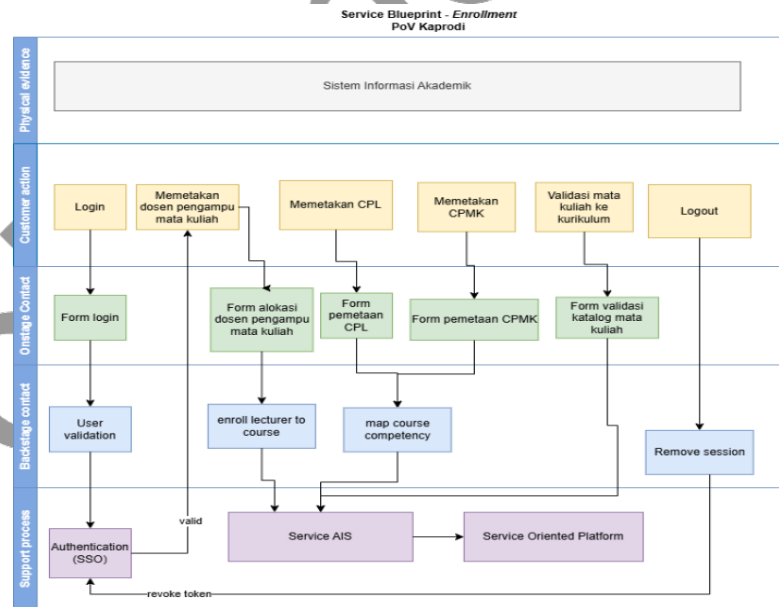
IV.2.1.1 *Service Blueprint*

Service blueprint merupakan alat yang ampuh untuk meningkatkan desain dan penyampaian layanan. *Service blueprint* ini mendorong pendekatan yang berfokus pada pelanggan dan mendorong inovasi dengan menjelaskan seluk-beluk proses layanan. *Service blueprint* digunakan sebagai alat bantu dalam merencanakan, menggambarkan serta menganalisis proses layanan. Menggunakan pendekatan yang berfokus kepada pengguna untuk membantu dalam identifikasi inovasi layanan dan peningkatan layanan dalam memahami, memperbaiki, dan mengoptimalkan. *Service blueprint* terdiri atas beberapa layer yaitu *physical evidence*, *customer action*, *onstage contact*, *backstage contact*, dan *support process* atau sistem layanan (Bitner et al., 2008). Gambar IV. 16 memodelkan *service blueprint enrollment* dengan sudut pandang pengguna staf akademik. Aksi yang dapat dilakukan oleh staf dipetakan pada layer *customer action* yaitu mampu menambahkan *user*, membantu dalam pengelolaan data mata kuliah, dan pendaftaran peserta mata kuliah.



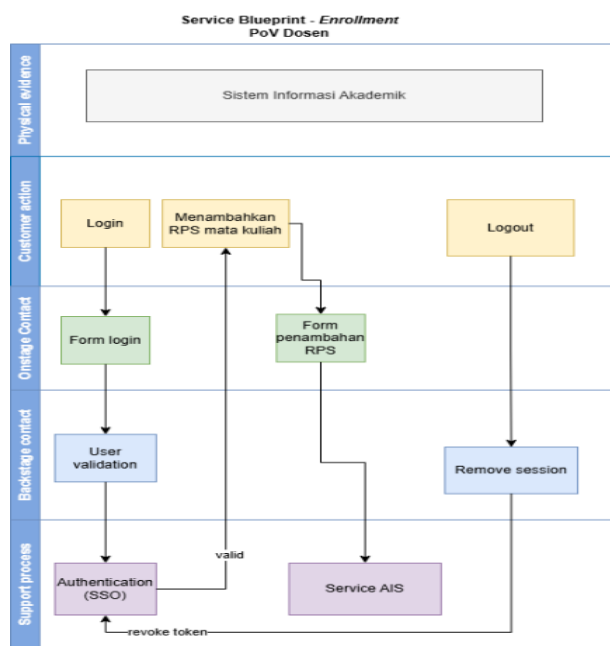
Gambar IV. 16 *Service Blueprint Enrollment PoV Staf Akademik (Tendik)*

Pada Gambar IV. 17 dimodelkan *service blueprint enrollment* dengan sudut pandang pengguna kaprodi. Aksi yang dapat dilakukan oleh kaprodi yaitu memetakan dosen pengampu mata kuliah CPL, CPMK pada mata kuliah dan melakukan validasi mata kuliah ke kurikulum. Aksi ini dilakukan di sistem informasi akademik (SIA).



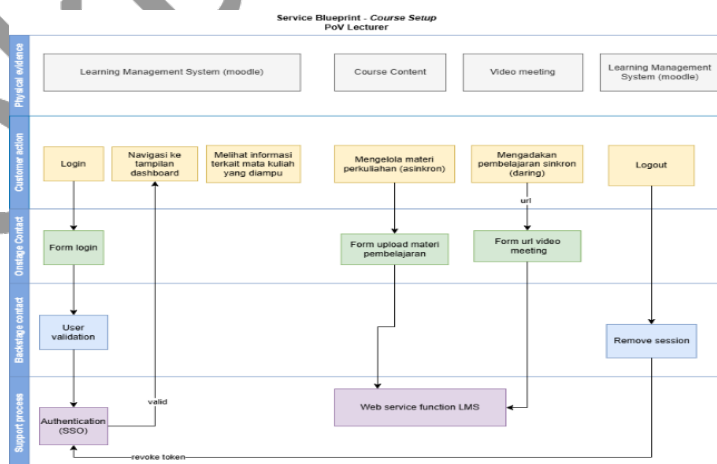
Gambar IV. 17 *Service Blueprint Enrollment PoV Kaprodi*

Pada Gambar IV. 28. dimodelkan *service blueprint enrollment* dengan sudut pandang pengguna dosen. Aksi yang dapat dilakukan oleh dosen pada sistem informasi akademik yaitu menambahkan RPS mata kuliah.



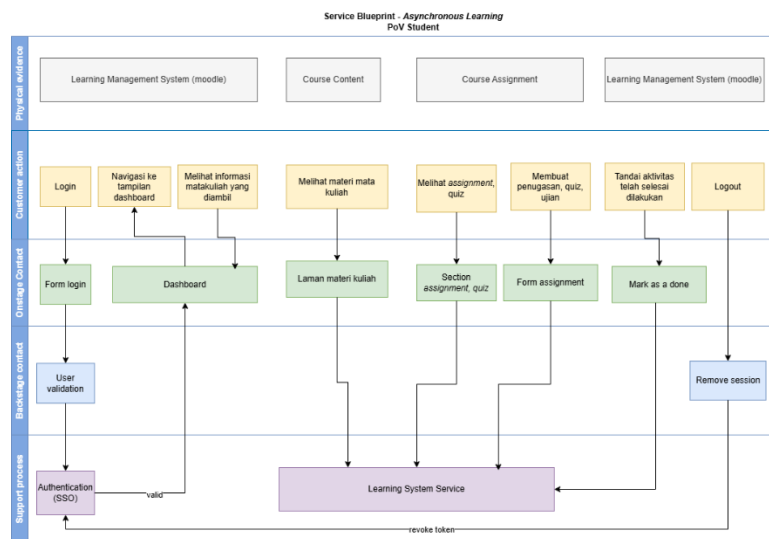
Gambar IV. 18 *Service Blueprint Enrollment PoV Dosen*

Pada Gambar IV. 19. dimodelkan *service blueprint course setup* dengan sudut pandang pengguna dosen. Aksi yang dapat dilakukan oleh dosen pada LMS yaitu materi pembelajaran dan persiapan link untuk video meeting.



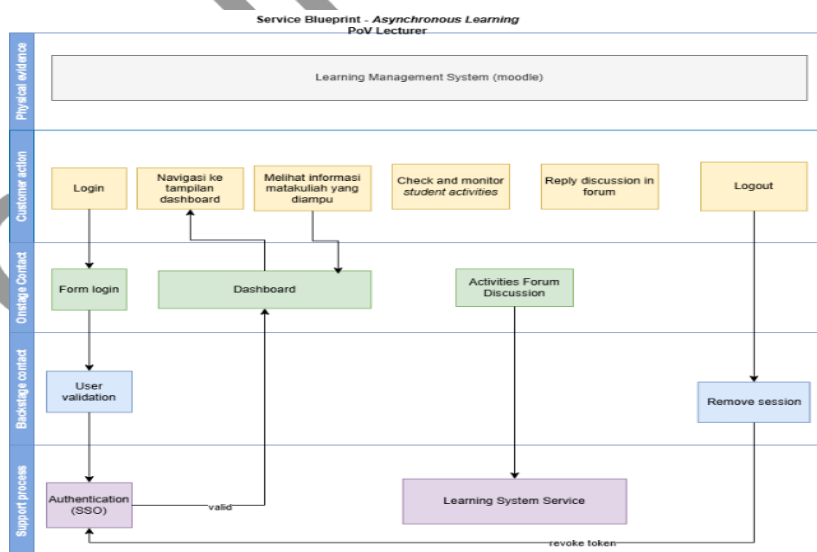
Gambar IV. 19 *Service Blueprint Course Setup – PoV Lecturer*

Pada Gambar IV. 20 dimodelkan *service blueprint asynchronous learning* dengan sudut pandang pengguna mahasiswa. Aksi yang dapat dilakukan oleh mahasiswa pada LMS yaitu melihat tugas, materi, dan menyelesaikan aktivitas pembelajaran.



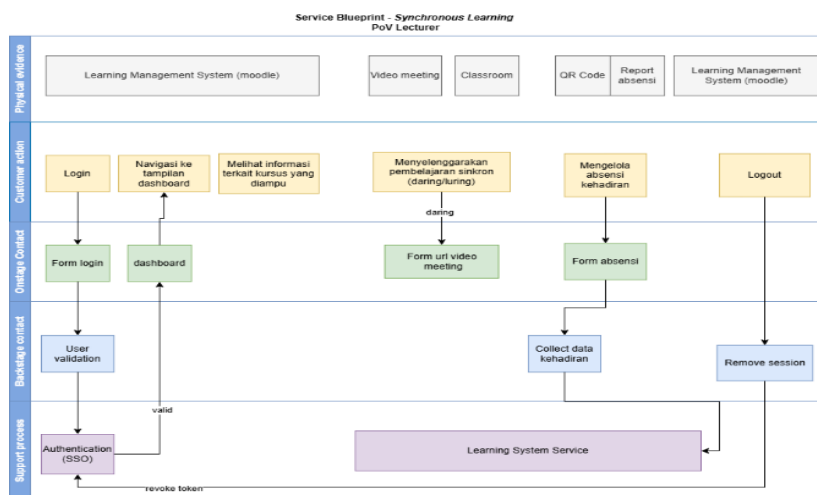
Gambar IV. 20 Service Blueprint Asynchronous Learning PoV Mahasiswa

Pada Gambar IV. 21 dimodelkan *service blueprint asynchronous learning* dengan sudut pandang pengguna dosen. Aksi yang dapat dilakukan oleh dosen pada LMS yaitu memonitoring aktivitas pembelajaran mahasiswa dan forum diskusi.



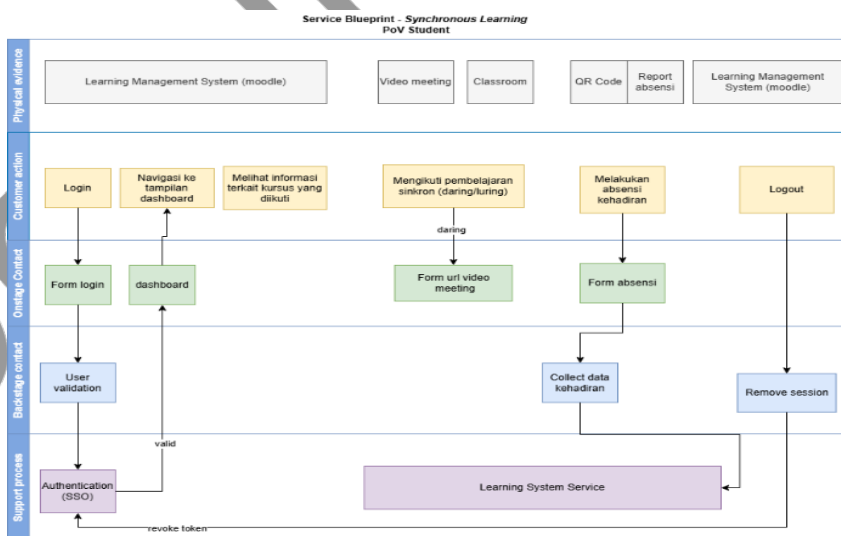
Gambar IV. 21 Service Blueprint Asynchronous Learning PoV Lecturer

Pada Gambar IV. 22 dimodelkan *service blueprint synchronous learning* dengan sudut pandang pengguna dosen. Aksi yang dapat dilakukan oleh dosen pada LMS yaitu menyelenggarakan pembelajaran daring, atau luring secara sinkron dan mengelola absensi kehadiran.



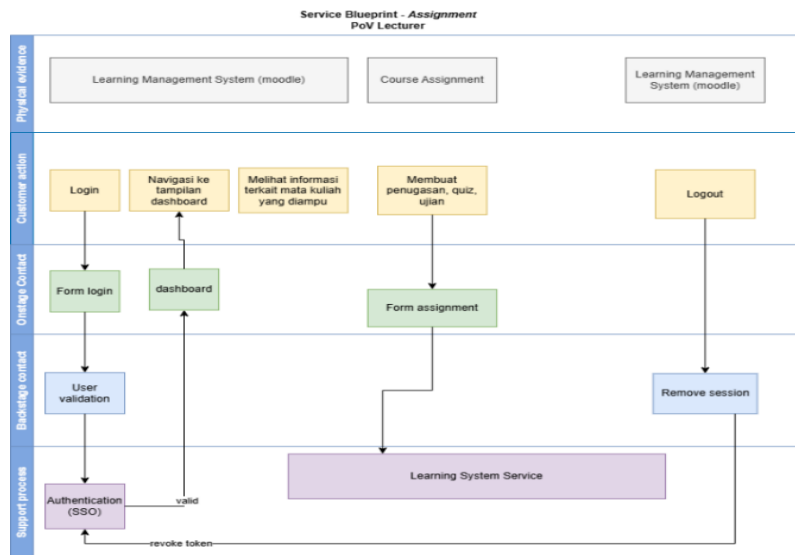
Gambar IV. 22 *Service Blueprint Synchronous Learning PoV Lecturer*

Pada Gambar IV. 23 dimodelkan *service blueprint synchronous learning* dengan sudut pandang pengguna mahasiswa. Aksi yang dapat dilakukan oleh mahasiswa pada LMS yaitu mengikuti pembelajaran secara sinkron, dan melakukan absensi.



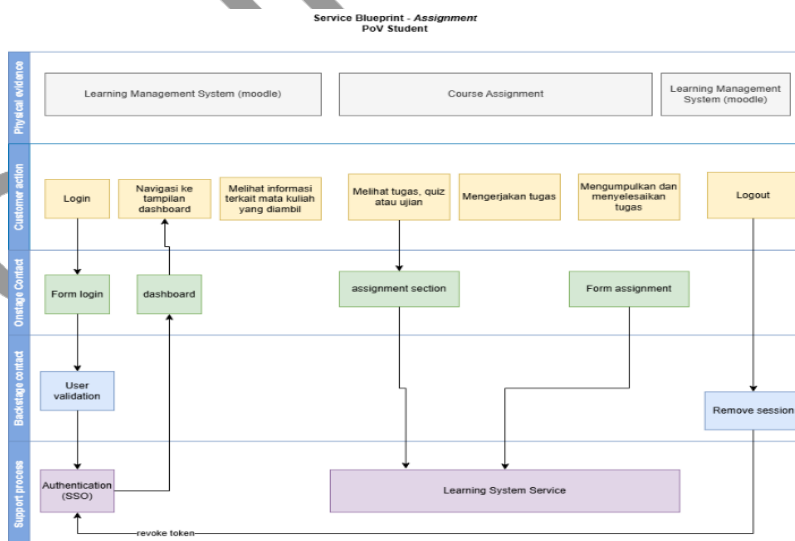
Gambar IV. 23 *Service Blueprint Synchronous Learning PoV Mahasiswa*

Pada Gambar IV. 24 dimodelkan *service blueprint assignment* dengan sudut pandang pengguna dosen. Aksi yang dapat dilakukan oleh dosen pada LMS yaitu membuat penugasan.



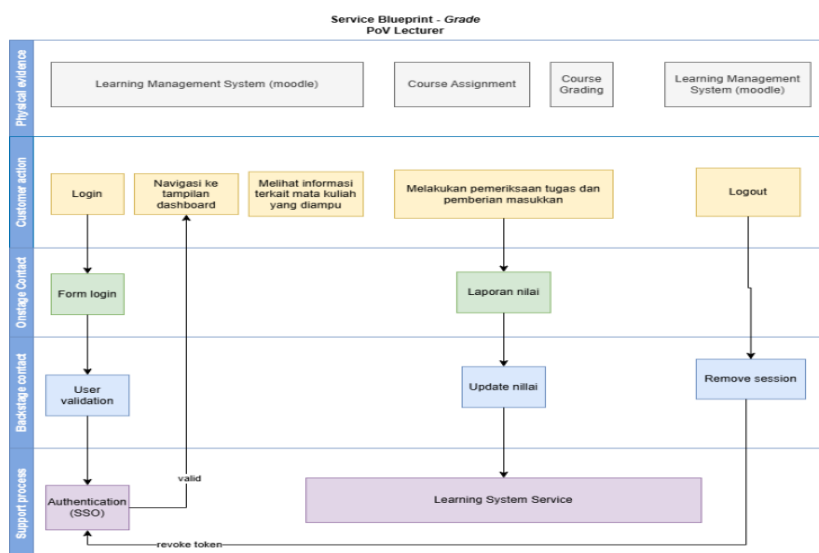
Gambar IV. 24 *Service Blueprint Assignment PoV Lecturer*

Pada Gambar IV. 25 dimodelkan *service blueprint assignment* dengan sudut pandang pengguna mahasiswa. Aksi yang dapat dilakukan oleh mahasiswa pada LMS yaitu mengerjakan tugas, quiz, ataupun ujian.



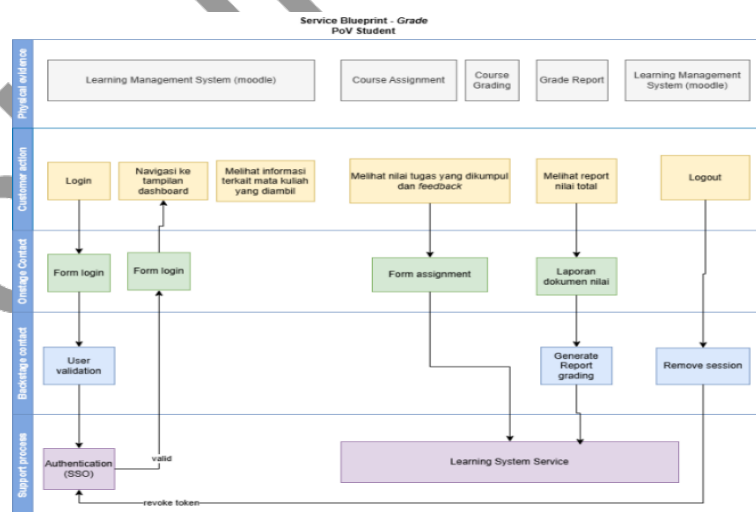
Gambar IV. 25 *Service Blueprint Assignment PoV Student*

Pada Gambar IV. 26 dimodelkan *service blueprint grade* dengan sudut pandang pengguna dosen. Aksi yang dapat dilakukan oleh dosen pada LMS yaitu melakukan pemeriksaan tugas, pemberian masukan dan melakukan penilaian.



Gambar IV. 26 *Service Blueprint Grade PoV Lecturer*

Pada Gambar IV. 27 dimodelkan *service blueprint grade* dengan sudut pandang pengguna mahasiswa. Aksi yang dapat dilakukan oleh mahasiswa pada LMS yaitu melihat nilai, masukkan, dan laporan nilai akhir.

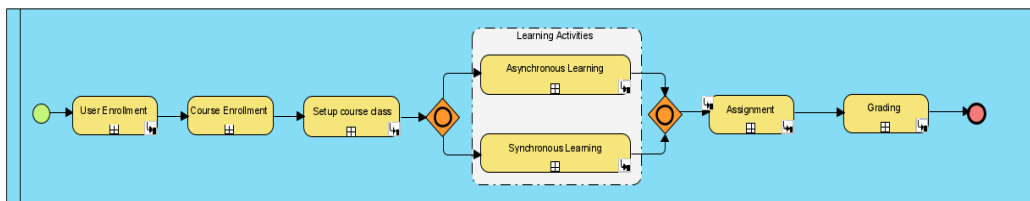


Gambar IV. 27 *Service Blueprint Grade PoV Student*

Dari desain *service blueprint* yang sudah dihasilkan dengan orientasi kepada *customer action* maka memungkinkan terciptanya suatu inovasi layanan baru yang dapat dikembangkan. Selain menemukan potensi inovasi layanan pada *service blueprint* akan dicoba dipertajam dari proses penurunan inovasi layanan dari kapabilitas aktivitas layanan yang dilakukan menggunakan pemodelan BPMN pada tahap selanjutnya.

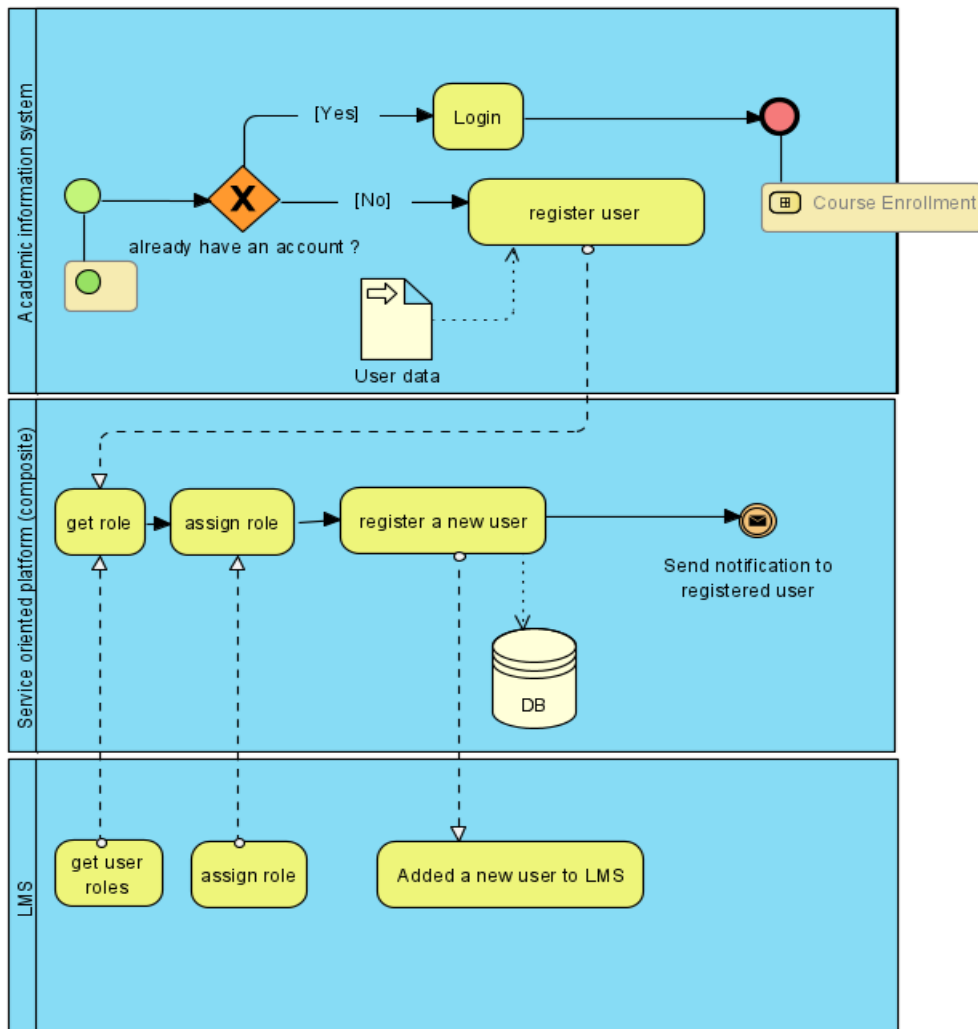
IV.2.1.2 Pemodelan Proses Bisnis (*Business Process Modeling*)

Proses bisnis *to-be* dimodelkan menggunakan BPMN (*Business Process Model Notation*). Pemodelan proses bisnis bertujuan untuk mengidentifikasi inovasi layanan. Proses bisnis utama perkuliahan pada kampus digital dimodelkan pada Gambar IV. 28 sebagai berikut yang berisikan serangkaian aktivitas utama pada *value chain diagram* yang telah didefinisi pada tahapan sebelumnya.



Gambar IV. 28 BPMN Proses Bisnis Utama

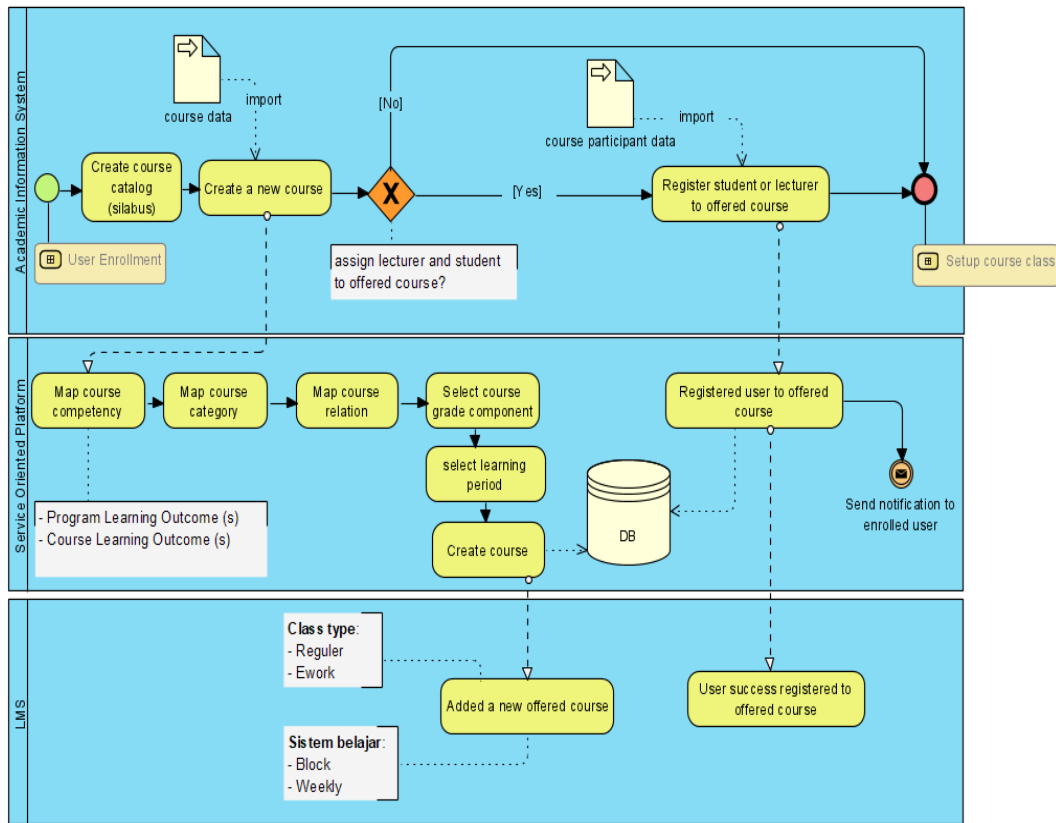
Proses bisnis utama terdiri atas beberapa serangkaian aktivitas *subprocess* yang dapat *breakdown* menjadi bagian *task* yang lebih detail. Pada Gambar IV. 29 merupakan detail aktivitas dari *subprocess user enrollment to-be*.



Gambar IV. 29 BPMN to-be User Enrollment

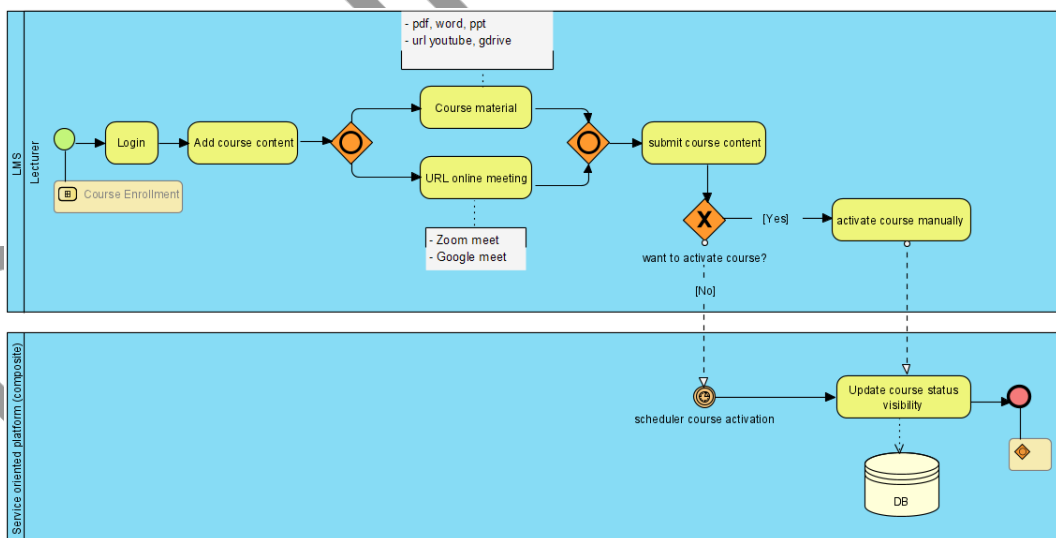
Proses pendaftaran pengguna baru membutuhkan *role id* yang terdapat pada LMS, dan tahapan berikutnya akan melakukan *assign role*. Ketika pengguna berhasil didaftarkan pada sistem, maka akan dikirimkan notifikasi kepada pengguna berupa kredensial akun.

Gambar IV. 30 menunjukkan proses pembuatan mata kuliah *to-be* dari SIA sehingga berhasil tersedia di LMS. Selain melakukan pembuatan mata kuliah juga melakukan pendaftaran peserta kuliah pada suatu mata kuliah yang sudah dibuat. Peserta kuliah yang telah berhasil terdaftar maka akan menerima email (gmail) notifikasi dari sistem.



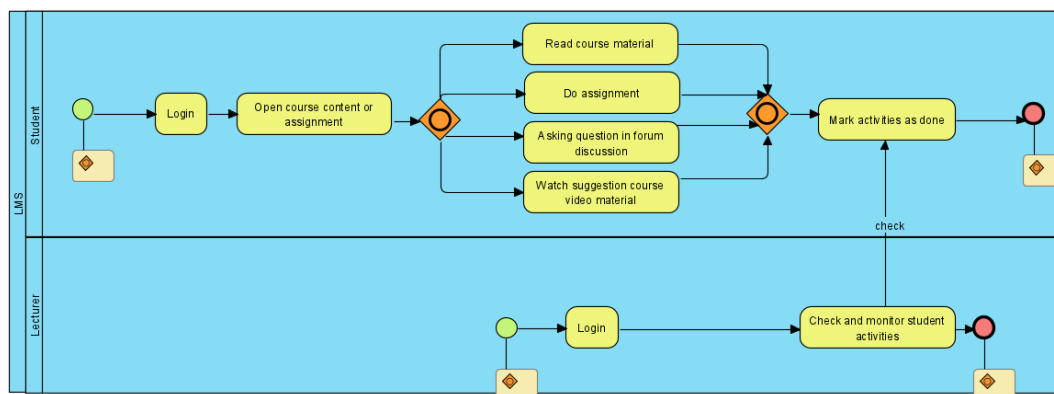
Gambar IV. 30 BPMN *to-be Course Enrollment*

Gambar IV. 31 menunjukkan proses bisnis penyusunan materi perkuliahan *to-be* yang dilakukan oleh dosen pengampu pada LMS.



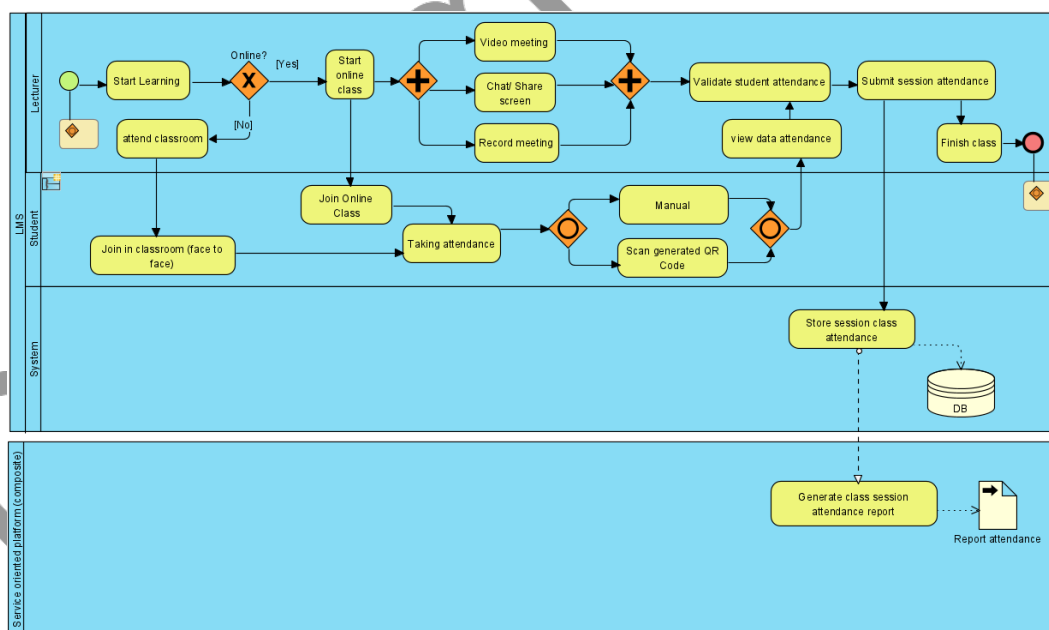
Gambar IV. 31 BPMN *to-be Course Setup*

Setelah melalui proses bisnis *course setup* tahapan selanjutnya yaitu *learning activities* yang dibagi menjadi dua bagian yaitu *asynchronous learning to-be* (Gambar IV. 32) dan *synchronous learning to-be* (Gambar IV. 33).



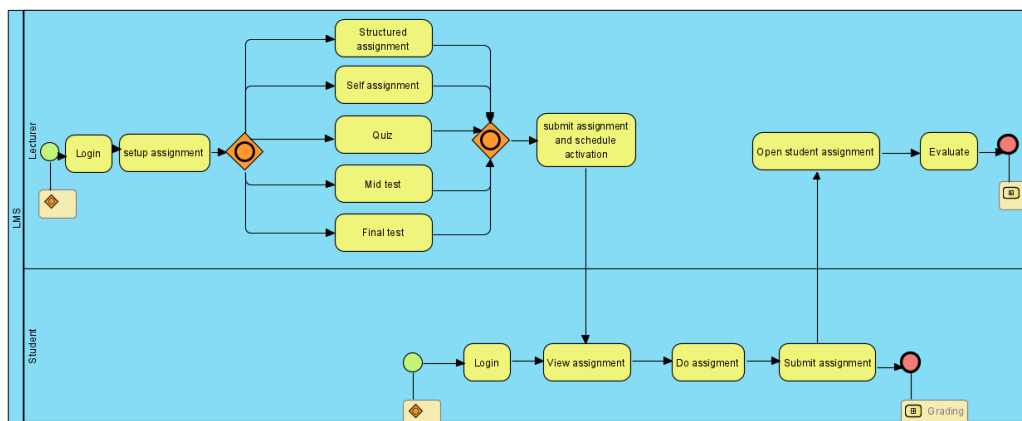
Gambar IV. 32 BPMN *to-be Asynchronous Learning*

Pada proses bisnis *to-be synchronous learning* terdapat aktivitas tambahan yaitu pencatatan kehadiran yang dapat dilakukan secara manual ataupun menggunakan *scan QRCode*. Aktivitas ini dapat mempermudah pencatatan kehadiran dan memungkinkan membuat laporan berita acara perkuliahan.



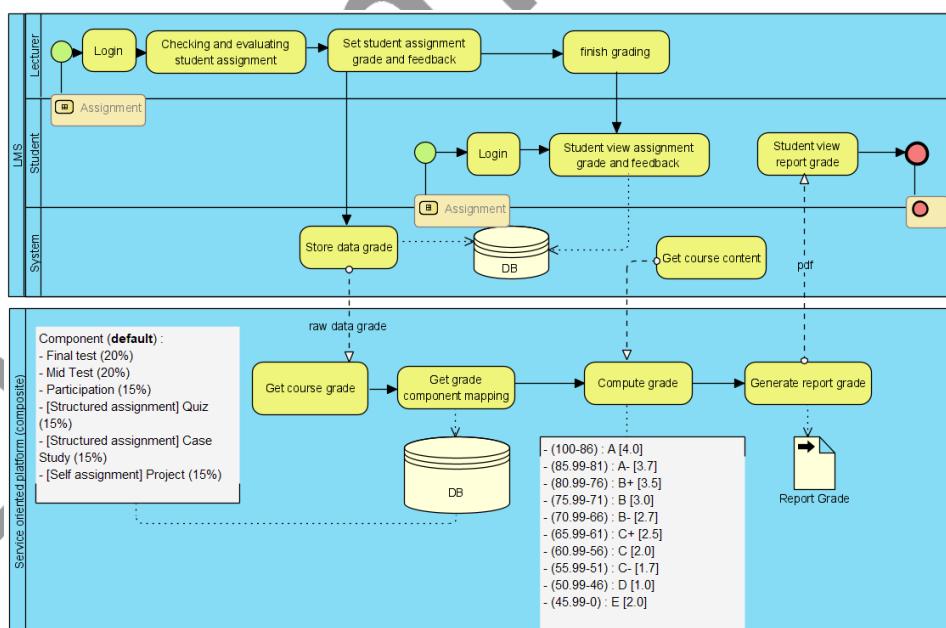
Gambar IV. 33 BPMN *to-be Synchronous Learning*

Gambar IV. 34 menunjukkan proses bisnis *to-be assignment* yang melibatkan *lecturer* dan *student*.



Gambar IV. 34 BPMN to-be Assignment

Gambar IV. 35 menunjukkan BPMN *to-be grading*. Terdapat beberapa penambahan aktivitas pada alur BPMN seperti proses komputasi nilai, pembuatan laporan nilai, dan pemetaan komponen penilaian. Nilai *component* dan nilai mutu yang digunakan dapat mengadopsi dari nilai yang digunakan pada instansi studi kasus.



Gambar IV. 35 BPMN to-be Grading

IV.2.1.3 Pemodelan Kapabilitas Layanan Bisnis

Setelah melakukan pemodelan proses bisnis *to-be* pada tahap sebelumnya, tahap selanjutnya adalah melakukan dekomposisi proses bisnis dengan pendekatan *functional decomposition*. Pendekatan dekomposisi layanan ini bertujuan untuk mendapatkan *service capabilities* dan nantinya berupa kandidat layanan (Erl. T, 2017).

Tabel IV. 16 Dekomposisi Proses Bisnis *User Enrollment*

No	Aktivitas	Dekomposisi Aktivitas Layanan	<i>Business Service Capabilities</i>
1	<i>Login</i>	1.1 Masuk ke dalam sistem	1.1 <i>user authentication</i>
		1.2 Keluar dari sistem	1.2 <i>user authentication</i>
2	Melakukan registrasi pengguna	2.1 Menambahkan data user	2.1 <i>user management</i>
		2.2 Menghapus data user	2.2 <i>user management</i>
		2.3 Mengedit data user	2.3 <i>user management</i>
		2.4 Mendapatkan data user	2.4 <i>user management</i>
		2.5 Mendapatkan data user berdasarkan id	2.5 <i>user management</i>
3	Mendapatkan <i>role</i> pengguna	3.1 Mendapatkan data <i>role</i> yang tersedia	3.1 <i>role management</i>
4	<i>Assign role</i>	4.1 Melakukan <i>assign</i> role kepada data pengguna	4.1 <i>role management</i>
5	<i>Send notification</i>	5.1 Melakukan pengiriman notifikasi email akun kredensial pengguna	5.1 <i>notification</i>

Tabel IV. 17 Dekomposisi Proses Bisnis Course Enrollment

No	Aktivitas	Dekomposisi Aktivitas Layanan	<i>Business Service Capabilities</i>
1	<i>Course catalog</i>	1.1 Menambahkan data <i>course catalog</i>	1.1 <i>course catalog</i>
		1.2 Mendapatkan data <i>course catalog</i>	1.2 <i>course catalog</i>
		1.3 Menghapus data <i>course catalog</i>	1.3 <i>course catalog</i>
		1.4 Mengubah data <i>course catalog</i>	1.4 <i>course catalog</i>
		1.5 Mendapatkan data <i>course catalog</i> berdasarkan id	1.5 <i>course catalog</i>
2	<i>Create a new course</i>	2.1 Menambahkan data <i>course</i>	2.1 <i>course management</i>
		2.2 Mendapatkan data <i>course</i>	2.2 <i>course management</i>
		2.3 Menghapus data <i>course</i>	2.3 <i>course management</i>
		2.4 Mengubah data <i>course</i>	2.4 <i>course management</i>
		2.5 Mendapatkan data <i>course</i> berdasarkan id	2.5 <i>course management</i>
3	<i>Map Course Competency</i>	3.1 Menambahkan CPL	3.1 <i>course competency</i>
		3.2 Mendapatkan CPL	3.2 <i>course competency</i>
		3.3 Menghapus CPL	3.3 <i>course competency</i>
		3.4 Mengubah CPL	3.4 <i>course competency</i>

		3.5 Mendapatkan CPL berdasarkan id	3.5 <i>course competency</i>
		3.6 Menambahkan CPMK ke CPL	3.6 <i>course competency</i>
		3.7 Menghapus CPMK di CPL	3.7 <i>course competency</i>
		3.8 Menghapus CPMK dari mata kuliah	3.8 <i>course competency</i>
		3.9 Mendapatkan daftar CPMK pada CPL	3.9 <i>course competency</i>
		3.10 Mendapatkan CPMK berdasarkan id <i>course</i>	3.10 <i>course competency</i>
		3.11 Mengubah CPMK	3.11 <i>course competency</i>
		3.12 Menambahkan CPMK ke mata kuliah	3.12 <i>course competency</i>
4	<i>Map course category</i>	4.1 Menambahkan data jenis mata kuliah	4.1 <i>course category</i>
		4.2 Menghapus data jenis mata kuliah	4.2 <i>course category</i>
		4.3 Mendapatkan data jenis mata kuliah	4.3 <i>course category</i>
		4.4 Mengubah data jenis mata kuliah	4.4 <i>course category</i>
		4.5 Mendapatkan data jenis mata kuliah berdasarkan id	4.5 <i>course category</i>
		4.6 Mendapatkan data program studi	4.5 <i>study program</i>
5	<i>Map course relation</i>	5.1 Menambahkan data <i>course relation</i>	5.1 <i>course relation</i>
		5.2 Menghapus data <i>course relation</i>	5.2 <i>course relation</i>

		5.3 Mendapatkan data <i>course relation</i>	5.3 <i>course relation</i>
		5.4 Mengubah data <i>course relation</i>	5.4 <i>course relation</i>
		5.5 Mendapatkan data <i>course relation</i> berdasarkan id	5.5 <i>course relation</i>
6	<i>Select course grade component</i>	6.1 Menambahkan data <i>course grade component</i>	6.1 <i>course grade component</i>
		6.2 Menghapus data <i>course grade component</i>	6.2 <i>course grade component</i>
		6.3 Mendapatkan data <i>course grade component</i>	6.3 <i>course grade component</i>
		6.4 Mengubah data <i>course grade component</i>	6.4 <i>course grade component</i>
		6.5 Mendapatkan data <i>course grade component</i> berdasarkan id	6.5 <i>course grade component</i>
7	<i>Select learning period</i>	7.1 Menambahkan data <i>learning period</i>	7.1 <i>learning period</i>
		7.2 Menghapus data <i>learning period</i>	7.2 <i>learning period</i>
		7.3 Mendapatkan data <i>learning period</i>	7.3 <i>learning period</i>
		7.4 Mengubah data <i>learning period</i>	7.4 <i>learning period</i>
		7.5 Mendapatkan data <i>learning period</i> berdasarkan id	7.5 <i>learning period</i>
8	<i>Register student or lecturer</i>	8.1 Menambahkan peserta kuliah	8.1 <i>Course enrollment</i>

		8.2 Membatalkan peserta kuliah	8.1 <i>Course enrollment</i>
		8.3 Mendapatkan data peserta kuliah terdaftar	8.1 <i>Course enrollment</i>
		8.4 Mendapatkan data mata kuliah terdaftar	8.1 <i>Course enrollment</i>
9	<i>Send notification</i>	9.1 Mengirimkan notifikasi informasi peserta kuliah berhasil terdaftar	9.1 Notification

Tabel IV. 18 Dekomposisi Proses Bisnis *Course Setup*

No	Aktivitas	Dekomposisi Aktivitas Layanan	<i>Business Service Capabilities</i>
1	<i>Add course content</i>	1.1 Menambahkan <i>course content</i>	1.1 <i>course content</i>
		1.2 Mendapatkan <i>course content</i>	1.2 <i>course content</i>
2	<i>Activate course manually</i>	2.1 Mengubah status <i>course</i>	2.1 <i>course management</i>
3	<i>Scheduler course activation</i>	3.1 Mengubah status <i>course</i> secara terjadwal aktif mata kuliah	2.1 <i>course management</i>

Tabel IV. 19 Dekomposisi Proses Bisnis *Synchronous Learning*

No	Aktivitas	Dekomposisi Aktivitas Layanan	<i>Business Service Capabilities</i>
1	<i>Join online class</i>	1.1 <i>Attend online class</i>	1.1 <i>course class</i>

2	<i>Join in classroom</i>	2.1 <i>Attend offline class</i>	2.1 <i>course class</i>
3	<i>Taking attendance</i>	3.1 <i>Manual attendance</i>	2.1 <i>course attendance</i>
		3.2 <i>Scan QR Code attendance</i>	3.2 <i>course attendance</i>
		3.3 <i>Validate student attendance</i>	3.3 <i>course attendance</i>
4	<i>Store session class</i>	4.1 <i>Save session class</i>	4.1 <i>course attendance</i>
		4.2 <i>Mendapatkan data absensi perkuliahan berdasarkan course id</i>	4.2 <i>course attendance</i>
		4.3 <i>Mendapatkan data absensi perkuliahan berdasarkan session id</i>	4.3 <i>course attendance</i>
5	<i>Generate class session report attendance</i>	5.1 <i>Generate report class session attendance</i>	5.1 <i>course report attendance</i>

Tabel IV. 20 Dekomposisi Proses Bisnis *Asynchronous Learning*

No	Aktivitas	Dekomposisi Aktivitas Layanan	<i>Business Service Capabilities</i>
1	<i>Open course content</i>	1.1 <i>Mendapatkan course content</i>	1.1 <i>course content</i>
2	<i>Mark activities as done</i>	2.1 <i>Mark course activity as done</i>	2.1 <i>course activity</i>
3	<i>Check or monitor activity progress</i>	3.1 <i>Mendapatkan progress activity student</i>	2.2 <i>course activity</i>

Tabel IV. 21 Dekomposisi Proses Bisnis *Assignment*

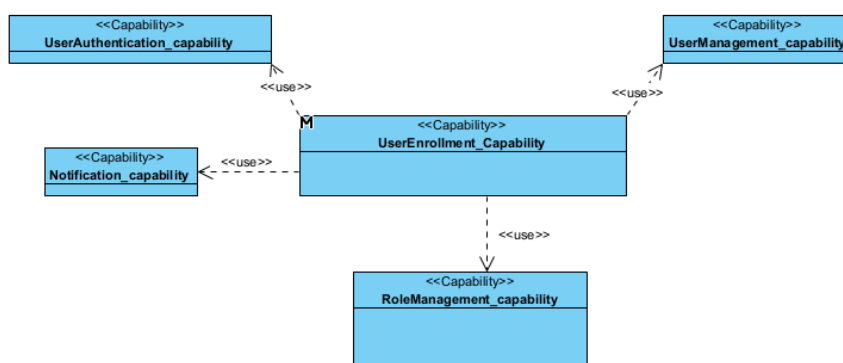
No	Aktivitas	Dekomposisi Aktivitas Layanan	<i>Business Service Capabilities</i>
1	<i>Setup assignment</i>	1.1 Menambahkan <i>assignment</i>	1.1 <i>course assignment</i>
		1.2 Mengaktivasi <i>assignment</i>	1.2 <i>course assignment</i>
2	<i>Do assignment</i>	2.1 Mengerjakan <i>assignment</i>	2.1 <i>course assignment</i>
3	<i>Submit assignment</i>	3.1 Mengumpulkan <i>assignment</i>	3.1 <i>course assignment</i>
4	<i>View assignment</i>	4.1 Mendapatkan <i>assignment</i>	4.1 <i>course assignment</i>

Tabel IV. 22 Dekomposisi Proses Bisnis *Grading*

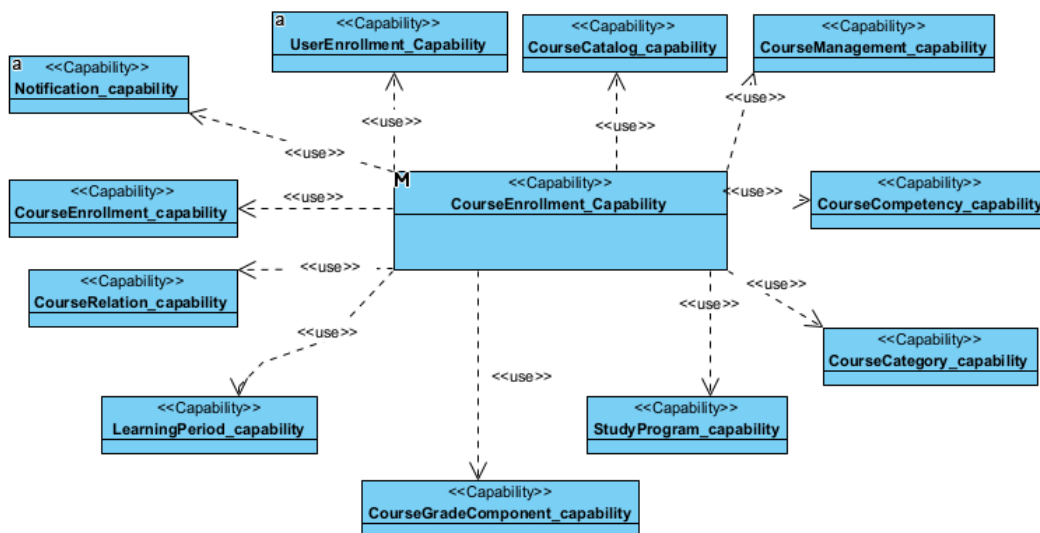
No	Aktivitas	Dekomposisi Aktivitas Layanan	<i>Business Service Capabilities</i>
1	<i>Check and evaluate assignment</i>	1.1 Mendapatkan <i>assignment</i>	1.1 <i>course assignment</i>
		1.2 Melihat nilai dan <i>feedback assignment</i>	1.2 <i>course grade</i>
		1.3 Set <i>student assignment grade and feedback</i>	1.3 <i>course grade</i>
2	<i>Compute Grade</i>	2.1 Mendapatkan <i>course content</i>	2.1 <i>course content</i>

		2.2 Mendapatkan nilai akhir dan nilai mutu	2.2 <i>course grade</i>
3	<i>Store</i>	3.1 Mengubah status <i>course</i> secara terjadwal aktif mata kuliah	2.1 <i>course management</i>
4	<i>Get grade component</i>	4. 1 Mendapatkan <i>grade component</i>	4.1 <i>Course grade Component</i>
5	<i>Generate report</i>	5.1 Menghasilkan laporan nilai akhir	5.1 <i>Course report grade</i>
		5.2 Melihat laporan nilai akhir	2.1 <i>Course report grade</i>

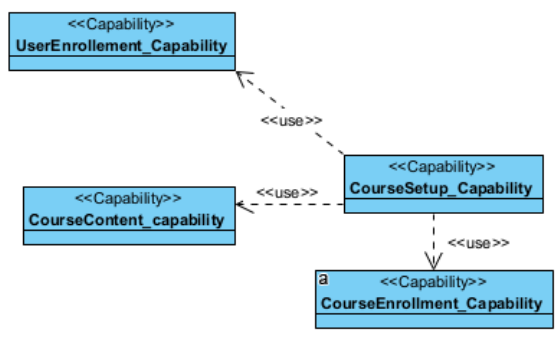
Dari hasil dekomposisi proses bisnis pada setiap layanan, tahap selanjutnya melakukan pemodelan *business service capabilities* menggunakan alat bantu SoAML. Hasil pemodelan *business service capabilities* dapat dilihat pada Gambar di bawah ini sebagai berikut.



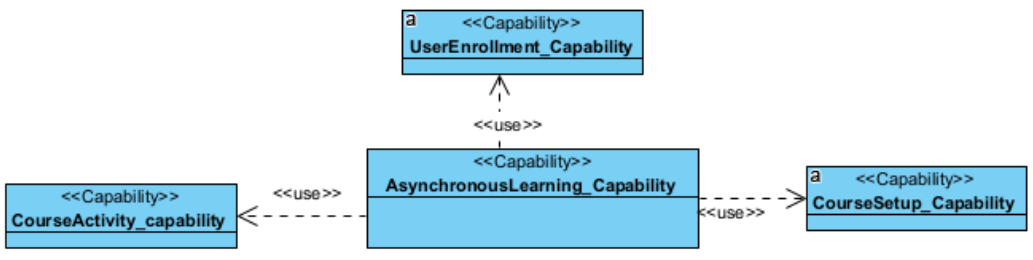
Gambar IV. 36 Service Capability User Enrollment



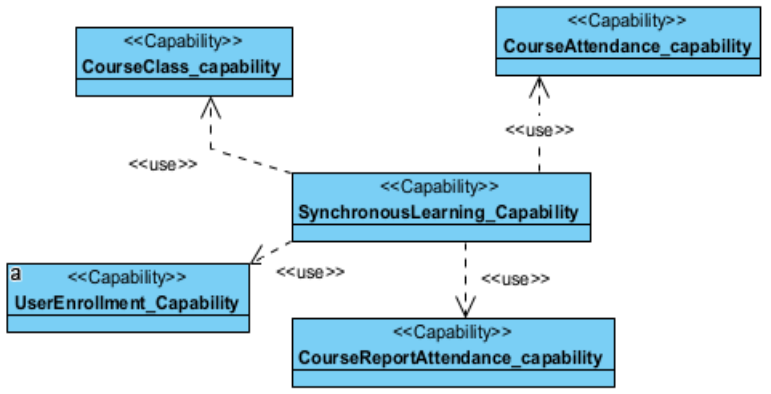
Gambar IV. 37 Service Capability Course Enrollment



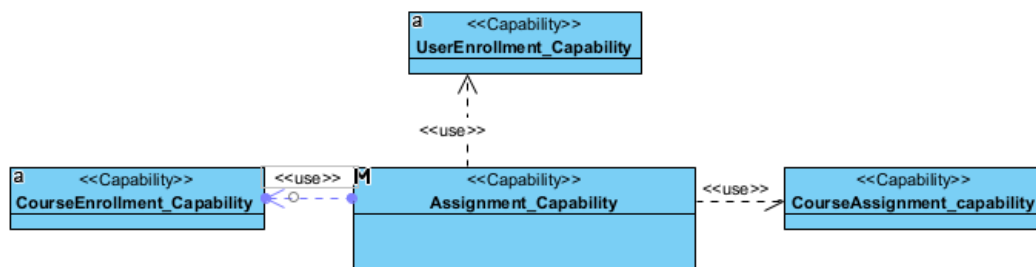
Gambar IV. 38 Service Capability Course Setup



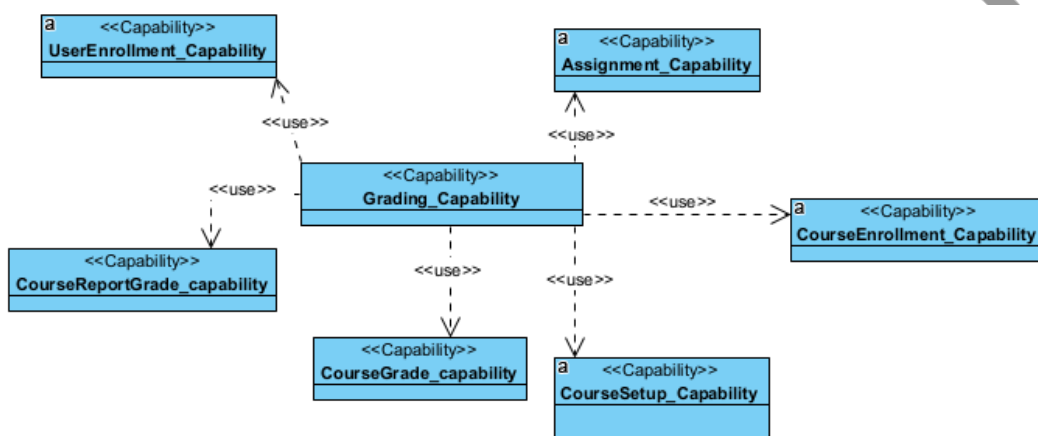
Gambar IV. 39 Service Capability Asynchronous Learning



Gambar IV. 40 Service Capability Synchronous Learning



Gambar IV. 41 Service Capability Assignment



Gambar IV. 42 Service Capability Grading

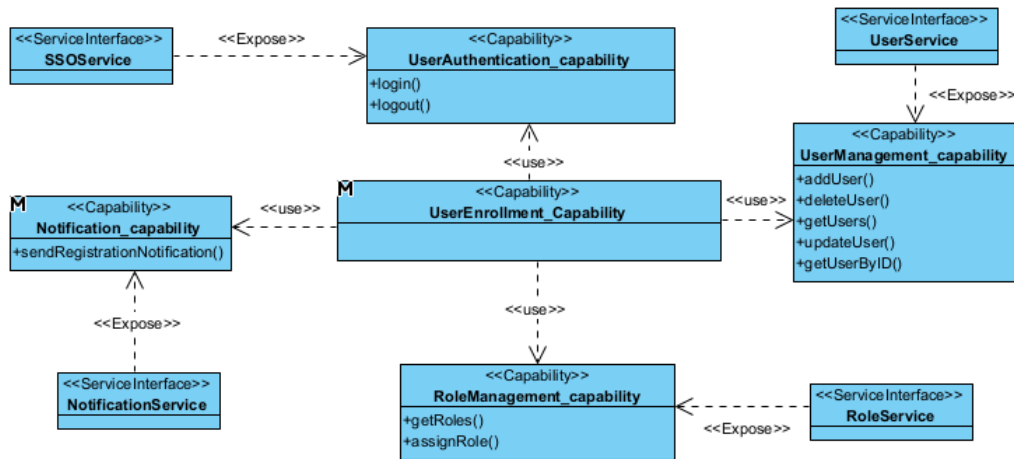
IV.2.1.4 Pemodelan Kandidat Layanan Bisnis

Pada pemodelan layanan, *candidate service* diturunkan dari *business service capabilities*. *Business service capability* yang sudah diidentifikasi pada tahapan sebelumnya menjadi dasar dalam menentukan *service interface*. *Service interface* dalam pemetaannya akan *expose service capability* sehingga menghasilkan kandidat layanan dan kandidat operasi (Kurniawan et al., 2020). Tabel IV. 23 merupakan tabel kandidat layanan yang diturunkan dari Tabel kapabilitas layanan bisnis sebelumnya.

Tabel IV. 23 Kandidat Layanan Bisnis User Enrollment

No	Business Service Capabilities	Operation Candidate	Service Candidate
1	User authentication	login	SSO

2	<i>User authentication</i>	logout	SSO
3	<i>User management</i>	addUser	User
4	<i>User management</i>	updateUser	User
5	<i>User management</i>	deleteUser	User
6	<i>User management</i>	getUsers	User
7	<i>User management</i>	getUserByID	User
8	<i>Role</i>	getRoles	Role
9	<i>Role</i>	assignRole	Role
10	<i>Notification</i>	sendRegistrationNotification	Notification



Gambar IV. 43 Service Candidate User Enrollment

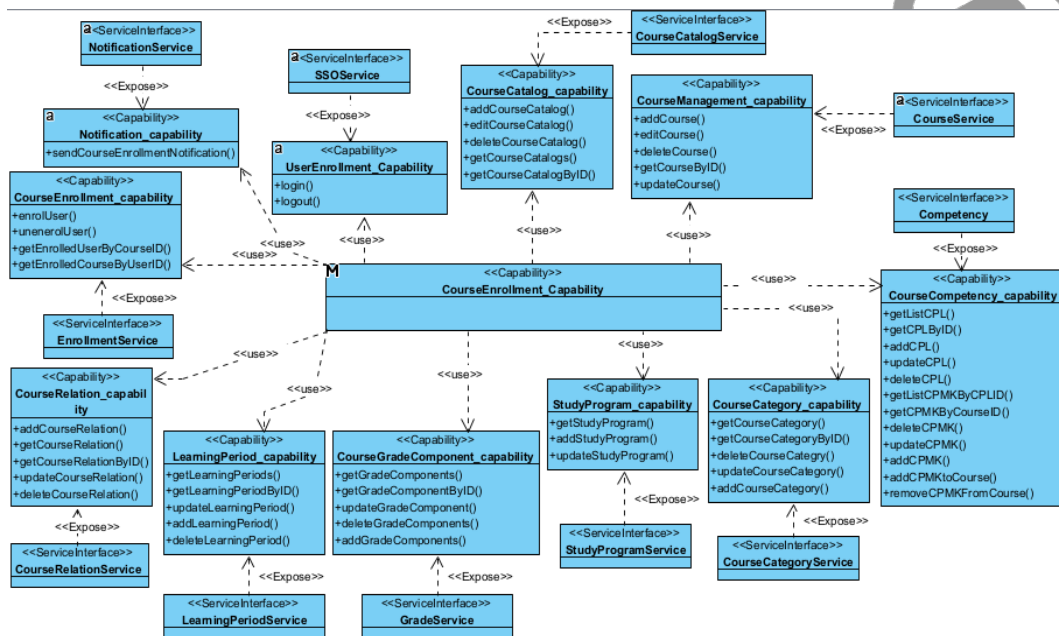
Tabel IV. 24 Kandidat Layanan Bisnis Course Enrollment

No	<i>Business Service Capabilities</i>	<i>Operation Candidate</i>	<i>Service Candidate</i>
1	<i>Course catalog</i>	addCourseCatalog	CourseCatalog
2	<i>Course catalog</i>	editCourseCatalog	CourseCatalog
3	<i>Course catalog</i>	deleteCourseCatalog	CourseCatalog
4	<i>Course catalog</i>	getCourseCatalogs	CourseCatalog
5	<i>Course catalog</i>	getCourseCatalogByID	CourseCatalog

5	<i>Course management</i>	addCourse	Course
6	<i>Course management</i>	deleteCourse	Course
7	<i>Course management</i>	editCourse	Course
8	<i>Course management</i>	getCourses	Course
9	<i>Course management</i>	getCourseByID	Course
10	<i>Course competency</i>	getListCPL	Competency
11	<i>Course competency</i>	getCPLByID	Competency
12	<i>Course competency</i>	addCPL	Competency
13	<i>Course competency</i>	updateCPL	Competency
14	<i>Course competency</i>	deleteCPL	Competency
15	<i>Course competency</i>	getListCPMKByCPLID	Competency
16	<i>Course competency</i>	getCPMKByCourseID	Competency
17	<i>Course competency</i>	deleteCPMK	Competency
18	<i>Course competency</i>	updateCPMK	Competency
19	<i>Course competency</i>	addCPMK	Competency
20	<i>Course competency</i>	addCPMKtoCourse	Competency
21	<i>Course competency</i>	removeCPMKFromCourse	Competency
22	<i>Course category</i>	getCourseCategory	Course category
23	<i>Course category</i>	getCourseCategoryByID	Course category
24	<i>Course category</i>	deleteCourseCategory	Course category

25	<i>Course category</i>	updateCourseCategory	Course category
26	<i>Course category</i>	addCourseCategory	Course category
27	<i>Study program</i>	getStudyProgram	Study Program
28	<i>Course relation</i>	addCourseRelation	Course relation
29	<i>Course relation</i>	getCourseRelation	Course relation
30	<i>Course relation</i>	getCourseRelationByID	Course relation
31	<i>Course relation</i>	updateCourseRelation	Course relation
32	<i>Course relation</i>	deleteCourseRelation	Course relation
33	<i>Course grade component</i>	getGradeComponents	Grade
34	<i>Course grade component</i>	getGradeComponentByID	Grade
35	<i>Course grade component</i>	updateGradeComponent	Grade
36	<i>Course grade component</i>	deleteGradeComponents	Grade
37	<i>Course grade component</i>	addGradeComponents	Grade
38	<i>Learning period</i>	getLearningPeriods	Learning period
39	<i>Learning period</i>	getLearningPeriodByID	Learning period
40	<i>Learning period</i>	updateLearningPeriod	Learning period
41	<i>Learning period</i>	addLearningPeriod	Learning period

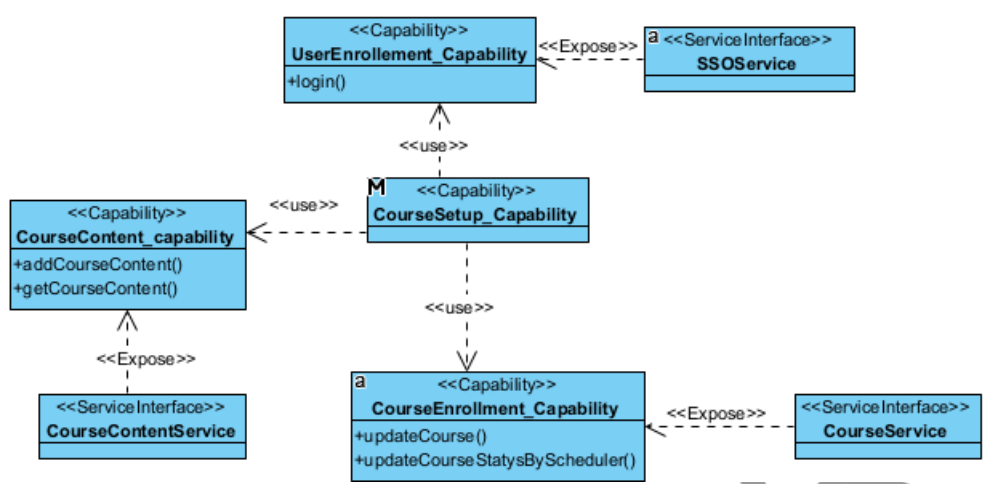
42	<i>Learning period</i>	deleteLearningPeriod	Learning period
44	<i>Course enrollment</i>	enrolUser	<i>Enrollment</i>
45	<i>Course enrollment</i>	unenrolUser	<i>Enrollment</i>
46	<i>Course enrollment</i>	getEnrolledUserByCourseID	<i>Enrollment</i>
47	<i>Course enrollment</i>	getEnrolledCourseByUserID	<i>Enrollment</i>
48	<i>Notification</i>	sendCourseEnrollmentNotification	Notification



Gambar IV. 44 Service Candidate Course Enrollment

Tabel IV. 25 Kandidat Layanan Bisnis Course Setup

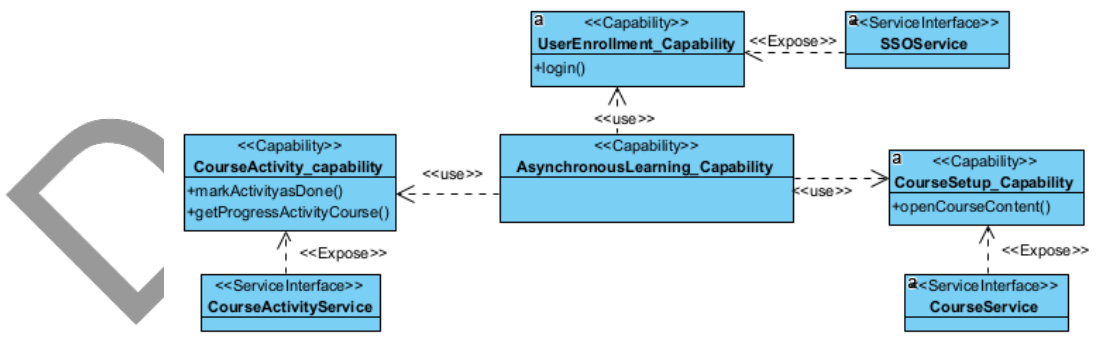
No	<i>Business Service Capabilities</i>	<i>Operation Candidate</i>	<i>Service Candidate</i>
1	Course content	addCourseContent	Course content
2	Course content	getCourseContent	Course content
3	<i>Course management</i>	updateCourse	Course
4	<i>Course management</i>	updateCourseStatusByScheduler	Course



Gambar IV. 45 Service Candidate Course Setup

Tabel IV. 26 Kandidat Layanan Bisnis Asynchronous Learning

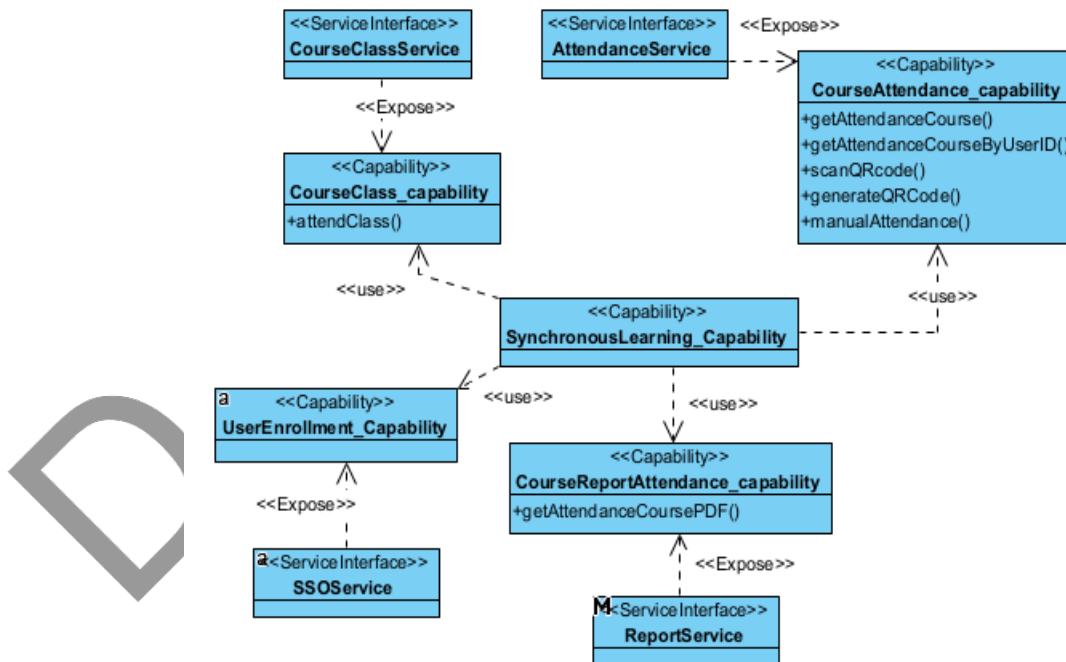
No	Business Service Capabilities	Operation Candidate	Service Candidate
1	Course content	getCouresContent	Course content
2	Course activity	markActivitiyAsDone	Course activity
3	Course activity	getProgressActivityCourse	Course activity



Gambar IV. 46 Service Candidate Asynchronous Learning

Tabel IV. 27 Kandidat Layanan Bisnis *Synchronous Learning*

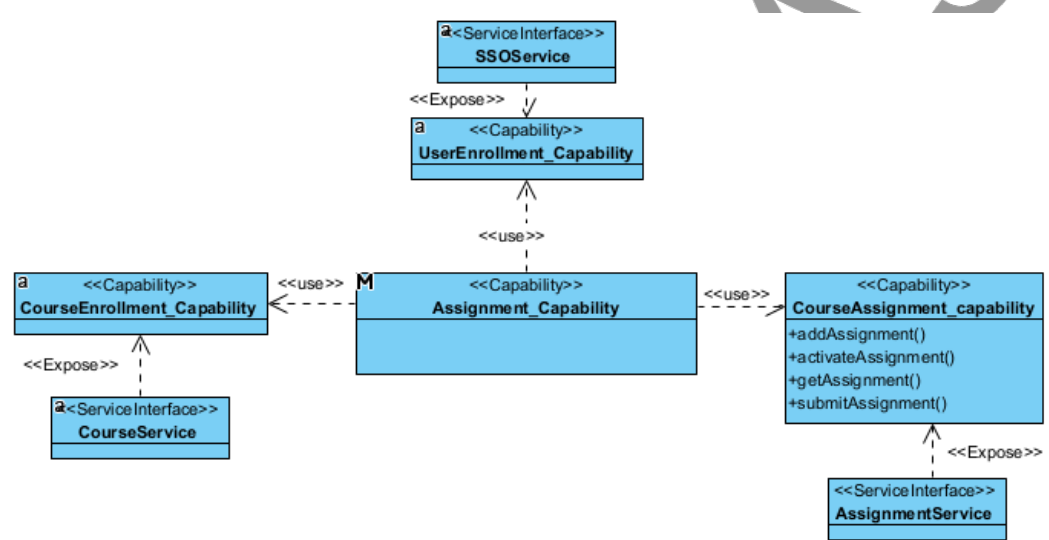
No	<i>Business Service Capabilities</i>	<i>Operation Candidate</i>	<i>Service Candidate</i>
1	<i>Course class</i>	attendClass	<i>Course class</i>
2	<i>Course attendance</i>	getAttendanceCourse	Attendance
3	<i>Course attendance</i>	getAttendanceCourseByUserID	Attendance
4	<i>Course report</i>	getAttendanceCoursePDF	Report
5	<i>Course attendance</i>	scanQRCode	Attendance
6	<i>Course attendance</i>	generateQRCode	Attendance
7	<i>Course attendance</i>	manialAttendance	Attendance
5	<i>Course attendance</i>	manualAttendance	Attendance
6	<i>Course attendance</i>	scanQRCode	Attendance
7	<i>Course attendance</i>	generateQRCode	Attendance



Gambar IV. 47 Service Candidate *Synchronous Learning*

Tabel IV. 28 Kandidat Layanan Bisnis *Assignment*

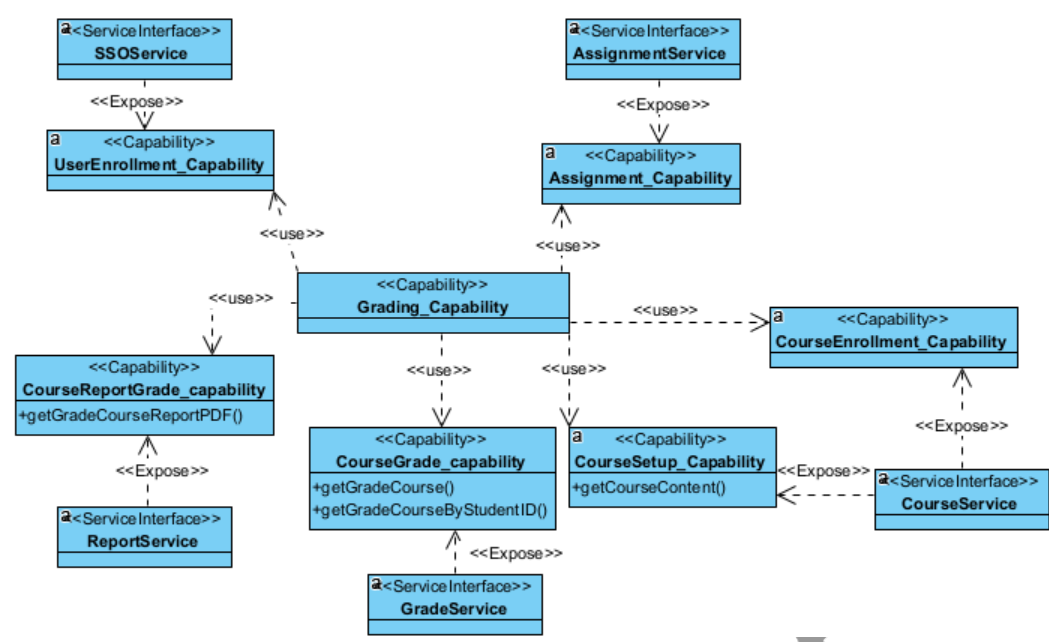
No	<i>Business Service Capabilities</i>	<i>Operation Candidate</i>	<i>Service Candidate</i>
1	Course assignment	addAssignment	Assignment
2	Course assignment	activateAssignment	Assignment
3	Course assignment	getAssignment	Assignment
4	Course assignment	submitAssignment	Assignment



Gambar IV. 48 *Service Candidate Assignment*

Tabel IV. 29 Kandidat Layanan Bisnis *Grading*

No	<i>Business Service Capabilities</i>	<i>Operation Candidate</i>	<i>Service Candidate</i>
1	Course content	getCourseContent	Course content
2	Course grade	getGradeCourse	Grade
3	Course grade	getGradeCourseByStudentID	Grade
4	Course grade report	getGradeCourseReportPDF	Report



Gambar IV. 49 Service Candidate Grading

Service candidate, dan service operation yang dihasilkan terdapat pada Tabel IV. 30 sebagai berikut. Service candidate, dan service operation ini akan digunakan untuk memodelkan service interface diagram ditahap berikutnya.

Tabel IV. 30 Service Candidate, dan Service Operation

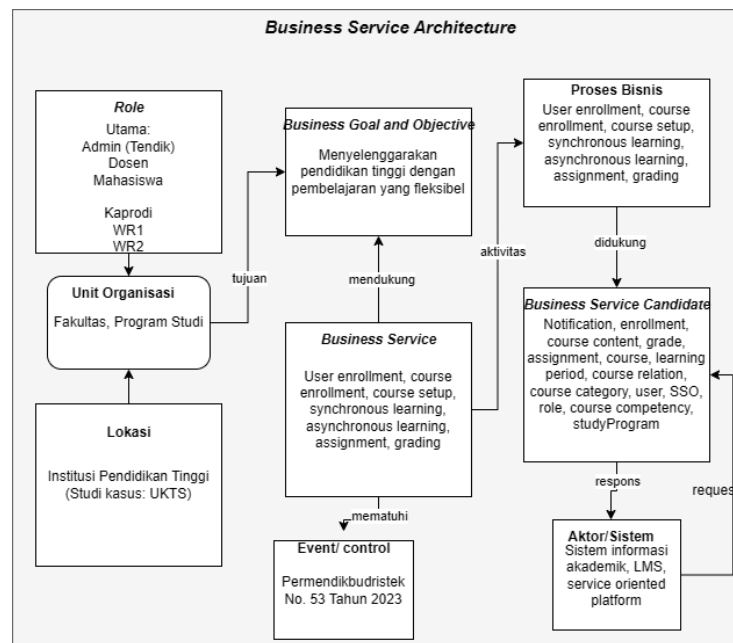
No	Service Candidate	Service Operation	Total
1	Notification	sendRegistrationNotification, sendCourseEnrollmentNotification	2
2	Enrollment	enrolUser, unenrolUser, getEnrolledUserByCourseID, getEnrolledCourseByUserID	4
3	Course content	getCourseContent, addCourseContent	2
4	Grade	getGradeCourse getGradeCourseByStudentID, getGradeComponents, getGradeComponentByID, updateGradeComponent,	7

		deleteGradeComponent, addGradeComponent	
5	<i>Assignment</i>	addAssignment, activateAssignment, getAssignment, submitAssignment	4
6	<i>Course Activity</i>	markActivityAsDone, getProgressActivityCourse	2
7	<i>Course</i>	updateCourse, updateCourseStatusByScheduler, getCourses, getCourseByID, addCourse, deleteCourse	6
8	<i>Learning period</i>	addLearningPeriod, updateLearningPeriod, getLearningPeriods, getLearningPeriodByID, deleteLearningPeriod	5
9	<i>Course relation</i>	addCourseRelation, deleteCourseRelation, getCourseRelations, getCourseRelationByID, updateCourseRelation	5
10	<i>Study Program</i>	addStudyProgram, getStudyProgram, updateStudyProgram	3
11	<i>Course Category</i>	getCourseCategory, getCourseCategoryByID, deleteCourseCategory, updateCourseCategory, addCourseCategory	5
12	<i>User</i>	addUser, deleteUser, updateUser, getUsers, getUserByID	5
13	<i>SSO</i>	login, logout	2

14	<i>Role</i>	getRoles, assignRole	2
15	<i>Course competency</i>	getListCPL, getCPLByID, addCPL, updateCPL, deleteCPL, getListCPMKByCPLID, getCPMKByCourseID, deleteCPMK, updateCPMK, addCPMK, addCPMKtoCourse, removeCPMKFromCourse	12
16	<i>Report</i>	getAttendanceCoursePDF, getGradeCourseReportPDF	2
17	<i>Attendance</i>	getAttendanceCourse, getAttendanceCourseByID, scanQRCode, manualAttendance, generateQRCode	5
18	<i>CourseCatalog</i>	updateCourseCatalog, getCourses, getCourseCatalogByID, addCourseCatalog, deleteCourseCatalog	5

IV.2.1.5 Pemodelan Arsitektur Layanan Bisnis (*Business Service Architecture*)

Pemodelan arsitektur layanan bisnis menggunakan pendekatan *business architecture* TOGAF (*The Open Group Architecture Framework*) (The Open Group, 2010). Elemen yang terdapat pada *Business Service Architecture* tersebut adalah *role*, unit organisasi, lokasi, *business objective and goals*, *business function*, *event/control*, proses bisnis, *business service candidate*, dan aktor/sistem. Pada desain dapat dilihat bahwa setiap elemen saling berinteraksi dalam upaya mendukung layanan bisnis yang dirancang. Hasil desain pemodelan ditunjukkan pada Gambar IV. 50 sebagai berikut.



Gambar IV. 50 Business Service Architecture dengan Pendekatan TOGAF

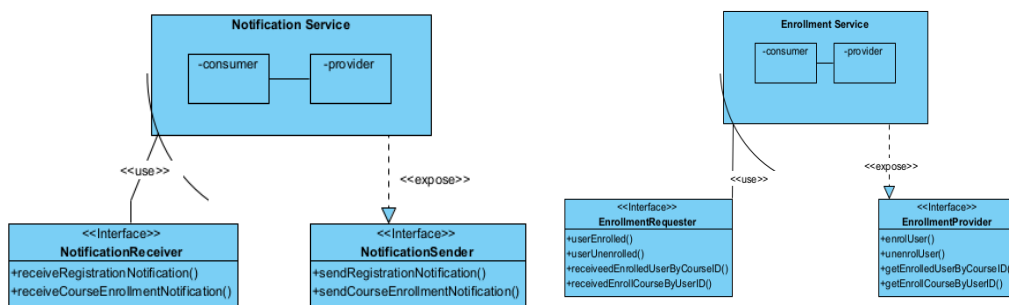
IV.2.2 IT Service Modeling

SoAML menjadi alat bantu utama pada pemodelan *IT service modeling*. SoAML (*SOA Modeling Language*) merupakan bahasa pemodelan untuk merancang, menggambarkan dan menganalisis arsitektur berorientasi layanan. SoAML merupakan pengembangan dari UML (*Unified Modeling Language*) yang dikembangkan oleh OMG (*Object Management Group*) yang difokuskan pada pemodelan dan desain layanan dalam SOA. SoAML dapat digunakan dalam memodelkan *service interface diagram*, *service participant diagram*, *service contract diagram*, dan *service architecture diagram*.

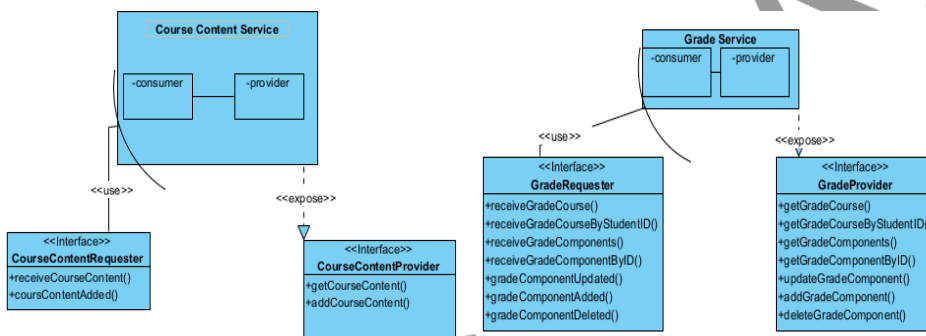
IV.2.2.1 Pemodelan Service Interfaces Diagram

Service interfaces menunjukkan interaksi layanan dua arah. Elemen yang terdapat pada *service interface diagram* yaitu *service interface*, *interface*, dan *role*. *Service interface* menunjukkan koreografi layanan atau interaksi antara penyedia dan pengguna terhadap pemanfaatan layanan. Tahap selanjutnya akan dilakukan pemodelan *service interface* pada masing-masing *service candidate* beserta

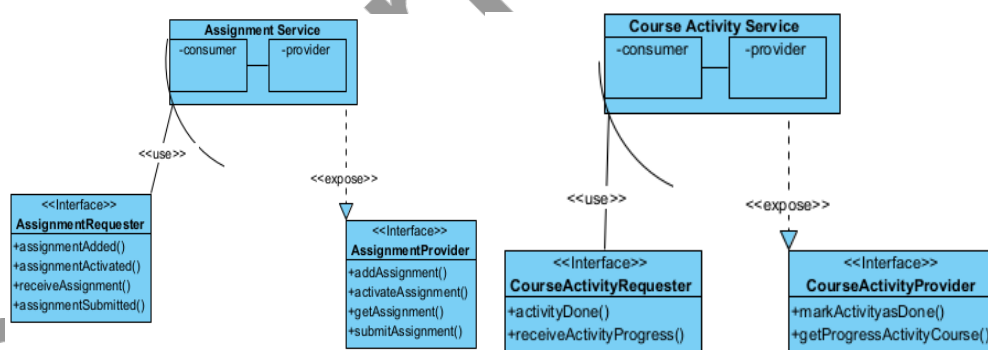
operation candidate yang telah didefinisikan pada Tabel IV. 30 Pemodelan service interface menggunakan alat bantu SoAML.



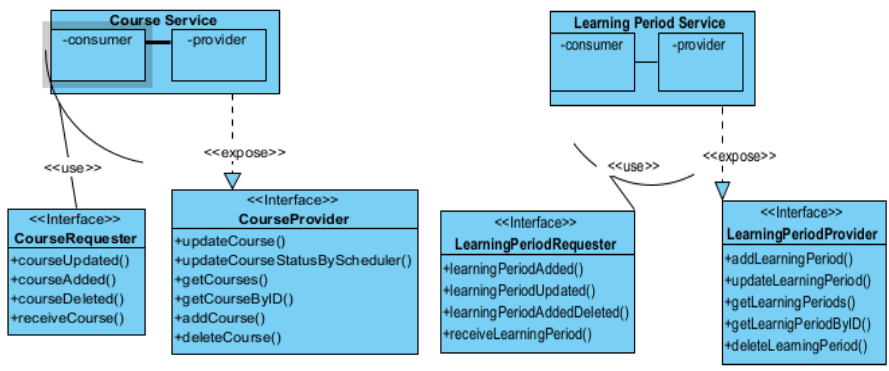
Gambar IV. 51 Service Interface Diagram Notification dan Enrollment



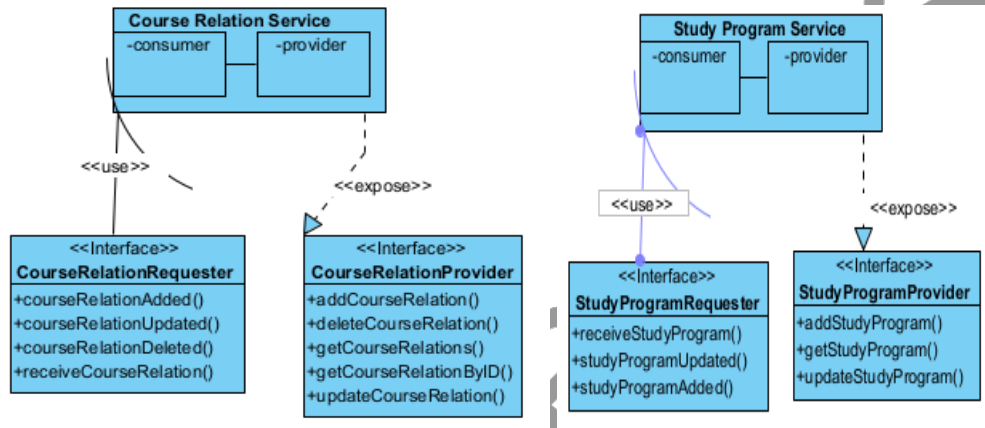
Gambar IV. 52 Service Interface Diagram Course Content dan Grade



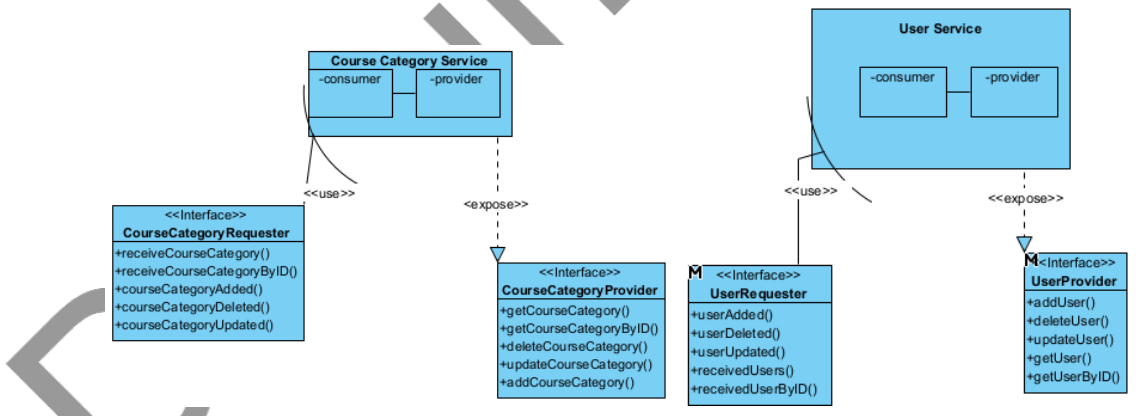
Gambar IV. 53 Service Interface Diagram Assignment dan Course Activity



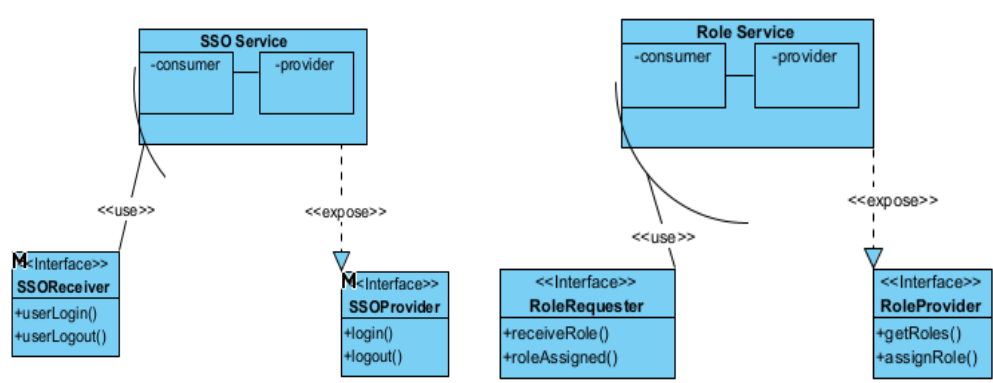
Gambar IV. 54 Service Interface Diagram Course dan Learning Period



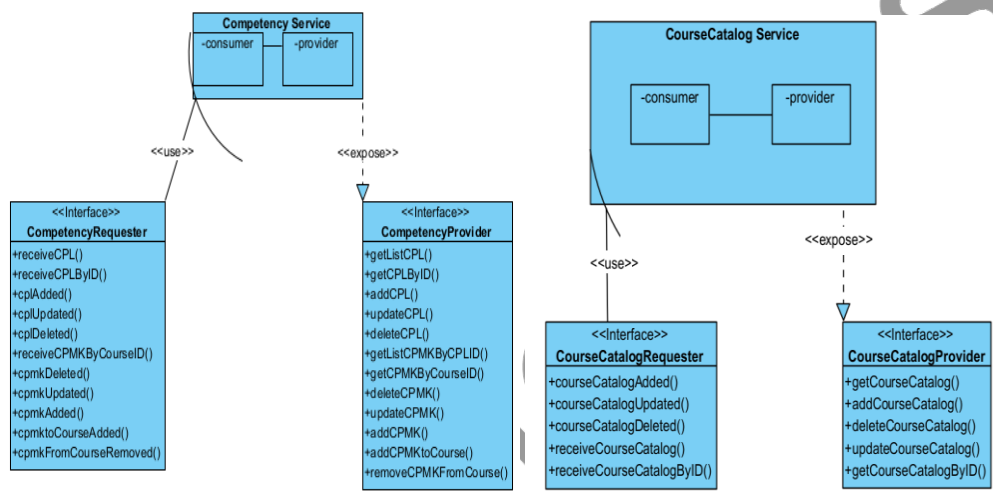
Gambar IV. 55 Service Interface Diagram Course Relation dan Study Program



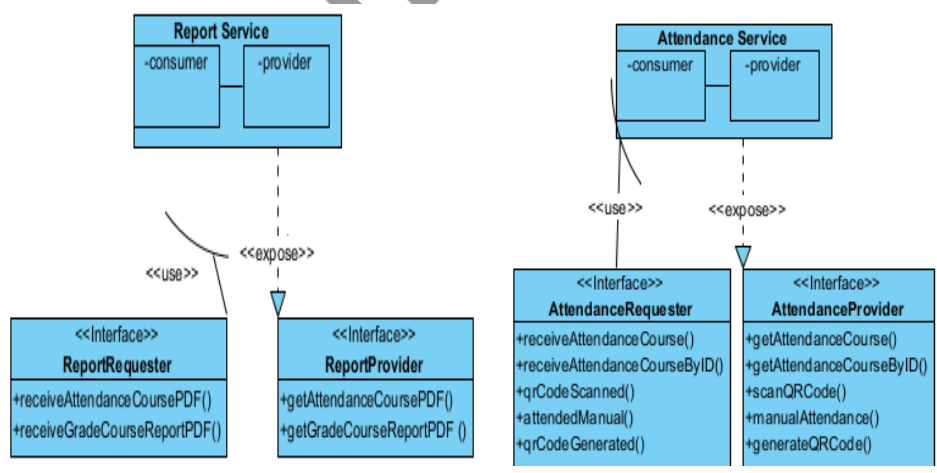
Gambar IV. 56 Service Interface Diagram Course Category dan User



Gambar IV. 57 Service Interface Diagram SSO dan Role



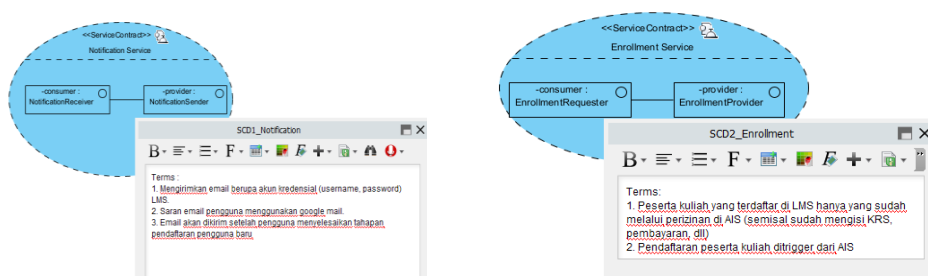
Gambar IV. 58 Service Interface Diagram Competency dan CourseCatalog



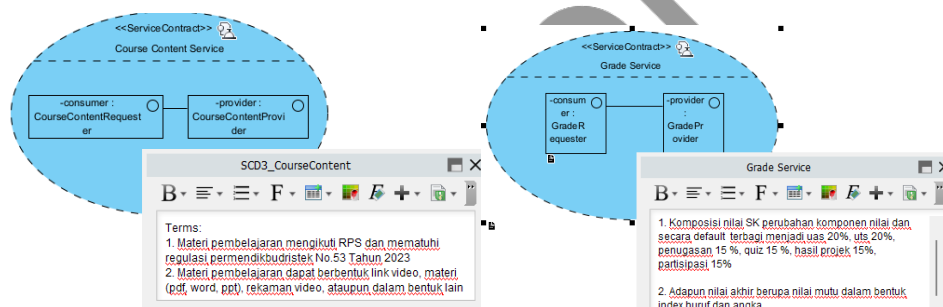
Gambar IV. 59 Service Interface Diagram Report dan Attendance

IV.2.2.2 Pemodelan *Service Rules and Protocols* (*Service Contract Diagram*)

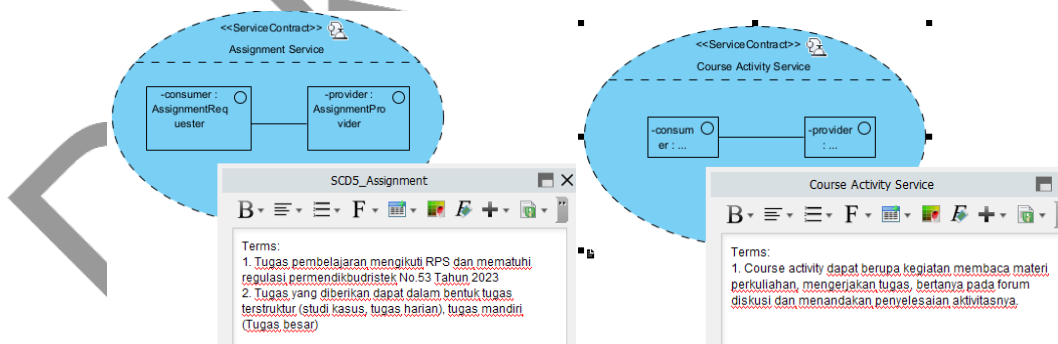
Tahap berikutnya setelah melakukan pemodelan *service interface diagram* yaitu desain *service contract diagram*. *Service contract diagram* bertujuan untuk menunjukkan kesepakatan (*terms*), aturan (*rules*), kontrak, dan protokol yang diberikan oleh penyedia layanan agar pengguna layanan dapat menggunakan layanan yang telah disediakan. Desain *service contract diagram* menggunakan alat bantu SoAML. Desain yang dihasilkan ditunjukkan pada gambar berikut.



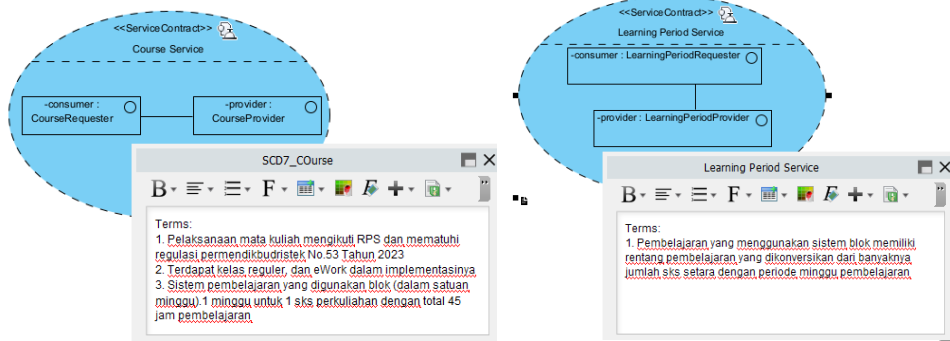
Gambar IV. 60 *Service Contract Diagram Notification dan Enrollment*



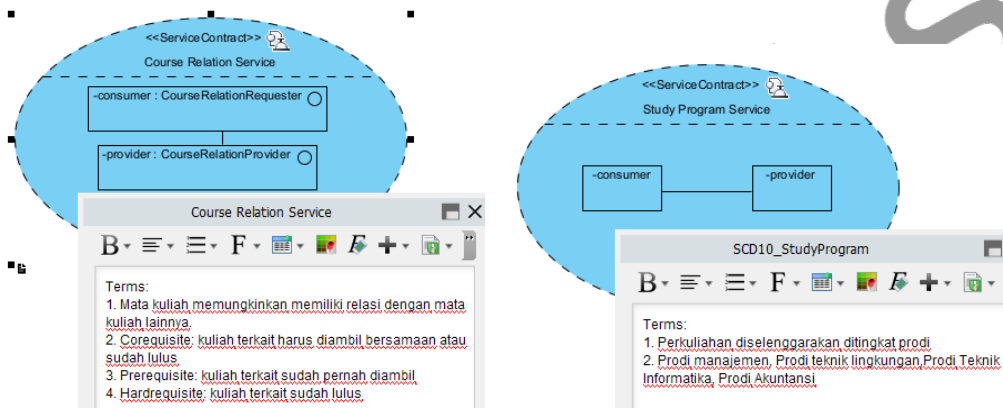
Gambar IV. 61 *Service Contract Diagram Course Content dan Grade*



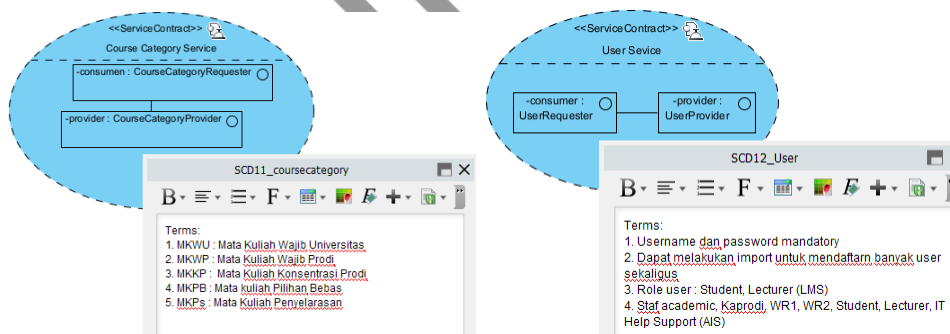
Gambar IV. 62 *Service Contract Diagram Assignment dan Course Activity*



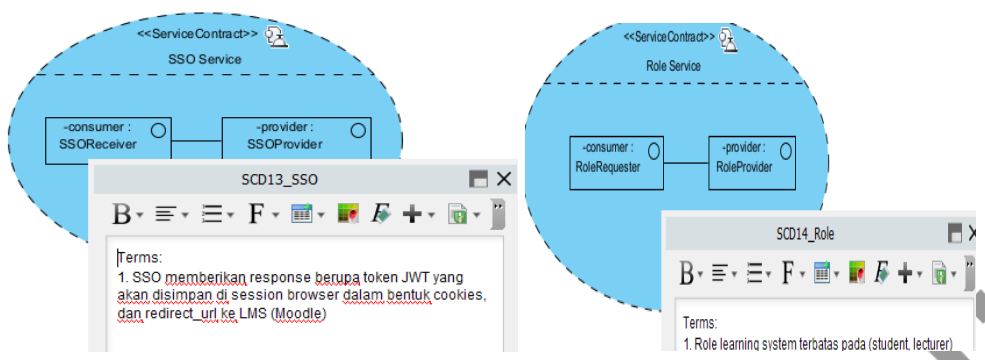
Gambar IV. 63 Service Contract Diagram Course dan Learning Period



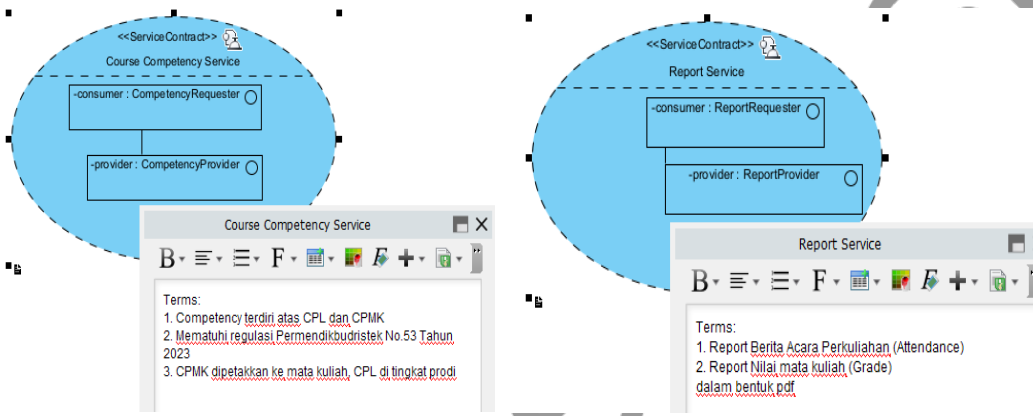
Gambar IV. 64 Service Contract Diagram Course Relation dan Study Program



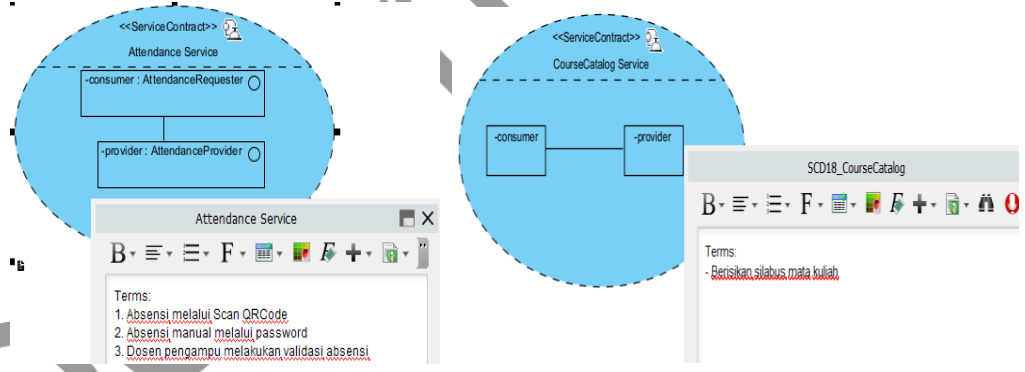
Gambar IV. 65 Service Contract Diagram Course Category dan User



Gambar IV. 66 Service Contract Diagram SSO dan Role



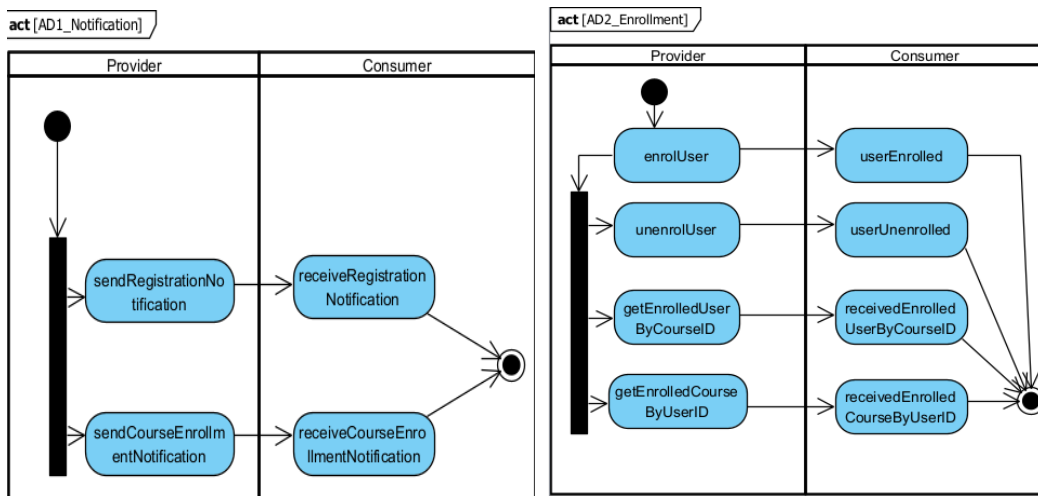
Gambar IV. 67 Gambar Service Contract Diagram Competency dan Report



Gambar IV. 68 Service Contract Diagram Attendance dan Course Catalog

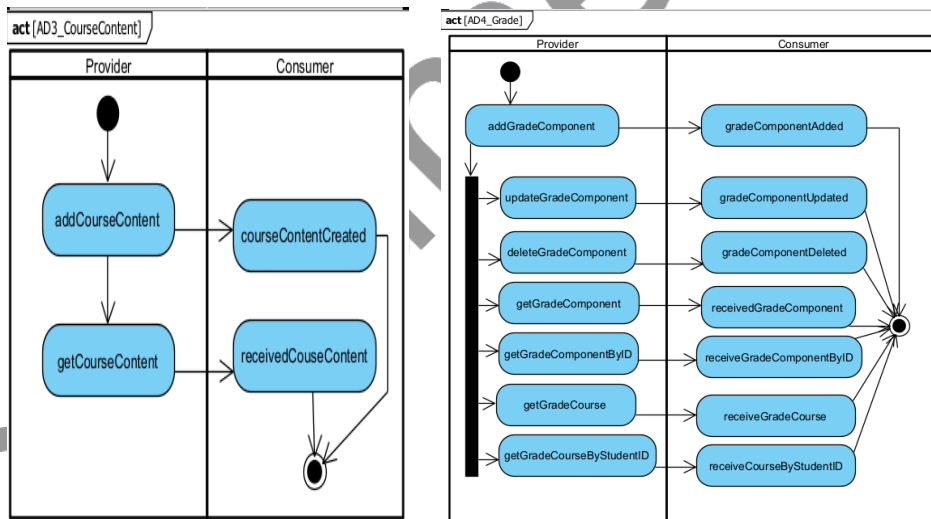
IV.2.2.3 Pemodelan Service Interface Operation

Pemodelan ini bertujuan untuk menggambarkan operasi (*method*) yang berjalan dalam suatu layanan pada *service interface*. *Activity diagram* digunakan dalam pendekatan pemodelan ini pada SoAML.

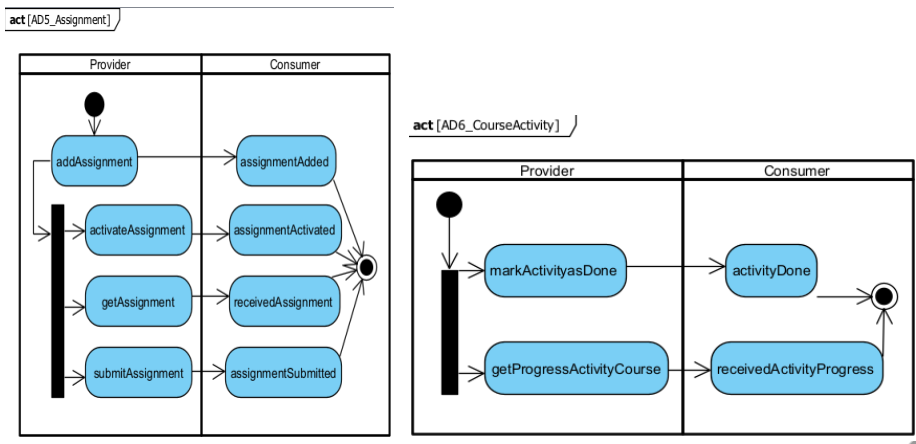


Gambar IV. 69 Service Interface Operation Notification dan Enrollment

Pada Gambar IV. 69 menunjukkan aktivitas pada *service interface* notifikasi dan *enrollment*. Pada *service interface* notifikasi menyediakan operasi `sendRegistrationNotification` dan `sendCourseEnrollmentNotification`, sedangkan pada *service interface enrollment* menyediakan operasi `enrolUser`, `unenrolUser`, `getEnrolledUserByCourseID`, dan `getEnrolledCourseByUserID`.

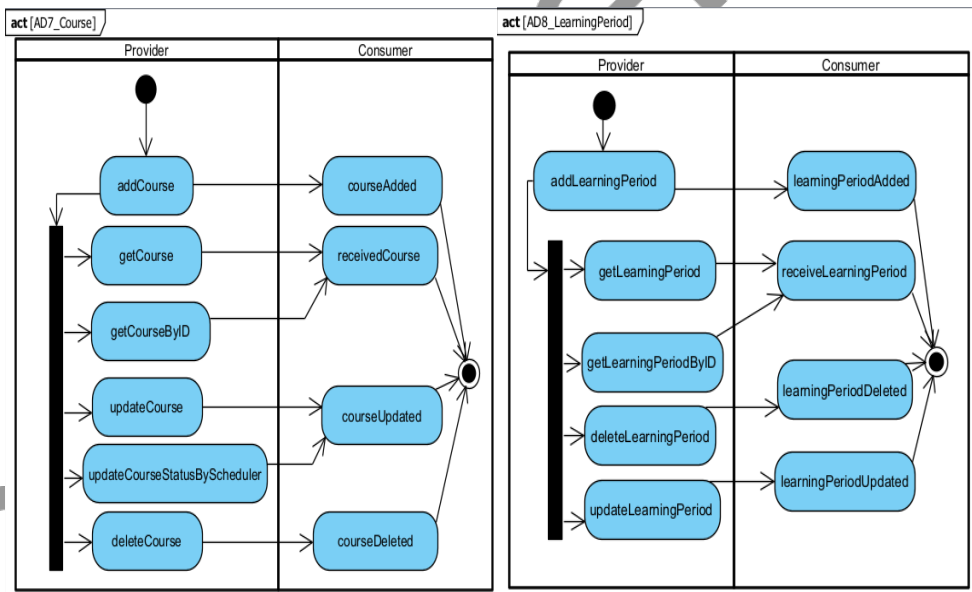


Gambar IV. 70 Service Interface Operation Course Content dan Grade

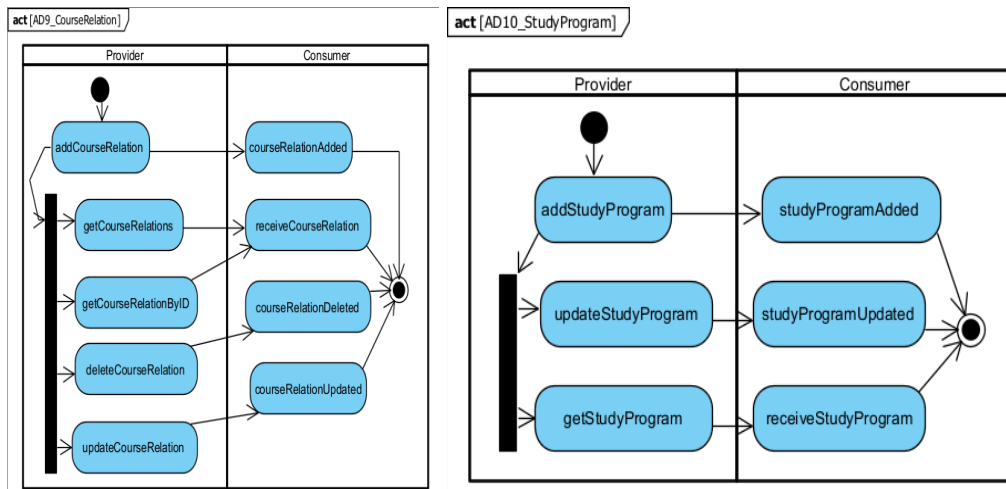


Gambar IV. 71 Service Interface Operation Assignment dan CourseActivity

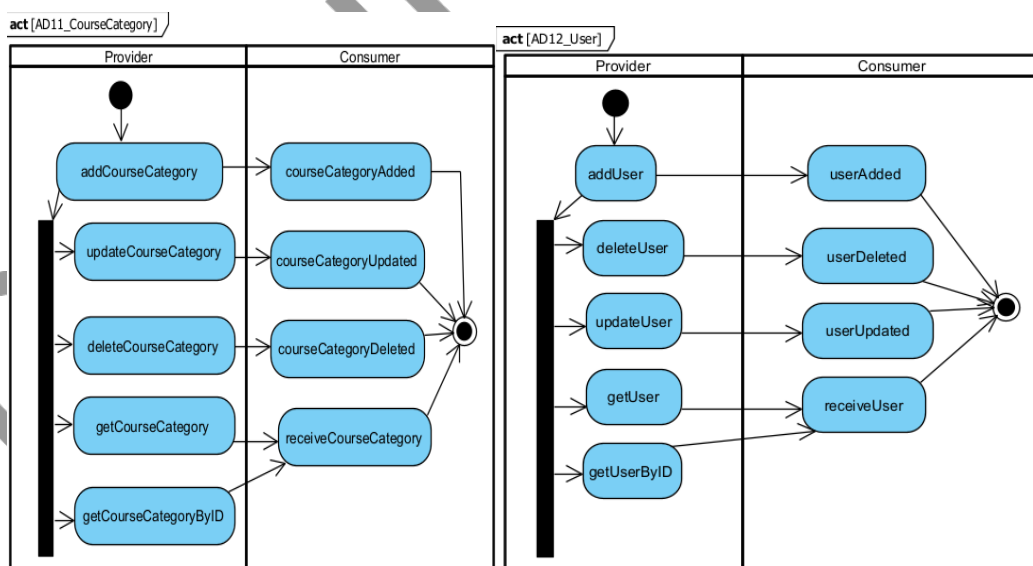
Gambar IV. 70 menunjukkan aktivitas pada *service interface course content* dan *grade* beserta operasi yang dimilikinya seperti *addCourseContent*, *getCourseContent*, *getGradeComponent*, *getGradeCourse*. Gambar IV. 71 menunjukkan aktivitas pada *service interface assignment* dan *courseActivity* beserta operasi yang disediakan.



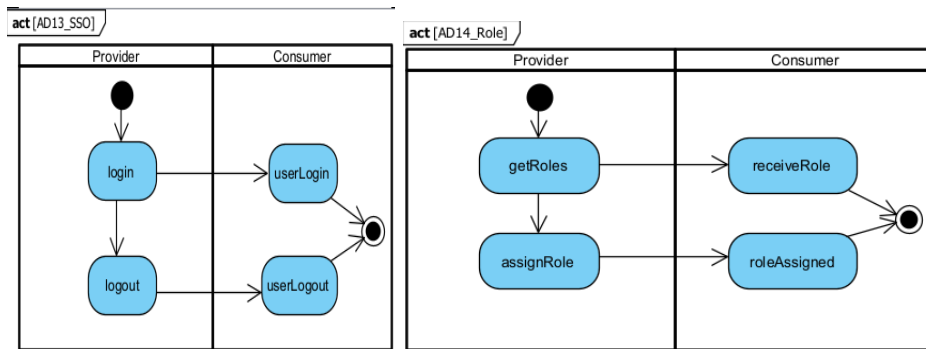
Gambar IV. 72 Service Interface Operation Course dan LearningPeriod



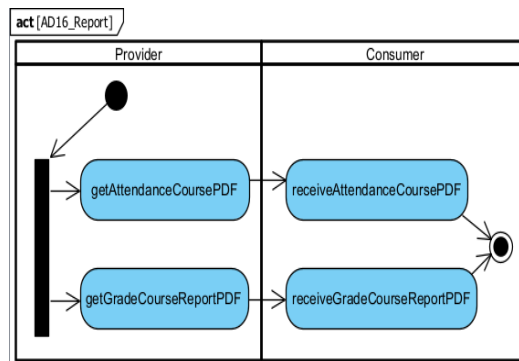
Gambar IV. 73 Service Interface Operation Course Relation dan StudyProgram
 Gambar IV. 72 menunjukkan aktivitas pada service interface course dan learning period dengan operasi CRUD (Create, Read, Update, Delete) course, dan CRUD learningPeriod sedangkan pada Gambar IV. 72 menunjukkan aktivitas service interface courseRelation dan studyProgram dengan operasi yang disediakan yaitu CRUD courseRelation dan addStudyProgram, getStudyProgram, updateStudyProgram. Gambar IV. 74 menunjukkan aktivitas pada service interface courseCategory dan user, Gambar IV. 75 menunjukkan aktivitas pada service interface SSO dan Role.



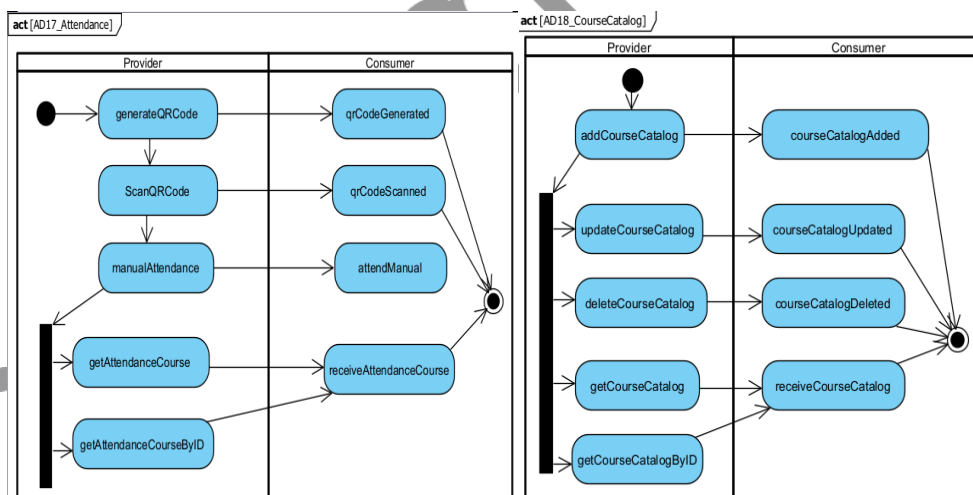
Gambar IV. 74 Service Interface Operation CourseCategory dan User



Gambar IV. 75 Service Interface Operation SSO dan Role

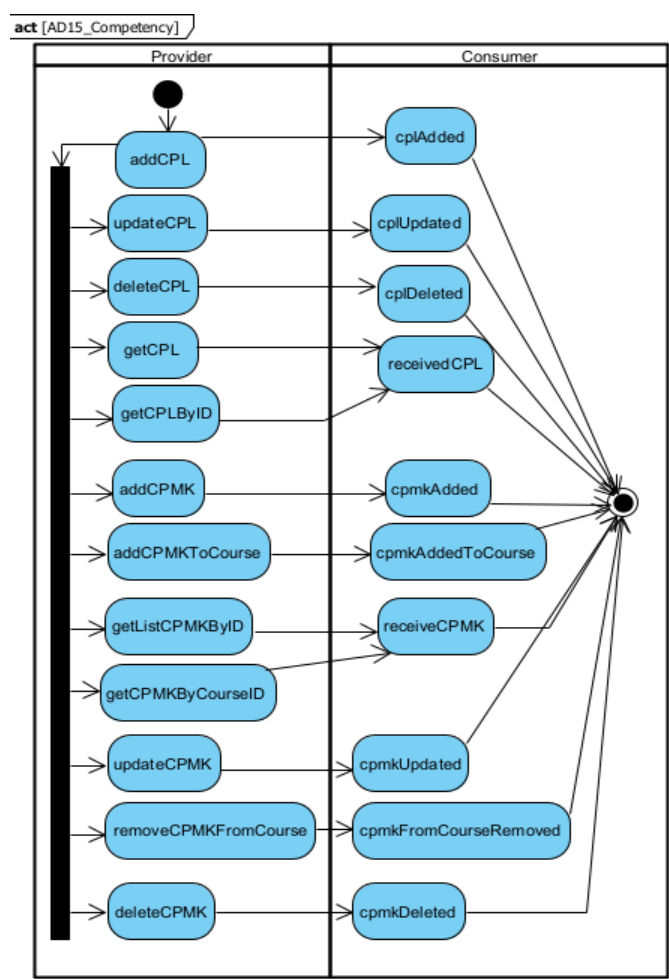


Gambar IV. 76 Service Interface Operation Report



Gambar IV. 77 Service Interface Operation Attendance dan CourseCatalog

Gambar IV. 77 menunjukkan aktivitas pada *service interface attendance* dan *courseCatalog* dengan operasi yang sediakan seperti *getAttendanceCourse*, *generateQRCode*, dan *CRUD courseCatalog*.

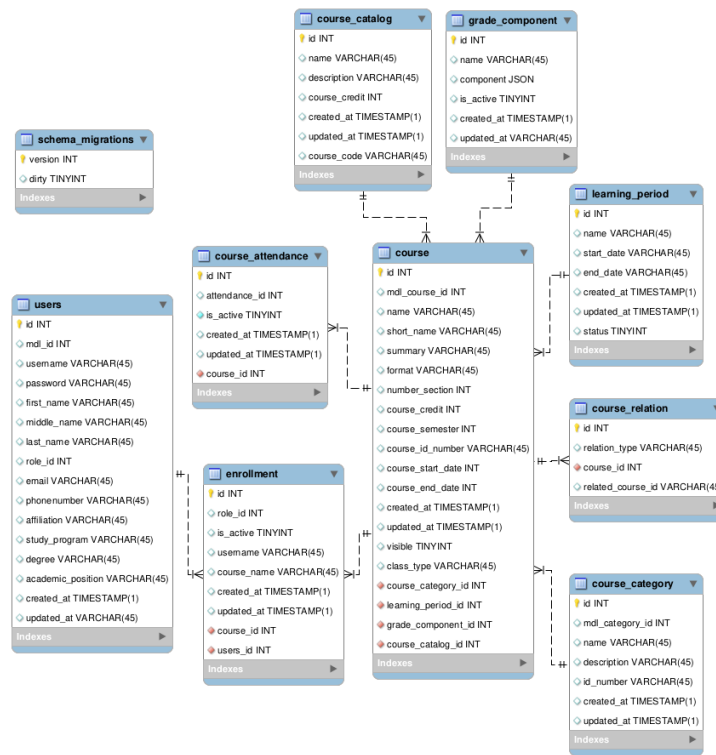


Gambar IV. 78 *Service Interface Operation Competency*

Gambar IV. 78 menunjukkan aktivitas pada *service interface competency* seperti CRUD CPL dan CPMK.

IV.2.2.4 Pemodelan *Service Data Model*

Pemodelan *service data model* bertujuan untuk menunjukkan entitas yang terlibat dalam pemodelan layanan TI. Entitas ini mendukung struktur data yang digunakan pada penyimpanan di basis data. Pemodelan ini menggunakan pendekatan desain ERD (*Entity Relationship Diagram*). *Service data model* yang digunakan pada penelitian dimodelkan pada Gambar IV. 79 sebagai berikut.



Gambar IV. 79 Service Data Model

IV.2.2.5 IT Service Catalogue

Menurut C. Mera Macias (2018), *IT service catalogues* berisikan daftar *IT service* yang disediakan oleh *service provider* dapat berupa deskripsi layanan, jenis layanan, kebijakan dan SLA. Bertujuan untuk memastikan layanan TI dapat disampaikan secara efisien dan efektif kepada pengguna layanan. Layanan TI merupakan turunan dari kandidat layanan bisnis yang dapat dilakukan otomatisasi menggunakan TI dalam hal ini *web services*. Tahap ini akan berfokus menunjukkan daftar layanan TI beserta daftar operasi layanan yang telah didapatkan pada tahapan sebelumnya dalam bentuk katalog layanan TI. Katalog layanan TI akan ditampilkan pada Tabel IV. 31 sebagai berikut.

Tabel IV. 31 Katalog Layanan TI

No	Layanan TI	Method (operasi)	Deskripsi
1	<i>Notification</i>	sendRegistrationNotification, sendCourseEnrollmentNotification	Layanan TI yang digunakan untuk

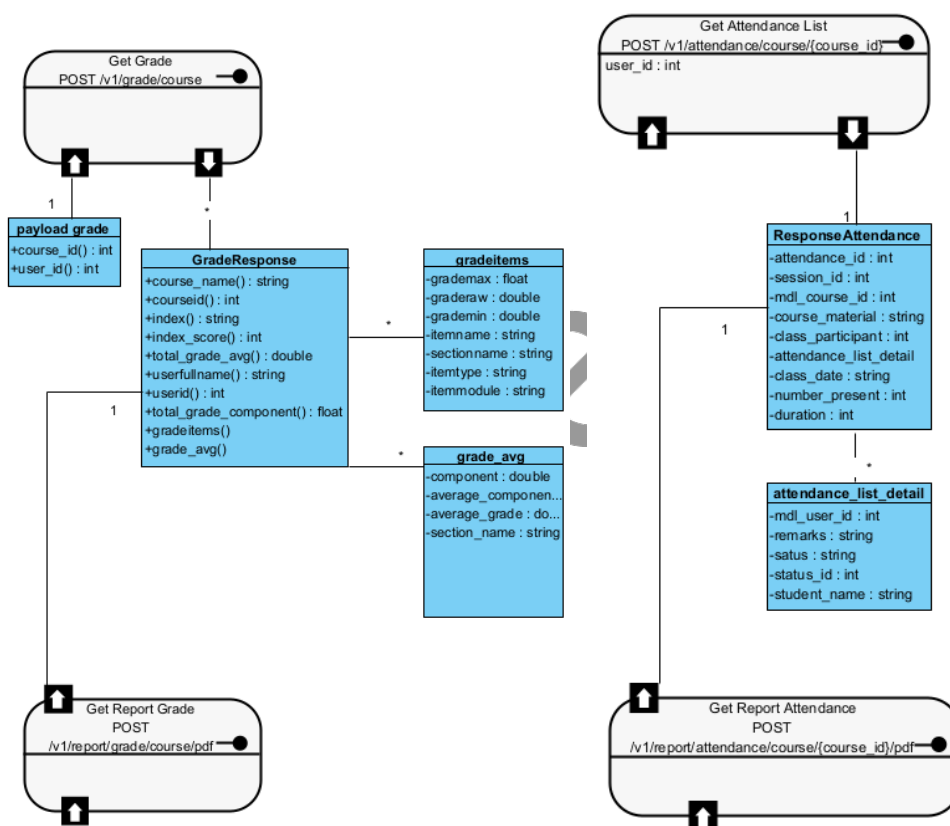
			mengirimkan informasi pendaftaran dan informasi akun pengguna.
2	<i>Enrollment</i>	enrolUser, unenrolUser, getEnrolledUserByCourseID, getEnrolledCourseByUserID	Layanan TI untuk melakukan pendaftaran peserta mata kuliah.
3	<i>Course content</i>	getCourseContent, addCourseContent	Layanan TI yang digunakan untuk mengelola materi perkuliahan.
4	<i>Grade</i>	getGradeCourse getGradeCourseByStudentID, getGradeComponents, getGradeComponentByID, updateGradeComponent, deleteGradeComponent, addGradeComponent	Layanan TI yang digunakan untuk mengelola nilai mata kuliah.
5	<i>Assignment</i>	addAssignment, activateAssignment, getAssignment, submitAssignment	Layanan TI yang digunakan untuk mendukung penugasan.
6	<i>Course Activity</i>	markActivityAsDone, getProgressActivityCourse	Layanan TI yang digunakan untuk pencatatan progres aktivitas perkuliahan.

7	<i>Course</i>	updateCourse, updateCourseStatusByScheduler, getCourses, getCourseByID, addCourse, deleteCourse	Layanan TI yang digunakan untuk mengelola mata kuliah.
8	<i>Learning period</i>	addLearningPeriod, updateLearningPeriod, getLearningPeriods, getLearningPeriodByID, deleteLearningPeriod	Layanan TI yang digunakan untuk periode pembelajaran mata kuliah disemester berjalan.
9	<i>Course relation</i>	addCourseRelation, deleteCourseRelation, getCourseRelations, getCourseRelationByID, updateCourseRelation	Layanan TI yang digunakan untuk mengelola relasi antar mata kuliah.
10	<i>Study Program</i>	addStudyProgram, getStudyProgram, updateStudyProgram	Layanan TI yang digunakan untuk mendapatkan informasi program studi.
11	<i>Course Category</i>	getCourseCategory, getCourseCategoryByID, deleteCourseCategory, updateCourseCategory, addCourseCategory	Layanan TI yang digunakan untuk mengelola jenis mata kuliah.
12	<i>User</i>	addUser, deleteUser, updateUser, getUsers, getUserByID	Layanan TI yang digunakan untuk mengelola pengguna.

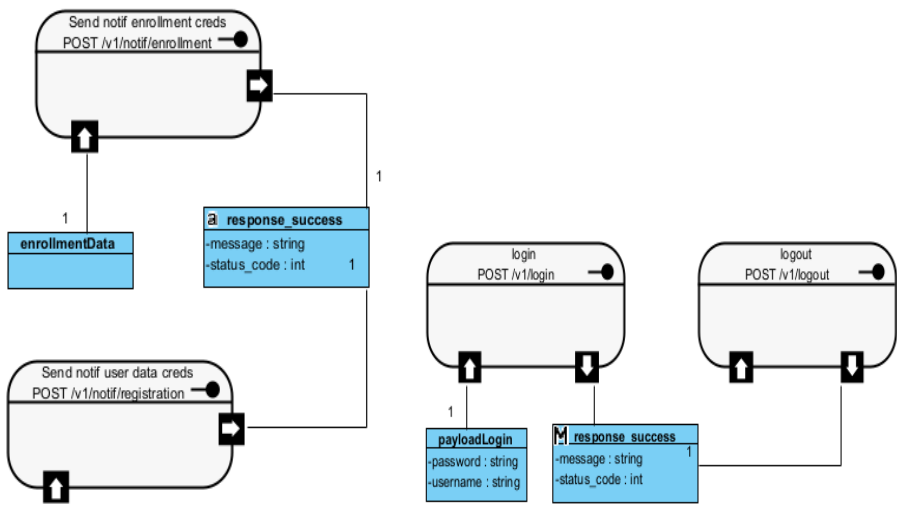
13	<i>SSO</i>	login, logout	Layanan TI yang digunakan untuk proses autentikasi
14	<i>Role</i>	getRoles, assignRole	Layanan TI yang digunakan untuk mengelola <i>role</i> pengguna
15	<i>Course competency</i>	getListCPL, getCPLByID, addCPL, updateCPL, deleteCPL, getListCPMKByCPLID, getCPMKByCourseID, deleteCPMK, updateCPMK, addCPMK, addCPMKtoCourse, removeCPMKFromCourse	Layanan TI yang digunakan untuk melakukan pemetaan capaian pembelajaran pada mata kuliah.
16	<i>Report</i>	getAttendanceCoursePDF, getGradeCourseReportPDF	Layanan TI yang digunakan untuk pelaporan.
17	<i>Attendance</i>	getAttendanceCourse, getAttendanceCourseByID, scanQRCode, manualAttendance, generateQRCode	Layanan TI yang digunakan untuk mengelola dan mencatat kehadiran pada kegiatan mata kuliah.
18	<i>CourseCatalog</i>	updateCourseCatalog, getCoursesCatalog, getCourseCatalogByID, addCourseCatalog, deleteCourseCatalog	Layanan TI yang digunakan untuk mengelola data silabus mata kuliah.

IV.2.2.6 REST API Design

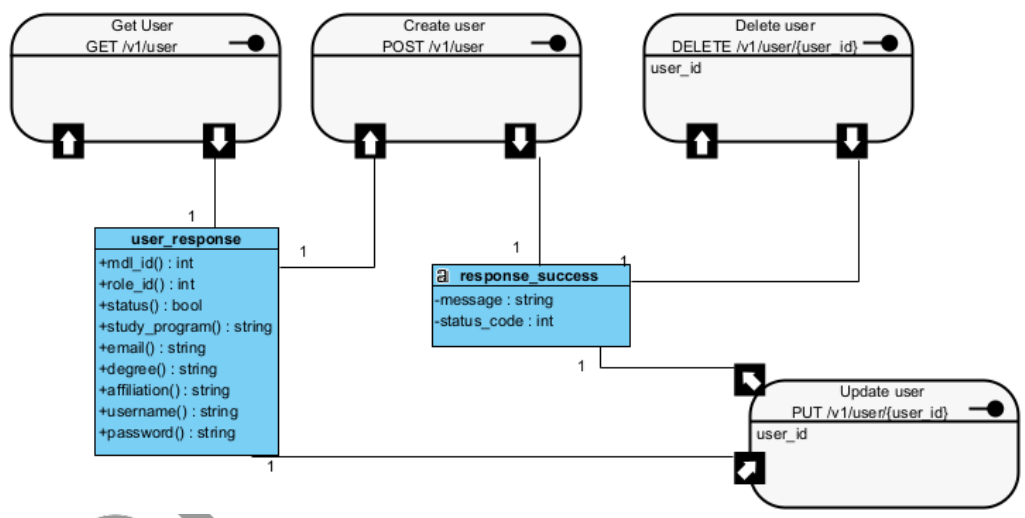
Dari hasil katalog layanan TI tahapan sebelumnya. Layanan TI dan operasinya menjadi informasi untuk dilakukannya pembuatan API dalam bentuk *web services* yang diakses melalui *endpoint*. Pemodelan REST API dimodelkan dengan alat bantu SoAML (*Rest visual paradigm*) dengan tujuan untuk memberikan gambaran terkait *input*, *output*, *path endpoint*, *query* parameter yang dibutuhkan agar layanan dalam bentuk *web services* dapat digunakan oleh pengguna atau *service consumer*. Berikut ini ditampilkan beberapa hasil desain *REST API*.



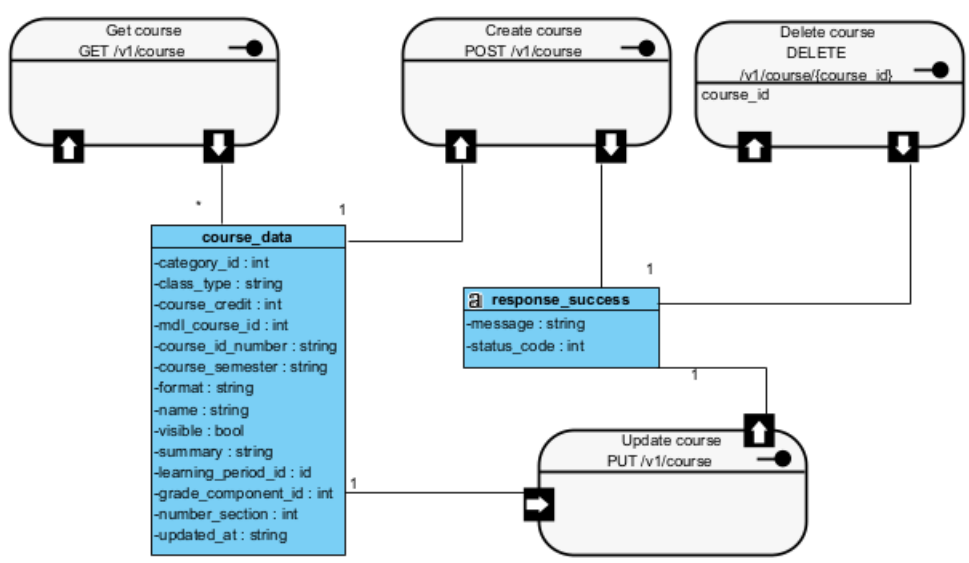
Gambar IV. 80 Design REST API Grade (kiri), Attendance (kanan)



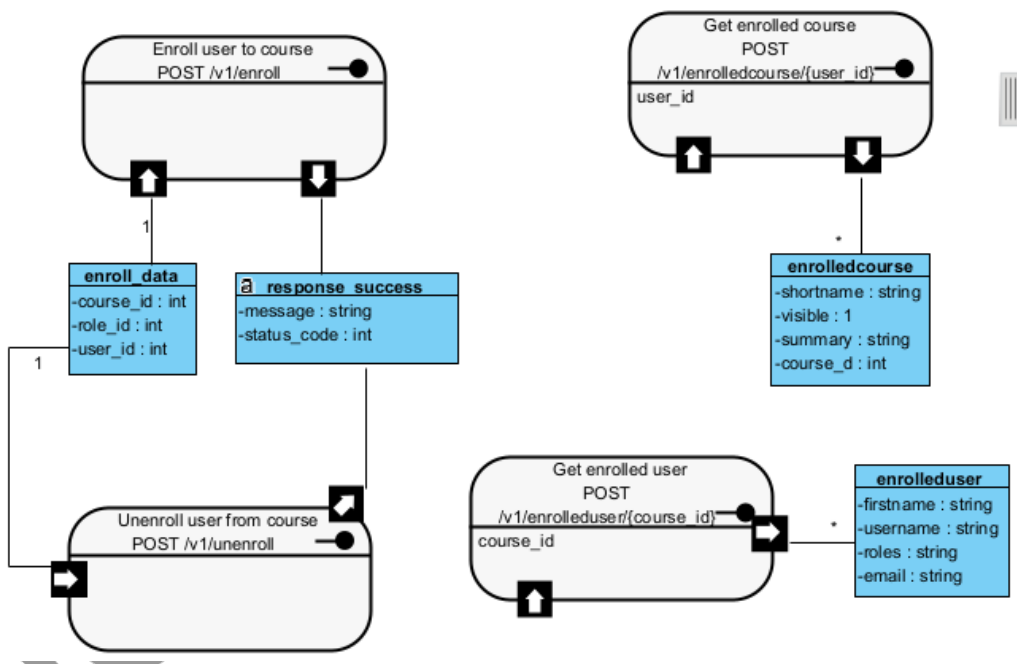
Gambar IV. 81 Design REST API Notification dan SSO



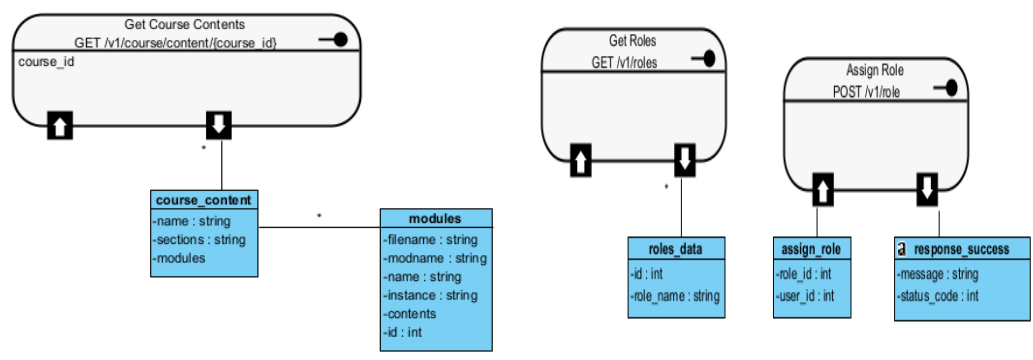
Gambar IV. 82 Design REST API User



Gambar IV. 83 Design REST API Course



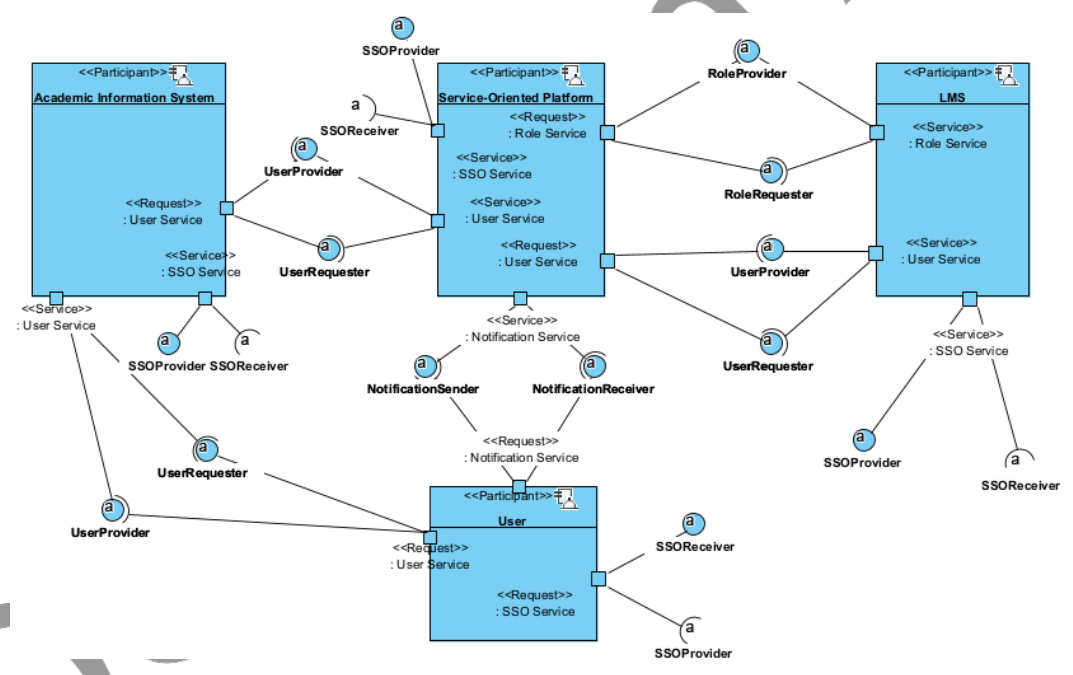
Gambar IV. 84 Design REST API Enrollment



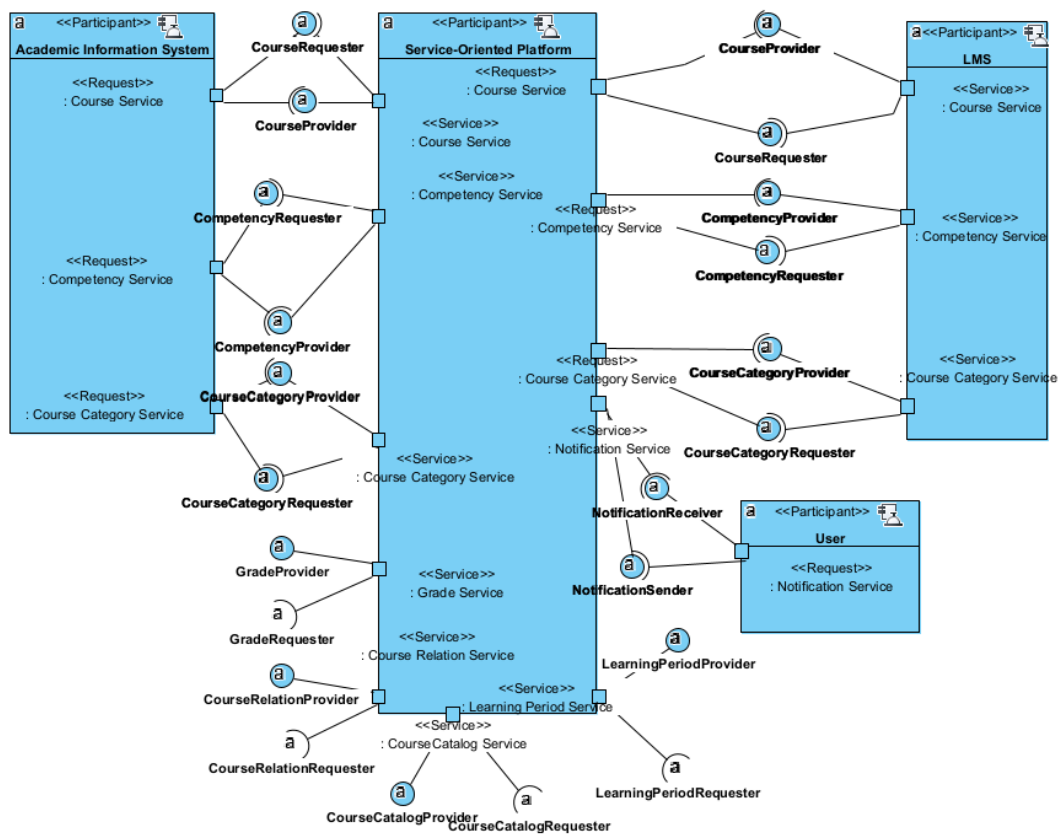
Gambar IV. 85 Design REST API Course Content (kiri), Roles (kanan)

IV.2.2.7 Pemodelan Service Participant

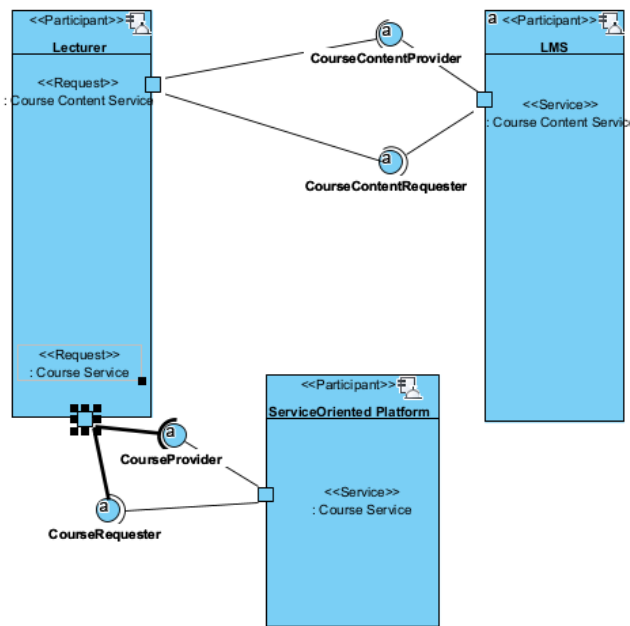
Pemodelan *service participant* diagram dilakukan pada setiap proses bisnis sehingga dapat melihat interaksi antar aktor dalam menggunakan dan penyampaian layanan. Pemodelan dilakukan menggunakan alat bantu berupa SoAML.



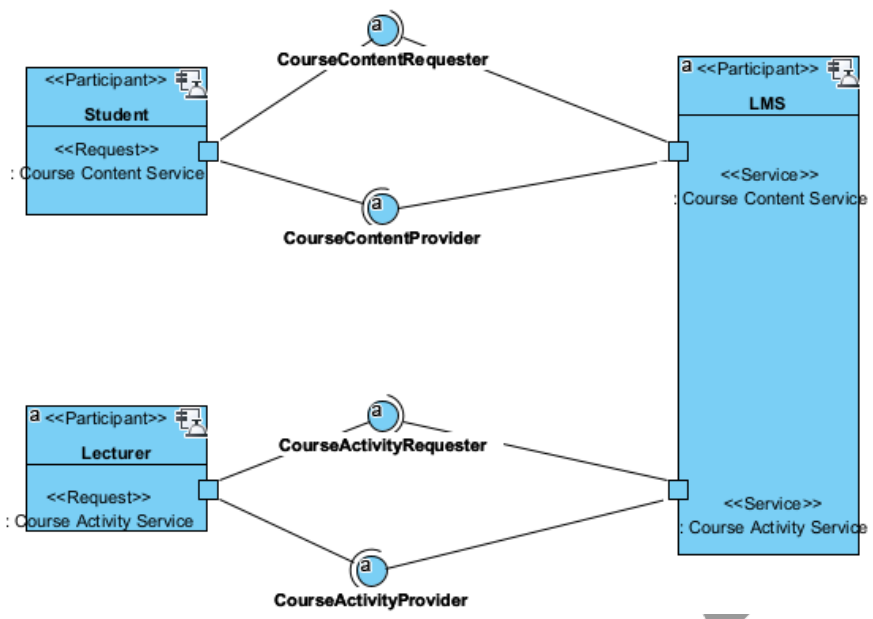
Gambar IV. 86 Service Participant Diagram User Enrollment



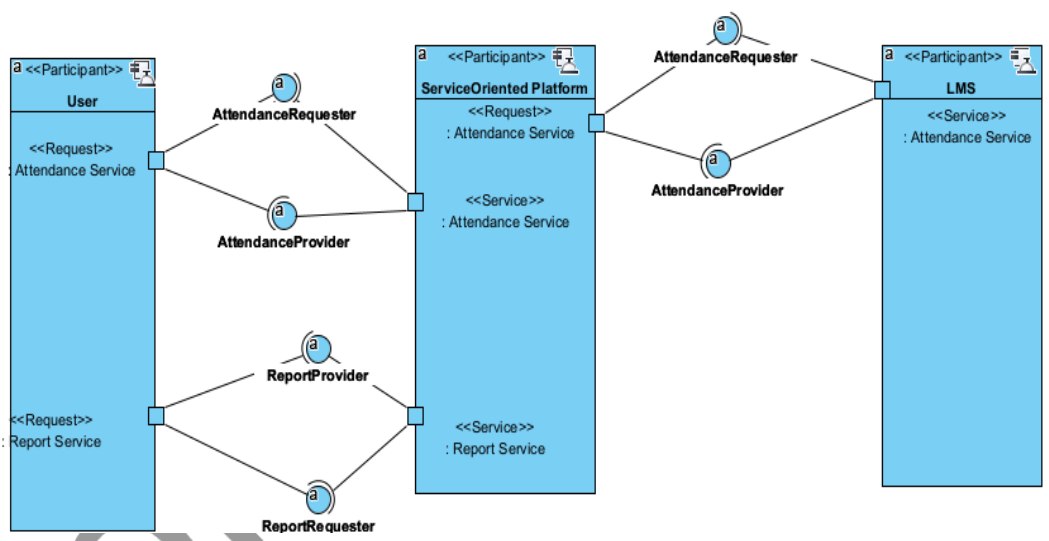
Gambar IV. 87 Service Participant Diagram Course Enrollment



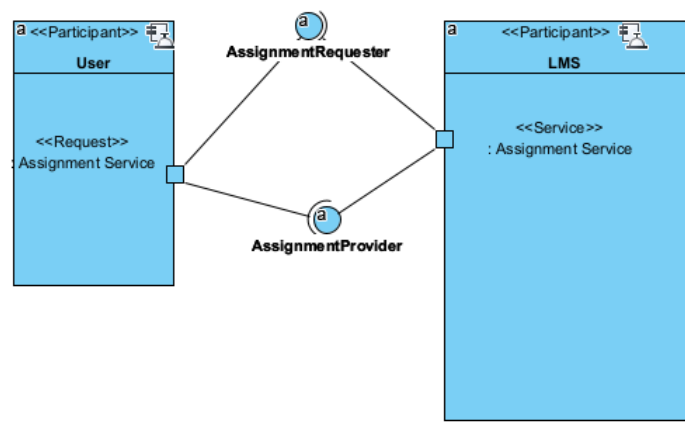
Gambar IV. 88 Service Participant Diagram Course Setup



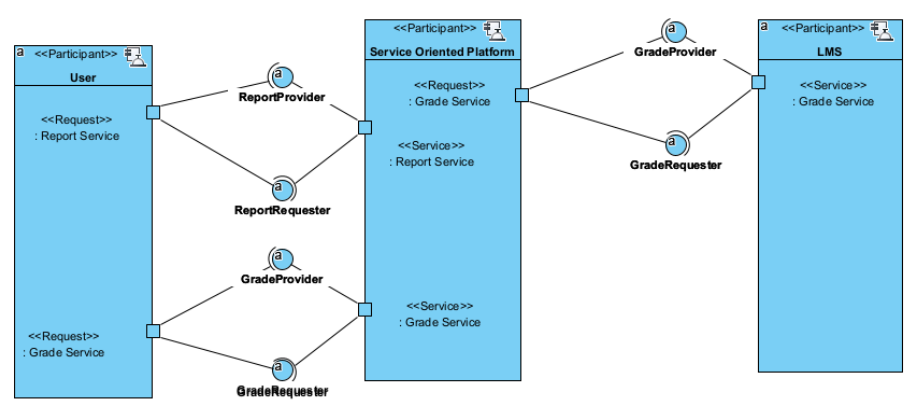
Gambar IV. 89 Service Participant Diagram Asynchronous Learning



Gambar IV. 90 Service Participant Diagram Synchronous Learning



Gambar IV. 91 Service Participant Assignment



Gambar IV. 92 Service Participant Grading

IV.2.3 Service Design and Architecture

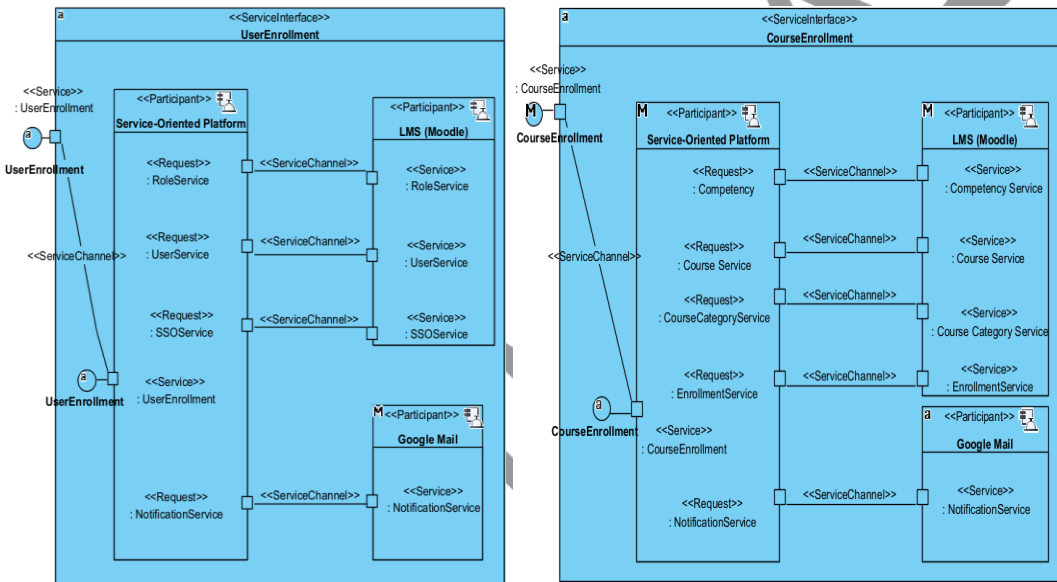
Pada tahapan ini akan dilakukan pemodelan komposisi layanan, desain interaksi layanan yang akan dilanjutkan dengan validasi desain layanan pada prinsip yang dimiliki SOA dan terakhir dilanjutkan dengan pemodelan terhadap arsitektur sistem layanan pada setiap proses bisnis dan secara keseluruhan dengan menggunakan pendekatan *container diagram* dan *reference model service computing system platform*.

IV.2.3.1 Pemodelan Service Composition

Komposisi layanan dimodelkan menggunakan *service composition* pada SoAML dan *sequence diagram*. *Service composition* menunjukkan bagaimana *participant* bisa disusun dalam menyediakan layanan pada proses bisnis *to-be* yang sudah

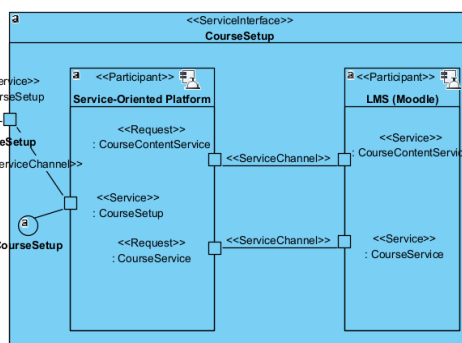
dimodelkan sebelumnya. Komposisi ini menghubungkan *service* dan *request* melalui *service channel* sedangkan *sequence diagram* menunjukkan proses pertukaran data antar layanan yang lebih detail dengan tujuan untuk menyelesaikan suatu layanan pemanggilan orkestrator. Beberapa hasil model *sequence diagram* akan ditampilkan setelah bagian *service composition*.

Gambar IV. 93 menunjukkan *service composition user enrollment* dan *course enrollment*. *Participant Service-Oriented Platform* berperan dalam menghubungkan penyedia layanan LMS (Moodle) dan google mail untuk menyediakan layanan kepada pengguna layanan (SIA, dan *user*).



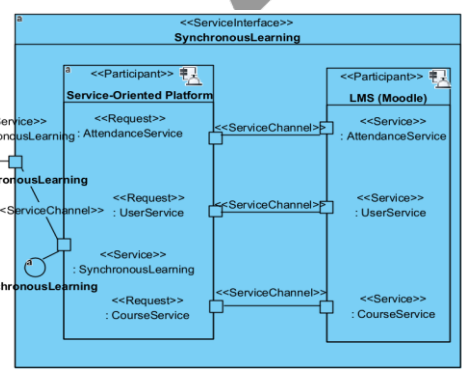
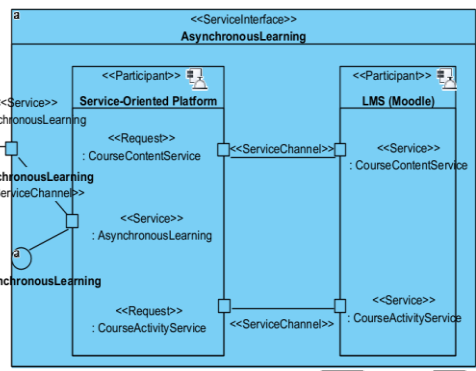
Gambar IV. 93 *Service Composition User Enrollment dan Course Enrollment*

Gambar IV. 94 menunjukkan *service composition course setup*. *Participant Service-Oriented Platform* berperan dalam menghubungkan penyedia layanan LMS (Moodle) untuk menyediakan layanan kepada pengguna layanan (*lecturer*).



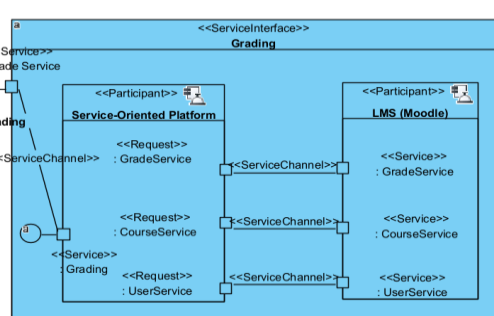
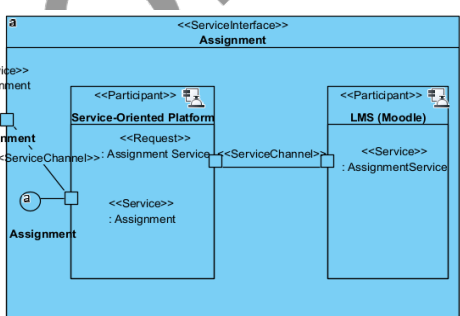
Gambar IV. 94 Service Composition Course Setup

Gambar IV. 95 menunjukkan service composition asynchronous dan synchronous learning. Participant Service-Oriented Platform berperan dalam menghubungkan penyedia layanan LMS (Moodle) melalui service channel.

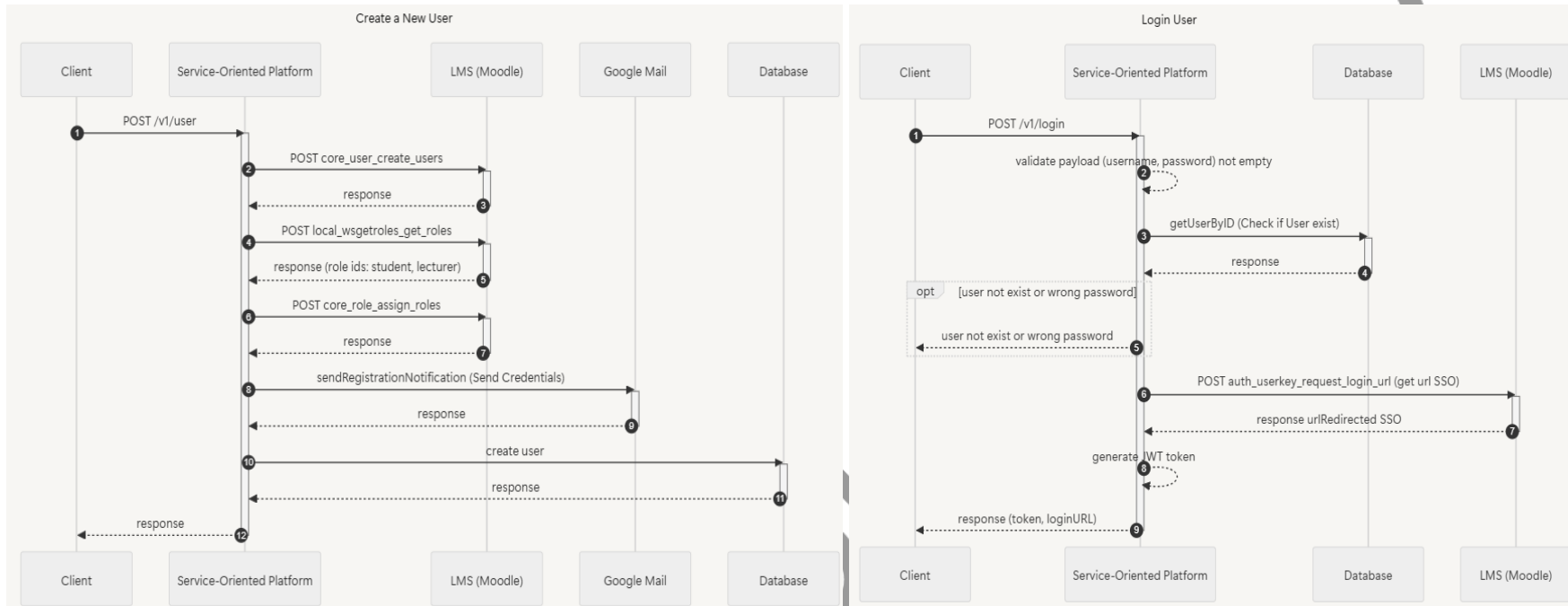


Gambar IV. 95 Service Composition Asynchronous dan Synchronous Learning

Gambar IV. 96 menunjukkan service composition assignment dan grading. Participant Service-Oriented Platform menghubungkan penyedia layanan LMS (Moodle) melalui service channel.

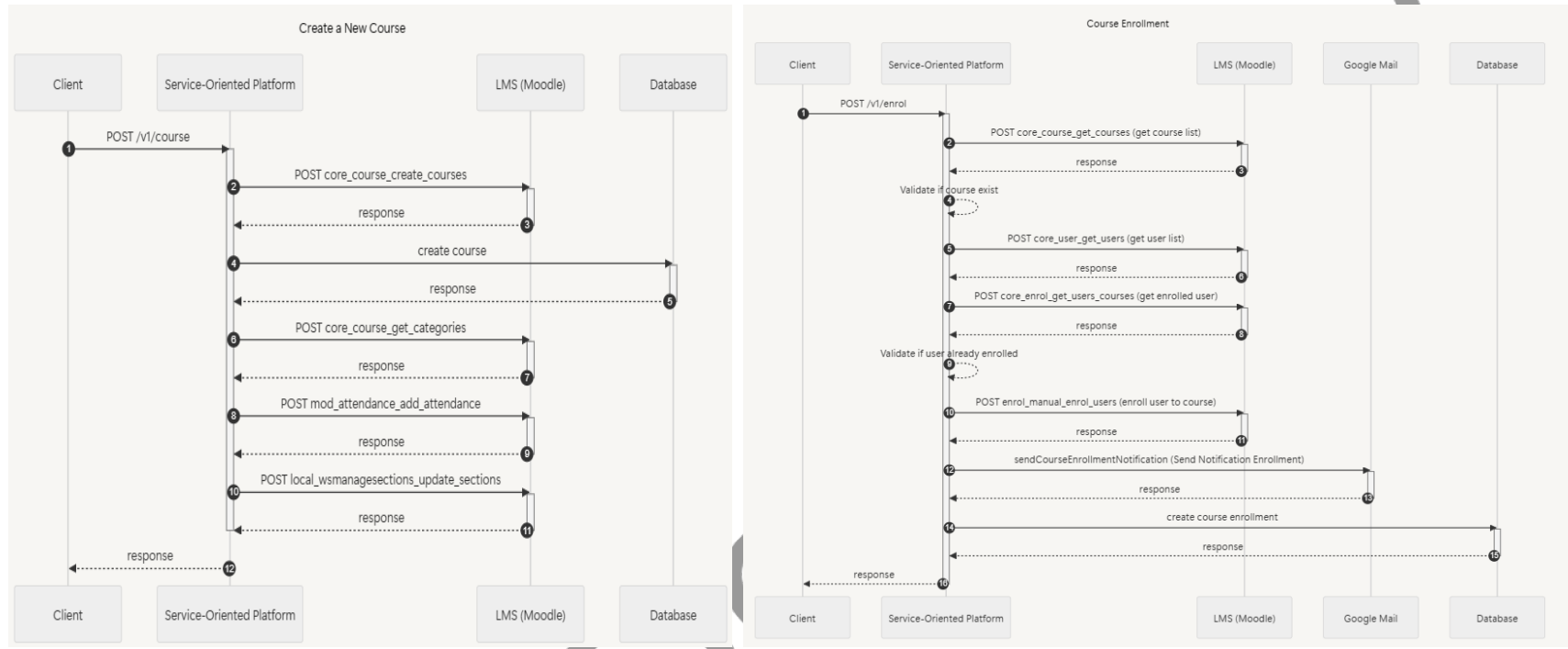


Gambar IV. 96 Service Composition Assignment dan Grading



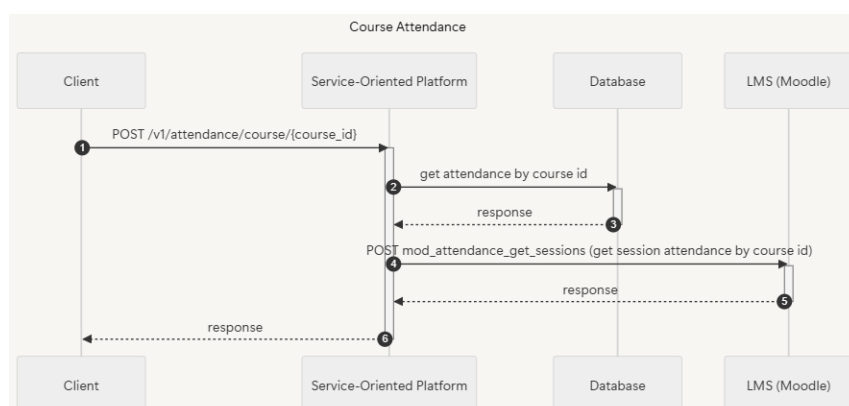
Gambar IV. 97 Sequence Diagram Create New User dan Login User (SSO)

Gambar IV. 97 menunjukkan *sequence diagram* pembuatan pengguna baru dan *login* pengguna. Proses pemanggilan layanan memanfaatkan beberapa layanan *web service function* (*core_user_create_users*, *local_wsgetroles_get_roles*, *core_role_assign_roles*, *auth_userkey_request_login_url*) yang disediakan oleh LMS dan google mail.

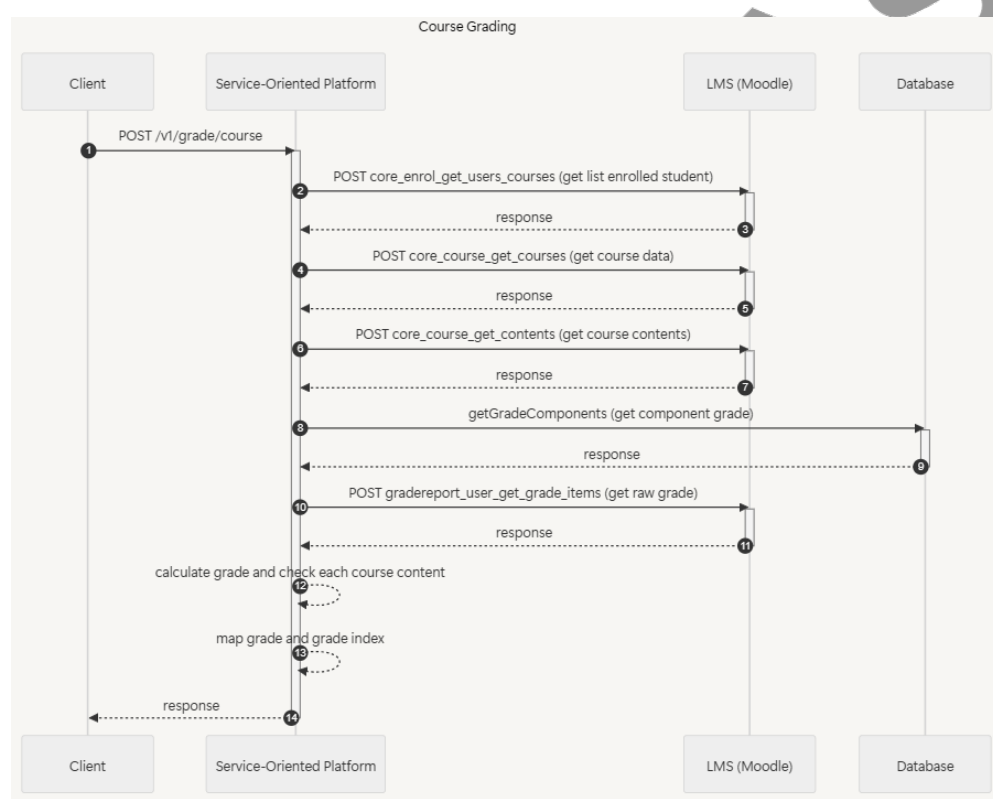


Gambar IV. 98 Sequence Diagram Create New Course dan Course Enrollment

Gambar IV. 98 menunjukkan *sequence diagram* pembuatan mata kuliah baru dan pendaftaran peserta kuliah pada mata kuliah tertentu. Proses pemanggilan layanan memanfaatkan beberapa layanan *web service function* (*core_course_create_courses*, *core_course_get_categories*, *local_wsmanagesections_update_sections*, *core_course_get_courses*, *core_user_get_users*, *core_enrol_get_users_courses*, *enrol_manual_enrol_users*) yang disediakan oleh LMS dan google mail (notifikasi).



Gambar IV. 99 Sequence Diagram Course Attendance



Gambar IV. 100 Sequence Diagram Course Grading

Gambar IV. 99 dan Gambar IV. 100 menunjukkan *sequence diagram course attendance* dan *course grading* dengan memanfaatkan layanan *web service function* (*core_enrol_get_users_courses*, *core_course_get_courses*, *core_course_get_contents*, *gradereport_user_get_grade_items*) yang disediakan oleh Moodle.

IV.2.3.2 Service Interaction Diagram

Pembuatan desain interaksi antar layanan perlu dilakukan. Hal ini bertujuan untuk validasi dan evaluasi desain layanan yang bernilai baik terhadap pemenuhan prinsip-prinsip yang dimiliki oleh SOA. Desain interaksi layanan dilakukan menggunakan pendekatan komposisi layanan.

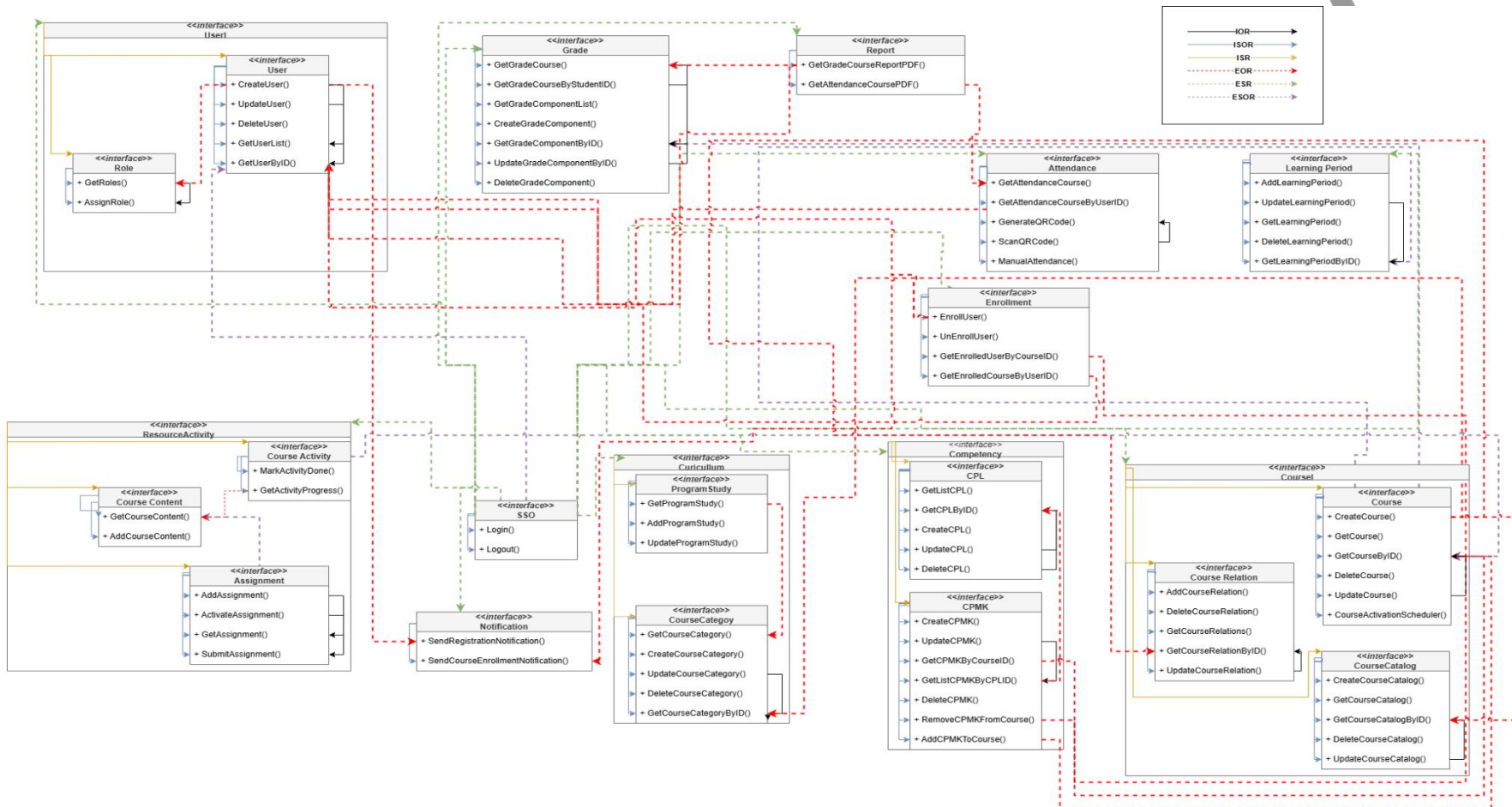
Menurut Elhag (2015), terdapat 2 jenis interaksi layanan yaitu interaksi eksternal dan interaksi internal. Interaksi eksternal terbagi menjadi ESOR (*External Service Operation Relationship*), EOR (*External Operation Relationship*), dan ESR (*External Service Relationship*). Interaksi internal terbagi menjadi ISOR (*Internal Service Operation Relationship*), IOR (*Internal Operation Relationship*), dan ISR (*Internal Service Relationship*).

Hasil desain *service interaction diagram* pada Gambar IV. 107 menghasilkan pengelompokan layanan menjadi satu atau disebut sebagai *service composite* yang ditunjukkan pada Tabel IV. 32 sebagai berikut.

Tabel IV. 32 Layanan Komposit

No.	Layanan	Layanan Komposit
1	Notification	-
2	Enrollment	-
3	Grade	-
4	ResourceActivity	CourseContent, CourseActivity, Assignment
5	Course	Course, CourseRelation, CourseCatalog
6	LearningPeriod	-
7	Curriculum	ProgramStudy, CourseCategory
8	User	User, Role
9	SSO	-
10	Competency	CPL, CPMK
11	Report	-
12	Attendance	-

ASLI



Gambar IV. 101 Service Interaction Diagram

IV.2.3.3 Service Design Validation

Dari hasil pemodelan *service interaction diagram* didapatkan daftar interaksi layanan yang diidentifikasi pada Tabel IV. 33 sebagai berikut.

Tabel IV. 33 Daftar Interaksi Layanan

Type Relasi	Service (1)	Service (2)	Operation (1)	Operation (2)
ISR	Competency	CPL	-	-
ISR	Competency	CPMK	-	-
ISR	Curriculum	ProgramStudy	-	-
ISR	Curriculum	CourseCategory	-	-
ISR	UserI	User	-	-
ISR	Role	UserI	-	-
ISR	ResourceActivity	CourseActivity	-	-
ISR	ResourceActivity	Assignment	-	-
ISR	ResourceActivity	CourseContent	-	-
ISR	CourseI	Course	-	-
ISR	CourseI	CourseRelation	-	-
ISR	CourseI	CourseCatalog	-	-
ESR	SSO	Notification	-	-
ESR	SSO	UserI	-	-
ESR	SSO	Grade	-	-

ESR	SSO	ResourceActivity	-	-
ESR	SSO	Curiculum	-	-
ESR	SSO	Report	-	-
ESR	SSO	Learning Period	-	-
ESR	SSO	Enrollment	-	-
ESR	SSO	Competency	-	-
ESR	SSO	Attendance	-	-
ESR	SSO	Notification	-	-
ESR	SSO	CourseI	-	-
IOR	-	-	AddAssignment	SubmitAssignment
IOR	-	-	ActivateAssignment	GetAssignment
IOR	-	-	GetAttendanceCourse	GetAttendanceCourseByUserID
IOR	-	-	UpdateCourseRelation	GetCourseRelationByID
IOR	-	-	UpdateCPMK	GetListCMPKByCPLID
IOR	-	-	UpdateCPL	GetCPLByID
IOR	-	-	UpdateCourseCategory	GetCourseCategoryByID
IOR	-	-	UpdateCourse	GetCourseByID
IOR	-	-	GetGradeComponentByID	GetGradeCourseByStudentID
IOR	-	-	UpdateGradeComponentByID	GetGradeComponentByID

IOR	-	-	UpdateUser	GetUserByID
IOR	-	-	CreateUser	GetUserList
IOR	-	-	GetRoles	AssignRole
EOR	-	-	GetRoles	CreateUser
EOR	-	-	CreateUser	SendRegistration Notification
EOR	-	-	GetProgramStudy	GetCourseCategory
EOR	-	-	SendCourseEnrollmentNotification	EnrollUser
EOR	-	-	GetUserByID	GetEnrolledCourseByUserID
EOR	-	-	CreateCourse	GetCourseRelationByID
EOR	-	-	GetActivityProgress	GetCourseContent
EOR	-	-	GetGradeCourseReportPDF	GetGradeCourse
EOR	-	-	GetGradeCourseReportPDF	GetUserByID
EOR	-	-	CreateCourse	GetCourseCatalogByID
EOR	-	-	CreateCourse	GetCourseCategoryByID
EOR	-	-	GetAttendanceCoursePDF	GetAttendanceCourseByUserID
EOR	-	-	GetCPMKByCPLID	GetCourseByID
EOR	-	-	RemoveCPMKFromCourse	GetCourseByID

EOR	-	-	AddCPMKTToCourse	GetCourseByID
ESOR	SSO	-	GetUserByID	-
ESOR	Assignment	-	GetCourseContent	-
ESOR	CourseI	-	GetLearningPeriodByID	-
ESOR	Course	-	GetGradeComponentByID	-
ESOR	CourseActivity	-	CourseID	-
ESOR	CourseI	-	GetLearningPeriodByID	-
ISOR	Semua interaksi atau relasi internal antara <i>service</i> dan operasi pada suatu layanan di dalamnya. Dimiliki oleh semua operasi layanan.			

Dari hasil desain interaksi layanan dan daftar tabel interaksi layanan, tahapan berikutnya melakukan validasi desain layanan dengan melakukan perhitungan terhadap metrik *coupling*, *cohesion*, *complexity*, dan *reusability*. Formula perhitungan yang digunakan terdapat pada subbab III.3.3.

Tabel IV. 34 *Basic Metric*

No	Keterangan	Value
1	NO (<i>Number of operations</i>)	78
2	NS (<i>Number of services</i>)	12
3	IOR	13
4	ISOR	78
5	ISR	12
6	EOR	15
7	ESOR	6
8	ESR	12

9	<i>Direct coupling (DC)</i>	31
10	<i>Indirect coupling (IC)</i>	33
11	<i>Provider</i>	86
12	<i>Consumer</i>	106
13	$f = (NO + NS)$	90

Tabel IV. 35 *Cohesion Metric*

No	<i>Service</i>	CM	1	CohF
1	Notification	3	3	0,00224
2	Enrollment	5	5	0,01248
3	Grade	5	8	0,03495
4	Resource Activity	9	9	0,00808
5	Course	13	17	0,44144
6	Learning Period	4	6	0,01498
7	Curicullum	6	9	0,05393
8	User	8	8	0,05593
9	SSO	2	3	0,00149
10	Competency	10	13	0,19475
11	Report	3	3	0,00224
12	Attendance	6	6	0,02247
ΣCM		74	$\Sigma CohF$	0,91785

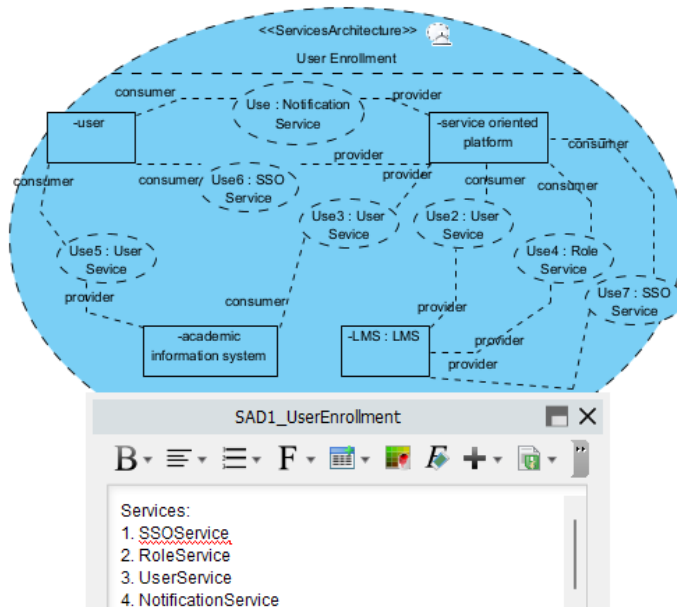
Tabel IV. 36 *Derived Metric*

<i>Metric Factor</i>	Nilai	Indikator	Nilai Indikator
<i>Coupling factor</i>	0,00411	<i>Loosely-coupled</i>	Mendekati 0
<i>Cohesion factor</i>	0,91785	<i>High cohesion</i>	Mendekati 1
<i>Complexity factor</i>	0,00448	<i>Less complex</i>	Mendekati 0
<i>Reusability factor</i>	2,38709	<i>Reusable</i>	>1

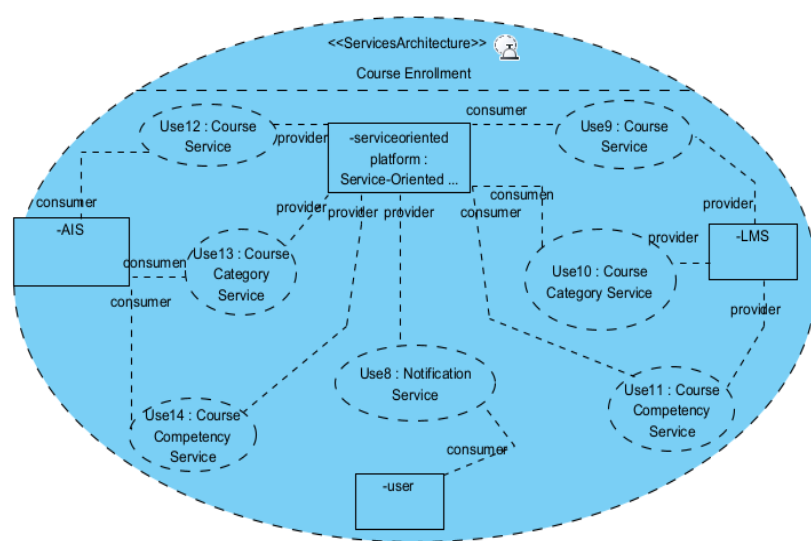
Dari hasil nilai perhitungan dari desain interaksi layanan yang dihasilkan didapatkan nilai *coupling factor* sebesar 0,0041 yang mengindikasikan *loosely-coupled* atau tingkat ketergantungan layanan rendah, nilai *cohesion factor* sebesar 0,91785 yang mengindikasikan *high cohesion*. *High cohesion* disini berarti setiap operasi pada layanan memiliki *responsibilitas* fungsi yang jelas dan memiliki hubungan yang kuat antar operasi dalam suatu layanan. Nilai *complexity factor* sebesar 0,00448 mengindikasikan *less complexity*, dan nilai *reusability factor* sebesar 2,387 mengindikasikan *high reusability*. Dari hasil metriks yang dievaluasi dapat dikatakan desain layanan yang dirancang merupakan desain yang baik dan memenuhi prinsip-prinsip yang dimiliki oleh SOA.

IV.2.3.5 Pemodelan Arsitektur Sistem Layanan

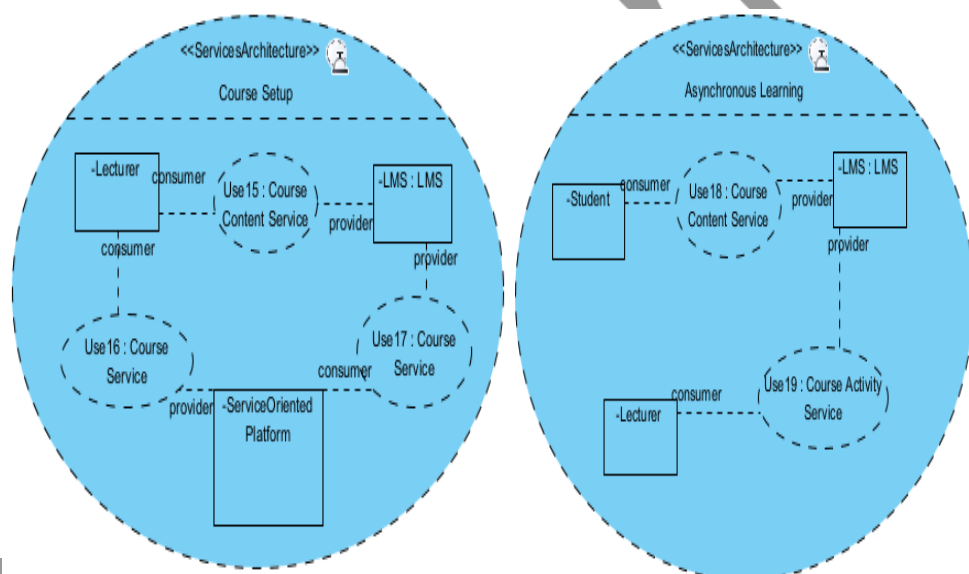
Pemodelan arsitektur sistem layanan pada tahapan ini dimodelkan dengan alat bantu SoAML yang dilakukan pada setiap proses bisnis yang diidentifikasi pada tahapan sebelumnya. Hasil SAD (*Service Architecture Diagram*) dapat dilihat pada Gambar dibawah ini sebagai berikut.



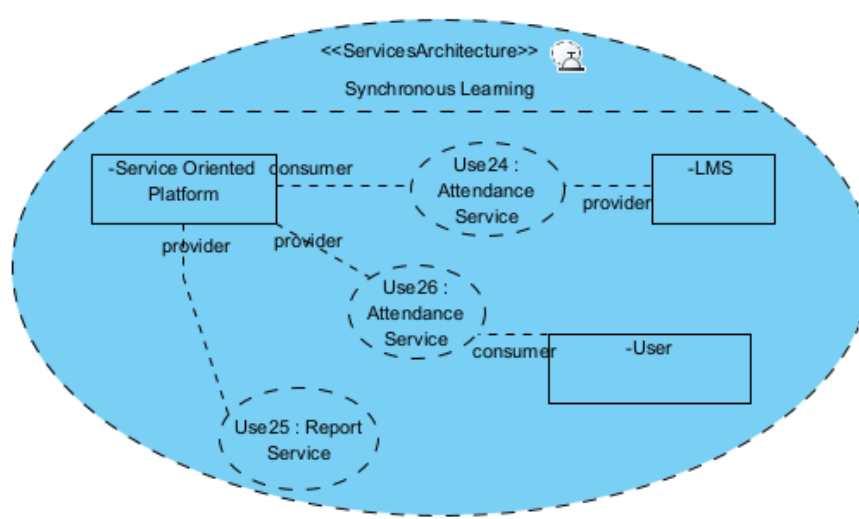
Gambar IV. 102 Service Architecture Diagram User Enrollment



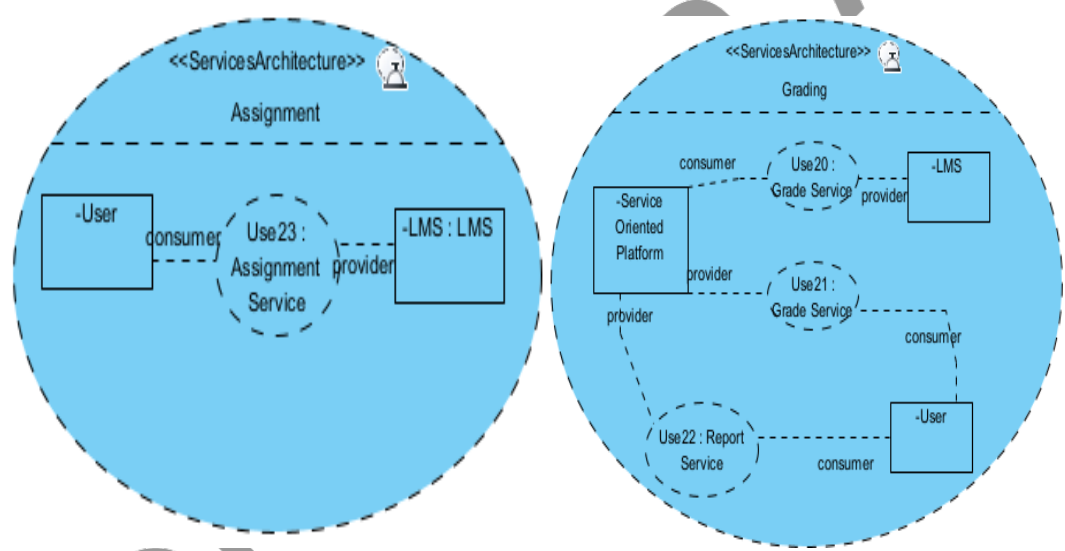
Gambar IV. 103 Service Architecture Diagram Course Enrollment



Gambar IV. 104 Service Architecture Diagram Course Setup (kiri), Asinkron

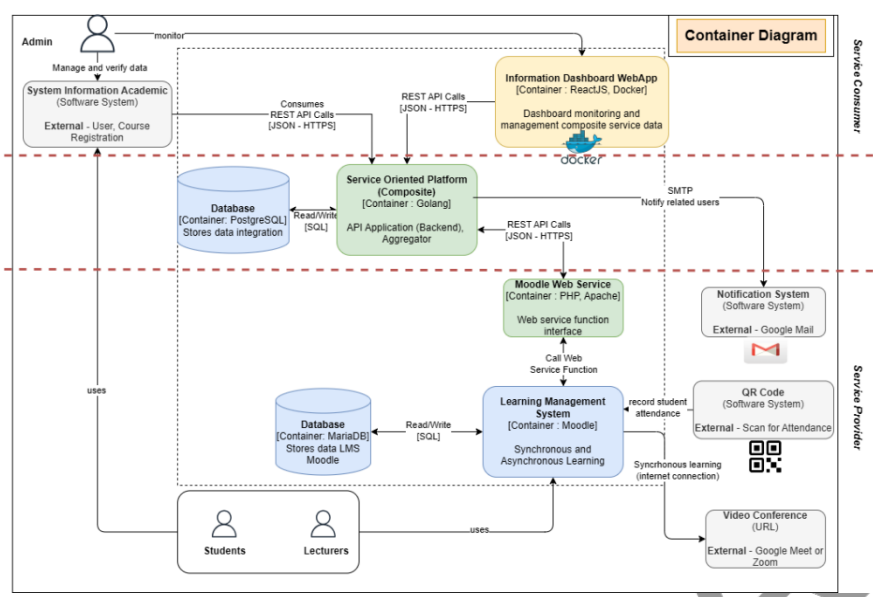


Gambar IV. 105 Service Architecture Diagram Synchronous Learning



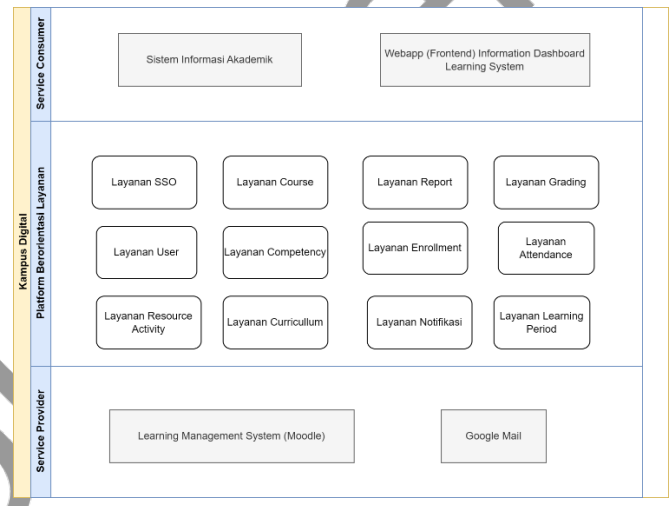
Gambar IV. 106 Service Architecture Assignment (kiri), Grading (kanan)

Pemodelan C4 Architecture container diagram dapat digunakan dalam pendekatan pemodelan arsitektur platform yang dibangun dan menunjukkan interaksi platform dengan layanan atau eksternal service lainnya. Desain container diagram ditunjukkan pada Gambar VI. 107 sebagai berikut (Vazquez-Ingelmo et al., 2020).



Gambar IV. 107 Container Diagram

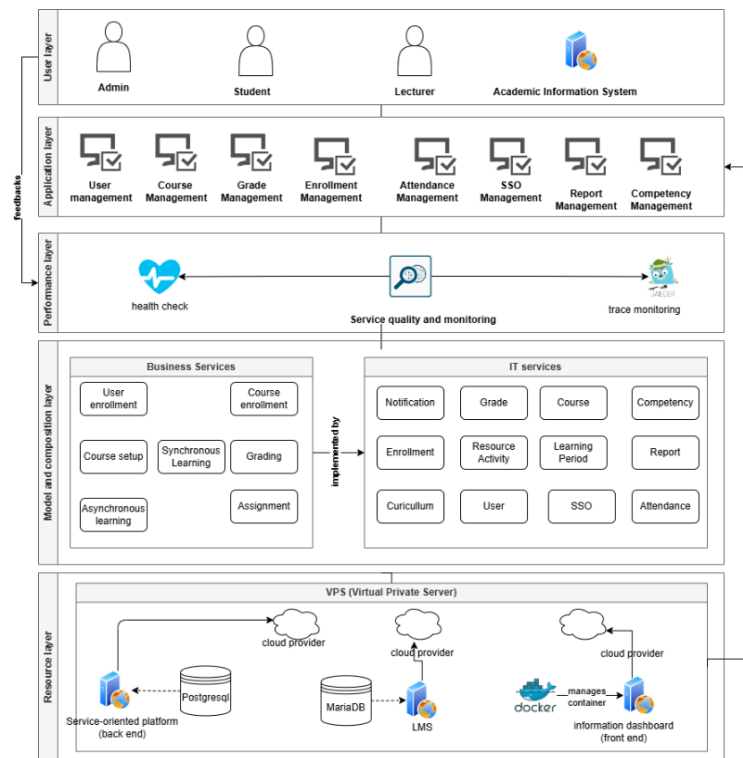
Bentuk lebih sederhana ilustrasi dari platform yang dibangun ditunjukkan pada Gambar IV. 108 sebagai berikut.



Gambar IV. 108 Ilustrasi Posisi Platform Berorientasi Layanan Kampus Digital

IV.2.3.6 Reference Model Service Computing System Platform

Menurut Kurniawan N. B dkk., (2019), *reference model* dapat digunakan sebagai panduan dalam membangun platform berorientasi layanan. Gambar IV. 109 merupakan *reference model service computing system platform* yang digunakan pada penelitian ini.



Gambar IV. 109 Reference Model Service Computing System Platform

Hasil *reference model* ini terdiri atas 5 layer yaitu *user layer*, *application layer*, *performance layer*, *model and composition layer* dan *resource layer*. Pada layer kedua menunjukkan ada beberapa aplikasi yang tersedia yang digunakan oleh *user*, lalu terdapat kinerja performa platform yang dijaga ditunjukkan pada layer ketiga. Layer keempat terdapat layanan bisnis dan layanan TI dan *resource layer* merupakan platform perangkat keras berbentuk cloud. Berdasarkan konsep platform, *resource layer* dapat menjadi platform dibagian *second layer*, berikutnya *second layer* dapat menjadi platform pada bagian di atasnya lagi yaitu *user layer*.

IV.3 Development

Tahap development terdiri atas *service development*, *service integration and testing* dan *service implementation*. Luaran pada tahapan ini adalah menghasilkan *software service system* berbentuk source code yang siap dijadikan prototipe pengembangan dengan memerhatikan hasil desain pada tahapan sebelumnya. Berikutnya berupa pengujian *unit testing*, dan *integration testing*, serta skenario implementasi layanan.

IV.3.1 Service Development

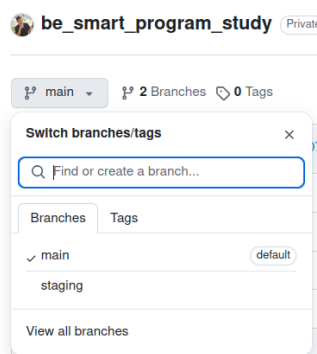
Proses pengembangan layanan diawali dengan *software coding* memperhatikan desain yang telah dibangun pada tahapan sebelumnya. Lalu dilakukan pengujian *unit testing* dan menghasilkan *software sub system*.

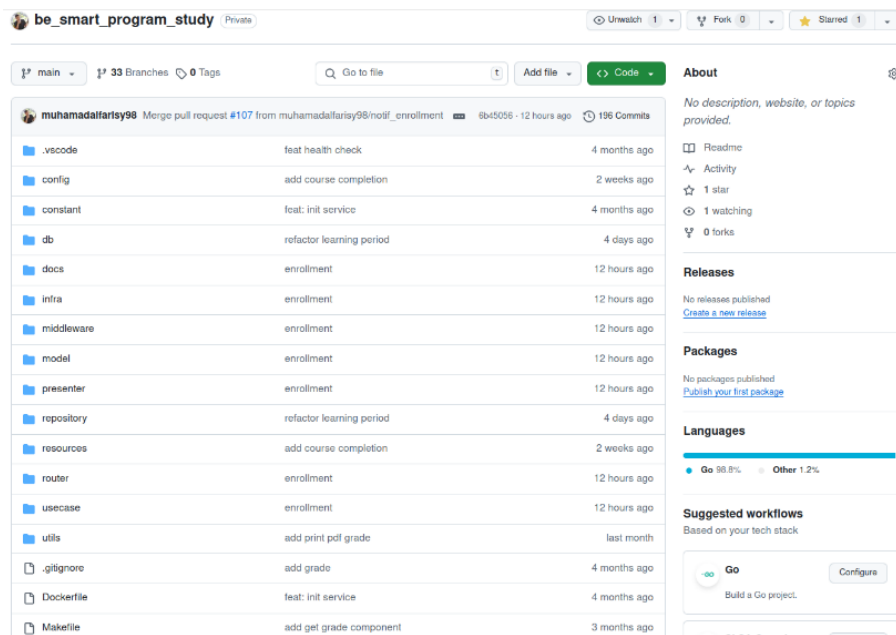
IV.3.1.1 Software Coding

Ada 3 area yang dilakukan pengembangan yaitu dari sisi LMS (*moodle*), lalu *backend service-oriented platform*, dan *frontend* untuk dashboard pengelolaan platform. Pembagian *software code* pengembangan tersebut akan dijelaskan sebagai berikut.

- *Backend*

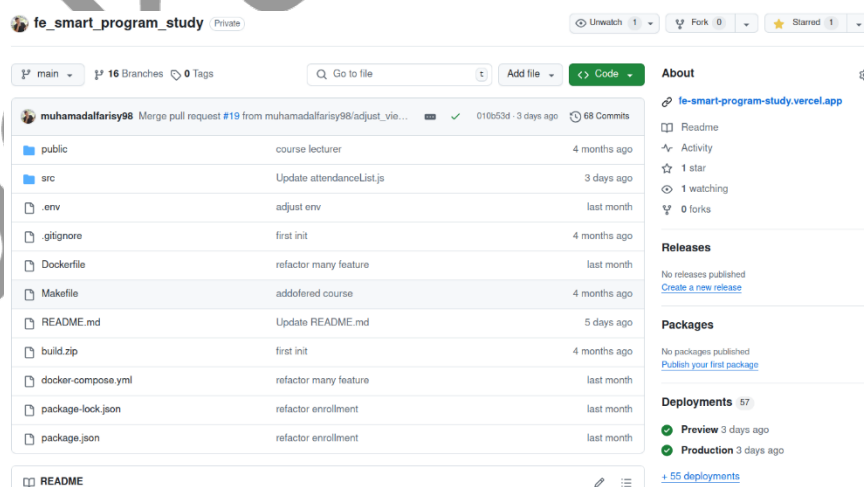
Pengembangan layanan *backend* menggunakan bahasa pemrograman GoLang dan basis data *PostgreSQL* dengan *schema migration*. Luaran pada pengembangan *backend* ini adalah layanan dalam bentuk *web services* atau API. Posisi *backend* ini sebagai *platform* yang menghubungkan *service consumer* dalam hal ini Sistem Informasi Akademik kampus dengan *Learning Management System* dalam hal ini *Moodle*. Repository penyimpanan *source code backend* disimpan pada *github* pada Gambar IV. 110 sebagai berikut.

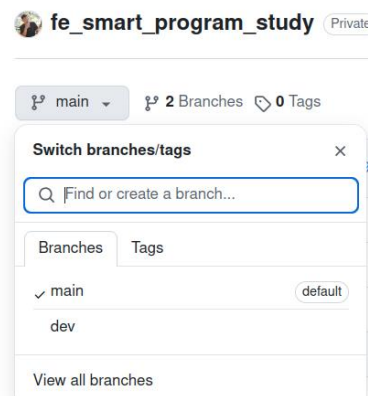


Gambar IV. 110 Pengembangan di sisi *Backend*

- *Frontend*

Pengembangan *frontend* berupa purwarupa tampilan aplikasi web yang berfungsi untuk mengelola dan mengamati data yang tersimpan pada *service oriented platform backend*. Teknologi yang digunakan untuk pengembangan menggunakan framework *reactjs* dengan bahasa pemrograman JavaScript. Repository penyimpanan *source code frontend* disimpan pada *github* pada Gambar IV. 111 sebagai berikut.

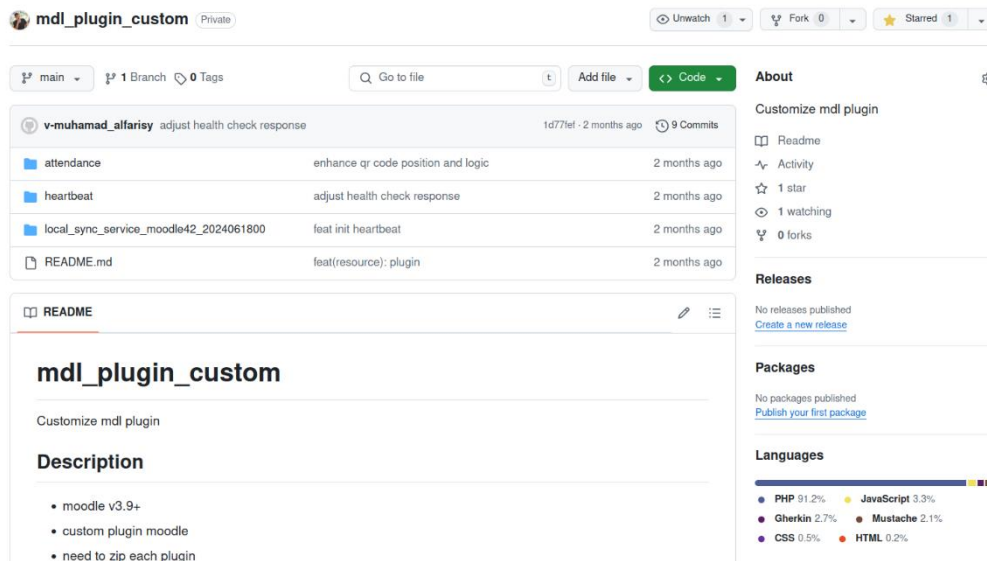




Gambar IV. 111 Pengembangan di sisi *Frontend*

- LMS (*Moodle*)

Menurut (Makruf et al., 2022) Moodle telah lama digunakan dalam mendukung proses pembelajaran berbasis kelas virtual. Sejarahnya pengembangan Moodle dimulai pada tahun 1999 oleh Martin Dougiamas. Moodle memiliki fitur lengkap, fleksibel dan banyak digunakan oleh universitas diberbagai negara. Moodle disebutkan telah digunakan oleh lebih dari 30.000 institusi pendidikan di seluruh dunia. Pemilihan Moodle sebagai platform pembelajaran digital didasarkan pada kemampuannya dalam menciptakan pembelajaran jarak jauh, dan fleksibel. Selain itu, Moodle bersifat *open source* sehingga dapat digunakan dan dikembangkan sesuai kebutuhan pengguna. Repository penyimpanan *source code* Moodle (LMS) disimpan pada *github* pada Gambar IV. 112 sebagai berikut dengan penambahan beberapa plugin custom.



Gambar IV. 112 Repository Moodle

IV.3.1.2 Unit Testing

Alur pelaksanaan pengujian diawali dengan perencanaan pengujian, pelaksanaan pengujian, dan evaluasi hasil pengujian pada setiap tahapan. Pada bagian ini akan berfokus terhadap pengujian *unit testing*. Detail alokasi pembahasan pengujiannya terdapat pada Tabel IV. 37 berikut.

Tabel IV. 37 Detail Pengujian

No	Testing	Subbab
1	<i>Unit testing</i>	IV.3.1.2 Unit Testing
2	<i>Integration testing</i>	IV.3.2.3 Software System Integration Testing
3	<i>System testing</i>	IV.4.2.2 System Testing
4	<i>User testing</i>	IV.5.2.2 User Testing

Rencana pengujian

1. Unit testing

Dasar pengujian	:	Dokumen swagger, kontrak layanan, <i>source code</i>
Objek pengujian	:	Webservice API, webservice function, <i>service data model</i>
Alat bantu	:	<i>Postman, swagger</i>
Metode pengujian	:	<i>Blackbox test</i> (memerhatikan input dan output)

UT1				
Mengelola katalog mata kuliah				
No	Deskripsi Layanan	Endpoint	HTTP Method	Service Data Model
UT1.1	Menambahkan course catalog	/v1/coursecatalog	POST	course_catalog
UT1.2	Mendapatkan seluruh data course catalog	/v1/coursecatalog	GET	course_catalog
UT1.3	Mendapatkan data course catalog berdasarkan id	/v1/coursecatalog/:id	GET	course_catalog
UT1.4	Mengubah data course catalog	/v1/coursecatalog/:id	PUT	course_catalog
UT1.5	Menghapus data course catalog	/v1/coursecatalog/:id	DELETE	course_catalog

UT2				
Mengelola learning period				
No	Deskripsi Layanan	Endpoint	HTTP Method	Service Data Model

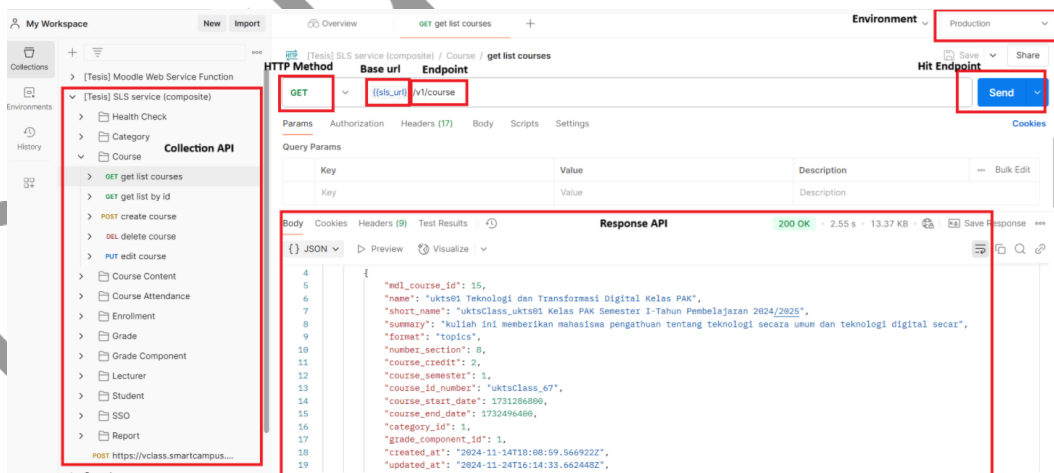
UT2.1	Menambahkan learning period	/v1/learningperiod	POST	learning_period
UT2.2	Mendapatkan seluruh data learning period	/v1/learningperiod	GET	learning_period
UT2.3	Mendapatkan data learning period berdasarkan id	/v1/learningperiod/:id	GET	learning_period
UT2.4	Mengubah data learning period berdasarkan id	/v1/learningperiod/:id	PUT	learning_period
UT2.5	Menghapus data learning period	/v1/learningperiod/:id	DELETE	learning_period

UT3	Mengelola grade component (memetakan persentase nilai)			
No	Deskripsi Layanan	Endpoint	HTTP Method	Service Data Model
UT3.1	Menambahkan grade component	/v1/grade-component	POST	grade_component
UT3.2	Mendapatkan seluruh data grade component	/v1/grade-component	GET	grade_component
UT3.3	Mendapatkan data grade component berdasarkan id	/v1/grade-component/:id	GET	grade_component
UT3.4	Mengubah data grade component berdasarkan id	/v1/grade-component/:id	PUT	grade_component

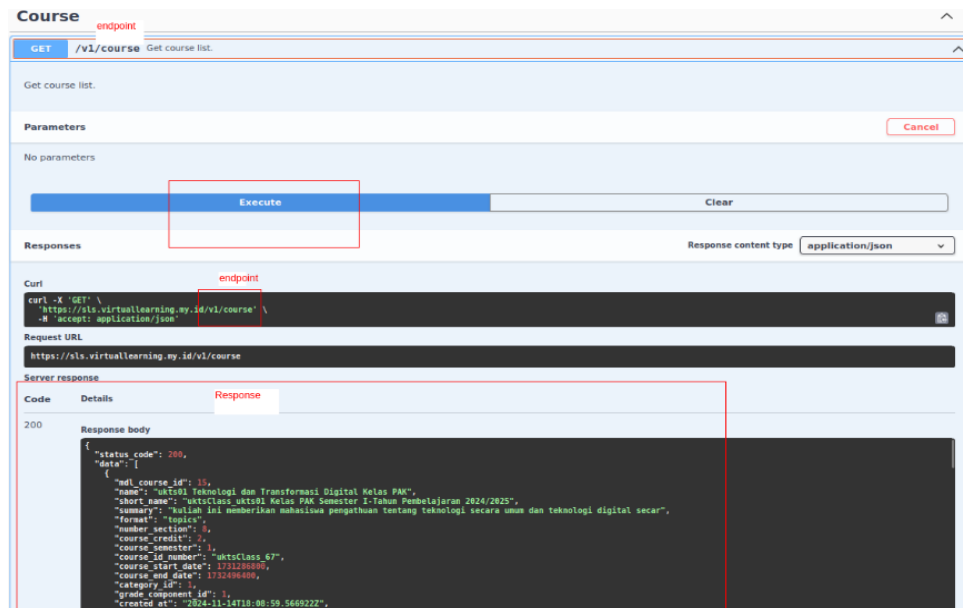
UT3.5	Menghapus data grade component	/v1/grade-component/:id	DELETE	grade_component
-------	--------------------------------	-------------------------	--------	-----------------

No	Deskripsi Layanan	Endpoint	HTTP Method	Service Data Model
UT4	Mengelola data CPL (Capaian Pembelajaran Lulusan)			
UT4.1	Menambahkan CPL	/v1/competency/cpl	POST	competency
UT4.2	Mendapatkan seluruh data CPL	/v1/competency/cpl	GET	competency
UT4.3	Mendapatkan data CPL by id	/v1/competency/cpl/:id	GET	competency
UT4.4	Mengubah data CPL	/v1/competency/cpl/:id	PUT	competency
UT4.5	Menghapus data CPL	/v1/competency/cpl/:id	DELETE	competency

Pengujian *unit testing* dilakukan menggunakan alat bantu *postman* dan dokumen kontrak API *Swagger* yang ditunjukkan pada Gambar IV. 113 dan Gambar IV. 114 sebagai berikut.



Gambar IV. 113 Ilustrasi Pengujian Menggunakan Postman



Gambar IV. 114 Ilustrasi pengujian menggunakan Swagger (OpenAPI)

Pada Gambar IV. 113 menunjukkan *base url*, *endpoint*, *http method*, dan *payload* dibutuhkan dalam pengujian REST API ini. Hasil pengujian *unit testing* ditunjukkan pada Tabel IV. 38 sebagai berikut.

Tabel IV. 38 Pengujian *Unit Testing*

No Uji	Deskripsi	Hasil Pengujian	Keterangan
UT1.1	Menambahkan course catalog	{"status_code":201,"data":null}	Berhasil
UT1.2	Menampilkan seluruh data course catalog	<pre>[{ "status_code": 200, "data": { "id": 1, "name": "pancasila", "description": "Pancasila merupakan landasan filosofis dan ideologis utama bagi Negara Republik Indonesia, yang menggambarkan nilai-nilai fundamental dalam kehidupan bermasyarakat, berbangsa, dan bernegara", "course_credit": 2, "created_at": "2024-12-03T17:05:25.079551Z", "updated_at": "2024-12-15T16:42:21.692221Z", "course_code": "KU001" } }]</pre>	Berhasil

UT1.3	Menampilkan data course catalog berdasarkan id	<pre>{ "status_code": 200, "data": { "id": 1, "name": "pancasila", "description": "Pancasila merupakan landasan filosofis dan ideologis utama bagi Negara Republik Indonesia, yang menggambarkan nilai-nilai fundamental dalam kehidupan bermasyarakat, berbangsa, dan bernegara", "course_credit": 2, "created_at": "2024-12-03T17:05:25.079551Z", "updated_at": "2024-12-15T16:42:21.692221Z", "course_code": "KU001" } }</pre>	Berhasil
UT1.4	Mengubah data course catalog	{"status_code":200,"data":null}	Berhasil
UT1.5	Menghapus data course catalog	{"status_code":200,"data":null}	Berhasil

UT2.1	Menambahkan learning period	<code>{"status_code":201,"data":null}</code>	Berhasil
UT2.2	Menampilkan seluruh data learning period	<code>{ "status_code": 200, "data": [{ "id": 1, "name": "Tahun Pembelajaran 2024/2025 Semester 1", "start_date": "31 Agustus 2024", "end_date": "31 Januari 2025", "created_at": "2024-12-04T01:11:37.340056Z", "updated_at": "2024-12-04T01:51:42.71283Z", "status": true }] }</code>	Berhasil
UT2.3	Menampilkan data learning period berdasarkan id	<code>{ "status_code": 200,</code>	Berhasil

		<pre>"data": { "id": 1, "name": "Tahun Pembelajaran 2024/2025 Semester 1", "start_date": "31 Agustus 2024", "end_date": "31 Januari 2025", "created_at": "2024-12-04T01:11:37.340056Z", "updated_at": "2024-12-04T01:51:42.71283Z", "status": true } }</pre>	
UT2.4	Mengubah data learning period	<pre>{"status_code":200,"data":null}</pre>	Berhasil
UT2.5	Menghapus data learning period	<pre>{"status_code":200,"data":null}</pre>	Berhasil
UT3.1	Menambahkan komponen penilaian	<pre>{"status_code":201,"data":null}</pre>	Berhasil
UT3.2	Menampilkan seluruh komponen penilaian	<pre>{ "status_code": 200,</pre>	Berhasil

		<pre>"data": [{ "id": 1, "name": "Default Component", "component": { "uts": 0.2, "uas": 0.2, "proyek": 0.15, "studi_kasus": 0.15, "quiz": 0.15, "partisipasi": 0.15 }, "created_at": "2024-09-29T16:59:41.296819Z", "updated_at": "2024-09-29T16:59:41.296819Z", "is_active": true }]</pre>	
--	--	---	--

UT3.3	Menampilkan komponen penilaian berdasarkan id	<pre>{ "status_code": 200, "data": { "id": 1, "name": "Default Component", "component": { "uts": 0.2, "uas": 0.2, "proyek": 0.15, "studi_kasus": 0.15, "quiz": 0.15, "partisipasi": 0.15 }, "created_at": "2024-09-29T16:59:41.296819Z", "updated_at": "2024-09-29T16:59:41.296819Z", "is_active": true } }</pre>	Berhasil
-------	---	---	----------

UT3.4	Mengubah data komponen penilaian	{"status_code":200,"data":null}	Berhasil
UT3.5	Menghapus data komponen penilaian	{"status_code":200,"data":null}	Berhasil
UT4.1	Menambahkan data CPL	{"status_code":201,"data":null}	Berhasil
UT4.2	Menampilkan seluruh data CPL	{ "status_code": 200, "data": [{ "shortname": "CPL1.1 (Sikap dan tata nilai)", "idnumber": "CPL 1.1", "description": "Mengimplementasi etika dalam berkehidupan akademik dan bermasyarakat", "visible": true, "scaleid": 2, "scaleconfiguration": "[{\\"scaleid\\":\\"2\\"},{\\"id\\":1,\\"proficient\\":2,\\"scaledefault\\":2}]", "contextid": 1,	Berhasil

		<pre>"id": 1, "timecreated": 1733364207, "timemodified": 1733364223, "usermodified": 2, "canmanage": true, "competenciescount": 0, }] }</pre>	
UT4.3	Menampilkan data CPL berdasarkan id	<pre>{ "status_code": 200, "data": { "shortname": "CPL1.1 (Sikap dan tata nilai)", "idnumber": "CPL 1.1", "description": "Mengimplementasi etika dalam berkehidupan akademik dan bermasyarakat", "visible": true, "scaleid": 2, "scaleconfiguration": "[{\\"scaleid\\":\\"2\\"},{\\"id\\":1,\\"proficient\\":2,\\"scaledefault\\":2}]",</pre>	Berhasil

		<pre>"id": 1, "timecreated": 1733364207, "timemodified": 1733364223, "contextnamenoprefix": "System" } }</pre>	
UT4.4	Mengubah data CPL	{"status_code":200,"data":null}	Berhasil
UT4.5	Menghapus data CPL	{"status_code":200,"data":null}	Berhasil

Dari hasil pengujian *unit testing* semua skenario test berhasil dilakukan dan menghasilkan respons sesuai dengan yang diharapkan.

IV.3.1.3 Software Sub System

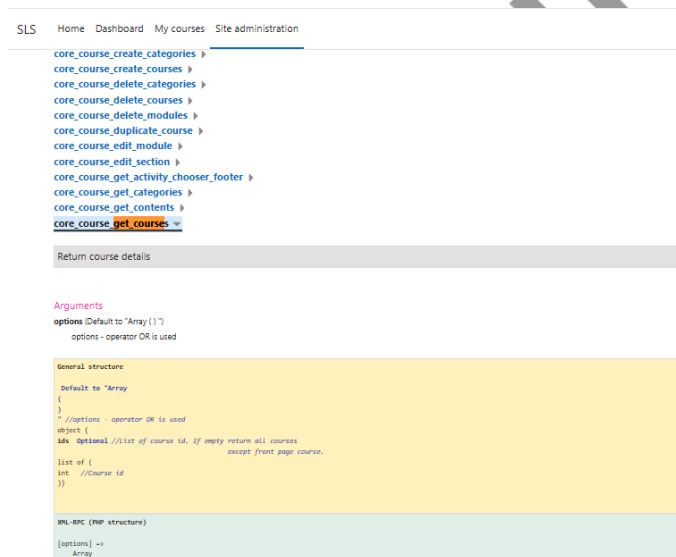
Software sub system dalam hal ini merupakan layanan pendukung dari layanan komposit. Layanan pendukung berupa layanan provider yang disediakan oleh LMS atau *Moodle*. Daftar *software sub system* akan ditampilkan pada Tabel ditahapan selanjutnya.

IV.3.2 Service Integration and Testing

Setelah memastikan pengujian *unit testing* berjalan dengan baik, tahapan ini berfokus terhadap pengujian *integration testing* agar memastikan integrasi dari komposisi layanan berjalan dengan baik.

IV.3.2.1 Software Sub System Integration Testing

Software sub system integration testing menggunakan fungsi layanan web (*web service function*) yang disediakan oleh LMS (Moodle). Beberapa *web service function* Moodle ditunjukkan pada Gambar IV. 115 sebagai berikut.



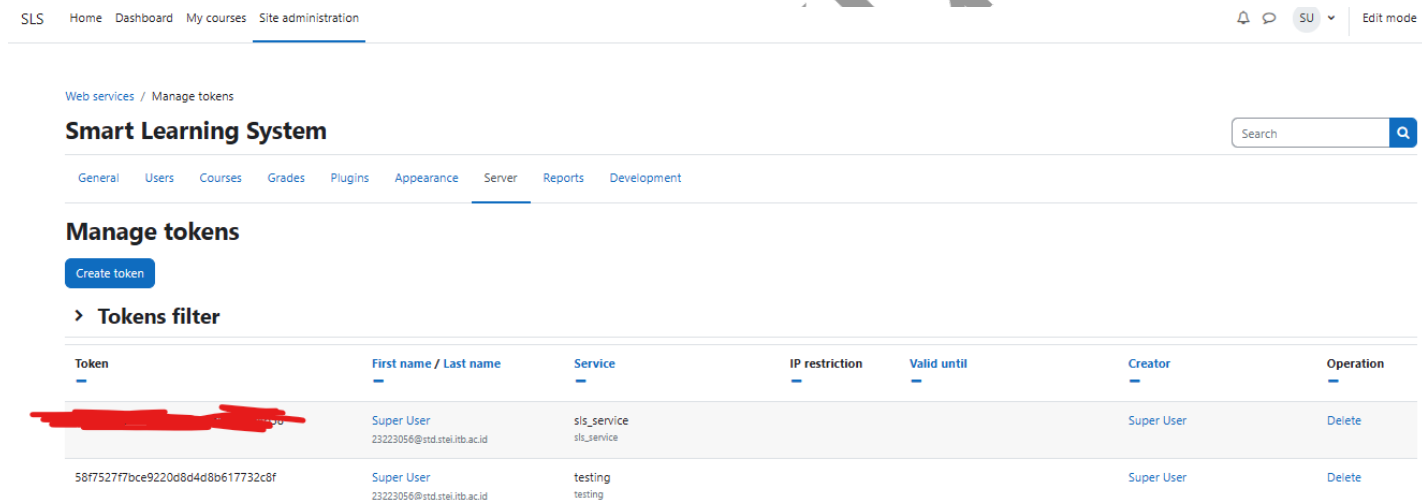
Gambar IV. 115 Web Service Function LMS – Moodle

API Katalog Sistem Layanan *Learning Management System* (LMS – Moodle)

Environment Staging : <https://vclass.smartcampus.my.id>

Environment Production : <https://sls.ukts.ac.id/>

Pemanggilan layanan *web service function* yang disediakan oleh LMS hanya dapat dilakukan oleh *service consumer* yang telah terdaftar yang dibedakan dengan *token* yang digunakan ketika pemanggilan *web service function*. Gambar IV. 116 menunjukkan registrasi *service consumer* dan token yang dihasilkan.



The screenshot shows the 'Manage tokens' interface in Moodle. It includes a search bar, a 'Create token' button, and a table of existing tokens. The table has columns for Token, First name / Last name, Service, IP restriction, Valid until, Creator, and Operation. Two tokens are listed: one for 'sls_service' and one for 'testing'.

Token	First name / Last name	Service	IP restriction	Valid until	Creator	Operation
[REDACTED]	Super User 23223056@std.stei.itb.ac.id	sls_service sls_service			Super User	Delete
58f7527f7bce9220d8d4d8b617732c8f	Super User 23223056@std.stei.itb.ac.id	testing testing			Super User	Delete

Gambar IV. 116 Registrasi *Service Consumer Web Service Moodle*

Tabel IV. 39 Pengujian *Sub System Integration Testing*

No	Web service function	Entitas	Kapabilitas	Method	Input	Output
1	auth_userkey_request_login_url	Auth (SSO)	Mendapatkan <i>redirect url login moodle</i>	POST	wstoken, wsfunction, moodlewsrestformat, user[username]	{ "loginurl": "https://sls.ukts.ac.id/auth/userkey/login.php?key=3bc5849ac7a35dc1d52dbec2c7969cd69" }
2	core_course_get_courses	Course	Mendapatkan daftar mata kuliah	POST	wstoken, wsfunction, moodlewsrestformat	[{ "id": 39, "shortname": "testing block", "categoryid": 11, "fullname": "Test Course - Block", "displayname": "Test Course - Block", "idnumber": "test99", "summary": "", "format": "topics", "showgrades": 1, "newsitems": 5, }

						<pre>"startdate": 1723262400, "enddate": 1755403200, "numsections": 5, "visible": 1, "hiddensections": 0, "timecreated": 1723184754, "timemodified": 1730282202, "enablecompletion": 1, "showcompletionconditions": true }]</pre>
3	core_course_create_courses		Menambahkan daftar mata kuliah	POST	wstoken, wsfunction, moodlewsrestformat, courses[0][fullname], courses[0][shortname], courses[0][categoryid], courses[0][summary], courses[0][format], courses[0][numsections,	<pre>[{ " id": 43, "shortname": "SCF002 - test via postman kiw" }]</pre>
4	core_course_delete_courses		Menghapus mata kuliah	POST	wstoken, wsfunction, moodlewsrestformat, courseids[0]	null

5	core_course_update_courses		Mengubah data mata kuliah	POST	wstoken, wsfuction, moodlesrestformat, courses[0][id], courses[0][fullname], courses[0][shortname], courses[0][categoryid], courses[0][summary], courses[0][visible], courses[0][format]	null
6	core_course_update_categories	Course categories	Mengubah data jenis mata kuliah	POST	wstoken, wsfuction, moodlesrestformat, categories[0][id], categories[0][name], categories[0][parent], categories[0][description]	null
7	core_course_create_categories		Menambahkan jenis mata kuliah	POST	wstoken, wsfuction, moodlesrestformat, categories[0][id], categories[0][name], categories[0][parent], categories[0][description]	[{ "id": 11, "name": "MKWU" }]

8	core_course_get_categories		Mendapatkan jenis mata kuliah	POST	wstoken, wsfunction, moodlewsrestformat	[{ "id": 1, "name": "Miscellaneous", "idnumber": null, "description": "", "parent": 0, "coursecount": 1, "visible": 1, "timemodified": 1669169258, "depth": 1, "path": "/1" }]
9	core_course_delete_categories		Menghapus jenis mata kuliah	POST	wstoken, wsfunction, moodlewsrestformat, categories[0][id]	null
10	local_wsmanagesections_update_sections	Course sections	Mengubah section mata kuliah	POST	wstoken, wsfunction, moodlewsrestformat, courseid,	null

					sections[0][section], sections[0][name], sections[0][summary]	
11	local_wsmanagesections_get_sections		Mendapatkan section mata kuliah	POST	wstoken, wsfunction, moodlewsrestformat, courseid, sectionnumbers[0], sectionids[0]	[{ "sectionnum": 1, "id": 373, "name": "Topic 1", "summary": "", "summaryformat": 1, "visible": 1, "uservisible": true, "availability": null, "sequence": "", "courseformat": "topics", "sectionformatoptions": [] }]
12	core_user_create_users	User	Menambahkan user baru	POST	wstoken, wsfunction, moodlewsrestformat, users[0][username],	[{ "id": 405, "username": "farisy"

					users[0][password], users[0][firstname], users[0][lastname], users[0][email], users[0][timezone], users[0][country], users[0][institution]	}
13	core_user_get_users		Mendapatkan daftar user	POST	wstoken, wsfunction, moodlewsrestformat	[{ "id": 410, "username": "faris", "firstname": "Muhamad", "lastname": "Alfarisy", "fullname": "Muhamad Alfarisy", "email": "alfarisys12@gmail.com", "department": "", "firstaccess": 0, "lastaccess": 0, "auth": "manual", "suspended": false, "confirmed": true, "timezone": "99"

						}
14	core_user_update_users		Mengubah data user	POST	wstoken, wsfunction, moodlewsrestformat, users[0][id], users[0][username], users[0][email], users[0][affiliation], users[0][password], users[0][suspended]	null
15	core_user_delete_users		Menghapus user	POST	wstoken, wsfunction, moodlewsrestformat, userids[0]	null
16	core_role_assign_roles	Role	Melakukan assign role ke user	POST	wstoken, wsfunction, moodlewsrestformat, assignments[0][roleid], assignments[0][userid], assignments[0][contextid]	null

17	local_wsgetroles_get_roles		Mendapatkan daftar role tersedia	POST	wstoken, wsfunction, moodlewsrestformat	[{ "id": 3, "name": "", "shortname": "editingteacher", "description": "", "sortorder": 3, "archetype": "editingteacher" } { "id": 5, "name": "", "shortname": "student", "description": "", "sortorder": 5, "archetype": "student" },]
18	core_course_get_contents	Content	Mendapatkan content mata kuliah	POST	wstoken, wsfunction, moodlewsrestformat, courseid	[{ "id": 361, "name": "Penugasan Mandiri ",

						<pre> "visible": 1, "summary": "", "summaryformat": 1, "section": 2, "hiddenbynumsections": 0, "uservisible": true, "modules": [{ "id": 276, "url": "https://vclass.smartcampus.my.id/mod/assign/view.php?id=276", "name": "Tugas Besar 1", "instance": 88, "contextid": 2631, "visible": 1, "uservisible": true, "visibleoncoursepage": 1, "modicon": "https://vclass.smartcampus.my.id/theme/image.php/boost/assign/1723445642/monologo?filtericon=1", </pre>
--	--	--	--	--	--	--

						<pre> "modname": "assign", "modplural": "Assignments", "availability": null, "indent": 0, "onclick": "", "afterlink": null, "customdata": "{\"duedate\":1723780800,\"allowsu bmissionsfromdate\":1723176000\" }", "noviewlink": false, "completion": 1, "completiondata": { "state": 0, "timecompleted": 0, "overrideby": null, "valueused": false, "hascompletion": true, "isautomatic": false, "istrackeduser": false, "uservisible": true, "details": [] </pre>
--	--	--	--	--	--	--

						<pre>}, "downloadcontent": 1, "dates": [{ "label": "Opened:", "timestamp": 1723176000, "dataid": "allowsubmissionsfromdate" }, { "label": "Due:", "timestamp": 1723780800, "dataid": "duedate" }] }, { "id": 362, "name": "Penugasan Terstruktur ", "visible": 1,</pre>
--	--	--	--	--	--	---

Dokumen Asli

						<pre> "summary": "", "summaryformat": 1, "section": 3, "hiddenbynumsections": 0, "uservisible": true, "modules": [{ "id": 274, "url": "https://vclass.smartcampus.my.id/mod/assign/view.php?id=274", "name": "Tugas 1 - Resume Blockchain", "instance": 87, "contextid": 2629, "visible": 1, "uservisible": true, "visibleoncoursepage": 1, "modicon": "https://vclass.smartcampus.my.id/theme/image.php/boost/assign/172344 5642/monologo?filtericon=1", </pre>
--	--	--	--	--	--	---

Dokumen Asli

						<pre>"modname": "assign", "modplural": "Assignments", "availability": null, "indent": 0, "onclick": "", "afterlink": null, "customdata": "{\"duedate\":1723780800,\"allowsu bmissionsfromdate\":1723176000\" }"]</pre>
19	enrol_manual_enrol_users	Enrollment	Mendaftarkan peserta mata kuliah	POST	wstoken, wsfunction, moodlewsrestformat, enrolments[0][courseid], enrolments[0][userid], enrolments[0][roleid]	null
20	core_enrol_get_enrolled_users		Mendapatkan informasi user yang terdaftar pada suatu mata kuliah	POST	wstoken, wsfunction, moodlewsrestformat, courseid	[{ "id": 11, "username": "0411126301", "firstname": "Mr",

						<pre> "lastname": "Suhardi", "fullname": "Mr Suhardi", "email": "suhardi@itb.ac.id", "department": "", "firstaccess": 1673244916, "lastaccess": 1687860376, "lastcourseaccess": 1687848141, "description": "", "country": "ID", "profileimageurlsmall": "https://vclass.smartcampus.my.id/th eme/image.php/boost/core/16914603 74/u/f2", "profileimageurl": "https://vclass.smartcampus.my.id/th eme/image.php/boost/core/16914603 74/u/f1", "roles": [{ "roleid": 3, "name": "", "shortname": "editingteacher", </pre>
--	--	--	--	--	--	--

Dokumen Asli

						<pre>"sortorder": 0 }], "enrolledcourses": [{ "id": 15, "fullname": "Dissertation", "shortname": "Dissertation" }], { "id": 22, "username": "33220024", "firstname": "Rudy ", "lastname": "Gunawan", "fullname": "Rudy Gunawan", "email": "rgunawan28@gmail.com", "department": "", "firstaccess": 1677589767, "lastaccess": 1691636846, "lastcourseaccess": 1687848649,</pre>
--	--	--	--	--	--	---

Dokumen Asli

						<pre> "country": "ID", "profileimageurlsmall": "https://vclass.smartcampus.my.id/th eme/image.php/boost/core/16914603 74/u/f2", "profileimageurl": "https://vclass.smartcampus.my.id/th eme/image.php/boost/core/16914603 74/u/f1", "groups": [], "roles": [{ "roleid": 5, "name": "", "shortname": "student", "sortorder": 0 }] }] </pre>
21	core_enrol_get_users_courses		mendapatkan informasi mata	POST	wstoken, wsfunction,	[{

			kuliah yang telah didaftarkan oleh user		moodlewsrestformat, courseid	"id": 15, "shortname": "Dissertation", "fullname": "Dissertation", "displayname": "Dissertation", "enrolledusercount": 8, "idnumber": "2-DS9812@2", "visible": 1, "summary": "course for doctoral program", "summaryformat": 1, "format": "weeks", "showgrades": true, "lang": "", "enablecompletion": true, "completionhascriteria": false, "completionusertracked": true, "category": 4, "progress": 0, "completed": false, "startdate": 1673857320, "enddate": 1690539720, "marker": 0,
--	--	--	---	--	---------------------------------	---

						<pre> "lastaccess": 1684122135, "isfavourite": false, "hidden": false, "overviewfiles": [], "showactivitydates": false, "showcompletionconditions": true, "timemodified": 1726044082 }, { "id": 22, "shortname": "Basic_Web_Application_Developm ent#1690717987", "fullname": "Basic Web Application Development#1690717987", "displayname": "Basic Web Application Development#1690717987", "enrolledusercount": 14, "idnumber": "7-P2MD-Web@5", "visible": 1, "summary": "Online course untuk </pre>
--	--	--	--	--	--	--

						pengembangan aplikasi web menggunakan PHP dan MySQL", "summaryformat": 1, "format": "weeks", "showgrades": true, "lang": "", "enablecompletion": true, "completionhascriteria": false, "completionusertracked": true, "category": 6, "completed": false, "startdate": 1690717987, "enddate": 1693749187, "lastaccess": 1717682281, "showactivitydates": false, "showcompletionconditions": true, "timemodified": 1690721068 }]
22	enrol_manual_unenrol_users		membatalkan pendaftaran peserta mata kuliah	POST	wstoken, wsfunction, moodlewsrestformat, userid	null

23	gradereport_user_get_grade_items	Grade	Mendapatkan data raw nilai	POST	wstoken, wsfunction, moodlewsrestformat, courseid, userid	<pre>{ "usergrades": [{ "courseid": 36, "courseidnumber": "18-CBP@9", "userid": 380, "userfullname": "BONA ADRIAN SIMAMORA", "useridnumber": "", "maxdepth": 2, "gradeitems": [{ "id": 106, "itemname": "Praktikum I Windows Forensic", "itemtype": "mod", "itemmodule": "assign", "iteminstance": 59, "itemnumber": 0, "idnumber": null, "categoryid": 31, "cmid": 220,</pre>
----	----------------------------------	-------	----------------------------	------	---	--

						<pre>"weighdraw": 0, "weightformatted": "0.00 %", "status": "novalue", "graderaw": null, "gradedatesubmitted": 1717647117, "grademin": 0, "grademax": 100, "rangeformatted": "0&ndash;100", "percentageformatted": "-", "feedback": "", "feedbackformat": 0 },{ "id": 107, "itemname": "Praktikum II Windows Forensic", "itemtype": "mod", "itemmodule": "assign", "iteminstance": 60, "itemnumber": 0, "idnumber": null, "categoryid": 31, "cmid": 221,</pre>
--	--	--	--	--	--	--

						<pre>"weightformatted": "0.00 %", "status": "novalue", "gradedatesubmitted": 1717648742, "gradeformatted": "-", "grademin": 0, "grademax": 100, "rangeformatted": "0&ndash;100", "percentageformatted": "-", "feedback": "", "feedbackformat": 0 },</pre>
24	mod_attendance_add_attendance	Attendance	Menambahkan modul attendance pada mata kuliah	POST	wstoken, wsfunction, moodlewsrestformat, courseid, name, intro	{ "attendanceid": 2 }
25	mod_attendance_get_sessions		Mendapatkan data raw sesi kehadiran pada mata kuliah	POST	wstoken, wsfunction, moodlewsrestformat, attendanceid	[{ "id": 1, "attendanceid": 1, "groupid": 0, "sessdate": 1725969600,

						<pre> "duration": 3600, "lasttaken": 1725932413, "lasttakenby": 2, "timemodified": 1725932224, "description": "Regular class session", "descriptionformat": 1, "studentscanmark": 0, "absenteereport": 0, "autoassignstatus": 0, "includeqrcode": 0, "studentsearlyopentime": 0, "courseid": 39, "statuses": [{ "id": 5, "attendanceid": 1, "acronym": "P", "description": "Present", "grade": 2, "visible": 1, "deleted": 0, </pre>
--	--	--	--	--	--	---

						<pre>"setnumber": 0 }, { "id": 7, "attendanceid": 1, "acronym": "L", "description": "Late", "grade": 1, "visible": 1, "deleted": 0, "setnumber": 0 }, { "id": 8, "attendanceid": 1, "acronym": "E", "description": "Excused", "grade": 1, "visible": 1, "deleted": 0, "setnumber": 0 }, }</pre>
--	--	--	--	--	--	---

						<pre>{ "id": 6, "attendanceid": 1, "acronym": "A", "description": "Absent", "grade": 0, "visible": 1, "deleted": 0, "setnumber": 0 }], "attendance_log": [{ "studentid": 453, "statusid": "5", "remarks": "", "id": "1" }], "users": [{ "id": 419,</pre>
--	--	--	--	--	--	--

						<pre>"firstname": "Muhamad", "lastname": "Alfarisy" }, { "id": 423, "firstname": "Muhamad", "lastname": "Alfarisy" }, { "id": 436, "firstname": "Muhamad", "lastname": "Alfarisy" }, { "id": 453, "firstname": "riski", "lastname": "hudda" }] }</pre>
--	--	--	--	--	--	---

26	core_competency_list_competency_frameworks	CPL	Mendapatkan daftar CPL	POST	wstoken, wsfunction, moodlewsrestformat, context[contextid]	[{ "shortname": "Competency FW 1", "idnumber": "FW1#C", "description": "", "descriptionformat": 1, "visible": true, "scaleid": 2, "scaleconfiguration": "[{"scaleid": "2"}, {"id": 1, "scale default": 1, "proficient": 1}]", "contextid": 1, "taxonomies": "behaviour,level,practice,skill", "id": 1, "timecreated": 1723599432, "timemodified": 1723599432, "usermodified": 2, "canmanage": true, "competenciescount": 2, "contextname": "System",
----	--	-----	------------------------	------	--	---

						"contextnamenoprefix": "System" }]
27	core_competency_update_competency_framework		Mengubah data CPL	POST	wstoken, wsfunction, moodlewsrestformat, competencyframework[id], competencyframework[shortname], competencyframework[idnumber], competencyframework[description], competencyframework[visible]	true
28	core_competency_delete_competency_framework		Menghapus CPL	POST	wstoken, wsfunction, moodlewsrestformat, id	true
29	core_competency_create_competency_framework		Menambahkan CPL	POST	wstoken, wsfunction, moodlewsrestformat, competencyframework[shortname],	{ "shortname": "CPL5", "idnumber": "CPL#5", "description": "iniadalah", "descriptionformat": 1,

					<pre> competencyframework[description], competencyframework[idnumber] , competencyframework[contextid] , competencyframework[scaleid], competencyframework[visible], competencyframework[scaleconfiguration] </pre>	<pre> "visible": true, "scaleid": 2, "scaleconfiguration": "[{"scaleid":"2"},{"id":1,"scale default":2,"proficient":2}]", "contextid": 1, "taxonomies": "", "id": 8, "timecreated": 1731037825, "timemodified": 1731037825, "usermodified": 2, "canmanage": true, "competenciescount": 0, "contextname": "System", "contextnamenoprefix": "System" } </pre>
30	core_competency_list_competencies	CPMK	Mendapatkan daftar CPMK pada suatu CPL	POST	<pre> wstoken, wsfunction, moodlewsrestformat, filters[0][column], filters[0][value] </pre>	<pre> [{"shortname": "CPMK 1", "idnumber": "CPMK1", "description": "COMPETENCY_DESCRIPTION", "descriptionformat": 1, </pre>

						<pre>"sortorder": 0, "parentid": 1, "path": "/0/1/", "ruleoutcome": 1, "ruletype": null, "ruleconfig": null, "scaleid": null, "scaleconfiguration": null, "competencyframeworkid": 3, "id": 3, "timecreated": 1731005702, "timemodified": 1731005702, "usermodified": 2 }}</pre>
31	core_competency_list_course_competencies		Mendapatkan daftar CPMK pada suatu mata kuliah	POST	<pre>wstoken, wsfunction, moodlewsrestformat, id</pre>	<pre>[["competency": { "shortname": "adasda", "idnumber": "asdsadas", "description": "", "descriptionformat": 1, "sortorder": 0, "parentid": 0,</pre>

						<pre>"path": "/0/", "ruleoutcome": 0, "ruletype": null, "ruleconfig": null, "scaleid": null, "scaleconfiguration": null, "competencyframeworkid": 1, "id": 1, "timecreated": 1723599545, "timemodified": 1723600069, "usermodified": 2 }, "coursecompetency": { "courseid": 101, "competencyid": 1, "sortorder": 0, "ruleoutcome": 1, "id": 4, "timecreated": 1730997268, "timemodified": 1730997268, "usermodified": 2 }</pre>
--	--	--	--	--	--	---

Dokumen Asli

						} 1
32	core_competency_delete_competency_framework		Menghapus CPMK	POST	wstoken, wsfunction, moodlewsrestformat, id	true
33	core_competency_create_competency_framework		Menambahkan CPMK pada suatu CPL	POST	wstoken, wsfunction, moodlewsrestformat, competency[competencyframeworkid]	{ "shortname": "CPMK 1", "idnumber": "CPMK1", "description": "COMPETENCY_DESCRIPTION", "descriptionformat": 1, "sortorder": 0, "parentid": 1, "path": "/0/1/", "ruleoutcome": 1, "ruletype": null, "ruleconfig": null, "scaleid": null, "scaleconfiguration": null, "competencyframeworkid": 3, "id": 3, "timecreated": 1731005702,

						"timemodified": 1731005702, "usermodified": 2}
34	core_competency_add_competency_to_course		Menambahkan CPMK pada suatu mata kuliah	POST	wstoken, wsfunction, moodlewsrestformat, courseid, competencyid	true
35	core_competency_update_competency		Mengubah data CPMK	POST	wstoken, wsfunction, moodlewsrestformat, competency[id], competency[shortname], competency[idnumber], competency[description]	true
36	core_competency_remove_competency_from_course		Menghapus CPMK pada suatu mata kuliah	POST	wstoken, wsfunction, moodlewsrestformat, courseid, competencyid	true

Dari hasil pengujian integrasi sub sistem pada Tabel di atas dapat dikatakan bahwa pengujian integrasi sub sistem telah berhasil dilakukan.

IV.3.2.2 Software System Prototype

Software system prototipe menghasilkan luaran berupa *endpoint* yang merupakan suatu layanan komposit atau layanan atomik generik, kontrak layanan berupa *swagger*, dan hasil pengembangan antarmuka aplikasi web untuk mengelola data *backend*. Pada Tabel IV. 40 berisikan daftar *endpoint* atau API yang disediakan.

Environment local : localhost:8000

Environment staging : <https://backend.smartprodi.my.id/swagger/index.html>

Tabel IV. 40 IT Services (API) Catalogue

No	Endpoint	Entitas	HTTP Method
1	/health	Health	GET
2	/v1/user	User	GET
3	/v1/login	SSO	POST
4	/v1/logout	SSO	POST
4	/v1/roles	User	GET
5	/v1/student	User	GET
6	/v1/student	User	POST
7	/v1/student/:id	User	GET
8	/v1/student/:id	User	PUT
9	/v1/student/:id	User	DELETE
10	/v1/lecturer	User	GET
11	/v1/lecturer	User	POST
12	/v1/lecturer/:id	User	UPDATE
13	/v1/lecturer/:id	User	DELETE
14	/v1/lecturer/:id	User	GET
15	/v1/course	Course	GET
16	/v1/course	Course	POST
17	/v1/course/:id	Course	GET

18	/v1/course/:id	Course	DELETE
19	/v1/course/:id	Course	UPDATE
20	/v1/course-activation/scheduler	Course	POST
21	/v1/course/completion	Course	POST
22	/v1/course/content/:course_id	Course	GET
23	/v1/category	Course Category	GET
24	/v1/category	Course Category	POST
25	/v1/category/:id	Course Category	PUT
26	/v1/category/:id	Course Category	DELETE
27	/v1/category/:id	Course Category	GET
28	/v1/enroll	Enrollment	POST
29	/v1/unenroll	Enrollment	POST
30	/v1/enrolleduser/:course_id	Enrollment	POST
31	/v1/enrolledcourse/:user_id	Enrollment	POST
32	/v1/enroll	Enrollment	GET
33	/v1/grade/course	Grade	POST
34	/v1/grade-component	Grade	GET
35	/v1/grade-component	Grade	POST
36	/v1/grade-component/:id	Grade	UPDATE
37	/v1/grade-component/:id	Grade	GET
38	/v1/grade-component/:id	Grade	DELETE
39	/v1/attendance/course/:course_id	Attendance	POST
40	/v1/notif/registration	Notification	POST
41	/v1/notif/enrollment	Notification	POST

42	/v1/report/grade/course/pdf	Report	POST
43	/v1/report/attendance/course/:course_id/pdf	Report	POST
44	/v2/program-study	Curiculum	POST
45	/v1/competency/cpl	Competency	GET
46	/v1/competency/cpl	Competency	POST
47	/v1/competency/cpl/:id	Competency	GET
48	/v1/competency/cpl/:id	Competency	PUT
49	/v1/competency/cpl/:id	Competency	DELETE
50	/v1/competency/cpmk/:cpl_id	Competency	GET
51	/v1/competency/cpmk	Competency	POST
52	/v1/competency/cpmk/course	Competency	POST
53	/v1/competency/cpmk/course/remove	Competency	POST
54	/v1/competency/cpmk/:id	Competency	DELETE
55	/v1/competency/cpmk/:id	Competency	PUT
56	/v1/competency/cpmk/course/:course_id	Competency	GET
57	/v1/learningperiod	Learning period	GET
58	/v1/learningperiod	Learning period	POST
59	/v1/learningperiod/:id	Learning period	PUT
60	/v1/learningperiod/:id	Learning period	GET
61	/v1/learningperiod/:id	Learning period	DELETE
62	/v1/coursecatalog	Course	GET
63	/v1/coursecatalog	Course	POST
64	/v1/coursecatalog/:id	Course	PUT
65	/v1/coursecatalog/:id	Course	GET

66	/v1/coursecatalog/:id	Course	DELETE
67	/v1/courserelation	Course	GET
68	/v1/courserelation	Course	POST
69	/v1/courserelation/:id	Course	PUT
70	/v1/courserelation/:id	Course	GET
71	/v1/courserelation/:id	Course	DELETE

Smart Learning System API ^{1.0}
 This is a documentation of Smart Learning System endpoint.
 By Muhamad Alfariy
 muhamadalariy9@gmail.com
 for X-API-Key please contact me

Healthy ✓
Server Logs ✓
Course Attendance ^

- GET /v1/attendance/course/{course_id} Get attendance course.
- GET /v1/attendance/{course_id} Get attendance course list (version : moodle raw response, use this for checking raw data only!).

Course Category ^

- GET /v1/category Get category list.
- POST /v1/category Create category course
- GET /v1/category/{id} Get category by id.
- PUT /v1/category/{id} update category.
- DELETE /v1/category/{id} delete category.

Competency ^

- GET /v1/competency/cpl Get List CPL
- POST /v1/competency/cpl Create CPL
- GET /v1/competency/cpl/{id} Get CPL
- PUT /v1/competency/cpl/{id} Update CPL.
- DELETE /v1/competency/cpl/{id} delete cpl.
- POST /v1/competency/cpmk Create CPMK
- POST /v1/competency/cpmk/course Add CPMK to Course
- POST /v1/competency/cpmk/course/remove remove CPMK to Course
- GET /v1/competency/cpmk/course/{course_id} Get CPMK By course ID
- GET /v1/competency/cpmk/{cpl_id} Get List CPMK
- PUT /v1/competency/cpmk/{id} Update CPMK.
- DELETE /v1/competency/cpmk/{id} delete cpmk.

Course ^

- GET /v1/course Get course list.
- POST /v1/course Create courses
- POST /v1/course-activation/scheduler Manage Course Activation By scheduler
- GET /v1/course/{id} Get course by id.
- PUT /v1/course/{id} update course.
- DELETE /v1/course/{id} delete course.

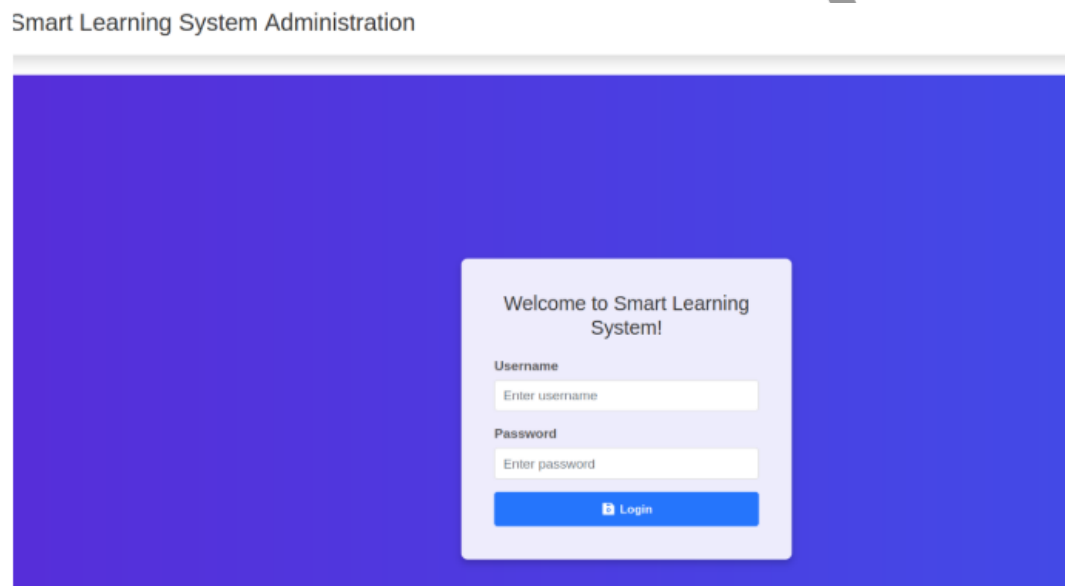
Course Contents	
GET	/v1/course/content/{course_id} Get course content by course id.
Course Catalog	
GET	/v1/coursecatalog Get course Catalogist.
POST	/v1/coursecatalog Create courses catalog
GET	/v1/coursecatalog/{id} Get course catalog by id.
PUT	/v1/coursecatalog/{id} update course.
DELETE	/v1/coursecatalog/{id} delete course catalog.
Course Relation	
GET	/v1/courserelation Get course Relation.
POST	/v1/courserelation Create courses relation
GET	/v1/courserelation/{id} Get course relation by id.
PUT	/v1/courserelation/{id} update course relation.
DELETE	/v1/courserelation/{id} delete course relation.
Enrollment	
GET	/v1/enroll Get list enrollments
POST	/v1/enroll Enroll user to course
POST	/v1/enrolledcourse/{user_id} Get enrolled course
POST	/v1/enrolleduser/{course_id} Get enrolled user
POST	/v1/unenroll Unenroll user from course
Grade	
POST	/v1/grade Get grade
POST	/v1/grade/course Get grade course
Grade Component	
GET	/v1/grade-component Get Grade Component
POST	/v1/grade-component Create Grade Component
GET	/v1/grade-component/{id} Get course by id.
PUT	/v1/grade-component/{id} Update component.
DELETE	/v1/grade-component/{id} delete component.
Notification	
POST	/v1/notif/enrollment Send notif enrollment creds
POST	/v1/notif/registration Send user data creds
Report	
POST	/v1/report/attendance/course/{course_id}/pdf Get attendance course as PDF.
POST	/v1/report/grade/course/pdf Get grade course

Learning Period	
GET	/v1/learningperiod Get learning period.
POST	/v1/learningperiod Create learning catalog
GET	/v1/learningperiod/{id} Get learning period by id.
PUT	/v1/learningperiod/{id} learning period.
DELETE	/v1/learningperiod/{id} delete learning catalog.

Lecturer	
GET	/v1/lecturer Get lecturer list.
POST	/v1/lecturer Create lecturer.
GET	/v1/lecturer/{id} Get lecture by id.
PUT	/v1/lecturer/{id} update lecturer.
DELETE	/v1/lecturer/{id} delete lecturer.

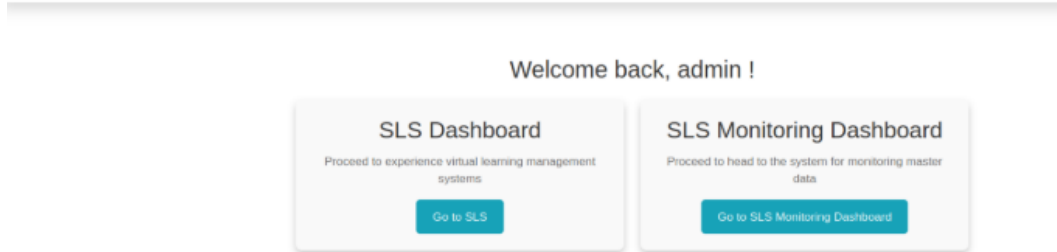
User	
POST	/v1/login Login.
POST	/v1/refresh-token Refresh Token.
GET	/v1/roles Get Role list.
GET	/v1/user Get user list.

Gambar IV. 117 Dokumen Kontrak API (Swagger)



Gambar IV. 118 Prototipe Aplikasi Web (frontend) Halaman Login

Smart Learning System Administration



Gambar IV. 119 Prototipe Aplikasi Web (frontend) Halaman SSO

Smart Learning System Administration

Logout Courses Data [Add New Course](#)

WELCOME ADMIN !

HOME

USERS MANAGEMENT
Students
Lecturers

COURSE MANAGEMENT
Course Catalog
Offered Courses
Course Lecturers

LEARNING ACTIVITIES
Enrolled Students
Course Attendance

GRADING
Grade

MASTER DATA
Study Program
Learning Period
Course Category
Competency

Total Course
20

Search courses...

No	Course Code	Course Name	Format Course	Course Credit	Semester	Category	Class Type	Active	Actions
1	uktsClass_63	ukts01 Teknologi dan Transformasi Digital Reguler Kelas 1	block	2	1	MKWU	reguler	✓	Edit Delete Add
2	uktsClass_76	KU001 Pancasila Ework Kelas 2	block	2	1	MKWU	eWork	✓	Edit Delete Add
3	uktsClass_41	KU001 Pancasila Pancasila kelas A (pad)	block	2	1	MKWU	reguler	✗	Edit Delete Add
4	uktsClass_58	ukts01 Teknologi dan Transformasi Digital Ework Kelas 1	block	2	1	MKWU	eWork	✓	Edit Delete Add
5	uktsClass_54	ukts01 Teknologi dan Transformasi Digital Reguler Kelas 2	block	2	1	MKWU	reguler	✓	Edit Delete Add
6	uktsClass_77	KU001 Pancasila Reguler Kelas 1	block	2	1	MKWU	reguler	✓	Edit Delete Add
7	uktsClass_43	mng-009 Entrepreneurship Entrepreneurship Kelas A	block	2	1			✗	Edit Delete Add
8	uktsClass_42	#005 Keamanan Informasi Keamanan Informasi Kelas A	block	3	1			✗	Edit Delete Add
9	uktsClass_44	ukts01 Teknologi dan Transformasi Digital Ework Kelas 2	block	2	1	MKWU	eWork	✗	Edit Delete Add
10	uktsClass_75	KU001 Pancasila Reguler Kelas 2	block	2	1	MKWU	reguler	✓	Edit Delete Add

Previous 1 2 Next

Smart Learning System Administration

Logout Courses Data / Course Detail

WELCOME ADMIN !

HOME

USERS MANAGEMENT
Students
Lecturers

COURSE MANAGEMENT
Course Catalog
Offered Courses
Course Lecturers

LEARNING ACTIVITIES
Enrolled Students
Course Attendance

GRADING
Grade

MASTER DATA

Course Code : uktsClass_63
Course Name : ukts01 Teknologi dan Transformasi Digital Reguler Kelas 1
Course Description : kuliah ini memberikan mahasiswa pengetahuan tentang teknologi secara umum dan teknologi digital secara
Credit : 2
Semester : 1
Class Type : reguler
Status : Active

Course Format : block
Course Category : MKWU
Grade Component : Default Component
Learning Period : Tahun Pembelajaran 2024/2025 Semester 1
Start Time : 11/11/2024, 08.00
End Time : 25/11/2024, 08.00

[Back](#) [Edit](#) [Delete](#)

Competencies Lecturers

- CPMK 2.1.1 (CPMK 2.1.1): Mahasiswa mampu merumuskan dan mengimplementasikan rencana dan strategi dalam segala aktivitas di tengah kehidupan bermasyarakat
- CPMK 2.2.1 (CPMK 2.2.1): transformasi digital pada sektor-sektor industri dan kehidupan

[Add new CPMK](#)

Gambar IV. 120 Prototipe Aplikasi Web (frontend) Halaman Main Page

IV.3.2.3 Software System Integration Testing

Rencana pengujian *integration testing* dilakukan sebagai berikut.

Dasar pengujian	:	Dokumen swagger, kontrak layanan, <i>sequence diagram</i>
Objek pengujian	:	<i>Webservice API, webservice function moodle</i> , layanan komposit
Alat bantu	:	<i>Postman, swagger</i>
Metode pengujian	:	<i>Whitebox test</i> (memerhatikan urutan pemanggilan komposisi layanan pada <i>source code</i>)

Kode pengujian	:	IT1			
Deskripsi	:	Mengelola data jenis mata kuliah			
<i>Service provider</i>	:	Sistem LMS (<i>moodle: web service function</i>), <i>backend service composite platform</i>			
No	Detail Layanan Komposit	Endpoint	HTTP Method	Layanan Orkestrator	Layanan Penyusun
IT1.1	Menambahkan jenis mata kuliah	/v1/category	POST	CreateCategory	core_course_create_categories
IT1.2	Mendapatkan seluruh data jenis mata kuliah	/v1/category	GET	GetCategories	core_course_get_categories
IT1.3	Mendapatkan data jenis mata kuliah	/v1/category /:id	GET	GetCategoryByID	core_course_get_categories

IT1.4	Mengubah data jenis mata kuliah	/v1/category /:id	PUT	UpdateCategory	core_course_update_categories
IT1.5	Menghapus data jenis mata kuliah	/v1/category /:id	DELETE	DeleteCategory	core_course_delete_categories

Kode pengujian	:	IT2			
Deskripsi	:	Mengelola data mata kuliah			
Service provider	:	Sistem LMS (moodle; <i>web service function</i>), <i>backend service composite platform</i>			
No	Detail Layanan Komposit	Endpoint	HTTP Method	Layanan Orkestrator	Layanan Penyusun
IT2.1	Menambahkan mata kuliah	/v1/course	POST	CreateCourse	GetCourseCatalogs, GetLearningPeriods, GetGradeComponents, core_course_create_courses, mod_attendance_add_attendance, local_wsmanagesections_update_ section

IT2.2	Mendapatkan seluruh data mata kuliah	/v1/course	GET	GetCourses	core_course_get_courses
IT2.3	Mendapatkan data mata kuliah	/v1/course/:id	GET	GetCourseByID	core_course_get_courses
IT2.4	Mengubah data mata kuliah	/v1/course/:id	PUT	UpdateCourse	GetCourseCatalogs, GetLearningPeriods, GetGradeComponents, core_course_update_courses
IT2.5	Menghapus data mata kuliah	/v1/course/:id	DELETE	DeleteCourse	core_course_delete_courses

Kode pengujian	:	IT3			
Deskripsi	:	Mengelola data nilai perkuliahan			
Service provider	:	Sistem LMS (moodle; web service function), <i>Backend service composite platform</i>			
No	Detail Layanan Komposit	Endpoint	HTTP Method	Layanan Orkestrator	Layanan Penyusun
IT3.1	Mendapatkan nilai total dan akhir perkuliahan yang sudah dihitung	/v1/grade/course	POST	GetGradeCourse	core_course_get_contents, GetCourseByID,

	dan dipetakan dengan grade component				GradeComponentByID, gradereport_user_get_grade_items
--	--------------------------------------	--	--	--	--

Kode pengujian	:	IT4			
Deskripsi	:	Mengelola data absensi perkuliahan			
<i>Service provider</i>	:	Sistem LMS (moodle; web service function), <i>backend service composite platform</i>			
No	Detail Layanan Komposit	Endpoint	HTTP Method	Layanan Orkestrator	Layanan Penyusun
IT4.1	Mendapatkan data absensi perkuliahan yang sudah dipetakan	/v1/attendance/course/:course_id	POST	GetAttendanceCourse	AttendanceByCourseID, mod_attendance_get_sessions

Kode pengujian	:	IT5			
Deskripsi	:	Mengelola data competency CPMK (Capaian Pembelajaran Mata Kuliah)			
<i>Service provider</i>	:	Sistem LMS (moodle; web service function), <i>backend service composite platform</i>			

No	Detail Layanan Komposit	Endpoint	HTTP Method	Layanan Orkestrator	Layanan Penyusun
IT5.1	Mendapatkan seluruh daftar CPMK pada suatu CPL	/v1/competency/cpmk/:cpl_id	GET	GetListCPMKByCPLID	GetCPLByID, core_competency_list_competencies
IT5.2	Mendapatkan seluruh daftar CPMK pada suatu mata kuliah	/v1/competency/cpmk/course/:course_id	GET	GetCPMKByCourseID	GetCourseByID, core_competency_list_course_competencies
IT5.3	Menghapus CPMK pada suatu CPL	/v1/competency/cpmk/:id	DELETE	DeleteCPMK	GetCPLByID, core_competency_delete_competency
IT5.4	Mengubah data CPMK pada suatu CPL	/v1/competency/cpmk/:id	PUT	UpdateCPMK	GetCPLByID, core_competency_update_competency
IT5.5	Menambahkan CPMK pada suatu CPL	/v1/competency/cpmk	POST	CreateCPMK	GetCPLByID, core_competency_create_competency

IT5.6	Menambahkan CPMK pada suatu mata kuliah	/v1/competency/cpmk/course	POST	AddCPMKtoCourse	GetCourseByID, core_competency_add_competency_to_course
IT5.7	Menghapus CPMK pada suatu mata kuliah	/v1/competency/cpmk/course/remove	POST	RemoveCPMKFromCourse	GetCourseByID, core_competency_remove_competency_from_course

Kode pengujian	:	IT6			
Deskripsi	:	Mengelola data report (nilai dan kehadiran)			
Service provider	:	Sistem LMS (moodle; web service function), <i>backend service composite platform</i>			
No	Detail Layanan Komposit	Endpoint	HTTP Method	Layanan Orkestrator	Layanan Penyusun
IT6.1	Mendapatkan printout report pdf nilai perkuliahan	/v1/report/grade/course/pdf	POST	GetGradeCoursePDF	IT3.1, GetCourseByID, GetUserStudent

IT6.2	Mendapatkan printout report pdf absensi perkuliahan	/v1/report/attendance /course/:course_id/pdf	POST	GetAttendanceCoursePDF	IT4.1, GetCourseByID, GetUserStudent
-------	---	---	------	------------------------	--

Kode pengujian	:	IT7			
Deskripsi	:	Mengelola data user (<i>student, lecturer</i>)			
Service provider	:	Sistem LMS (moodle; web service function), <i>backend service composite platform</i> , Layanan SMTP (Google Mail)			
No	Detail Layanan Komposit	Endpoint	HTTP Method	Layanan Orkestrator	Layanan Penyusun
IT7.1	Menambahkan user baru	/v1/student	POST	CreateStudent	local_wsgetroles_get_roles, core_role_assign_roles, core_user_create_users, SendNotifRegistration,
		/v1/lecturer		CreateLecturer	
IT7.2	Mengubah data user	/v1/student/:id	PUT	UpdateStudent	core_user_update_users
		/v1/lecturer/:id		UpdateLecturer	
IT7.3	Menghapus user	/v1/student/:id	DELETE	DeleteStudent	core_user_delete_users

		/v1/lecturer/:id		DeleteLecturer	
IT7.4	Login autentikasi	/v1/login	POST	LoginUser	GenerateJWTToken, auth_userkey_request_login_url

Kode pengujian	:	IT8			
Deskripsi	:	Mengelola <i>enrollment user to course (student, lecturer)</i>			
<i>Service provider</i>	:	Sistem LMS (moodle; web service function), <i>Backend service composite platform</i> , Layanan SMTP (Google Mail)			
No	Detail Layanan Komposit	<i>Endpoint</i>	<i>HTTP Method</i>	Layanan Orkestrator	Layanan Penyusun
IT8.1	Mendaftarkan user sebagai partisipan peserta kuliah	/v1/enroll	POST	EnrolUser	GetCourseByID, SendNotifEnrollment, enrol_manual_enrol_users
IT8.2	Membatalkan pendaftaran user sebagai partisipan peserta kuliah	/v1/unenroll	POST	UnEnrolUser	GetCourseByID, enrol_manual_unenrol_users
IT8.3	Mendapatkan list user yang terdaftar pada suatu mata kuliah	/v1/enrolleduser/:course_id	POST	GetEnrolledUserBy CourseID	GetCourseByID, core_enrol_get_enrolled_users

IT8.4	Mendapatkan list mata kuliah yang terdaftar pada suatu user	/v1/enrolledcourse/:user_id	POST	GetEnrolledCourse	GetUserByID, core_enrol_get_users_courses
-------	---	-----------------------------	------	-------------------	---

Tabel IV. 41 Hasil Pengujian Integration Testing IT1

Kode Uji : IT1					
No	Endpoint	Method	Hasil Pengujian	Keterangan	
IT1.1	/v1/category	POST	{ "status_code": 201, "data": [{ "mdl_category_id": 52, "name": "cobaa", "description": "cobaa" }] }	Berhasil	
IT1.2	/v1/category	GET	{	Berhasil	

			<pre> "status_code": 200, "data": [{ "id": "1", "mdl_category_id": 50, "name": "categ_testing", "id_number": "c01", "description": "Category testing only", "created_at": "2024-11-24T08:24:05.808977Z", "updated_at": "2024-11-24T08:24:05.808977Z" }] } </pre>	
IT1.3	/v1/category/:id	PUT	{"status_code":200,"data":null}	Berhasil
IT1.4	/v1/category/:id	GET	<pre> { "status_code": 200, "data": { "id": "1", </pre>	Berhasil

			<pre>"mdl_category_id": 50, "name": "categ_testing", "id_number": "c01", "description": "Category testing only", "created_at": "2024-11-24T08:24:05.808977Z", "updated_at": "2024-11-24T08:24:05.808977Z" } }</pre>	
IT1.5	/v1/category/:id	DELETE	{"status_code":200,"data":null}	Berhasil

Tabel IV. 42 Hasil Pengujian Integration Testing IT2

Kode Uji : IT2				
No	Endpoint	Method	Hasil Pengujian	Keterangan
IT2.1	/v1/course	POST	<pre>{ "status_code": 201, "data": [{</pre>	Berhasil

			<pre> "mdl_course_id": 122, "title": "Testing buat course", "course_short_name": "fghfghffgfgf", "description": "testing", "course_format": "topics" }] } </pre>	
IT2.2	/v1/course	GET	<pre> { "status_code": 200, "data": [{ "mdl_course_id": 15, "name": "ukts01 Teknologi dan Transformasi Digital Kelas PAK", "short_name": "uktsClass_ukts01 Kelas PAK Semester I-Tahun Pembelajaran 2024/2025", "summary": "kuliah ini memberikan mahasiswa pengathuan tentang teknologi secara umum dan teknologi digital secar", </pre>	Berhasil

			<pre> "format": "topics", "number_section": 8, "course_credit": 2, "course_semester": 1, "course_id_number": "uktsClass_67", "course_start_date": 1731286800, "course_end_date": 1732496400, "category_id": 1, "grade_component_id": 1, "created_at": "2024-11-14T18:08:59.566922Z", "updated_at": "2024-11-24T16:14:33.662448Z", "visible": true, "learning_period_id": null, "class_type": null }] } </pre>	
IT2.3	/v1/course/:id	PUT	{"status_code":200,"data":null }	Berhasil

IT2.4	/v1/course/:id	GET	<pre>{ "status_code": 200, "data": { "mdl_course_id": 15, "name": "ukts01 Teknologi dan Transformasi Digital Kelas PAK", "short_name": "uktsClass_ukts01 Kelas PAK Semester I-Tahun Pembelajaran 2024/2025", "summary": "kuliah ini memberikan mahasiswa pengathuan tentang teknologi secara umum dan teknologi digital secar", "format": "topics", "number_section": 8, "course_credit": 2, "course_semester": 1, "course_id_number": "uktsClass_67", "course_start_date": 1731286800, "course_end_date": 1732496400, "category_id": 1, "grade_component_id": 1,</pre>	Berhasil
-------	----------------	-----	---	----------

			<pre>"created_at": "2024-11-14T18:08:59.566922Z", "updated_at": "2024-11-24T16:14:33.662448Z", "visible": true, "learning_period_id": null, "class_type": null } }</pre>	
IT2.5	/v1/course/:id	DELETE	{"status_code":200,"data":null}	Berhasil

Tabel IV. 43 Hasil Pengujian Integration Testing IT3

Kode Uji : IT3				
No	Endpoint	Method	Hasil Pengujian	Keterangan
IT3.1	/v1/grade/course	POST	<pre>{ "status_code": 201, "data": [{ "courseid": 7,</pre>	Berhasil

			<pre> "course_name": "ukts01 Teknologi dan Transformasi Digital Reguler Kelas 2", "userid": 536, "userfullname": "Birgitha agustinian", "gradeitems": [{ "itemname": "UTS", "itemtype": "mod", "itemmodule": "quiz", "iteminstance": 4, "graderaw": 86, "grademin": 0, "grademax": 100, "sectionname": "uts" }, { "itemname": "UAS", "itemtype": "mod", </pre>	
--	--	--	---	--

			<pre> "itemmodule": "quiz", "iteminstance": 5, "graderaw": 86, "grademin": 0, "grademax": 100, "sectionname": "uas" }, { "itemname": "Tugas 1: Menjawab dengan chatgpt", "itemtype": "mod", "itemmodule": "assign", "iteminstance": 4, "graderaw": 90, "grademin": 0, "grademax": 100, "sectionname": "studi_kasus" }, { </pre>	
--	--	--	---	--

			<pre> "itemname": "Tugas 2: Menyusun makalah menggunakan chatgpt", "itemtype": "mod", "itemmodule": "assign", "iteminstance": 5, "graderaw": 90, "grademin": 0, "grademax": 100, "sectionname": "studi_kasus" }, { "itemname": "Tugas 3: Mendesain IoT untuk mendukung transformasi digital", "itemtype": "mod", "itemmodule": "assign", "iteminstance": 6, "graderaw": 90, "grademin": 0, "grademax": 100, </pre>	
--	--	--	--	--

			<pre> "sectionname": "studi_kasus" }], "grade_avg": [{ "section_name": "studi_kasus", "average_grade": 90, "component": 0.15, "average_component_grade": 13.5 }, { "section_name": "uts", "average_grade": 86, "component": 0.2, "average_component_grade": 17.2 }, { "section_name": "uas", </pre>	
--	--	--	---	--

			<pre> "average_grade": 86, "component": 0.2, "average_component_grade": 17.2 }, { "section_name": "partisipasi", "average_grade": 100, "component": 0.15, "average_component_grade": 15 }], "total_grade_avg": 89.85714285714285, "total_grade_component": 62.9, "index": "A", "index_score": 4 }] } </pre>	
--	--	--	---	--

Grade / Grade List Download PDF

Course Grade List

Search courses...

No	Course Name	Student ID	Student Name	Total Average Grade Component	Total Average Grade	Detail
1	ukts01 Teknologi dan Transformasi Digital Reguler Kelas 2	474	NARETH ADY	61.90	88.43	Detail
2	ukts01 Teknologi dan Transformasi Digital Reguler Kelas 2	536	Birgitha agustinian	62.90	89.86	Detail
3	ukts01 Teknologi dan Transformasi Digital Reguler Kelas 2	528	Riky Andreas	62.30	89.00	Detail
4	ukts01 Teknologi dan Transformasi Digital Reguler Kelas 2	469	RICHITA ANDRIMELA	63.50	90.71	Detail
5	ukts01 Teknologi dan Transformasi Digital Reguler Kelas 2	794	AGNESYANU	63.30	90.43	Detail
6	ukts01 Teknologi dan Transformasi Digital Reguler Kelas 2	653	Sarah Apfia	63.90	91.29	Detail
7	ukts01 Teknologi dan Transformasi Digital Reguler Kelas 2	467	YOLANDA CHRISTIANI	64.50	92.14	Detail
8	ukts01 Teknologi dan Transformasi Digital Reguler Kelas 2	472	PASCHA CHRISTIANIE	63.10	90.14	Detail
9	ukts01 Teknologi dan Transformasi Digital Reguler Kelas 2	475	NABILA CLARIA	63.10	90.14	Detail
10	ukts01 Teknologi dan Transformasi Digital Reguler Kelas 2	427	NATALIA DAMAYANTI	63.50	90.71	Detail

1 2 3 4

Gambar IV. 121 *Information Dashboard Grading (frontend) IT3*Tabel IV. 44 Hasil Pengujian *Integration Testing IT4*

Kode Uji : IT4				
No	Endpoint	Method	Hasil Pengujian	Keterangan
IT4.1	/v1/attendance/course/:course_id	POST	{	Berhasil

			<pre> "status_code": 200, "data": [{ "class_date": "11-11-2024", "class_schedule": "08:00:00-10:00:00", "class_start_time": "08:00:00", "duration": 7200, "number_present": 36, "course_material": "Materi 1: Pengertian dan contoh teknologi", "attendance_list_detail": [{ "student_name": "GIDEON KUNTARA", "mdl_user_id": 480, "status": "Hadir", "status_id": "25", "remarks": "" }], </pre>	
--	--	--	--	--

			<pre>{ "student_name": "DWI KURNIAWAN", "mdl_user_id": 482, "status": "Hadir", "status_id": "25", "remarks": "" }], "class_participant": 36, "mdl_course_id": 7, "session_id": 56, "attendance_id": 6 }] }</pre>	
--	--	--	---	--

ASLI

Smart Learning System Administration

The screenshot displays the 'Attendance Session Details' page in the Smart Learning System Administration. The page includes a sidebar with navigation options like 'HOME', 'USERS MANAGEMENT', 'COURSE MANAGEMENT', 'LEARNING ACTIVITIES', 'GRADING', and 'MASTER DATA'. The main content area shows the session details for 'uks01 Teknologi dan Transformasi Digital Reguler Kelas 2' with a lecturer 'Agus Hariyanto, Sawung Sawung'. Below this is a table for the session details and an 'Attendance List' table with 17 rows of student records.

Class Date	Class Schedule	Class Start Time	Duration (minutes)	Number Present	Class Participant	Course Material
12-11-2024	08:00:00-21:00:00	08:00:00	780	36	36	Materi 2: Siklus hidup teknologi.

No	Student Name	Student ID	Status	Remarks
1	YOLANDA CHRISTIANI	467	Hadir	Self-recorded
2	HELTINAWATI FAU	479	Hadir	-
3	Antonius Novianto	648	Hadir	Self-recorded
4	novenrick Rae	515	Hadir	-
5	NADYA TAMARISKA	428	Hadir	Self-recorded
6	Sarah Apfia	653	Hadir	-
7	NOVITA LEWUN	473	Hadir	Self-recorded
8	Margaretha prasetyaningtyas	652	Hadir	-
9	ELYSABETH SARI	481	Hadir	Self-recorded
10	AGNESYA ANU	794	Hadir	Self-recorded
11	Eukharistheo setiawan	524	Hadir	-
12	RICHITA ANDRIMELA	469	Hadir	-
13	HERMANUS KELEN	478	Hadir	-
14	Niko Saputra	529	Hadir	-
15	BUNGA SEULANGA	430	Hadir	Self-recorded
16	AILEEN TAMARA	483	Hadir	Self-recorded
17	NARETH ADY	474	Hadir	-

Gambar IV. 122 Information Dashboard (frontend) Student Attendance

Tabel IV. 45 Hasil Pengujian *Integration Testing* IT5

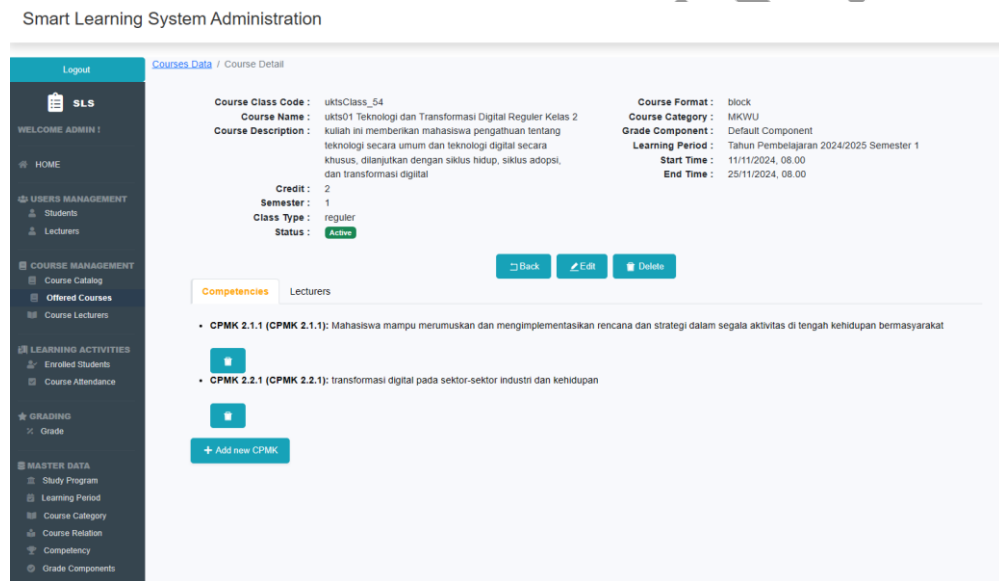
Kode Uji : IT5				
No	Endpoint	Method	Hasil Pengujian	Keterangan
IT5.1	/v1/competency/cpmk/:cpl_id	GET	<pre>{ "status_code": 200, "data": [{ "shortname": "CPMK 1.11.1", "idnumber": "CPMK 1.11.1", "description": "Mahasiswa mampu menerapkan pemikiran logis, kritis, sistematis, dan inovatif dalam konteks pengembangan atau, implementasi ilmu pengetahuan dan teknologi yang memperhatikan dan menerapkan nilai humaniora sesuai dengan keahliannya", "descriptionformat": 1, "sortorder": 0, "parentid": 0, "path": "/0/" }] }</pre>	Berhasil

			<pre> "ruleoutcome": 0, "ruletype": null, "ruleconfig": null, "scaleid": null, "scaleconfiguration": null, "competencyframeworkid": 11, "id": 3, "timecreated": 1733375492, "timemodified": 1733375492, "usermodified": 2 }] } </pre>	
IT5.2	/v1/competency/cpmk/course/:course_id	GET	<pre> { "status_code": 200, "data": [{ "competency": { </pre>	Berhasil

			<pre> "shortname": "CPMK 2.1.1", "idnumber": "CPMK 2.1.1", "description": "Mahasiswa mampu merumuskan dan mengimplementasikan rencana dan strategi dalam segala aktivitas di tengah kehidupan bermasyarakat", "parentid": 0, "path": "/0/", "competencyframeworkid": 12, "id": 1, "timecreated": 1733371355 }, "coursecompetency": { "courseid": 7, "competencyid": 1, "id": 1, "timecreated": 1733371706, } }, </pre>	
--	--	--	--	--

			<pre> { "competency": { "shortname": "CPMK 2.2.1", "idnumber": "CPMK 2.2.1", "description": "transformasi digital pada sektor- sektor industri dan kehidupan", "path": "/0/", "competencyframeworkid": 14, "id": 2, "timecreated": 1733372357 }, "coursecompetency": { "courseid": 7, "competencyid": 2, "id": 2, "timecreated": 173337245 } } } </pre>	
--	--	--	--	--

IT5.3	/v1/competency/cpmk/:id	DELETE	{"status_code":200,"data":null}	Berhasil
IT5.4	/v1/competency/cpmk/:id	PUT	{"status_code":200,"data":null}	Berhasil
IT5.5	/v1/competency/cpmk	POST	{"status_code":201,"data":null}	Berhasil
IT5.6	/v1/competency/cpmk/course	POST	{"status_code":201,"data":null}	Berhasil
IT5.7	/v1/competency/cpmk/course/remove	DELETE	{"status_code":200,"data":null}	Berhasil



Gambar IV. 123 *Integration Testing* IT5 Melalui Aplikasi Web (frontend)

Tabel IV. 46 Hasil Pengujian *Integration Testing* IT6

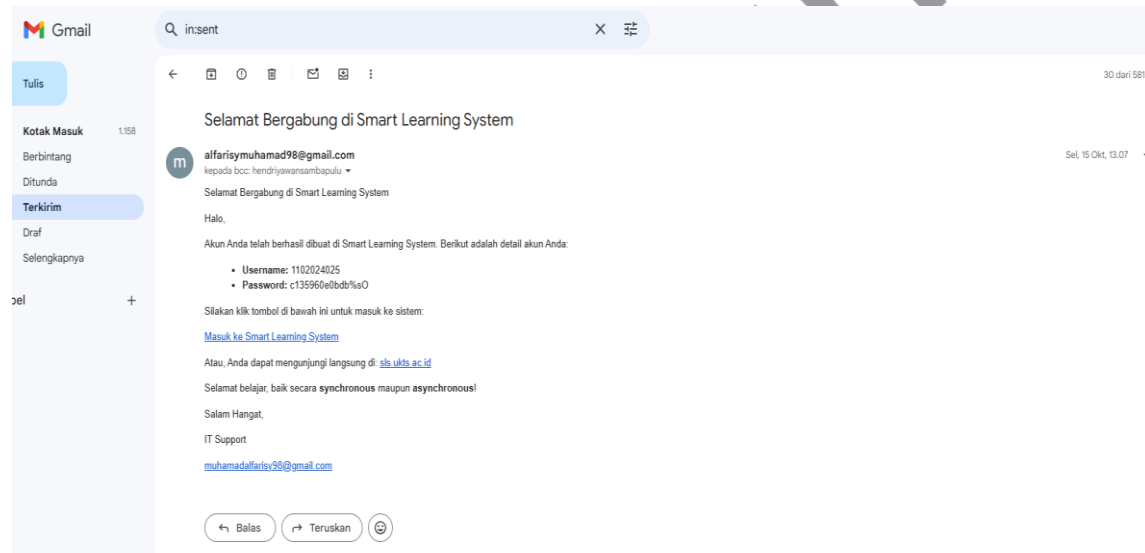
Kode Uji : IT6				
No Uji	Endpoint	Method	Hasil Pengujian	Keterangan
IT6.1	/v1/report/grade/course/pdf	POST	Print out pdf (Lampiran D point 6)	Berhasil
IT6.2	/v1/report/attendance/course/:course_id/pdf	POST	Print out pdf (Lampiran D point 6)	Berhasil

Tabel IV. 47 Hasil Pengujian *Integration Testing* IT7

Kode Uji : IT7				
No Uji	Endpoint	Method	Hasil Pengujian	Keterangan
IT7.1	/v1/student /v1/lecturer	POST	{ "status_code": 201, "data": [{ "mdl_id": 706, "student_id": "23232323",	Berhasil

			<pre> "first_name": "Agung", "middle_name": "hari", "last_name": "agus", "affiliation": "UKTS", "study_program": "Program Studi Akuntansi", "degree": "S1", "email": "aha@gmail.com", "phone_number": "1341412" }] } </pre>	
IT7.2	/v1/student/:id /v1/lecturer/:id	PUT	{"status_code":200,"data":null}	Berhasil
IT7.3	/v1/student/:id /v1/lecturer/:id	DELETE	{"status_code":200,"data":null}	Berhasil
IT7.4	/v1/login	POST	<pre> { "status_code": 200, "data": { </pre>	Berhasil

			<pre> "token": "eyJhbGciOiJIUzI1NiIsInR5cCI6IkpXVCJ", "expired_time": "2024-12-15T20:55:34Z", "redirected_mdurl": "moodle/auth/userkey/login.php?key=83136" } </pre>	
--	--	--	--	--



Gambar IV. 124 Notifikasi Pendaftaran User LMS (Moodle)

Smart Learning System Administration

Logout
Add New Student

Student Data

Total Students

473

Search students...

No	Student ID (NIM)	Full Name	Affiliation	Degree	Study Program	Email	Active	Actions
1	b220221039	Lim Elia Marcella Saputra Saputra	UKTS	S1	Program Studi Teknik Informatika	eliamarcellasaputra@gmail.com	✓	📄 🔗
2	1202024053	YEHESKHIEL PUTRA LIGAR PRASETYAN PRASETYAN	UKTS	S1	Program Studi Teknik Informatika	ligarivan477@gmail.com	✓	📄 🔗
3	1202024050	TEGAR UMBU TAMU MAKAMBOMBU MAKAMBOMBU	UKTS	S1	Program Studi Teknik Informatika	tegarumbutamu@gmail.com	✓	📄 🔗
4	1202024046	STEVENSON JONES RUTUNG	UKTS	S1	Program Studi Teknik Informatika	rutungstevenson@gmail.com	✓	📄 🔗
5	1202024045	STEFANUS LAKSONO AJI	UKTS	S1	Program Studi Teknik Informatika	stefanusla672@gmail.com	✓	📄 🔗
6	1202024040	RIZA RETNANINGSIH JELITA SIHOTANG SIHOTANG	UKTS	S1	Program Studi Teknik Informatika	rizasihotang2016@gmail.com	✓	📄 🔗
7	1202024038	RICO DWI PRATAMA	UKTS	S1	Program Studi Teknik Informatika	ricodwipratama565@gmail.com	✓	📄 🔗
8	1202024033	MUHAMMAD ANANDA NUGROHO	UKTS	S1	Program Studi Teknik Informatika	muhammadananda2005@gmail.com	✓	📄 🔗
9	1202024031	MARSHÉLOS KOKO PUTRA NGAGA NGAGA	UKTS	S1	Program Studi Teknik Informatika	marshelosngaga@gmail.com	✓	📄 🔗
10	1202024028	LIDYA JULIANA KOLIMO	UKTS	S1	Program Studi Teknik Informatika	lidyahjulianakolimo@gmail.com	✓	📄 🔗
11	1202024022	GREGORYO BAYU CHRISTANTO	UKTS	S1	Program Studi Teknik Informatika	bayugrego@gmail.com	✓	📄 🔗
12	1202024021	FELIX YULIAN ASTERINO	UKTS	S1	Program Studi Teknik Informatika	felixyulianasterino@gmail.com	✓	📄 🔗

Gambar IV. 125 *Integration Testing* IT7 Melalui Aplikasi Web (frontend)

Tabel IV. 48 Hasil Pengujian *Integration Testing* IT8

Kode Uji : IT8				
No Uji	Endpoint	Method	Hasil Pengujian	Keterangan
IT8.1	/v1/enroll	POST	{"status_code":200,"data":null}	Berhasil
IT8.2	/v1/unenroll	POST	{"status_code":200,"data":null}	Berhasil
IT8.3	/v1/enrolleduser/:course_id	POST	<pre> {"status_code": 201, "data": [{ "id": 313, "username": "0608088008", "firstname": "Agus", "lastname": "Hariyanto", "fullname": "Agus Hariyanto", "email": "mr.aghato@gmail.com", "department": "", "firstaccess": 1730340724, "lastaccess": 1731911126, "lastcourseaccess": 1731911126,]} </pre>	Berhasil

			<pre> "country": "ID", "roles": [{ "roleid": 3, "name": "", "shortname": "editingteacher", "sortorder": 0 }], "enrolledcourses": [{ "id": 9, "fullname": "ukts01 Teknologi dan Transformasi Digital Ework Kelas 1", "shortname": "uktsClass_ukts01 Ework 01 Semester I- Tahun Pembelajaran 2024/2025" },{ "id": 7, </pre>	
--	--	--	---	--

			<pre> "fullname": "ukts01 Teknologi dan Transformasi Digital Reguler Kelas 2", "shortname": "uktsClass_ukts01 Reguler 1 Semester I- Tahun Pembelajaran 2024/2025" }}, </pre>	
IT8.4	/v1/enrolledcourse/:user_id	POST	<pre> {"status_code": 201, "data": [{ "id": 9, "shortname": "uktsClass_ukts01 Ework 01 Semester I-Tahun Pembelajaran 2024/2025", "fullname": "ukts01 Teknologi dan Transformasi Digital Ework Kelas 1", "displayname": "ukts01 Teknologi dan Transformasi Digital Ework Kelas 1", "enrolledusercount": 34, "idnumber": "uktsClass_58", "visible": 1, </pre>	Berhasil

			<pre> "summary": "kuliah ini memberikan mahasiswa pengathuan tentang teknologi secara umum dan teknologi digital secar", "format": "topics", "category": 13, "startdate": 1731286800, "enddate": 1732496400, "lastaccess": 1731648282, "timemodified": 1733210749, "showgrades": true, "enablecompletion": true }, { " id": 7, "shortname": "uktsClass_ukts01 Reguler 1 Semester I-Tahun Pembelajaran 2024/2025", "fullname": "ukts01 Teknologi dan Transformasi Digital Reguler Kelas 2", "displayname": "ukts01 Teknologi dan Transformasi Digital Reguler Kelas 2", </pre>	
--	--	--	---	--

			<pre> "enrolledusercount": 38, "idnumber": "uktsClass_54", "visible": 1, "summary": "kuliah ini memberikan mahasiswa pengathuan tentang teknologi secara umum dan teknologi digital secara khusus, dilanjutkan dengan siklus hidup, siklus adopsi, dan transformasi digiital", "format": "topics", "category": 13, "startdate": 1731286800, "enddate": 1732496400, "lastaccess": 1731911126, "timemodified": 1734140087, "showgrades": true, "enablecompletion": true }] } </pre>	
--	--	--	--	--

Smart Learning System Administration

Course Participant List

Course Name : ukts01 Teknologi dan Transformasi Digital Reguler Kelas 2 Lecturer : Agus Haryanto, Sawung Sawung
 Course Code : uktsClass_54
 Course Summary : kuliah ini memberikan mahasiswa pengetahuan tentang teknologi secara umum dan teknologi digital secara khusus, dilanjutkan dengan siklus hidup, siklus adopsi, dan transformasi digital Course Credit (SKS) : 2

Course Participant List
36

No	Student ID	Student Name	Student Email	Study Program	Action
1	1112024014	NATALIA DAMAYANTI	nataliadamayanti10@gmail.com		Un-enroll
2	1112024013	NADYA TAMARISKA	nadyatamariska123@gmail.com		Un-enroll
3	1112024011	MAYLANOVZKY PUTRI	ozky.haulussy@gmail.com		Un-enroll
4	1112024007	BUNGA SEULANGA	sdbungaseulanga@gmail.com		Un-enroll
5	1112024012	Monica Moll	mollmonica912@gmail.com		Un-enroll
6	1102024051	YOLANDA CHRISTIANI	yolandadwilaura341@gmail.com		Un-enroll
7	1102024050	WALBURGA GOO	goosri684@gmail.com		Un-enroll
8	1102024040	RICHITA ANDRIMELA	richita757@gmail.com		Un-enroll
9	1102024038	REVA GRISELA	griselareva@gmail.com		Un-enroll

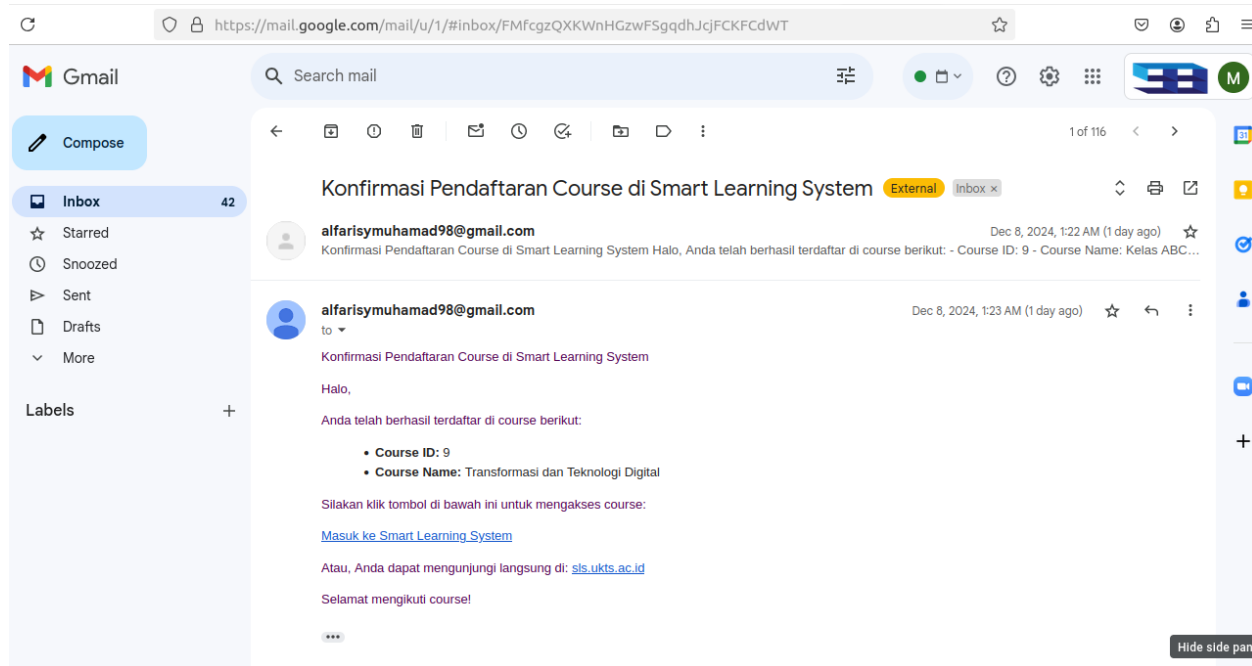
ukts01 Teknologi dan Transformasi Digital Reguler Kelas 2

View Edit Enrolled users Delete Hide Backup Restore

Full name : ukts01 Teknologi dan Transformasi Digital Reguler Kelas 2
Short name : uktsClass_ukts01 Reguler 1 Semester I-Tahun Pembelajaran 2024/2025
ID number : uktsClass_54
Category : MKWU
Groupings : 0
Groups : 0
Role assignments : Teacher: 2, Student: 36
Enrolment methods : Manual enrolments
Format : Topics format
Sections : General, Pembelajaran Terbimbing : Daring Synchronous, Pembelajaran Terbimbing : Luring Synchronous, Pembelajaran Terbimbing : Asynchronous, Penugasan Terstruktur : Quiz, Penugasan Terstruktur : Studi Kasus, Penugasan Mandiri : Tugas Besar Proyek
Modules used : UTS, UAS, Forum, Attendance, File, Assignment

Gambar IV. 126 Integration Testing IT8 Melalui Aplikasi Web (frontend), LMS (kanan)

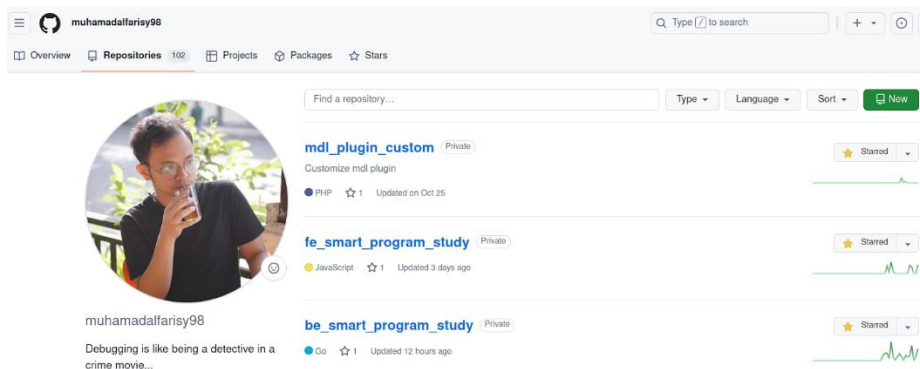
ASLI



Gambar IV. 127 *Integration Testing* IT8 Melalui Aplikasi Web (frontend)

IV.3.2.4 Software System

Software service system yang telah dikembangkan disimpan pada suatu repository *github*. Terdapat 3 software service system yang dihasilkan yang ditunjukkan pada Gambar IV. 128 sebagai berikut.



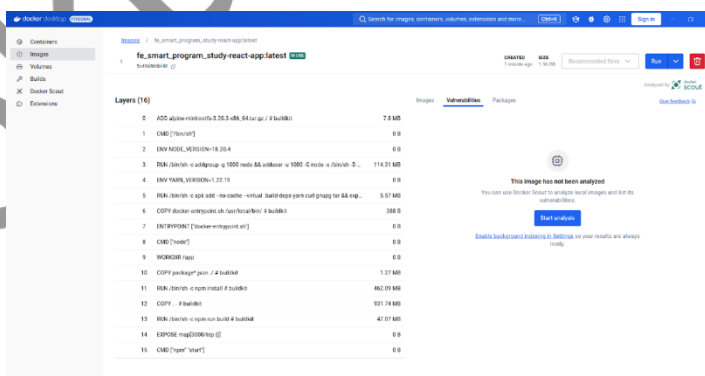
Gambar IV. 128 Pembagian Pengembangan Software Service System

IV.3.3 Service Implementation

Tahap ini berfokus terhadap memastikan kembali software service system yang telah dikembangkan dan membuat rencana implementasi deployment sistem.

IV.3.3.1 Software System

Pada Gambar IV. 129 ini ditampilkan salah satu contoh memastikan kembali software service system frontend dapat dijalankan menggunakan manajemen kontainer *docker*.



Gambar IV. 129 Validasi Running Frontend dilocal dengan Docker

IV.3.3.2 Implementation Plan

Setelah memastikan sistem berkerja dengan baik di lingkungan pengembangan berikutnya perlu dibuat rencana implementasi sebelum melakukan *deployment* sistem. Pada Tabel IV. 49 dibuat rencana implementasi dengan membagi berdasarkan *environment deployment* dan *cloud provider* yang akan digunakan.

Tabel IV. 49 Implementation Plan System Deployment

No.	Sistem	Environment	Cloud Provider (VPS)
1	Backend service oriented platform (composite)	Staging	IDCloudHost
2	Frontend aplikasi web (dashboard management platform)	Staging	VercelApp
3	LMS (Moodle)	Staging	IDCloudHost
4	Backend service oriented platform (composite)	Production	Biznet
5	Frontend aplikasi web (dashboard management platform)	Production	IDCloudHost
6	LMS (Moodle)	Production	Biznet

IV.4 Deployment

Tahapan *deployment* terdiri atas *service migration and rollout*, *service operation and maintenance*, dan *service monitoring*. Kegiatan utama pada tahapan ini yaitu memastikan *platform* yang dibangun telah berhasil beroperasi di lingkungan operasional atau produksi sehingga pengguna atau *service consumer* dapat menggunakan layanan yang disediakan oleh platform secara langsung, berikutnya memastikan operasi dan pemeliharaan platform dapat dilakukan dan melakukan pemantauan dari platform yang telah berhasil *deploy* untuk menemukan potensi masalah ataupun perbaikan.

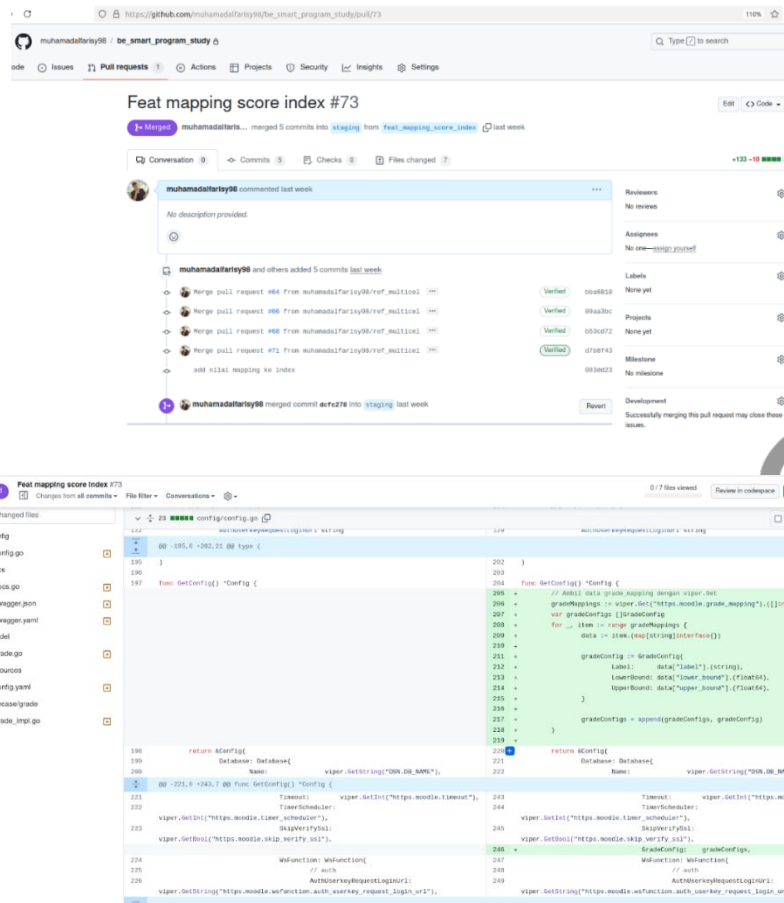
IV.4.1 Service Migration and Rollout

Migrasi sistem ke sistem operasional Luaran dari aktivitas ini adalah melakukan instalasi, dan konfigurasi platform serta memindahkan platform dari lingkungan pengembangan ke lingkungan operasional.

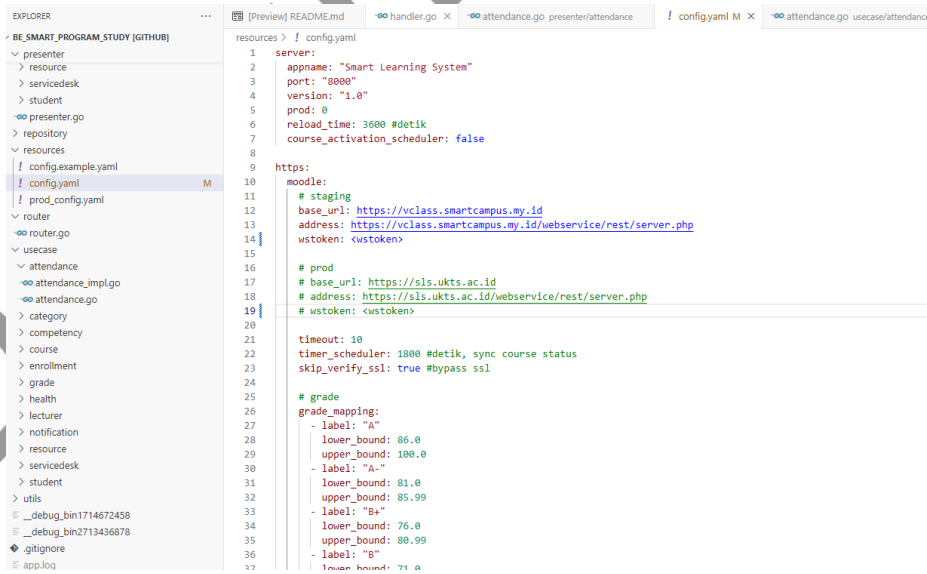
IV.4.1.1 System Installation and Deployment

Proses *deployment* platform dibagi menjadi dua *environment* yaitu *staging* dan *production*. Data real pengujian sistem menggunakan *environment production* sedangkan data untuk pengujian pengembangan, atau *skenario* pengujian pengguna menggunakan data percobaan menggunakan *environment staging*.

Sebelum melakukan *deployment*, *software service systems* yang telah dikembangkan pada tahap pengembangan sebelumnya diinstall atau *diclone* dan *dipull* pada server *vps* yang digunakan. Proses ini ditunjukkan pada Gambar IV. 130 sebagai berikut.



Gambar IV. 130 Merge Software Service System ke server VPS



Gambar IV. 131 Konfigurasi Backend

```

GNU nano 7.2 /etc/nginx/sites-enabled/frontend.virtuallearning.my.id
server {
    server_name 103.174.114.176 s1sdashboard.smartprod1.my.id;

    location / {
        proxy_pass http://localhost:3000;
        proxy_http_version 1.1;
        proxy_set_header Upgrade $http_upgrade;
        proxy_set_header Connection 'upgrade';
        proxy_set_header Host $host;
        proxy_cache_bypass $http_upgrade;
    }

    listen 443 ssl; # managed by Certbot
    ssl_certificate /etc/letsencrypt/live/s1sdashboard.smartprod1.my.id/fullchain.pem; # managed by
    ssl_certificate_key /etc/letsencrypt/live/s1sdashboard.smartprod1.my.id/privkey.pem; # managed b
    include /etc/letsencrypt/options-ssl-nginx.conf; # managed by Certbot
    ssl_dhparam /etc/letsencrypt/ssl-dhparams.pem; # managed by Certbot
}

server {
    if ($host = s1sdashboard.smartprod1.my.id) {
        return 301 https://$host$request_uri;
    } # managed by Certbot

    listen 80;
    server_name 103.174.114.176 s1sdashboard.smartprod1.my.id;
    return 404; # managed by Certbot
}

```

Gambar IV. 132 Konfigurasi Frontend Aplikasi Web (Dashboard Learning System) Menggunakan Nginx

IV.4.1.2 System Rollout

System rollout memastikan platform yang telah diinstall, dan dikonfigurasi berhasil berjalan. Pada Gambar IV. 133 menunjukkan bahwa *software services system* diinstall ke VPS melalui mekanisme *clone* dan *diupdate* dengan perintah *pull*. Sesudahnya akan dilakukan *build software service system* lalu menjalankan *script* konfigurasi menggunakan *command* `sudo systemctl restart <nama_script_platform>`.

```

farisyprod1@farisyprod1:~/custom/be_smart_program_study
backup custom go gol.20.6.linux.amd64.tar.gz html kill_processes.sh 'tat -antup | grep ESTABLISHED'
farisyprod1@farisyprod1:~$ cd custom/
farisyprod1@farisyprod1:~/custom$ ls
be_smart_program_study
farisyprod1@farisyprod1:~/custom$ cd be_smart_program_study/
farisyprod1@farisyprod1:~/custom/be_smart_program_study$ git pull
Username for 'https://github.com': ghp_01vz7xf1f3z7a3c50z2c0c1f9pp0p0t0p
Password for 'https://ghp_01vz7xf1f3z7a3c50z2c0c1f9pp0p0t0p@github.com':
Remote: Enumerating objects: 21, done.
Remote: Counting objects: 100% (19/19), done.
Remote: Compressing objects: 100% (4/4), done.
Remote: Total 9 (delta 5), reused 7 (delta 5), pack-reused 0 (from 0)
Unpacking objects: 100% (9/9), 2.44 MiB | 124.00 KiB/s, done.
From https://github.com/muhanadalfaris98/be_smart_program_study
 * [new branch] refactor_code_course -> origin/refactor_code_course
Updating 089907c..aa168d0
post-foahd
 README.md | 7 +----
 infra/moodle/md_course.go | 7 +-----
 infra/moodle/md_user.go | 1 -
 3 files changed, 12 insertions(+), 3 deletions(-)
farisyprod1@farisyprod1:~/custom/be_smart_program_study$ ls
Dockerfile README.md config eb go.mod infra main.go model presenter resources assosac
makefile app.log composer.json go.sum README.md app.go repository router utils
farisyprod1@farisyprod1:~/custom/be_smart_program_study$ go build -o myapp
farisyprod1@farisyprod1:~/custom/be_smart_program_study$ sudo systemctl restart myapp.service
farisyprod1@farisyprod1:~/custom/be_smart_program_study$ sudo systemctl status myapp.service
● myapp.service - smartprod1-be
Loaded: loaded (/etc/systemd/system/myapp.service; disabled; preset: enabled)
Active: active (running) since Sun 2024-11-24 09:27:10 UTC; 26s ago
Main PID: 283837 (myapp)
Tasks: 7 (limit: 2280)
Memory: 14.5M (peak: 15.1M)
CPU: 8ms
CGroup: /system.slice/myapp.service
└─283837 /home/farisyprod1/custom/be_smart_program_study/myapp

Nov 24 09:27:10 Farisyprod1 myapp[283837]:
Nov 24 09:27:10 Farisyprod1 myapp[283837]:
Nov 24 09:27:10 Farisyprod1 myapp[283837]:
Nov 24 09:27:10 Farisyprod1 myapp[283837]:
Nov 24 09:27:10 Farisyprod1 myapp[283837]: Version: 1.0
Nov 24 09:27:10 Farisyprod1 myapp[283837]: OS: linux amd64
Nov 24 09:27:10 Farisyprod1 myapp[283837]: GO: gol.20.6
Nov 24 09:27:10 Farisyprod1 myapp[283837]: CPU: 2
Nov 24 09:27:10 Farisyprod1 myapp[283837]: starting service at port 8000...
Linux 5.20.220 (x86)

```

Gambar IV. 133 System Rollout Platform Berorientasi Layanan (Backend)

Gambar IV. 134 menunjukkan *migrasi script database* ke lingkungan operasional berhasil dilakukan. Script database berisikan *command* untuk membuat tabel beserta atribut dan tipe data nya.

```

fariস্যপ্রদী@fariস্যপ্রদী:~/custom/be_smart_program_study
Makefile app.log constant docs go.sum middleware myapp repository router utils
fariস্যপ্রদী@fariস্যপ্রদী:~/custom/be_smart_program_study$ migrate -database "postgres://postgres:fariস্য123@localhost:5432/smartp
rodi_db?sslmode=disable" -path db/migrations up
Command 'migrate' not found, but can be installed with:
  apt install python3-migrate
Please ask your administrator.
fariস্যপ্রদী@fariস্যপ্রদী:~/custom/be_smart_program_study$ go install -tags 'postgres' github.com/golang-migrate/migrate/v4/cmd/
migrate@latest
go: github.com/golang-migrate/migrate/v4/cmd/migrate@latest (in github.com/golang-migrate/migrate/v4@v4.18.1): go.mod:3: inval
id go version '1.22.0': must match format 1.23
go.mod:5: unknown directive: toolchain
fariস্যপ্রদী@fariস্যপ্রদী:~/custom/be_smart_program_study$ go install -tags 'postgres' github.com/golang-migrate/migrate/v4/cmd/
migrate@v4.15.2
fariস্যপ্রদী@fariস্যপ্রদী:~/custom/be_smart_program_study$ migrate -database "postgres://postgres:fariস্য123@localhost:5432/smartp
rodi_db?sslmode=disable" -path db/migrations up
Command 'migrate' not found, but can be installed with:
  apt install python3-migrate
Please ask your administrator.
fariস্যপ্রদী@fariস্যপ্রদী:~/custom/be_smart_program_study$ export PATH=$PATH:(go env GOPATH)/bin"
fariস্যপ্রদী@fariস্যপ্রদী:~/custom/be_smart_program_study$ source ~/.bashrc
fariস্যপ্রদী@fariস্যপ্রদী:~/custom/be_smart_program_study$ migrate -database "postgres://postgres:fariস্য123@localhost:5432/smartp
rodi_db?sslmode=disable" -path db/migrations up
1/u create_users_table (264.107376ms)
2/u create_category_table (549.833647ms)
3/u create_course_table (948.095858ms)
4/u create_grade_component_table (1.31380298s)
5/u alter_course_table_addcolumn_grade_component_id (1.482272431s)
6/u create_enrollment_table (1.713151507s)
7/u alter_table_enrollment (1.975499734s)
8/u create_course_attendance_table (2.219959886s)
9/u alter_table_course_summary_field (2.375387229s)
10/u alter table course visible (2.571725967s)

```

Gambar IV. 134 Migrasi Script Database

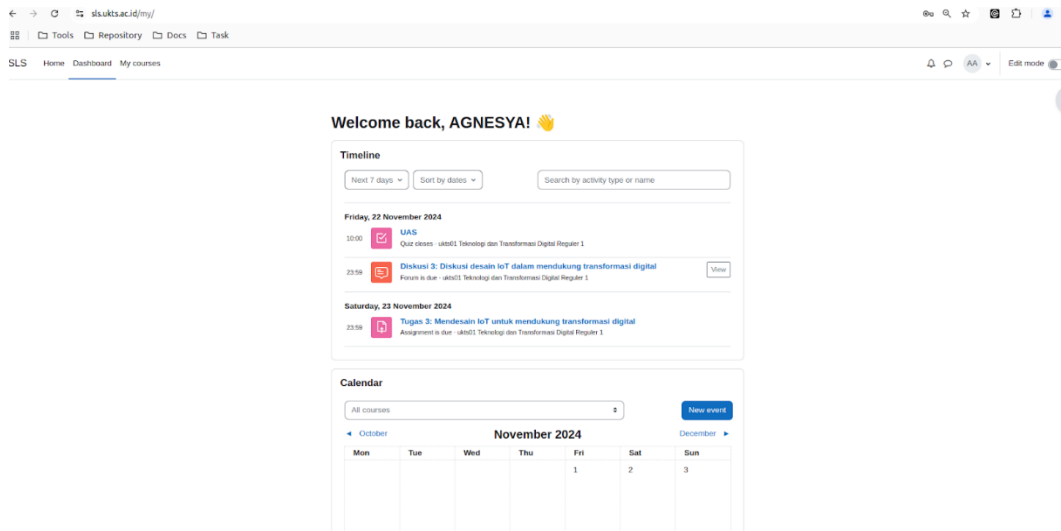
```

fariস্যপ্রদী@fariস্যপ্রদী:~/frontendapp/fe_smart_program_study$ sudo docker-compose ps
-----
Name                                Command                                State      Ports
-----
fe_smart_program_study_react-app_1  docker-entrypoint.sh serve           Up         0.0.0.0:3000->3000/tcp
fariস্যপ্রদী@fariস্যপ্রদী:~/frontendapp/fe_smart_program_study$ sudo docker ps
CONTAINER ID   IMAGE                                COMMAND                                CREATED      STATUS
PORTS
1041ef67053d   fe_smart_program_study_react-app     "docker-entrypoint.s..."            7 days ago  Up 7 minutes
0.0.0.0:3000->3000/tcp, :::3000->3000/tcp   fe_smart_program_study_react-app_1
fariস্যপ্রদী@fariস্যপ্রদী:~/frontendapp/fe_smart_program_study$

```

Gambar IV. 135 Rollout Frontend Menggunakan Docker

- Moodle (LMS)



Gambar IV. 138 Pengujian Deployment Moodle (LMS)

IV.4.2.2 System Testing

Rencana pengujian *system testing* dilakukan sebagai berikut.

- Dasar pengujian : Infrastruktur sistem, arsitektur sistem
- Objek pengujian : Sistem LMS (Moodle), Backend Layanan Komposit, Frontend Dashboard Layanan Komposit
- Alat bantu : *Command prompt*, Postman, Swagger, Nginx, Docker
- Metode pengujian : *Blackbox test* (melihat kesesuaian response)

Tabel IV. 50 Test Case System Testing

No	Test cases	Detail pengujian
ST1	Deployment Sistem LMS (Moodle)	Memastikan sistem layanan LMS tersedia pada lingkungan operasional dan dapat berperan sebagai <i>service provider</i>

ST2	Deployment <i>Backend</i> Layanan Komposit	Memastikan sistem layanan komposit (<i>backend</i>) tersedia pada lingkungan operasional dan dapat berperan sebagai <i>service provider</i> maupun <i>service consumer</i> (platform).
ST3	Deployment <i>Frontend</i> Dashboard Layanan Komposit	Memastikan sistem layanan dashboard layanan komposit (<i>frontend</i>) tersedia pada lingkungan operasional dan dapat berperan sebagai <i>service consumer</i> .

Tabel IV. 51 Hasil Pengujian System Testing

No	<i>Result</i>	<i>Evidence</i>	Status
ST1	Deployment Sistem LMS (Moodle) berhasil dilakukan	Gambar IV. 132	Berhasil
ST2	Deployment <i>backend service-oriented platform</i> berhasil dilakukan	Gambar IV. 130	Berhasil
ST3	Deployment <i>frontend</i> aplikasi web berhasil dilakukan	Gambar IV. 131	Berhasil

IV.4.2.3 System Maintenance

Kegiatan pemeliharaan sistem ini bertujuan untuk memastikan sistem berjalan secara optimal sehingga membantu mencegah *downtime* dan memastikan operasional pada sistem. Detail kegiatan yang dilakukan seperti pembaruan *perangkat lunak* (*git pull*, perubahan kode), mengimplementasikan keamanan sistem, melakukan perbaikan *bug*, pemulihan sistem menggunakan command (*sudo systemctl restart*

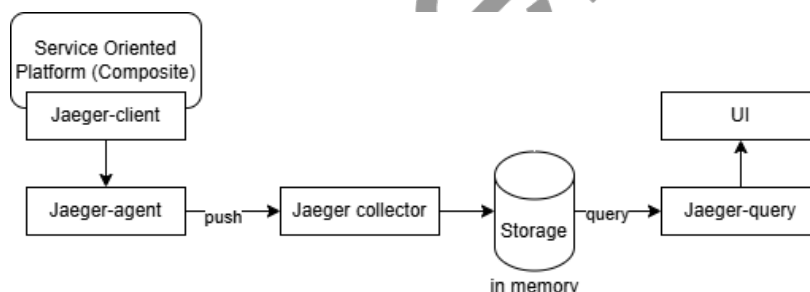
<app_name>), dan melakukan pemeliharaan berkala seperti pencadangan basis data secara rutin.

IV.4.2.4 System Report

Dari hasil pengujian *system testing*, semua skenario *test case* berhasil dijalankan dengan baik. Hal ini menunjukkan bahwa sistem telah berhasil beroperasi dan siap digunakan oleh pengguna ataupun *service consumer*.

IV.4.3 Service Monitoring

Kegiatan *service monitoring* platform berorientasi layanan pada kampus digital menggunakan alat bantu *Jaeger*. *Jaeger* sendiri merupakan *software open source* yang dapat digunakan untuk melakukan *distributed tracing* yang memungkinkan untuk memonitor dan menganalisis layanan yang terdiri dari proses pemanggilan beberapa layanan (layanan komposit). *Jaeger* dapat membantu menganalisis latensi, mendeteksi potensi masalah ataupun *error*. Ilustrasi arsitektur *Jaeger* dimodelkan pada Gambar IV. 139 sebagai berikut.



Gambar IV. 139 Komponen Arsitektur Jaeger

Komponen yang terlibat pada ilustrasi arsitektur *jaeger* dijelaskan pada Tabel IV. 52 sebagai berikut.

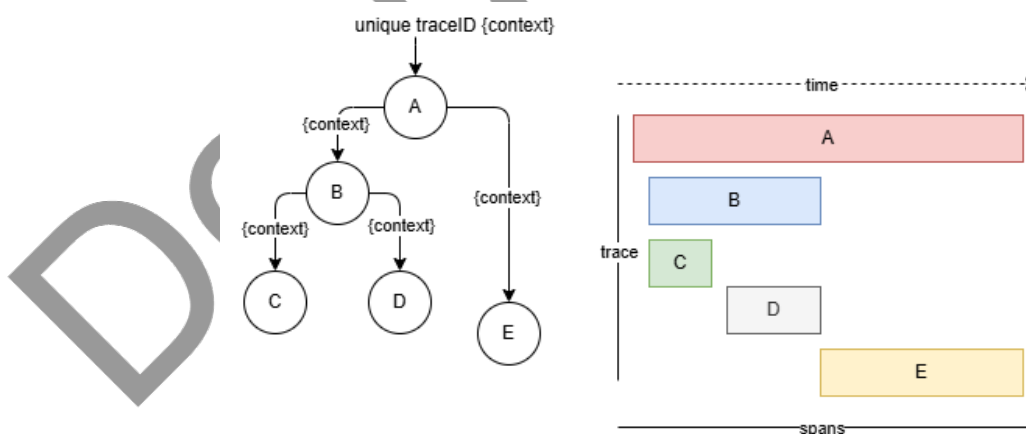
Tabel IV. 52 Komponen Arsitektur Jaeger

No.	Komponen	Deskripsi
1	<i>Jaeger-client</i>	Komponen yang bertanggung jawab untuk menghasilkan dan mengirimkan data <i>tracing</i> dari platform yang sedang berjalan.

2	<i>Jaeger-agent</i>	Menerima trace data dari jaeger client dan meneruskan ke collector.
3	<i>Jaeger-collector</i>	Mengumpulkan data <i>trace</i> lalu meneruskan ke penyimpanan seperti basis data atau <i>in memory</i> .
4	<i>Storage</i>	Menyimpan data tracing.
5	<i>Jaeger-query</i>	Komponen yang memungkinkan pengguna atau <i>client</i> mengakses dan menampilkan data <i>tracing</i> pada antarmuka berbasis web untuk mencari dan menganalisis <i>traces</i> .

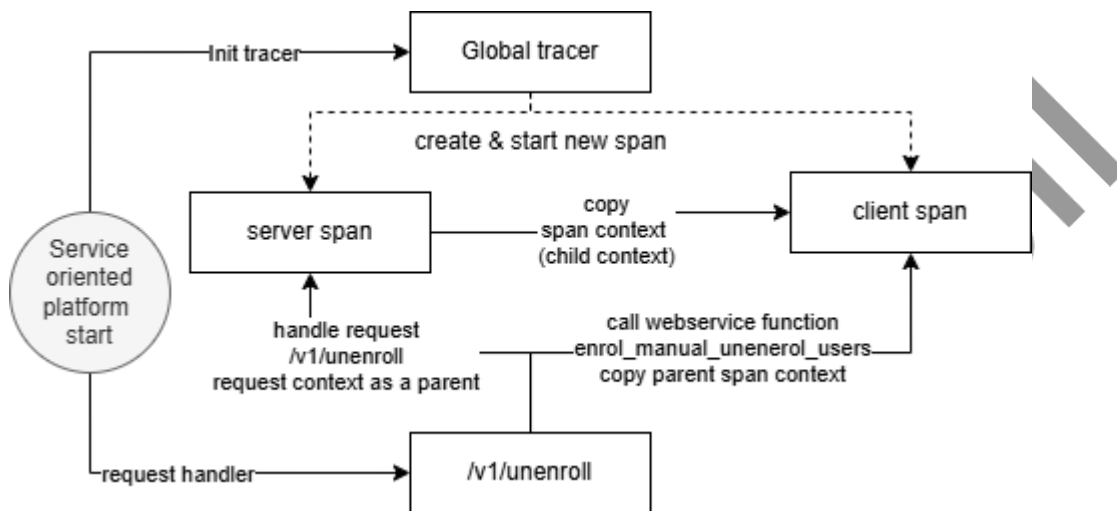
IV.4.3.1 System Monitoring

Trace pada *Jaeger* seperti representasi alur eksekusi suatu permintaan dan menunjukkan bagaimana setiap layanan berinteraksi satu sama lain. Dengan kemampuannya dalam menghubungkan setiap aktivitas yang terjadi pada berbagai layanan ketika memproses suatu permintaan, *trace* memungkinkan untuk melacak perjalanan permintaan dari titik awal hingga ke titik akhir. *Span* menggambarkan satu unit eksekusi atau operasi dalam alur *trace*. Pada *Jaeger*, context digunakan untuk menyimpan informasi *trace* dan *span* dan sebagai sinyal propagasi yang diteruskan antar layanan saat permintaan berpindah ke satu layanan lainnya. Ilustrasi *context*, *span*, dan *trace* dimodelkan pada Gambar IV. 140 sebagai berikut.

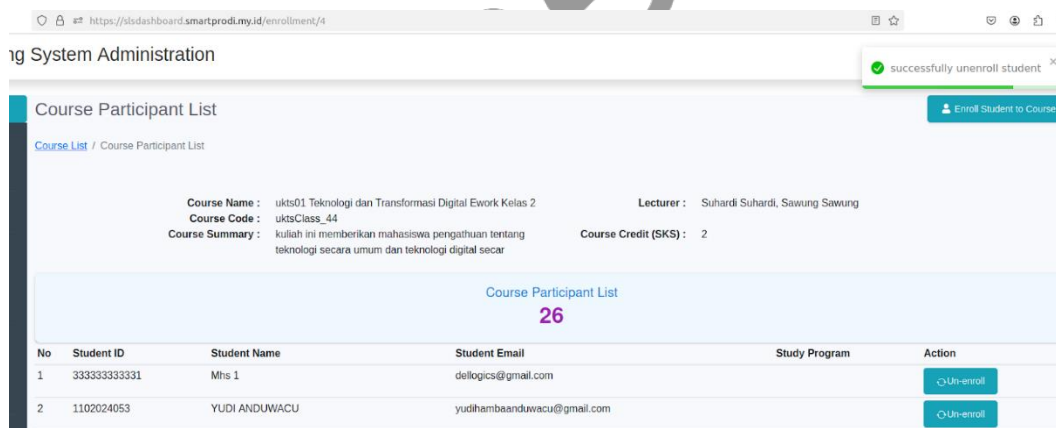


Gambar IV. 140 *Trace* dan *Spans* Pada Implementasi Jaeger

Implementasi dan pengujian *monitoring* sistem menggunakan *jaeger* akan dicoba melalui pemanggilan *endpoint* `/v1/unenroll` untuk melihat hasil *trace*, *span*, data *tracing*, dan durasi pemanggilan layanan. Ilustrasi implementasi dimodelkan pada Gambar IV. 141 sebagai berikut.

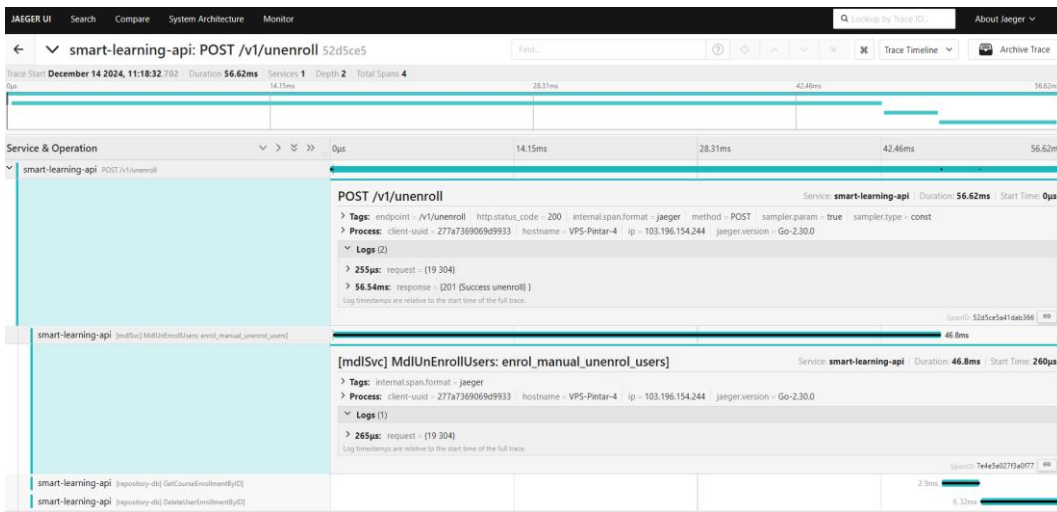


Gambar IV. 141 Ilustrasi Implementasi Monitoring Sistem Menggunakan Jaeger



Gambar IV. 142 Trigger Unenroll Student Melalui Aplikasi Web

Hasil *monitoring* sistem menggunakan *jaeger* ditunjukkan pada Gambar IV. 143 sebagai berikut.

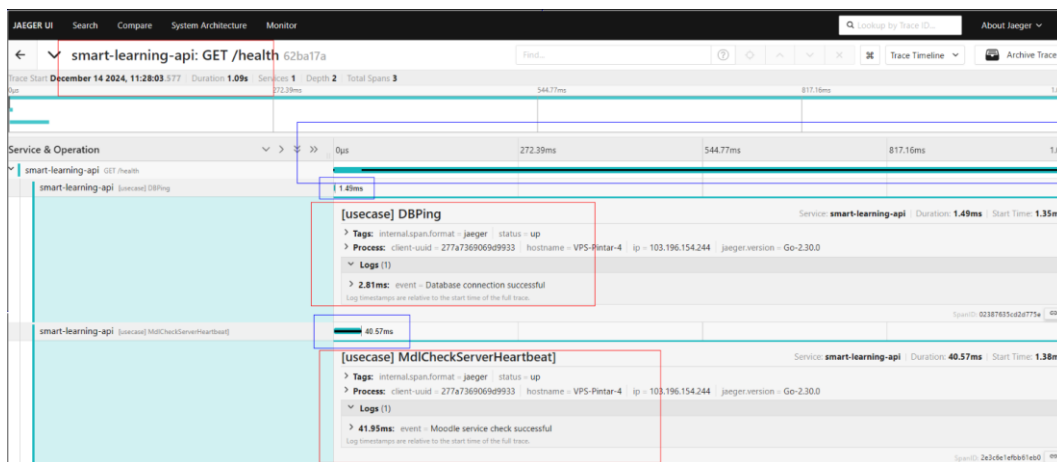


Gambar IV. 143 Hasil Implementasi Monitoring Sistem Unenroll Student

Dari hasil tersebut terlihat bahwa pada satu alur *trace* terdapat 3 *span* dan 1 *span* utama sebagai *parent span* berhasil ditunjukkan. Disini terlihat bahwa pada satu siklus permintaan layanan terdapat interaksi beberapa layanan lainnya sehingga sesuai dengan prinsip SOA yaitu *reusable* (memanfaatkan pemanggilan layanan lainnya dalam menyelesaikan suatu fungsi bisnis baru) (Erl. T, 2017).

IV.4.3.2 System Feedbacks

Pemantauan terhadap sistem menggunakan alat bantu monitoring *jaeger* dapat membantu memberikan keluaran berupa laporan sistem dan umpan balik sistem. Contoh implementasinya yaitu ketika *service consumer* mencoba untuk melakukan pemanggilan endpoint */health* untuk mendapatkan status cek kesehatan dari layanan utama dan layanan pendukungnya. Contohnya ditunjukkan pada Gambar IV. 144 sebagai berikut.



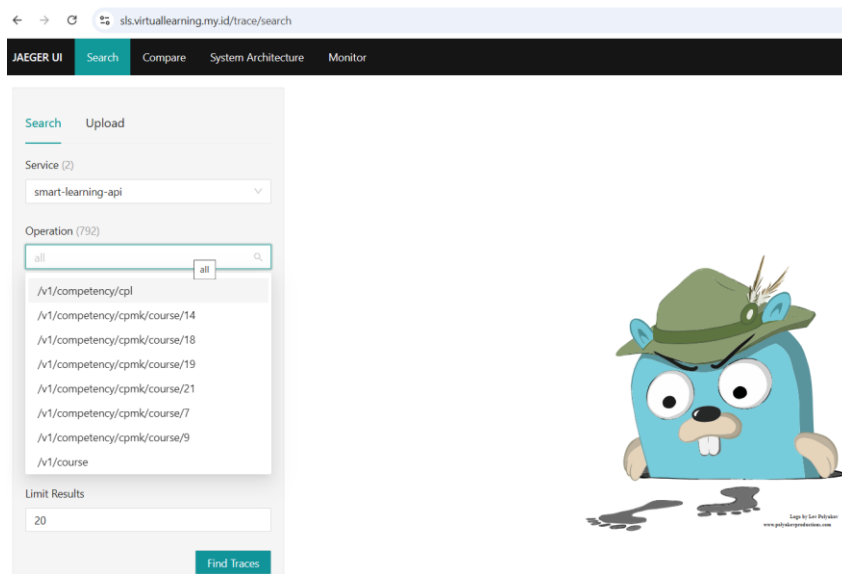
Gambar IV. 144 Percobaan Monitoring endpoint Health Pada Jaeger

Jika diperhatikan pada hasil monitoringnya, durasi pemanggilan atau latensi layanan bekerja selama 1 detik untuk menyelesaikan proses permintaan layanan. Pada bagian operasi layanan bisa kita lihat terdapat beberapa layanan penyusun yaitu pemanggilan *service health* pada sistem layanan *moodle* dan pengecekan koneksi ke internal database. Proses pemanggilan operasi layanan ini berlangsung cukup singkat yaitu masih dalam domain satuan milidetik namun proses eksekusi secara keseluruhan termasuk mapping respons hingga menyelesaikan permintaan layanan sebesar 1 detik. Hal ini selain menunjukkan status kesehatan yang masih beroperasi dengan baik namun terdapat peluang untuk meningkatkan waktu respons layanan yang akan menjadi aspek evaluasi optimasi pada bagian evaluasi.

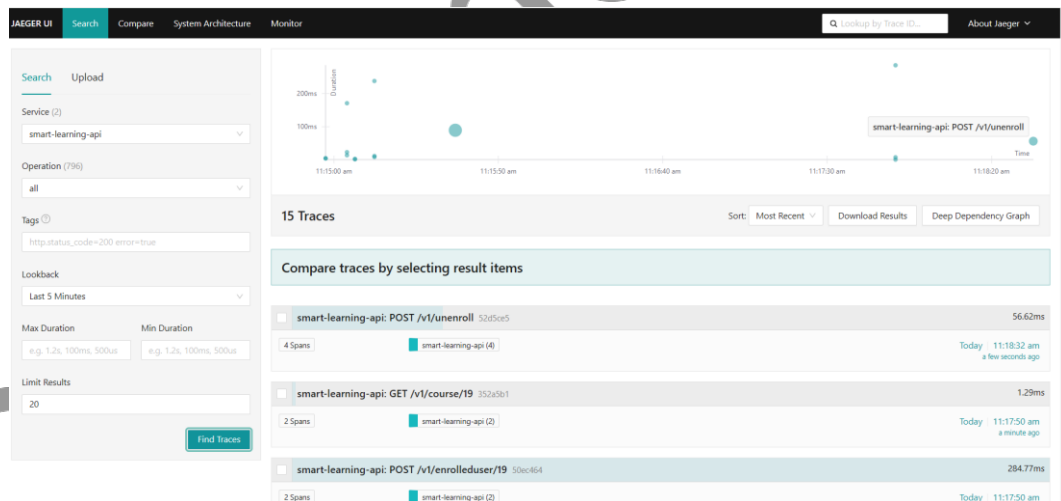
IV.5 Evaluation

IV.5.1 Service Performance Measurement

Layanan yang disediakan oleh *service provider* dalam hal ini platform berorientasi layanan pada kampus digital akan dikenal atau terdaftar pada *monitoring jaeger*. Hal ini dapat membantu ketika ingin melakukan tinjauan terhadap kinerja pada salah satu layanan yang disediakan dalam hal ini *endpoint*. Beberapa daftar operasi layanan atau *endpoint* yang dideteksi oleh *jaeger* ditunjukkan pada Gambar IV. 145 sebagai berikut.



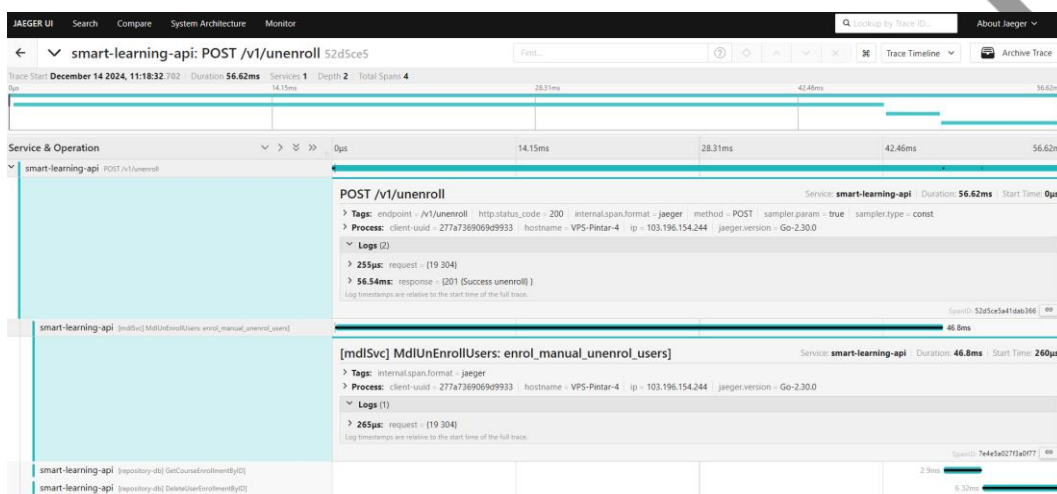
Gambar IV. 145 Beberapa Daftar Operasi Layanan yang Terdaftar Pada Jaeger
 Pada Gambar IV. 146 terlihat bahwa pada pemanggilan *endpoint* tersebar dilatensi sekitar dibawah 200ms. Dengan bantuan *monitoring* menggunakan *jaeger* dapat membantu dalam melihat *kinerja* layanan pada platform berorientasi layanan pada kampus digital.



Gambar IV. 146 Service Performance Measurement Menggunakan Jaeger

IV.5.1.1 Internal System Performance

Pengujian kinerja internal sistem dilakukan pada contoh pemanggilan *endpoint* atau API `/v1/unenroll`. Layanan ini merupakan layanan komposit yang terdiri dari layanan pemanggilan *web service function* Moodle berupa `enrol_manual_unenrol_users` (sebagai layanan eksternal) dan proses pemanggilan data user enrollment. Pengujian ini dapat dilihat pada Gambar IV. 147 sebagai berikut



Gambar IV. 147 Kinerja Layanan *Unenroll*

Jika dilihat dari waktu respons kinerja internal sistem yakni 2,9 ms dan 6,3ms maka kinerja internal sistem dapat dikatakan sangat baik.

IV.5.1.2 External System Performance

Pengujian sistem eksternal dilakukan dengan melihat dari sudut pandang sebagai pengguna ketika menggunakan layanan yang diberikan oleh *service provider*. Pada pengujian ini dilakukan pengukuran kinerja dalam bentuk waktu response (*latency*) pada pemanggilan *web service function* Moodle yaitu `enrol_manual_unenrol_users`. Jika diperhatikan pada Gambar IV. 147. durasi waktu respons layanan sebesar 46,8ms.

Tabel IV. 53 Detail *Trace* Eksekusi *Endpoint Unenroll*

No.	<i>Span</i>	Durasi (ms)
1	Eksternal: enrol_manual_unenrol_users	46,8
2	Internal: GetCourseEnrollmentByID	2,9
3	Internal: DeleteUserEnrollmentByID	6,32
Total		53,32

IV.5.2 *Service Analysis and Optimization*

Pada bagian ini akan membahas terkait laporan analisis dari pengujian sistem dan hasil pemantauan menggunakan *Jaeger*. Berikutnya melakukan evaluasi sistem dan mengusulkan skenario optimasi sistem.

IV.5.2.1 *Systems Analysis Report*

Bagian laporan analisis sistem ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja layanan yang diuji dalam bentuk waktu respons layanan. Berdasarkan pengujian kinerja internal dan eksternal untuk pemanggilan *endpoint /v1/unenroll* sudah menunjukkan waktu respons yang baik yaitu masih berada dibawah rentang 100ms. Namun pada pengujian *endpoint /health* terlihat rentang waktu respons bernilai satu detik yang ditunjukkan pada Gambar IV. 144 Pengujian detail terhadap *endpoint* dapat ditinjau untuk menemukan celah optimasi dari *endpoint* dan evaluasi sistem secara keseluruhan

IV.5.2.2 User Testing

Kegiatan evaluasi dan pengujian melibatkan administrator sistem informasi akademik, pengajar, peserta didik, IT help officer, dan instansi Perguruan Tinggi Universitas Kristen Teknologi Solo. Rincian kegiatan pelaksanaan uji coba yang dilakukan sebagai berikut.

Tabel IV. 54 Jadwal Kegiatan Perkuliahan (Pengujian Sistem)

No.	Mata kuliah	Kelas	Jenis Kelas	Dosen	Waktu Pelaksanaan	SKS	Mode Belajar	Jumlah mahasiswa	Kode kelas
1	Teknologi dan Transformasi Digital	Kelas 1	Reguler	Agerippa Yanuranda Krismani, M. Sc.	11 November – 25 November 2024	2	Sistem blok	22	uktsClass_63
2	Teknologi dan Transformasi Digital	Kelas 2	Reguler	Sawung Murdo, S.T., M.T.	11 November – 25 November 2024	2	Sistem blok	36	uktsClass_64
3	Teknologi dan Transformasi Digital	Kelas 1	Ework	Agus Haryanto, S.T., M.B.A.	12 November – 25 November 2024	2	Sistem blok	33	uktsClass_58

4	Teknologi dan Transformasi Digital	Kelas 2	Ework	Prof. Dr. Ing . Ir. Suhardi, M.T	12 November – 25 November 2024	2	Sistem blok	25	uktsClass_44
5	Pancasila	Kelas 1	Reguler	Dian Paula April Juwan, S.Fil., M.Phil.	25 November – 9 Desember 2024	2	Sistem blok	18	uktsClass_77
6	Pancasila	Kelas 2	Reguler	Dian Paula April Juwan, S.Fil., M.Phil.	25 November – 9 Desember 2024	2	Sistem blok	39	uktsClass_75
7	Pancasila	Kelas 3	Ework	Yoseph Purwandi S.H., M.H.	26 November – 9 Desember 2024	2	Sistem blok	8	uktsClass_78
8	Pancasila	Kelas 4	Ework	Dian Paula April Juwan, S.Fil., M.Phil.	26 November – 9 Desember 2024	2	Sistem blok	3	uktsClass_76

Rencana pengujian *user testing* dilakukan sebagai berikut.

4. *User testing*

Dasar pengujian	:	<i>Usecase diagram, requirement sistem</i>
Objek pengujian	:	Sistem LMS (Moodle), Sistem Informasi Akademik (eksternal)
Alat bantu	:	Dokumen user manual
Metode pengujian	:	<i>Blacbox test</i> (melihat kesesuaian output dengan <i>expected output</i>)

Tabel IV. 55 Skenario *User Testing*

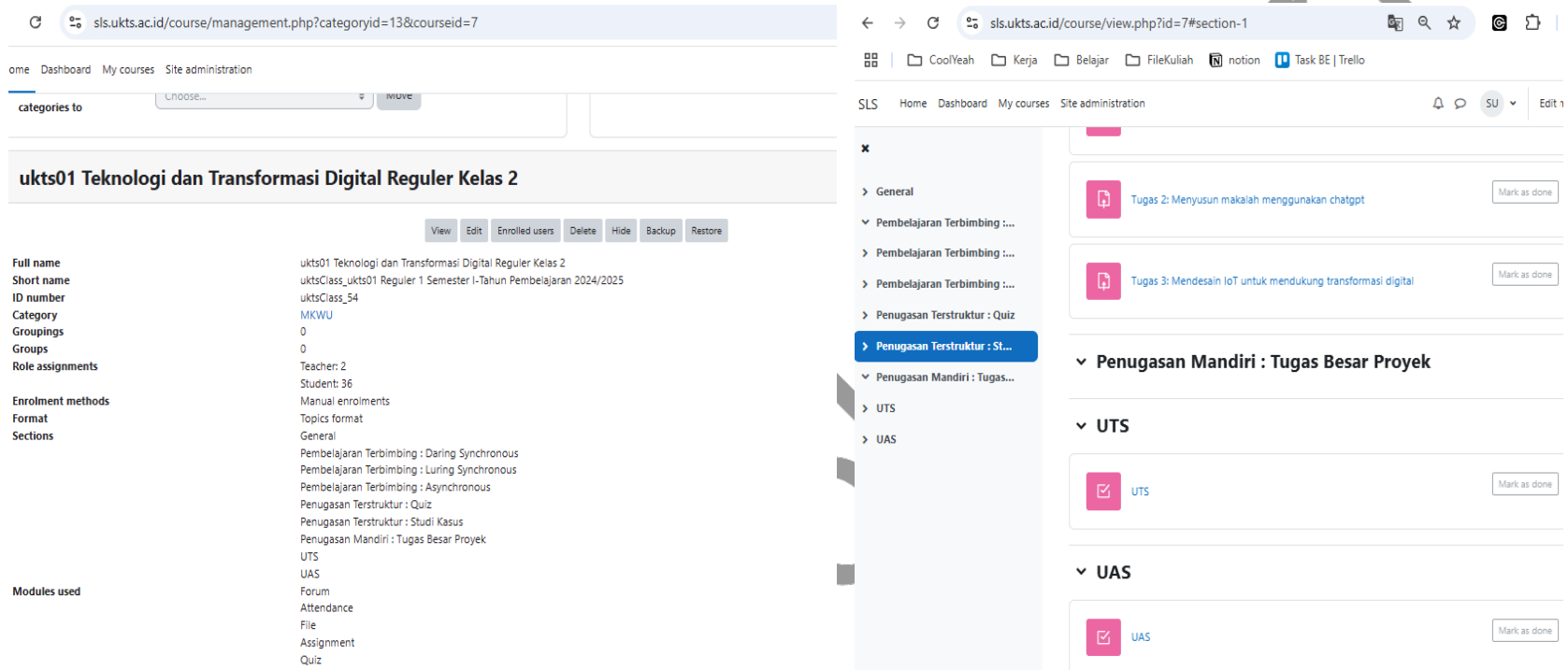
No	<i>Test cases</i>	Detail pengujian	Pengguna
UST1	Pengujian <i>user authentication</i>	Memastikan pengguna yang telah terdaftar pada sistem berhasil login ke sistem LMS	Administrator, <i>student, lecturer</i>
UST2	Pengujian pengelolaan data <i>student</i>	Memastikan proses pendaftaran pengguna dengan <i>role student</i> , mengubah serta menghapus data berhasil dilakukan	Administrator
UST3	Pengujian pengelolaan data <i>lecturer</i>	Memastikan proses pendaftaran pengguna dengan <i>role lecturer</i> , mengubah serta menghapus data berhasil dilakukan	Administrator
UST4	Pengujian pengelolaan pendaftaran peserta dan pengajar perkuliahan	Memastikan proses pendaftaran, dan pembatalan peserta atau pengajar perkuliahan berhasil dilakukan	Administrator

UST5	Pengujian pengelolaan data mata kuliah	Memastikan proses pengelolaan data mata kuliah berhasil dilakukan termasuk pemetaan capaian pembelajaran.	Administrator
UST6	Pengujian pengelolaan mata kuliah yang akan diselenggarakan	Memastikan proses pengelolaan mata kuliah yang akan diselenggarakan berhasil dilakukan	Administrator
UST7	Pengujian pengelolaan konten pembelajaran	Memastikan proses pengelolaan seperti penambahan materi, penugasan, penambahan URL <i>video meeting</i> berhasil dilakukan	<i>Lecturer</i>
UST8	Pengujian pengelolaan pencatatan kehadiran	Memastikan proses kegiatan belajar mengajar berhasil mencatat kehadiran peserta kuliah, dan pelaporan perkuliahan berhasil diperoleh.	<i>Lecturer</i>
UST9	Pengujian pengelolaan penilaian	Memastikan proses penilaian tugas, quiz, uts, uas berhasil dilakukan dan data nilai mata kuliah dapat dilihat dalam bentuk laporan.	<i>Lecturer</i>
UST10	Pengujian melakukan absensi	Memastikan proses pencatatan kehadiran oleh <i>student</i> berhasil dilakukan	<i>Student</i>
UST11	Pengujian melakukan pengumpulan tugas	Memastikan proses pengumpulan tugas berhasil dilakukan	<i>Student</i>

Hasil pengujian dapat dilihat pada Lampiran D dan hasil pengujian ditabulasikan pada Tabel IV. 56 sebagai berikut.

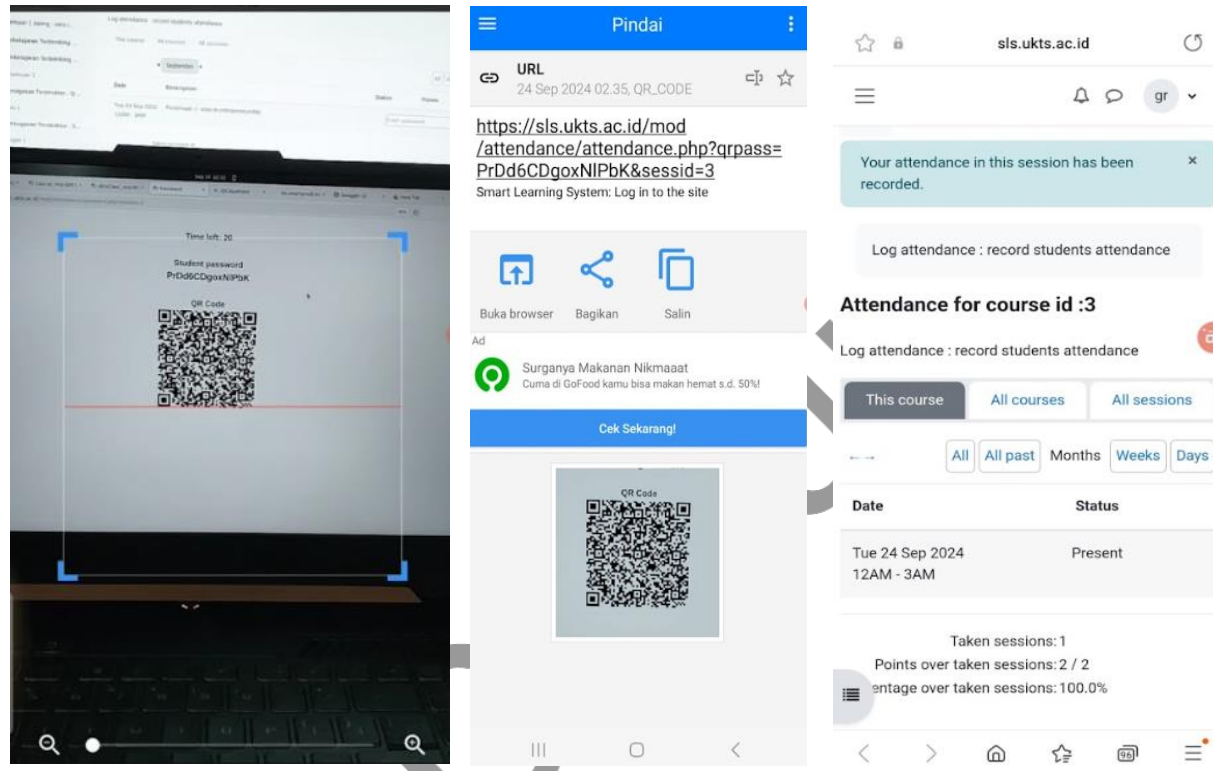
Tabel IV. 56 Hasil Pengujian *User Testing*

No	Hasil pengujian	Pengguna	Status
UST1	Pengguna yang telah terdaftar pada sistem berhasil login ke sistem LMS	Semua	Berhasil
UST2	Proses pendaftaran pengguna dengan <i>role student</i> , mengubah serta menghapus data berhasil dilakukan	Administrator	Berhasil
UST3	Proses pendaftaran pengguna dengan <i>role lecturer</i> , mengubah serta menghapus data berhasil dilakukan	Administrator	Berhasil
UST4	Proses pendaftaran, dan pembatalan peserta atau pengajar perkuliahan berhasil dilakukan	Administrator	Berhasil
UST5	Proses pengelolaan data mata kuliah berhasil dilakukan	Administrator	Berhasil
UST6	Proses pengelolaan mata kuliah yang akan diselenggarakan berhasil dilakukan	Administrator	Berhasil
UST7	Proses pengelolaan seperti penambahan materi, penugasan, penambahan URL <i>video meeting</i> berhasil dilakukan	<i>Lecturer</i>	Berhasil
UST8	Proses kegiatan belajar mengajar berhasil mencatat kehadiran peserta kuliah, dan dapat melihat laporan berita acara perkuliahan.	<i>Lecturer</i>	Berhasil
UST9	Proses penilaian tugas, quiz, uts, uas berhasil dilakukan, data nilai bisa diambil, dan dapat dilihat dalam bentuk laporan nilai.	<i>Lecturer</i>	Berhasil
UST10	Proses pencatatan kehadiran oleh <i>student</i> berhasil dilakukan	<i>Student</i>	Berhasil
UST11	Proses pengumpulan tugas berhasil dilakukan	<i>Student</i>	Berhasil



Gambar IV. 148 Contoh Perkuliahan Teknologi dan Transformasi Digital Reguler Kelas 2

ASLI



Gambar IV. 149 Pengujian Pencatatan Kehadiran Peserta Perkuliahan

Dari hasil tabel pengujian *user testing* dan Lampiran D dapat dikatakan bahwa pengujian *user testing* berhasil dilakukan, memenuhi *requirements* sistem dan pengguna dapat menggunakan layanan dan platform yang telah disediakan secara langsung.

IV.5.2.3 System Evaluation

Evaluasi sistem mengindikasikan bahwa meskipun kinerja internal dan eksternal sistem sudah optimal pada contoh endpoint */v1/unesroll*, kinerja sistem pada endpoint lain juga perlu diperhatikan. Pada pengujian *user testing*, skenario *testcase* berhasil dilakukan dengan baik. Dari hasil evaluasi ini berpotensi untuk menentukan area yang dapat diperbaiki dalam meningkatkan pengalaman pengguna dan efisiensi layanan yang diberikan.

IV.5.2.4 Systems Optimization Scenarios

Beberapa skenario optimasi yang dapat dipertimbangkan kedepannya jika diperlukan optimasi *latency* yaitu menerapkan teknologi seperti gRPC pada komunikasi *service to service* untuk meningkatkan efisiensi transfer data menjadi lebih cepat (Nimpattanavong et al., 2023) dan menggunakan teknik *caching* (seperti redis) untuk meminimalkan pengulangan pemanggilan yang tidak perlu sehingga meningkatkan kinerja sistem terutama *latency*.

IV.5.3 Service Improvement

Pada bagian ini berfokus terhadap peningkatan layanan, dan identifikasi kebutuhan sistem yang baru.

IV.5.3.1 System Improvement

Dari hasil pengujian pada tahapan sebelumnya kinerja sistem dapat dikatakan sudah optimal, optimasi lebih lanjut dapat dilakukan, misalnya dengan menggunakan arsitektur yang lebih efisien dalam pemrosesan data terutama jika data sudah berjumlah sangat besar, optimasi *query*, pengurangan *latency*, implementasi *caching*.

IV.5.3.2 New Systems Requirements

Kebutuhan sistem baru dapat diperoleh dari hasil evaluasi sistem, regulasi baru, proses bisnis baru, ataupun permintaan dari *stakeholder*. Analisis kebutuhan sistem baru berfokus pada peningkatan efisiensi operasional serta kualitas pengalaman pengguna yang lebih baik.

Bab V Kesimpulan dan Saran

V.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan evaluasi penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan beberapa poin sebagai berikut.

1. Pengembangan platform berorientasi layanan pada kampus digital dalam mendukung fleksibilitas pembelajaran berhasil menghasilkan platform yang memenuhi prinsip-prinsip SOA. Hal ini ditunjukkan dari hasil evaluasi desain layanan dengan nilai *coupling factor* sebesar 0,0041 yang mengindikasikan *loosely-coupled*, nilai *cohesion factor* sebesar 0,91785 mengindikasikan *high cohesion*, nilai *reusability factor* sebesar 2,387 mengindikasikan *reusable*, dan nilai *complexity factor* sebesar 0,00448 menunjukkan *less complex*. Hasil tersebut menunjukkan capaian dalam pemenuhan prinsip-prinsip yang dimiliki oleh SOA yaitu *loosely-coupled*, *high cohesion*, *less complex*, dan *reusable*.
2. Pengembangan platform berorientasi layanan pada kampus digital dalam mendukung fleksibilitas pembelajaran telah berhasil dilakukan. Pengembangan berorientasi layanan dilakukan dengan memanfaatkan layanan yang tersedia dalam hal ini seperti *learning management system* (Moodle) dan *google mail* untuk layanan notifikasi. Pengembangan platform dilakukan menggunakan metodologi SCSE (*Service Computing System Engineering*) hingga tahap *evaluation*. Terdapat beberapa inovasi layanan yang berhasil dikembangkan seperti layanan pencatatan kehadiran kuliah, pengelolaan nilai, pemetaan capaian pembelajaran, notifikasi, dan pelaporan (berita acara perkuliahan, laporan nilai akhir mata kuliah). Pengujian platform berorientasi layanan dilakukan menggunakan pendekatan yang diusulkan oleh Sommerville (2016) yaitu *unit testing*, *integration testing*, *system testing*, dan *user testing*. Dari hasil pengujian dapat dikatakan platform secara fungsional telah berhasil dikembangkan dan berjalan sesuai rancangan.

V.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diperoleh beberapa saran atau arah penelitian lanjutan sebagai berikut.

1. Platform berorientasi layanan pada kampus digital dalam mendukung fleksibilitas pembelajaran dapat terus dikembangkan dengan melakukan inovasi layanan dan penambahan layanan bisnis dan TI yang baru dengan memperhatikan regulasi pendidikan yang berjalan dan kebutuhan TI dan bisnis yang baru.
2. Platform ini berpotensi untuk ditingkatkan menjadi *smart campus* platform dengan penambahan layanan AI dalam mendukung proses pembelajaran.
3. Platform ini berpotensi dikembangkan kedepannya dengan memanfaatkan pendekatan arsitektur *microservices* jika sudah memiliki banyak pengguna dan jika sudah harus mempertimbangkan aspek skalabilitas.
4. Membuka peluang penelitian terhadap bidang keamanan seperti *digital forensic readiness*, penerapan teknologi *blockchain*, dan *penetration testing*.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, S., Saputra, M. I., and Sahara, R. (2023): Integration Model of Academic Information Systems and Learning Management Systems with REST Web Services Using External Databases, *Journal of Information and Organizational Sciences*, **47**(2), 373–384. <https://doi.org/10.31341/jios.47.2.7>
- Alfarisy, M., Suhardi, and Muhamad, W. (2024a): Development of a Service-Oriented Platform and Blockchain as a Service to Secure Recording of Measured Fishing Data Based on Quota in Support of The Blue Economy, *2024 International Conference on ICT for Smart Society (ICISS)*, IEEE, Bandung, Indonesia, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ICISS62896.2024.10751451>
- Alfarisy, M., Suhardi, S., and Muhamad, W. (2024b): Designing a Service-Oriented Platform on Campus Digital Using SCSE Framework, *2024 International Conference on Information Technology Systems and Innovation (ICITSI)*, IEEE, Bandung, Indonesia, 1–7.
- Badan Pusat Statistik (2023): Statistik Pendidikan, **12**.
- Bitner, M. J., Ostrom, A. L., and Morgan, F. N. (2008): Service Blueprinting: A Practical Technique for Service Innovation, *California Management Review*, **50**(3), 66–94. <https://doi.org/10.2307/41166446>
- Blinowski, G., Ojdowska, A., and Przybyłek, A. (2022): Monolithic vs. Microservice Architecture: A Performance and Scalability Evaluation, *IEEE Access*, **10**, 20357–20374. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3152803>
- Cukurbasi, B., and Kiyici, M. (2021): Instructional design and instructional effectiveness in virtual classrooms: Research trends and challenges: Instructional Design and Instructional Effectiveness in Virtual Classroom, *Australasian Journal of Educational Technology*, 156–174. <https://doi.org/10.14742/ajet.6882>
- Direktur Jenderal Pendidikan Tinggi (2022): Rencana Strategis Direktorat Jenderal Pendidikan, Riset, dan Teknologi Tinggi Tahun 2020-2024.
- Elhag, A. A. M., Mohamad, R., Aziz, M. W., and Zeshan, F. (2015): A Systematic Composite Service Design Modeling Method Using Graph-Based Theory, *PLOS ONE*, **10**(4), e0123086. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0123086>
- Erl, T., Merson, P., and Stoffers, R. (2017): *Service-oriented architecture: analysis and design for services and microservices* (The Prentice Hall service

technology series from Thomas Erl, Second edition), Prentice Hall, Boston, 393.

- Facin, A. L. F., De Vasconcelos Gomes, L. A., De Mesquita Spinola, M., and Salerno, M. S. (2016): The Evolution of the Platform Concept: A Systematic Review, *IEEE Transactions on Engineering Management*, **63**(4), 475–488. <https://doi.org/10.1109/TEM.2016.2593604>
- Fratama, M., and Panjaitan, F. (2020): Pemanfaatan Web Service Moodle Berbasis Rest-Json Untuk Intensitas Pengguna E-Learning, *Jurnal Ilmiah Matrik*, **22**(3), 310–315. <https://doi.org/10.33557/jurnalmatrik.v22i3.1076>
- Golmohammadi, A., Zhang, M., and Arcuri, A. (2024): Testing RESTful APIs: A Survey, *ACM Transactions on Software Engineering and Methodology*, **33**(1), 1–41. <https://doi.org/10.1145/3617175>
- Habib, M. N., Jamal, W., Khalil, U., and Khan, Z. (2021): Transforming universities in interactive digital platform: case of city university of science and information technology, *Education and Information Technologies*, **26**(1), 517–541. <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10237-w>
- Harmon, P. (2010): The Scope and Evolution of Business Process Management, 37–81 in J. V. Brocke and M. Rosemann, eds., *Handbook on Business Process Management 1*, Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-00416-2_3
- Hein, A., Schrieck, M., Riasanow, T., Setzke, D. S., Wiesche, M., Böhm, M., and Krcmar, H. (2020): Digital platform ecosystems, *Electronic Markets*, **30**(1), 87–98. <https://doi.org/10.1007/s12525-019-00377-4>
- Houlden, S., and Veletsianos, G. (2021): The problem with flexible learning: neoliberalism, freedom, and learner subjectivities, *Learning, Media and Technology*, **46**(2), 144–155. <https://doi.org/10.1080/17439884.2020.1833920>
- Hussain Qadri, S. S., and Mahmood Hussaan, A. (2018): SOA vs MSOA Comparative Analysis, *2018 3rd International Conference on Emerging Trends in Engineering, Sciences and Technology (ICEEST)*, IEEE, Karachi, Pakistan, 1–8. <https://doi.org/10.1109/ICEEST.2018.8643315>
- Kim, J., Lee, J., Kim, J., and Yun, J. (2014): M2M Service Platforms: Survey, Issues, and Enabling Technologies, *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, **16**(1), 61–76. <https://doi.org/10.1109/SURV.2013.100713.00203>
- Klein, A., Sørensen, C., Freitas, A. S. D., Pedron, C. D., and Elaluf-Calderwood, S. (2020): Understanding controversies in digital platform innovation processes:

- The Google Glass case, *Technological Forecasting and Social Change*, **152**, 119883. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.119883>
- Kurniawan, N. B., Suhardi, Arman, A. A., Bandung, Y., and Yustianto, P. (2019): A reference model of services computing systems platform based on meta-analysis technique, *Service Oriented Computing and Applications*, **13**(1), 31–49. <https://doi.org/10.1007/s11761-018-00253-7>
- Kurniawan, N. B., Suhardi, Bandung, Y., and Yustianto, P. (2020): Services Computing Systems Engineering Framework: A Proposition and Evaluation Through SOA Principles and Analysis Model, *IEEE Systems Journal*, **14**(3), 3105–3116. <https://doi.org/10.1109/JSYST.2019.2939433>
- Lewis, J., and Fowler, M. (2014): Microservices, retrieved from internet: www.martinfowler.com/articles/microservices.html.
- Liu, Y. (2020): Design and implementation of multimedia teaching platform based on SOA architecture, *Multimedia Tools and Applications*, **79**(15–16), 10899–10914. <https://doi.org/10.1007/s11042-020-08735-7>
- Makruf, I., Rifa'i, A. A., and Triana, Y. (2022): Moodle-Based Online Learning Management in Higher Education, *International Journal of Instruction*, **15**(1), 135–152. <https://doi.org/10.29333/iji.2022.1518a>
- Mastan, I. A., Sensuse, D. I., Suryono, R. R., and Kautsarina, K. (2022): EVALUATION OF DISTANCE LEARNING SYSTEM (E-LEARNING): A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW, *Jurnal Teknoinfo*, **16**(1), 132. <https://doi.org/10.33365/jti.v16i1.1736>
- Mohammed Elhag, A. A., and Mohamad, R. (2014): Metrics for evaluating the quality of service-oriented design, *2014 8th. Malaysian Software Engineering Conference (MySEC)*, IEEE, Langkawi, Malaysia, 154–159. <https://doi.org/10.1109/MySec.2014.6986006>
- Mowla, S., and Kolekar, S. V. (2020): Development and Integration of E-learning Services Using REST APIs, *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, **15**(04), 53. <https://doi.org/10.3991/ijet.v15i04.11687>
- Muhamad, W. (2023): Purwarupa Komposisi Layanan Untuk Sistem Layanan Virtual Classroom, *Unpublished*.
- Neumann, A., Laranjeiro, N., and Bernardino, J. (2021): An Analysis of Public REST Web Service APIs, *IEEE Transactions on Services Computing*, **14**(4), 957–970. <https://doi.org/10.1109/TSC.2018.2847344>
- Nimpattanavong, C., Khan, I., Van Nguyen, T., Thawonmas, R., Choensawat, W., and Sookhanaphibarn, K. (2023): Improving Data Transfer Efficiency for AIs

in the DareFightingICE using gRPC, *2023 8th International Conference on Business and Industrial Research (ICBIR)*, IEEE, Bangkok, Thailand, 286–290. <https://doi.org/10.1109/ICBIR57571.2023.10147629>

Park, K. T., Im, S. J., Kang, Y.-S., Noh, S. D., Kang, Y. T., and Yang, S. G. (2019): Service-oriented platform for smart operation of dyeing and finishing industry, *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, **32**(3), 307–326. <https://doi.org/10.1080/0951192X.2019.1572225>

Permendikbud (2020): Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 3 Tahun 2020 Tentang Standar Nasional Pendidikan Tinggi.

Permendikbudristek (2023): Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia Nomor 53 Tahun 2023 Tentang Penjaminan Mutu Pendidikan Tinggi.

Prasetyo, N. A., and Saintika, Y. (2021): Integration between Moodle and Academic Information System using Restful API for Online Learning, *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro Komputer Dan Informatika*, **7**(2), 358. <https://doi.org/10.26555/jiteki.v7i2.21816>

Prasetyo, Y. A., Albarda, Suhardi, Arman, A. A., Yustianto, P., and Hartanti, F. T. (2020): Implementation of Service Platform For Smart City As A Service, *2020 International Conference on Information Technology Systems and Innovation (ICITSI)*, IEEE, Bandung, Indonesia, 416–422. <https://doi.org/10.1109/ICITSI50517.2020.9264955>

Raj, V., and Bhukya, H. (2023): Assessing the Impact of Migration from SOA to Microservices Architecture, *SN Computer Science*, **4**(5), 577. <https://doi.org/10.1007/s42979-023-01971-2>

Saini, M. K., and Goel, N. (2020): How Smart Are Smart Classrooms? A Review of Smart Classroom Technologies, *ACM Computing Surveys*, **52**(6), 1–28. <https://doi.org/10.1145/3365757>

Shao, X., Jiang, K., Mi, W., Genova, A., and Pavanello, M. (2021): DFTPY : An efficient and object-oriented platform for orbital-free DFT simulations, *WIREs Computational Molecular Science*, **11**(1), e1482. <https://doi.org/10.1002/wcms.1482>

Siqueira, F., and Davis, J. G. (2022): Service Computing for Industry 4.0: State of the Art, Challenges, and Research Opportunities, *ACM Computing Surveys*, **54**(9), 1–38. <https://doi.org/10.1145/3478680>

- Sommerville, I. (2016a): *Software engineering* (Always learning, Tenth edition), Pearson, Boston Columbus Indianapolis New York San Francisco Hoboken Amsterdam Cape Town Dubai London, 1.
- Sommerville, I. (2016b): *Software engineering* (Always learning, Tenth edition, global edition), Pearson, Boston Columbus Indianapolis New York San Francisco Hoboken Amsterdam Cape Town Dubai London Madrid Milan Munich Paris Montreal Toronto Delhi Mexico City São Paulo Sydney Hong Kong Seoul Singapore Taipei Tokyo, 810.
- Suhardi, and Kurniawan, N. B. (2018): *Komputasi Layanan dan Sistem Komputasi Layanan in Komputasi Layanan dan Sistem Komputasi Layanan*, ITB Press.
- Surantha, N., Utomo, O. K., Lionel, E. M., Gozali, I. D., and Isa, S. M. (2022): Intelligent Sleep Monitoring System Based on Microservices and Event-Driven Architecture, *IEEE Access*, **10**, 42069–42080. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3167637>
- Susiyawati, E., Erman, E., Astriani, D., and Rahayu, D. A. (2024): Facilitating flexible learning: A study of students' perceptions of synchronous and asynchronous blended learning, *Journal of Education and E-Learning Research*, **11**(2), 422–434. <https://doi.org/10.20448/jeelr.v11i2.5676>
- The Open Group (Ed.) (2010): *TOGAF Version 9* (TOGAF series, 9. ed. [Nachdr.]), Van Haren Publishing, Zaltbommel, 744.
- Tiwana, A. (2013): *Platform Ecosystems: Aligning Architecture, Governance, and Strategy*.
- Turban, E., Pollard, C., and Wood, G. (2018): Information technology for management: On-demand strategies for performance, growth and sustainability, *Information Technology*.
- Vazquez-Ingelmo, A., Garcia-Holgado, A., and Garcia-Penalvo, F. J. (2020): C4 model in a Software Engineering subject to ease the comprehension of UML and the software, *2020 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, IEEE, Porto, Portugal, 919–924. <https://doi.org/10.1109/EDUCON45650.2020.9125335>
- Velepucha, V., and Flores, P. (2023): A Survey on Microservices Architecture: Principles, Patterns and Migration Challenges, *IEEE Access*, **11**, 88339–88358. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3305687>
- Virtanen, M. A., Haavisto, E., Liikanen, E., and Kääriäinen, M. (2018): Ubiquitous learning environments in higher education: A scoping literature review, *Education and Information Technologies*, **23**(2), 985–998. <https://doi.org/10.1007/s10639-017-9646-6>

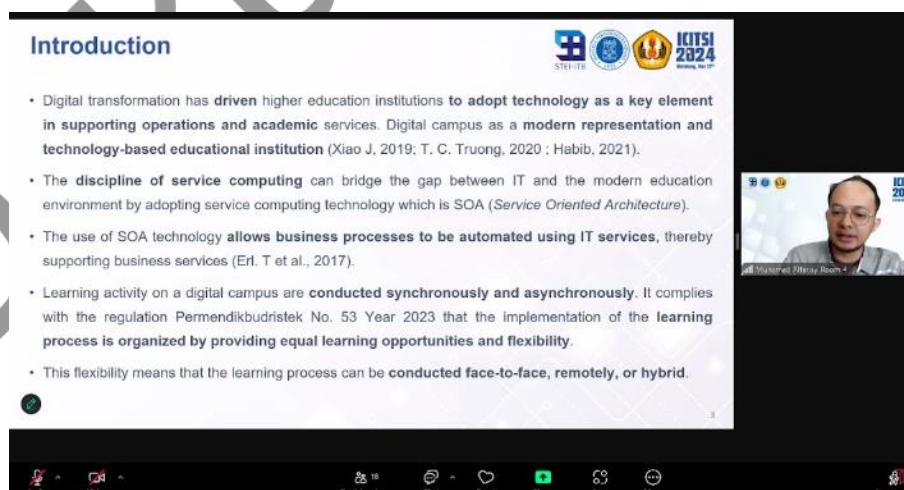
- Wang, J. (2022): SOA-based Information Integration Platform for Educational Management Decision Support System, *Mathematical Problems in Engineering*, **2022**, 1–10. <https://doi.org/10.1155/2022/7553333>
- Wu, Z., Deng, S., and Wu, J. (2015): Introduction, 1–15 in *Service Computing*, Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802330-3.00001-1>
- Xiao, J. (2019): Digital transformation in higher education: critiquing the five-year development plans (2016-2020) of 75 Chinese universities, *Distance Education*, **40**(4), 515–533. <https://doi.org/10.1080/01587919.2019.1680272>
- Ying Zou, and Kontogiannis, K. (2001): A framework for migrating procedural code to object-oriented platforms, *Proceedings Eighth Asia-Pacific Software Engineering Conference*, IEEE Comput. Soc, Macao, China, 390–399. <https://doi.org/10.1109/APSEC.2001.991506>
- Yuliantoputri, A. R., Muhamad, W., and Suhardi, S. (2019): Smart Classroom Services System Design Based on Services Computing System, *2019 International Conference on ICT for Smart Society (ICISS)*, IEEE, Bandung, Indonesia, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ICISS48059.2019.8969809>

Dokumen AS

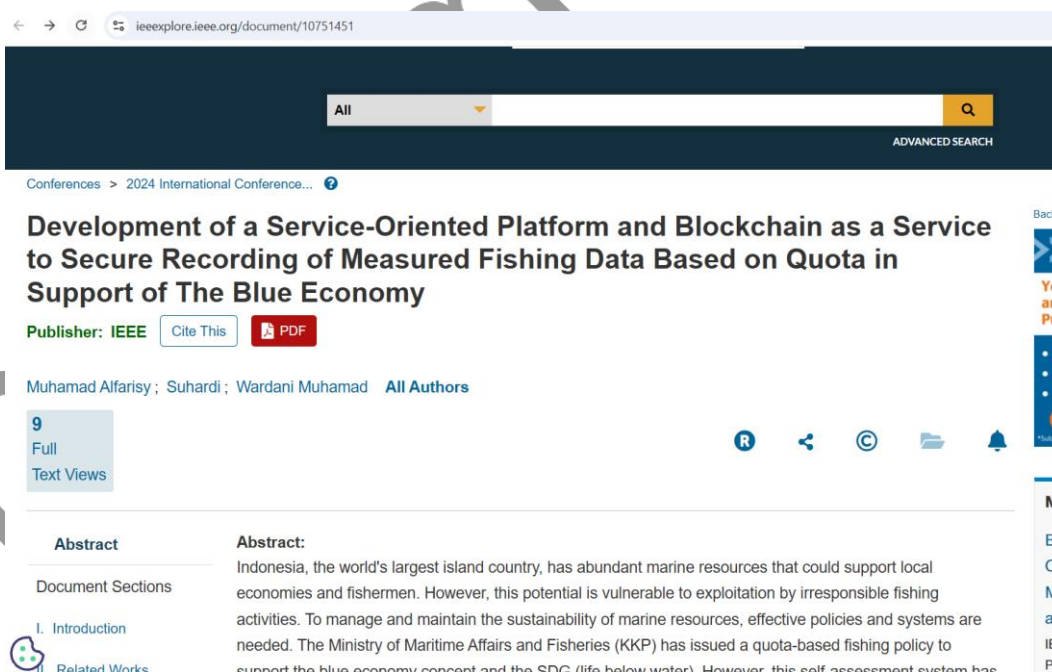
Dokumen Asli

LAMPIRAN

Lampiran 1 A Conference ICITSI 2024



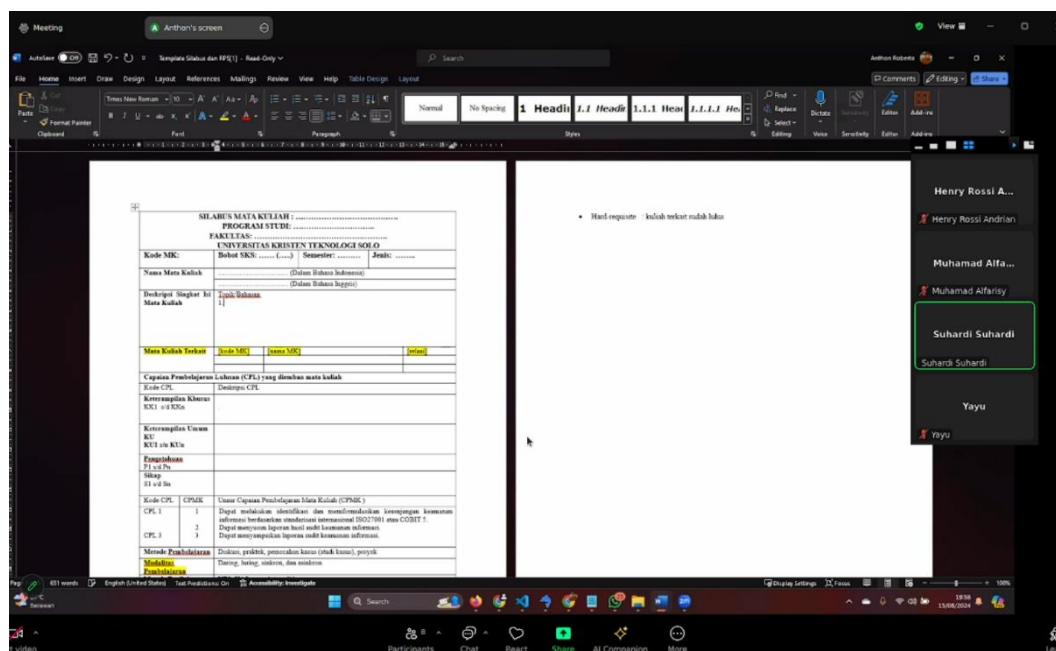
Lampiran 2 B Conference ICISS 2024



<https://ieeexplore.ieee.org/document/10751451/>

Lampiran 3 C Dokumentasi *Gathering Requirements*

1. Diskusi *requirements* Silabus dan RPS (15 Agustus 2024)



SILABUS MATA KULIAH : TEKNOLOGI DAN TRANSFORMASI DIGITAL PROGRAM STUDI:TEKNIK INFORMATIKA FAKULTAS:TEKNIK UNIVERSITAS KRISTEN TEKNOLOGI SOLO			
Kode MK:	Bobot SKS: 2 (Dua)	Semester: 1 (Satu)	Jenis: MKWU
Nama Mata Kuliah	TEKNOLOGI DAN TRANSFORMASI DIGITAL TECHNOLOGY AND DIGITAL TRANSFORMATION		
Deskripsi Singkat Isi Mata Kuliah	Daftar topik: • Pengertian Teknologi dan kasus2 teknologi yg mengubah dunia • Siklus hidup teknologi • Inovasi Teknologi dan Teknologi Disruptif • Teknologi, Industri, dan Bisnis • Valuasi Teknologi • Kejahatan Sebagai Dampak Teknologi Baru • Manajemen Teknologi • Teknologi Digital : komputer, Internet, aplikasi, dan platform • Kerangka Kerja Transformasi Digital • Interaksi Manusia – Mesin		
Mata Kuliah Terkait	kode MK	nama MK	relasi
Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL) yang diemban mata kuliah			
CPL (S-2)	- Menjunjung tinggi nilai kemanusiaan dalam menjalankan tugas berdasarkan agama, moral dan etika.		
CPL (S-4)	- Berperan sebagai warga negara yang bangga dan cinta tanah air, memiliki nasionalisme serta rasa tanggungjawab pada negara dan bangsa.		
CPL (S-6)	- Bekerja sama dan memiliki kepekaan sosial serta kepedulian terhadap masyarakat dan lingkungan.		
Keterampilan Khusus KK-1 KK-2	- Kemampuan menyelesaikan masalah nyata yang dihadapi oleh pengguna. - Kemampuan berpikir kritis dan benar, menggunakan logika dan analisa untuk menghasilkan solusi dan proses vane teot sebena dasar untuk membuat		

CPL 2	1	Memahami konsep Teknologi, siklus hidup, dan valuasi teknologi
	2	Memahami inovasi teknologi dan manajemen teknologi
	3	Mampu memahami konsep transformasi digital
CPL 4	4	Mampu memahami budaya digital, tantangan, peluang, serta dampak perubahan yang terjadi pada era <i>Industry 4.0/society 3.0</i> . Mampu memahami konsep, proses, peran, dan penerapan Otomasi, <i>IoT, Big Data</i> , Interaksi manusia – mesin, dan Kecerdasan Buatan dalam berbagai bidang
CPL 6	5	Mampu memahami konsep, proses, peran, dan penerapan Otomasi, <i>IoT, Big Data</i> , Interaksi manusia – mesin, dan Kecerdasan Buatan dalam berbagai bidang
Metode Pembelajaran	Diskusi, pemecahan kasus (studi kasus), proyek	
Modalitas Pembelajaran	Daring, luring, sinkron, dan asinkron	
Metode Penilaian	UTS, UAS, proyek / studi kasus	

Jenis mata kuliah dipilih dari:

- MKWU : Mata Kuliah Wajib UKTS
- MKWP : Mata Kuliah Wajib Program Studi
- MKKP : Mata Kuliah Konsentrasi Program Studi.
- MKPB : Mata Kuliah Pilihan Bebas
- MKPs : Mata Kuliah Penyelesaian

Relasi mata kuliah dipilih dari:

- Co-requisite : kuliah terkait harus diambil bersamaan, atau sudah lulus
- Pre-requisite : kuliah terkait sudah pernah diambil sebelumnya
- Hard-requisite : kuliah terkait sudah lulus

Requirement Dokumen Silabus Mata Kuliah

RENCANA PEMBELAJARAN SEMESTER PROGRAM STUDI: TEKNIK INFORMATIKA FAKULTAS: TEKNIK UNIVERSITAS KRISTEN TEKNOLOGI SOLO SEMESTER 1 (SATU) TAHUN AKADEMIK	
Kode MK	:
Nama Mata Kuliah	: TEKNOLOGI DAN TRANSFORMASI DIGITAL (TECHNOLOGY AND DIGITAL TRANSFORMATION)
Kelas	: Reguler
Dosen Pengampu	: Agus Hariyanto, ST., MBA.

Kegiatan Belajar Terbimbing

No	Topik/Bahan Kajian	Kedalaman bahan kajian	Sumber / Rujukan (Referensi)	Alokasi Waktu Pembelajaran (dalam satuan menit)		
				Synchronous Learning		Asynchronous Learning
				Luring	Daring	
1	Pengertian Teknologi dan kasus2 teknologi yg mengubah dunia	Expose	1, 3		30	30
2	Siklus hidup teknologi	Expose	1		30	30
3	Inovasi Teknologi dan Teknologi Disruptif	Explore	1, 2		60	30
4	Teknologi, Industri, dan Bisnis	Express	1, 2, 3		60	30
5	Valuasi Teknologi	Expose	4		30	30
6	Kejahatan Sebagai Dampak Teknologi Baru	Explore	2		30	30
7	Manajemen Teknologi	Explore	5		30	30
8	Teknologi Digital : komputer, Internet, aplikasi, dan platform	Express	2, 3		30	30
9	Kerangka Kerja Transformasi Digital	Express	1, 2, 3		30	30
10	Interaksi Manusia – Mesin	Explore	2, 3		30	30
Total Waktu Kegiatan Pembelajaran					180	360

Kegiatan Penugasan Terstruktur

No	Rencana Tugas	CPMK	Bobot (%)	Alokasi Waktu Penyelesaian Tugas (Jam)
1	Pilih satu industri (misalnya, perbankan, manufaktur, pendidikan, kesehatan, dsb.). Lakukan penelitian tentang bagaimana industri tersebut telah menerapkan teknologi digital untuk mengubah proses bisnis mereka. Identifikasi teknologi kunci yang digunakan (misalnya, Big Data, AI, IoT, Cloud Computing). Lakukan Analisis dampak transformasi digital pada efisiensi, inovasi, dan daya saing industri tersebut.	1,2,3,4,5		
Total Waktu Penugasan Terstruktur				15

Kegiatan Mandiri

No	Rencana Kegiatan Mandiri	CPMK	Bobot (%)	Alokasi Waktu Penyelesaian Tugas (Jam)
1	Baca literatur tentang sejarah dan perkembangan TI.	1, 3	12,5	1,75
2	Menonton video tentang transformasi digital di berbagai industri	1, 2	12,5	1,75
3	Baca studi kasus tentang kegagalan dan keberhasilan transformasi digital	1, 2, 3	12,5	1,75
4	Analisis studi kasus penerapan Big Data dalam bisnis.	1, 4, 5	12,5	1,75
5	Eksplorasi layanan Cloud Computing (misalnya, AWS, Google Cloud)	4, 5	12,5	1,75
6	Studi literatur tentang aplikasi AI dalam analisis data.	1, 4, 5	12,5	1,75
7	Eksplorasi perangkat IoT dan implementasinya di rumah pintar	4, 5	12,5	1,75

DOKU

Ujian Tengah Semester (UTS)

No	Butir Soal	CPMK	Bobot	Alokasi Waktu Pengerjaan Soal (Menit)
1	Asal-usul/sejarahnya serta bagaimana teknologi tersebut bermula hingga sukses atau berhasil menjadi produk komersial	1, 2	14,3 %	15
2	Daur hidup teknologi tersebut seperti apa dan bagaimana pasar/konsumen mengadopsi teknologi tersebut?	1,2	14,3 %	15
3	Bagaimana teknologi tersebut melakukan inovasi untuk tetap mempertahankan bisnisnya?	2,3	14,3 %	15
4	Bagaimana teknologi tersebut mempengaruhi/berperan dalam industri?	3,4,5	14,3 %	15
5	Apakah ada hak kekayaan intelektual dalam bentuk paten/hak cipta/rahasia dagang/desain tataletak sirkuit terpadu/perindungan merek/ desain <u>industry</u> , jika ada jelaskan	3,4	14,3 %	15
6	Apakah ada dampak <u>negatif</u> atau penyalahgunaan teknologi tersebut yang merugikan manusia?	1,3,4	14,3 %	15
7	Jelaskan bagaimana teknologi tersebut <u>di kelola</u> agar dapat bertahan	2,4	14,3 %	15
Total Waktu UTS			100	105

Ujian Akhir Semester (UAS)

No	Butir Soal	CPMK	Bobot	Alokasi Waktu Pengerjaan Soal (Menit)
1	Market/Consumer: Bagaimana kondisi market/consumer mempengaruhi industri/perusahaan/organisasi tersebut sehingga melakukan <u>Transformasi Digital</u> ?	1,2,3	25 %	25
2	People: Bagaimana perencanaan/perubahan strategi sumber daya manusia dalam struktur organisasi pada industri/perusahaan/organisasi tersebut untuk dapat mendukung terjadinya <u>Transformasi Digital</u> ?	3,4	25 %	25

Pada perkuliahan sistem blok, 1 SKS matakuliah setara dengan kegiatan mahasiswa selama 45 jam dengan sebaran sebagai berikut:

1. Kegiatan Belajar Terbimbing selama 14 jam, dengan sebaran sebagai berikut:
 - a. Tatap muka daring (6 jam) > Senin, Rabu, Jumat, @2 jam (17-19)
 - b. Kegiatan tatap muka luring (3 jam) > Sabtu, jam 16 - 19 dan
 - c. Kegiatan belajar mandiri terbimbing dengan pertemuan (*asynchronous learning*) melalui *Smart Learning System* > Selasa dan Kamis @ 2,5 jam
2. Kegiatan Penugasan Terstruktur selama minimum 15 jam,
3. Kegiatan Mandiri selama maksimum 14 jam,
4. Ujian Tengah Semester (UTS) dengan durasi waktu pengerjaan selama 1 jam maksimum, dan
5. Ujian Akhir Semester (UAS) dengan durasi waktu pengerjaan selama maksimum 1 jam

Bahan Ajar yang Harus dikumpulkan untuk Kegiatan Belajar terbimbing :

1. Video Pendek yang menjelaskan secara singkat dan jelas tentang topik / Bahan Kajian
2. PPT yang digunakan sebagai bahan presentasi setiap topik (sub-topik) / bahan Kajian
3. Modul kuliah / bahan bacaan yang dibuat oleh dosen untuk setiap topik (sub-topik) / bahan kajian agar mahasiswa mempelajari materi kuliah sebelum perkuliahan atau sebagai bahan pendalaman mahasiswa setelah kuliah.
4. Sumber-sumber materi di Internet yang relevan sebagai bahan pengayaan topik (sub-topik) / bahan kajian (dari youtube, website, blog, artikel jurnal, dsb. yang dapat diakses di Internet)

Requirement Dokumen RPS Mata Kuliah

Not secure sinkrista.uks.ac.id/dosen/homelogin.php

Pilih Semester : Gasal 2024/2025

[1. Download File Excell Untuk Penilaian](#)
[2. Upload Nilai Dengan File Excell](#)
[3. Lihat Nilai Mhs](#)
[4. Lihat Hasil Evaluasi Dosen](#)
[5. Presensi Perkuliahan](#)
[6. Petunjuk Presensi Perkuliahan](#)

[SK PERUBAHAN KONVERSI NILAI 2024](#)
[SK PERUBAHAN KOMPONEN NILAI 2024](#)
[\[LOGOUT\]](#)

No	Nilai Absolut		Nilai Mutu	Nilai Lambang
	Batas Bawah	Batas Atas		
1	86	100	4,0	A
2	81	85,99	3,7	A-
3	76	80,99	3,5	B+
4	71	75,99	3,0	B
5	66	70,99	2,7	B-
6	61	65,99	2,5	C+
7	56	60,99	2,0	C
8	51	55,99	1,7	C-
9	46	50,99	1,0	D
10	0	45,99	0,0	E

Komposisi Nilai*	
UAS	20 %
UTS	20 %
Penugasan	15 %
Quis	15 %
Hasil Proyek	15 %
Partisipasi / Keaktifan	15 %

* Komposisi nilai yang ditetapkan sistem, namun bapak/ibu Dosen dapat mengubah sesuai kebijakan masing-masing.

Requirement Komposisi Nilai dan Pemetaan Nilai Mutu

A. CAPAIAN PEMBELAJARAN LULUSAN (CPL)

Ada 7. capaian pembelajaran lulusan (CPL) yang terkait dan/atau akan dibangun melalui mata kuliah ini, yaitu sebagai berikut:

Ranah	Capaian Pembelajaran Lulusan
Sikap	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menjunjung tinggi nilai kemanusiaan dalam menjalankan tugas berdasarkan agama, moral, dan etika (S-2) 2. Berperan sebagai warga negara yang bangga dan cinta tanah air, memiliki nasionalisme serta rasa tanggungjawab pada negara dan bangsa (S-4) 3. Bekerja sama dan memiliki kepekaan sosial serta kepedulian terhadap masyarakat dan lingkungan (S-6)
Keterampilan umum	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mahasiswa akan mampu memahami konsep dasar dalam kecerdasan buatan, termasuk pemrosesan data, pembelajaran mesin, dan algoritma kecerdasan buatan.

Halaman 1 dari 12 Halaman

Requirement Pemetaan CPL, dan CPMK pada mata kuliah

Metode Pembelajaran	Diskusi, praktek, <u>studi kasus</u>
Modalitas Pembelajaran	Daring, luring, sinkron, dan asinkron
Metode Penilaian	UTS, UAS, proyek / <u>studi kasus</u>

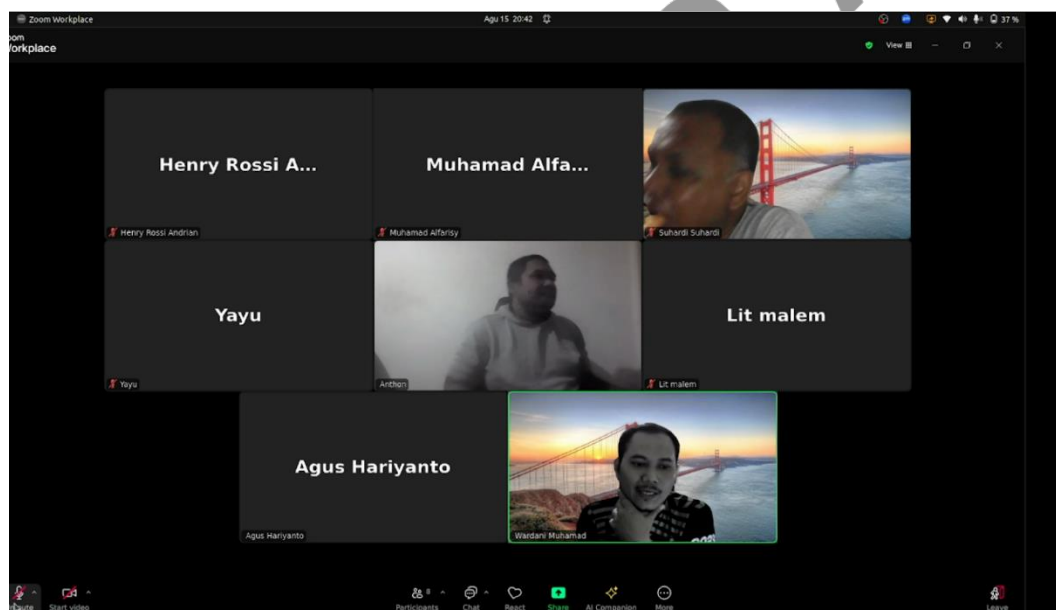
Jenis mata kuliah dipilih dari:

- MKWI : Mata Kuliah Wajib ITB
- MKWP : Mata Kuliah Wajib Program Studi
- MKOP : Mata Kuliah Opsi Program Studi.
- MKPB : Mata Kuliah Pilihan Bebas
- MKPs : Mata Kuliah Penyelesaian

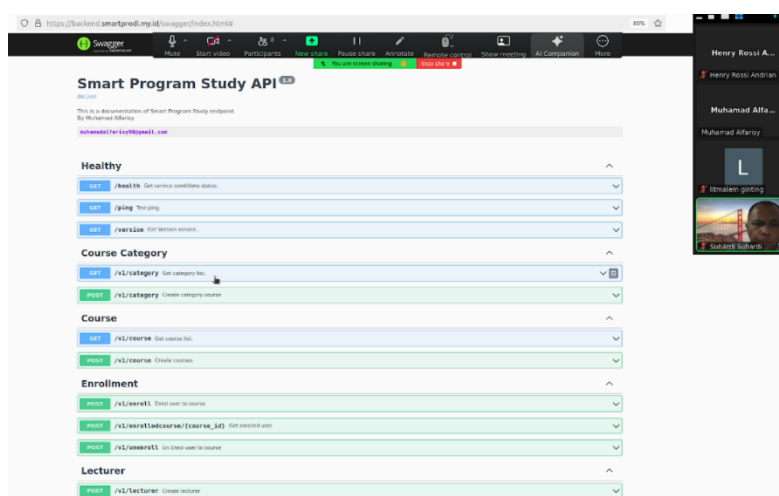
Relasi mata kuliah dipilih dari:

- Co-requisite : kuliah terkait harus diambil bersamaan, atau sudah lulus
- Pre-requisite : kuliah terkait sudah pernah diambil sebelumnya
- Hard-requisite : kuliah terkait sudah lulus

Requirement jenis mata kuliah

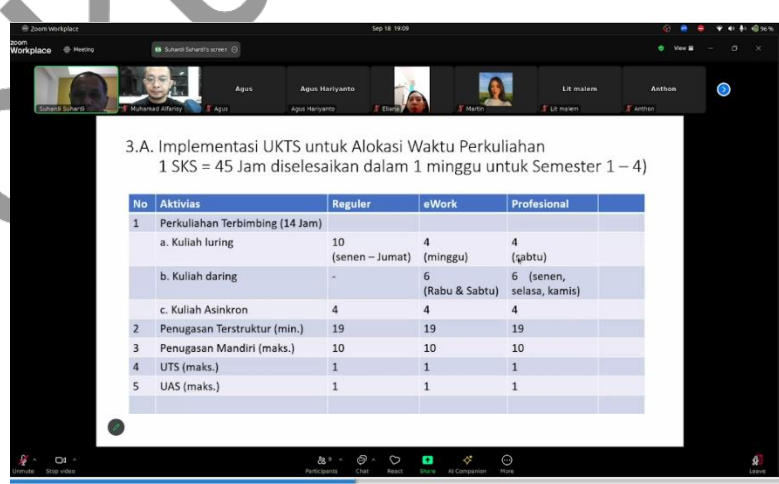
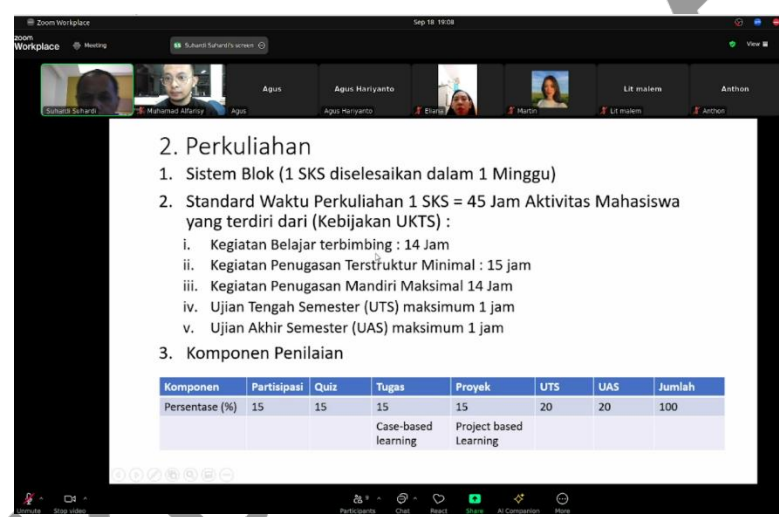


Diskusi Requirement Berdasarkan Silabus dan RPS Mata Kuliah



Progres Report *Backend Service-Oriented Platform* Kampus Digital

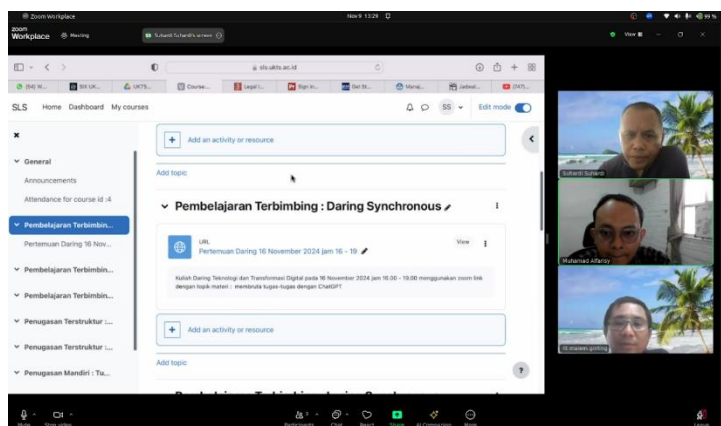
2. Requirement sistem perkuliahan (18 September 2024)



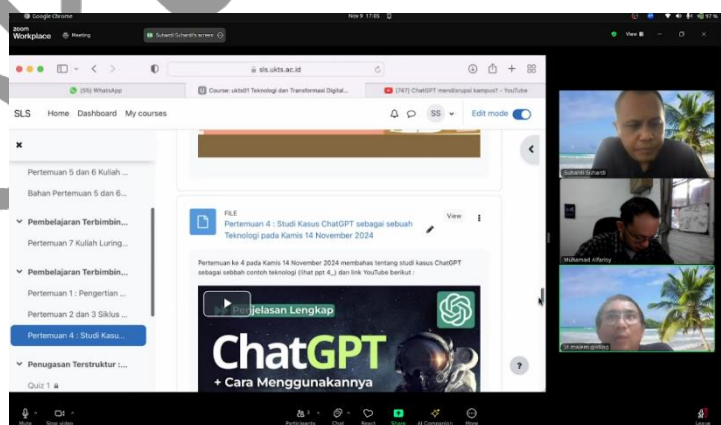
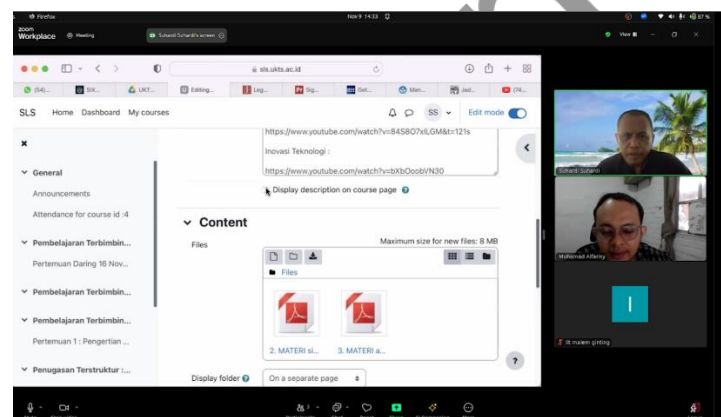
Penjelasan Sistem Perkuliahan dari WR 1 (Akademik)

Lampiran 4 D Dokumentasi Pengujian Platform Berorientasi Layanan Pada Kampus Digital

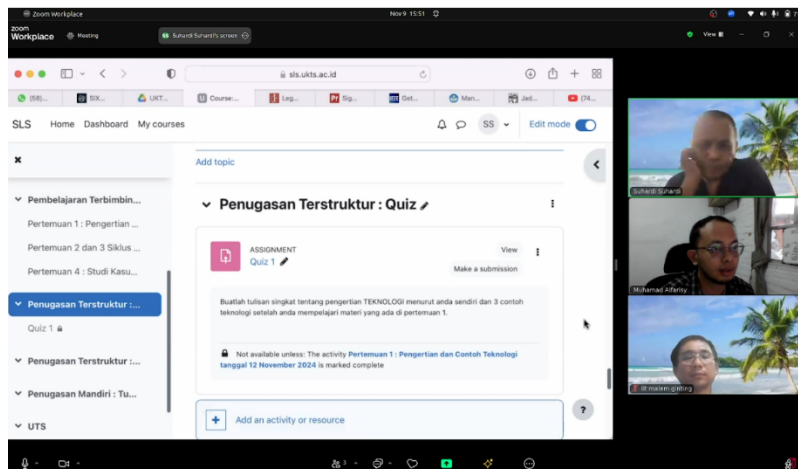
1. Persiapan Perkuliahan Teknologi dan Transformasi Digital (9 November 2024)



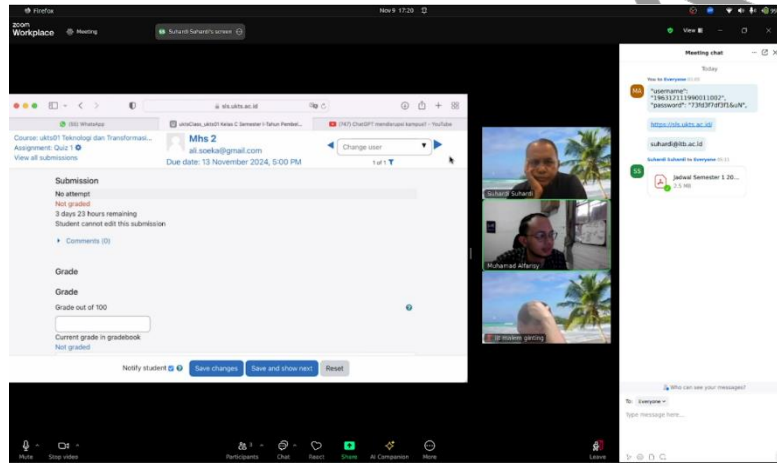
Pengisian URL Video Meeting Perkuliahan Sinkron



Upload Konten Perkuliahan dan Link Referensi Pembelajaran



Pembuatan *Assignment* berupa quiz



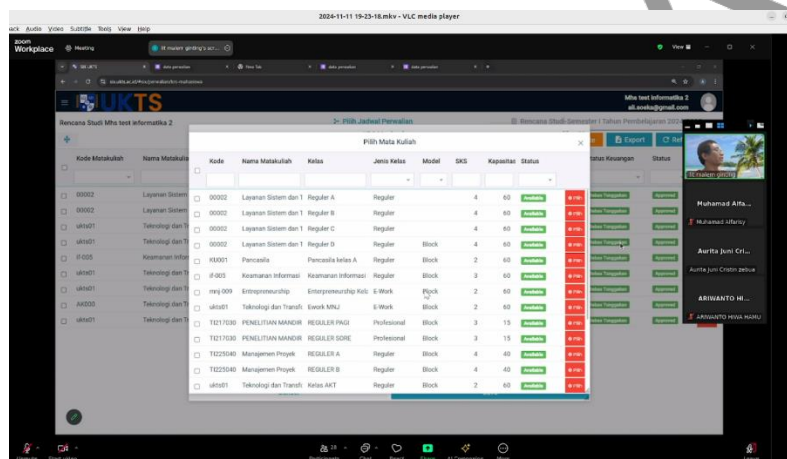
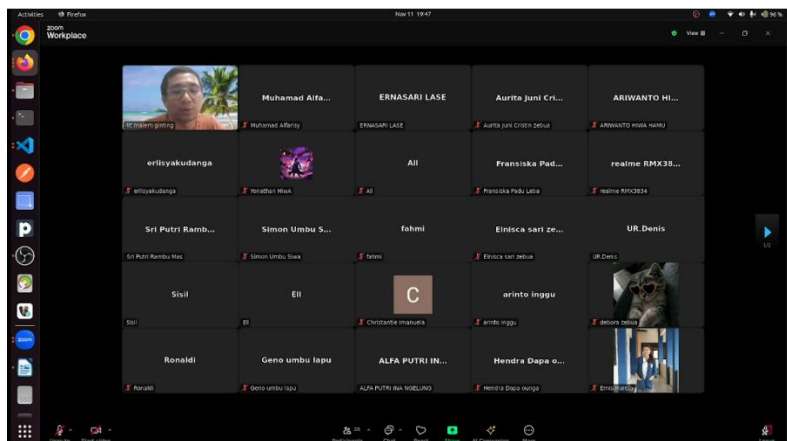
Percobaan modul *grade* untuk penilaian tugas, quiz, ujian

2. Persiapan Sosialisasi Perkuliahan Teknologi dan Transformasi Digital (10 November 2024)

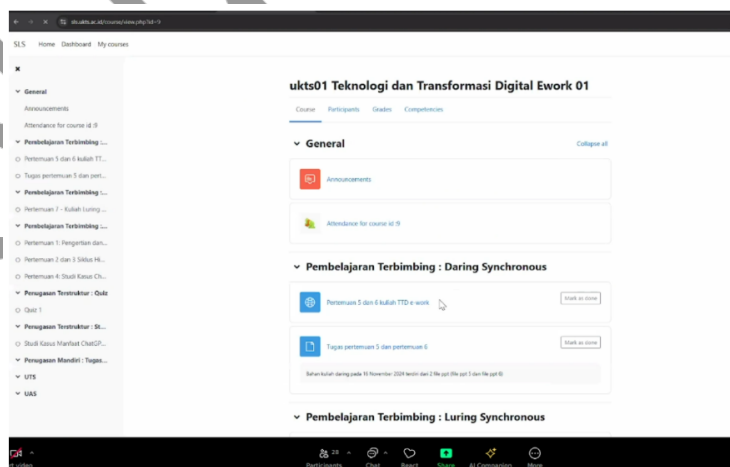


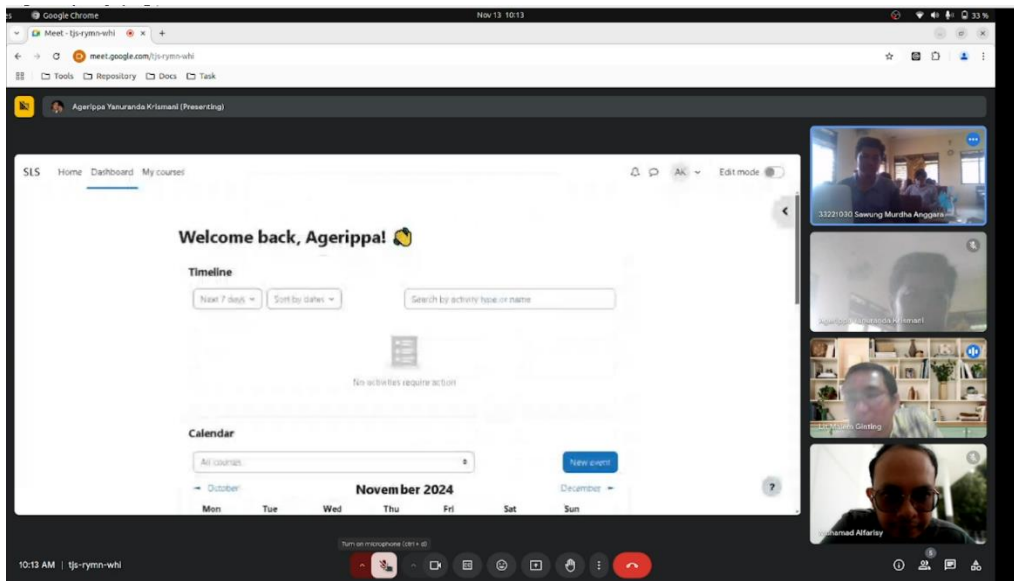
3. Sosialisasi Perkuliahan Teknologi dan Transformasi Digital (11 November 2024) Kepada Dosen pengampu dan Mahasiswa

Koleksi digital milik UPT Perpustakaan ITB untuk keperluan pendidikan dan penelitian

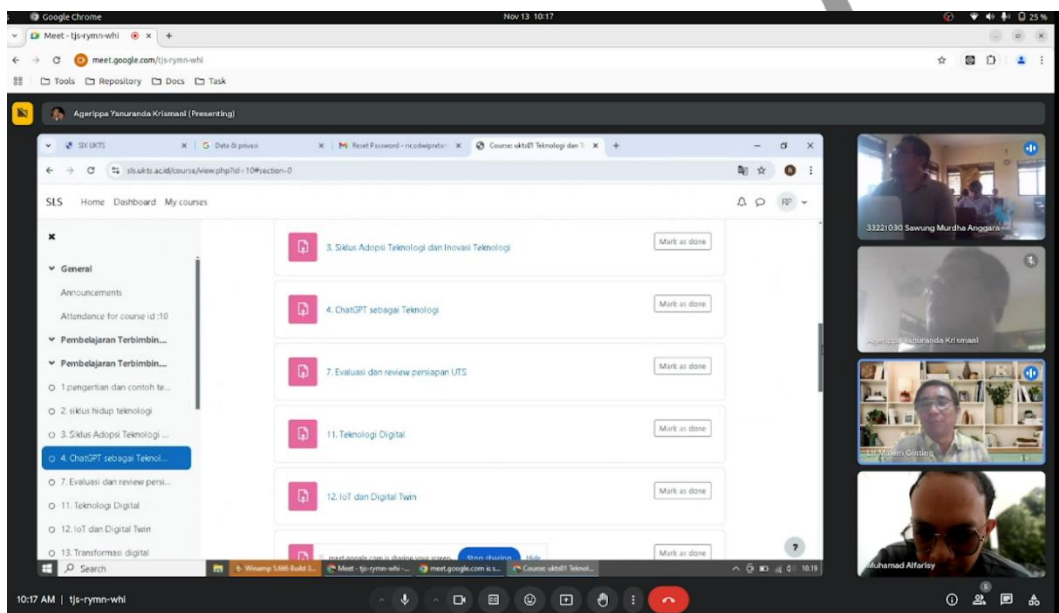


Penjelasan Alur Pendaftaran Matakuliah Melalui SIX UKTS



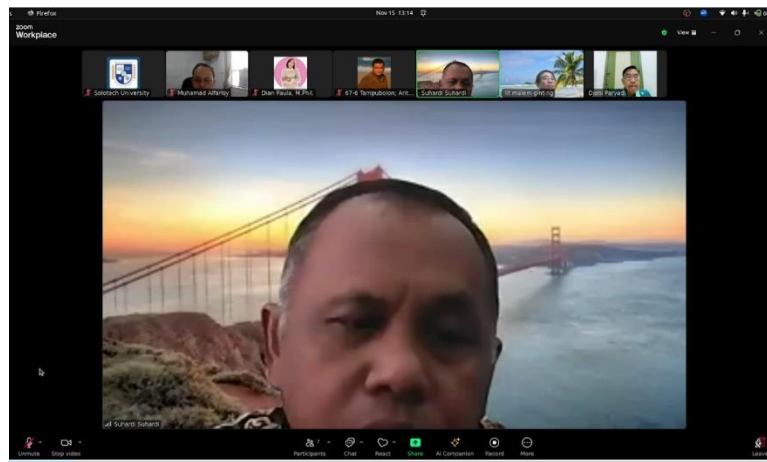


Percobaan Dosen Pengampu Teknologi dan Transformasi Digital Masuk Ke LMS

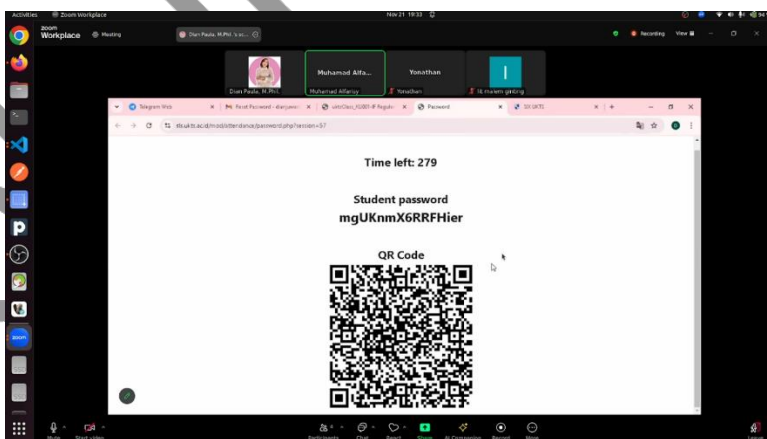
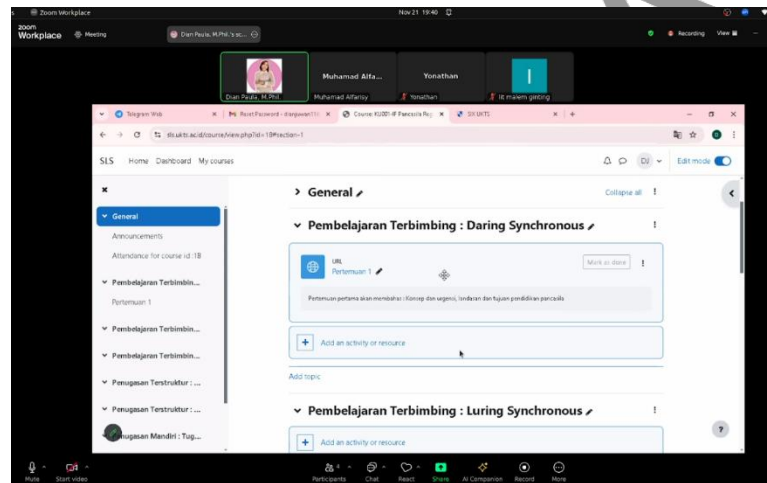


Pengisian Materi Perkuliahan Oleh Dosen Pengampu

5. Sosialisasi dengan dosen pancasila dan agama (15 November 2024), dan *training* penggunaan platform dan SIX (21 November 2024)



Sosialisasi dan Persiapan Perkuliahan Pancasila dan Agama



Training penggunaan LMS dan modul absensi kehadiran menggunakan QR Code

6. Evaluasi pengujian platform berorientasi layanan pada kampus digital pada perkuliahan yang berjalan (11 November – 9 Desember 2024)

Attendance for the course :: ukts01 Teknologi dan Transformasi Digital Ework Kelas 1

Log Attendance : record students attendance

Sessions Add session Report Import Export Status set Temporary users

#	Date	Time	Type	Description	Actions
1	Tue 12 Nov 2024	BAM - 11PM	All students	Pertemuan 1 : Pengertian dan Contoh Teknologi (Async)	
2	Wed 13 Nov 2024	BAM - 11PM	All students	Pertemuan 2 & 3: Siklus Hidup Teknologi dan Inovasi Teknologi (Async)	
3	Thu 14 Nov 2024	BAM - 11PM	All students	Pertemuan 4 : Studi Kasus ChatGPT Sebagai Sebuah Teknologi (Async)	
4	Sat 16 Nov 2024	BAM - 11PM	All students	Pertemuan 5 & 6 : Membuat tugas-tugas dengan ChatGPT (Daring)	
5	Sun 17 Nov 2024	BAM - 11PM	All students	Pertemuan 7 & 8 : Review materi kuliah, tugas yang diberikan beserta kisi-kisi UTS	
6	Mon 18 Nov 2024	BAM - 11PM	All students	Pertemuan 9 : Teknologi Digital (Async)	
7	Wed 20 Nov 2024	BAM - 11PM	All students	Pertemuan 10 & 11 : IoT dan Digital Twins (Async)	
8	Thu 21 Nov 2024	BAM - 11PM	All students	Pertemuan 12 : Studi Kasus Transformasi digital di sektor pertanian (Async)	

Attendance for the course :: ukts01 Teknologi dan Transformasi Digital Ework Kelas 1

Upload attendance by CSV

16 November 2024 BAM - 11PM
Pertemuan 5 & 6 : Membuat tugas-tugas dengan ChatGPT (Daring)

View mode
Sorted by: 8 25 8

#	First name / Last name	Email address	H	T	A	Remarks
1	Fitri danga User enrollment starts 06:36 17.11.2024	fitriyadanga@gmail.com	●	○	○	
2	Jessy Dintang	jessydeang33@gmail.com	●	○	○	
3	Raki Djulung	rakidjulung91@gmail.com	●	○	○	
4	AG Alvi Gas	alvinga20@gmail.com	●	○	○	
5	ME ME GGA	herme20@gmail.com	●	○	○	
6	Ari Arianto Hamu	ariantohamu@gmail.com	●	○	○	
7	YULIANA HARAU User enrollment starts 06:36 17.11.2024	yulibunharau@gmail.com	●	○	○	
8	Emis Harefa	emisharefa@gmail.com	●	○	○	
9	YUCARHU HAREFA	yudamharefa19@gmail.com	●	○	○	
10	Yunita harefa	yunitaharefa20@gmail.com	●	○	○	
11	Ami Hulu	putrihulu@gmail.com	●	○	○	
12	Siti SUDI HULU	mentarihulu19@gmail.com	●	○	○	
13	Abdi Isidemu	abdiemu5@gmail.com	●	○	○	
14	CHRISTIANTE ISMANULLA	imanuachristante@gmail.com	●	○	○	
15	Deni Jangga	denijumby13@gmail.com	●	○	○	

Daftar Sesi Kehadiran Perkuliahan eWork

Attendance / Attendance List / Attendance Details

Attendance Session Details

Course Name : uks01 Teknologi dan Transformasi Digital Reguler Kelas 2
 Course Code : uksClass_54
 Lecturer : Agus Hariyanto, Sawung Sawung

Class Date	Class Schedule	Class Start Time	Duration (minutes)	Number Present	Class Participant	Course Material
12-11-2024	08.00.00-21.00.00	08.00.00	780	36	36	Materi 2: Siklus hidup teknologi.

Attendance List

No	Student Name	Student ID	Status	Remarks
1	AGNESYA ANU	794	Hadir	Self-recorded
2	NOVITA LEWUN	473	Hadir	Self-recorded
3	MARIA MEDI	476	Hadir	-
4	Agungmulya Nuswandi	650	Hadir	Self-recorded
5	Brihan Putra	577	Hadir	-
6	MAYLANOVZKY PUTRI	429	Hadir	Self-recorded
7	Brigitha agustinian	536	Hadir	Self-recorded
8	RICHITA ANDRIMELA	469	Hadir	-
9	NADYA TAMARISKA	428	Hadir	Self-recorded
10	Niko Saputra	529	Hadir	-
11	Lukvi Septiyanto	512	Hadir	-
12	Krisokta Nugroho	646	Hadir	-
13	ELYSABETH SARI	481	Hadir	Self-recorded
14	Sarah Apfia	653	Hadir	-
15	WALBURGA GOO	468	Hadir	Self-recorded
16	novenrick Rae	515	Hadir	-
17	Teresia Wulandari	649	Hadir	-
18	Diku Andrase	658	Hadir	-

Smart Learning System Administration

Attendance / Attendance List / Attendance Details

Attendance Session Details

Course Name : uks01 Teknologi dan Transformasi Digital Reguler Kelas 2
 Course Code : uksClass_54
 Lecturer : Agus Hariyanto, Sawung Sawung

Duration (minutes)	Number Present	Class Participant	Course Material
780	36	36	Materi 2. Siklus hidup teknologi.

Student ID	Status	Remarks
794	Hadir	Self-recorded
473	Hadir	Self-recorded
476	Hadir	-
650	Hadir	Self-recorded
577	Hadir	-
429	Hadir	Self-recorded
536	Hadir	Self-recorded
469	Hadir	-
428	Hadir	Self-recorded
529	Hadir	-
512	Hadir	-
646	Hadir	-
481	Hadir	Self-recorded
653	Hadir	-
468	Hadir	Self-recorded
515	Hadir	-
649	Hadir	-
658	Hadir	-

Daftar Sesi Kehadiran Perkuliahan Reguler

ngsi Participants Grades Reports More

Announcements

Attendance for course id:7

Jadwal Perkuliahan

> Pembelajaran Terbimbing ...

> Pembelajaran Terbimbing ...

> Pembelajaran Terbimbing ...

> Penugasan Terstruktur : Quiz

> Penugasan Terstruktur : St...

> Penugasan Mandiri : Tugas...

> UTS

> UAS

teknologi dan Tran...

First name / Last name	UTS	[Deletion in progress] Pres...	[Deletion in progress] Pres...	[Deletion in progress] Pres...	UAS	Tugas 1: Menjawab deng...	Tugas 2: Menyusun makal...	Tugas 3:
NA NARETH ADY	82.00%	-	-	-	85.00%	90.00	90.00	90.00
Ba Birgitha agustinian	86.00%	-	-	-	86.00%	90.00	90.00	90.00
RA Riky Andreas	84.00%	-	-	-	85.00%	90.00	90.00	90.00
RA RICHTA ANDRIMELA	87.00%	-	-	-	88.00%	90.00	90.00	90.00
AA AGENESIA ANU	86.00%	-	-	-	88.00%	90.00	90.00	90.00
SA Sarah Apfia	83.00%	-	-	-	89.00%	90.00	90.00	90.00
YC YOLANDA CHRISTIANI	90.00%	-	-	-	90.00%	90.00	90.00	90.00
PC PASCHA CHRISTIANE	88.00%	-	-	-	85.00%	90.00	90.00	90.00
NC NABILA CLARIA	87.00%	-	-	-	86.00%	90.00	90.00	90.00
ND NATALIA DAMAYANTI	89.00%	-	-	-	86.00%	90.00	90.00	90.00

Smart Learning System Administration

Grade / Grade List

Download PDF

WELCOME ADMIN!

HOME

USERS MANAGEMENT

Students

Lecturers

COURSE MANAGEMENT

Course Catalog

Offered Course

Course Lecturers

LEARNING ACTIVITIES

Enrolled Student

Course Attendance

GRADING

Grade

MASTER DATA

Study Program

Course Grade List

Search courses...

No	Course Name	Student ID	Student Name	Total Average Grade Component	Total Average Grade	Detail
1	uks01 Teknologi dan Transformasi Digital Reguler Kelas 2	474	NARETH ADY	61.90	88.43	Detail
2	uks01 Teknologi dan Transformasi Digital Reguler Kelas 2	536	Birgitha agustinian	62.90	89.86	Detail
3	uks01 Teknologi dan Transformasi Digital Reguler Kelas 2	528	Riky Andreas	62.30	89.00	Detail
4	uks01 Teknologi dan Transformasi Digital Reguler Kelas 2	469	RICHTA ANDRIMELA	63.80	90.71	Detail
5	uks01 Teknologi dan Transformasi Digital Reguler Kelas 2	794	AGNESIA ANU	63.30	90.43	Detail
6	uks01 Teknologi dan Transformasi Digital Reguler Kelas 2	653	Sarah Apfia	63.90	91.29	Detail
7	uks01 Teknologi dan Transformasi Digital Reguler Kelas 2	467	YOLANDA CHRISTIANI	64.90	92.14	Detail
8	uks01 Teknologi dan Transformasi Digital Reguler Kelas 2	472	PASCHA CHRISTIANE	63.10	90.14	Detail
9	uks01 Teknologi dan Transformasi Digital Reguler Kelas 2	475	NABILA CLARIA	63.10	90.14	Detail
10	uks01 Teknologi dan Transformasi Digital Reguler Kelas 2	427	NATALIA DAMAYANTI	63.90	90.71	Detail

Grade / Grade List / Grade Details

Student Name: Birgitha agustinian

Student ID: 536

Course Name: uks01 Teknologi dan Transformasi Digital Reguler Kelas 2

Total Average Grade Component: 62.90 / 70

Total Average Grade: 89.86 / 100

Grade Component Averages

Section Name	Average Grade	Component Weight (%)	Average Component Grade	Total Average Grade
uts	86	20	17.20	-
uas	86	20	17.20	-
studi_kasus	90	15	13.50	-
participasi	100	15	15.00	-
Total	-	70	62.90	89.86

Grade Items

Item Name	Item Type	Module	Instance ID	Grade Raw	Grade Max	Grade Min	Section Name
UTS	mod	quiz	4	86	100	0	uts
UAS	mod	quiz	5	86	100	0	uas
Tugas 1: Menjawab dengan chatgpt	mod	assign	4	90	100	0	studi_kasus
Tugas 2: Menyusun makalah menggunakan chatgpt	mod	assign	5	90	100	0	studi_kasus
Tugas 3: Mendesain IoT untuk mendukung transformasi digital	mod	assign	6	90	100	0	studi_kasus

Download PDF

Learning System Administration

Grade / Grade List / Grade Details

Student Name: Birgitha agustinian
Student ID: 536

Course Name: ukts01 Teknologi dan Transformasi Digital Reguler Kelas 2
Total Average Grade Component: 62.90 / 70.00
Total Average Grade: 69.86 / 100

Component (%)	Average Component Grade	Total Average Grade
17.20	-	-
17.20	-	-
13.50	-	-
15.00	-	-
62.90		69.86

Item Type	Module	Instance ID	Grade Raw	Grade Max	Grade Min	Section Name
mod	quiz	4	86	100	0	ufs
mod	quiz	5	86	100	0	uas
mod	assign	4	90	100	0	studi_kasus
mod	assign	5	90	100	0	studi_kasus
mod	assign	6	90	100	0	studi_kasus

Download PDF

Daftar Nilai Mahasiswa

Home Dashboard My courses Site administration

MKWU

Category Settings More

Course categories and courses

Manage course categories and courses

Course categories

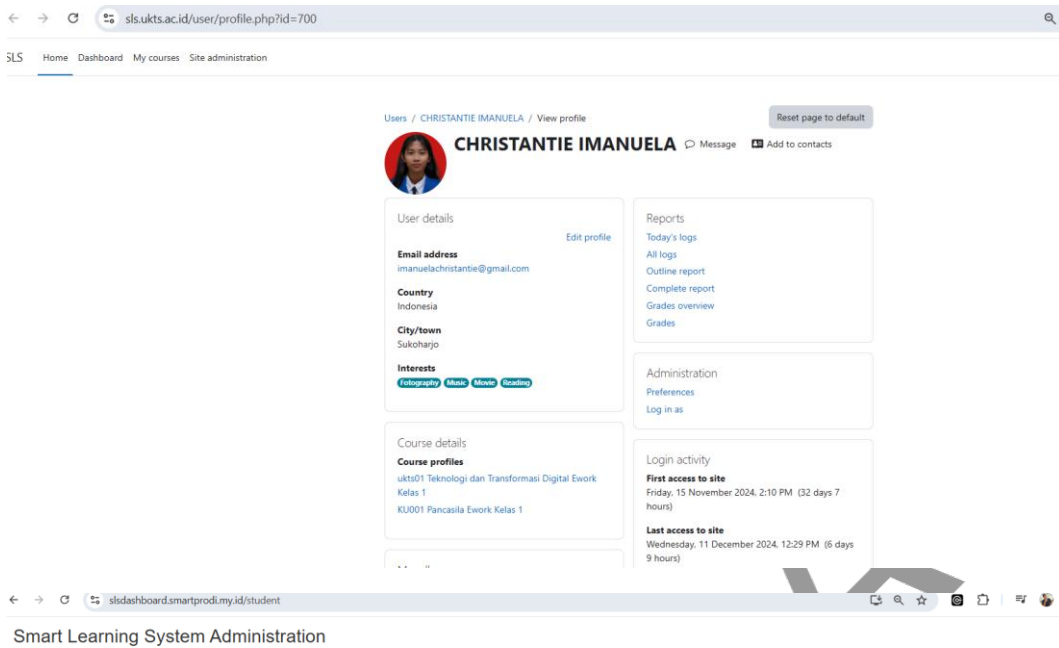
Category	Item Name	Grade Raw	Grade Max	Grade Min
ufs	UTS	86.00	100.00	0.00
uas	UAS	86.00	100.00	0.00
studi_kasus	Tugas 1: Menjawab dengan chatgpt!	90.00	100.00	0.00
studi_kasus	Tugas 2: Menjawab masalah menggunakan...	90.00	100.00	0.00
studi_kasus	Tugas 3: Mendesain IoT untuk membuka...	90.00	100.00	0.00

MKWU

Create new course Sort courses Per page: 20

+ <input type="radio"/>	KU001 Pancasila Pancasila kelas A	uktsClass_41
+ <input type="radio"/>	ukts01 Teknologi dan Transformasi Digital Ework Kelas 1	uktsClass_58
+ <input type="radio"/>	KU001 Pancasila Ework Kelas 1	uktsClass_78
+ <input type="radio"/>	KU001 Pancasila Reguler Kelas 1	uktsClass_77
+ <input type="radio"/>	KU001 Pancasila Reguler Kelas 2	uktsClass_75
+ <input type="radio"/>	KU001 Pancasila Ework Kelas 2	uktsClass_76
+ <input type="radio"/>	ukts01 Teknologi dan Transformasi Digital Ework Kelas 2	uktsClass_44
+ <input type="radio"/>	ukts01 Teknologi dan Transformasi Digital Reguler Kelas 1	uktsClass_63
+ <input type="radio"/>	ukts01 Teknologi dan Transformasi Digital Reguler Kelas 2	uktsClass_54

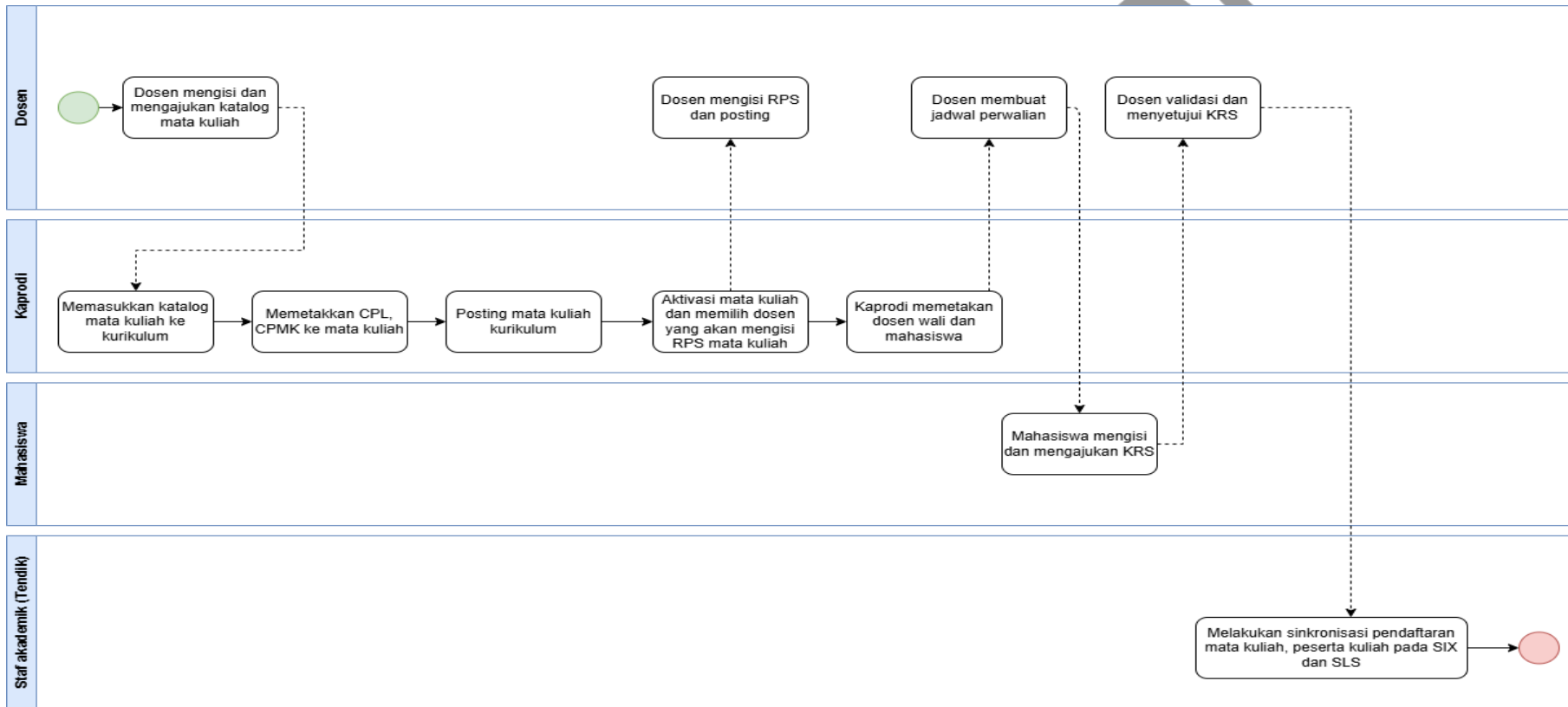
Perkuliahan yang berjalan



Sampel User dengan Role Student yang Terdaftar di Sistem

Hasil pengujian lebih detail dapat dilihat pada link berikut:
https://drive.google.com/drive/folders/12b2LxNr1tuz-cTOGcjLXcY-zjm_daBVt?usp=sharing

Lampiran 5 E Alur Pendaftaran Mata Kuliah di AIS (*Service Consumer: six.ukts.ac.id*)



Lampiran 6 F Hasil Pengecekan Turnit in

PENGEMBANGAN PLATFORM BERORIENTASI LAYANAN PADA
KAMPUS DIGITAL DALAM Mendukung FLEKSIBILITAS
PEMBELAJARAN

ORIGINALITY REPORT

8%

SIMILARITY INDEX

7%

INTERNET SOURCES

2%

PUBLICATIONS

3%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

Submitted to School of Business and
Management ITB

Student Paper

1%

2

lpm.uinsyahada.ac.id

Internet Source

<1%

3

sls.ukts.ac.id

Internet Source

<1%

4

docplayer.info

Internet Source

<1%

DOKUMEN

ASLI

Lampiran 7 G Cohesion Metriks dan Coupling Metriks

Consumer	Provider	Services	CM
User!	User	1	
User!	Role	1	
Role, CreateUser	GetRoles	1	
Role, GetRoles	AssignRole	1	
User	DeleteUser	1	
User, CreateUser	GetUserList	1	
User, UpdateUser, SSO, GetAttendanceCourseByUserID	GetUserByID	1	
SSO	User!	1	User 8
Report	GetGradeCourseReportPDF	1	
Report	GetAttendanceCoursePDF	1	Report 3
SSO	Report	1	
SSO	Grade	1	
Grade, GetGradeCourseReportPDF	GetGradeCourse	1	
Grade	GetGradeCourseByStudentID, GetGradeComponentList, CreateGradeComponent	3	
Grade, GetGradeCourse, UpdateGradeComponentsByD, GetGradeCourseByStudentID	GetGradeComponentByD	1	
Grade	DeleteGradeComponent	1	Grade 5
SSO	ResourceActivity	1	
ResourceActivity	CourseActivity	1	
ResourceActivity	Assignment	1	
ResourceActivity	Course Content	1	
Course Content, Assignment, GetActivityProgress	GetCourseContent	1	
Course Content	AddCourseContent	1	
Course Activity	GetActivityProgress, MarkActivityDone	2	
Assignment, ActivateAssignment	GetAssignment	1	
Assignment, AddAssignment	SubmitAssignment	1	ResourceActivity 9
SSO	Notification	1	
Notification, CreateUser	SendRegistrationNotification	1	
Notification, EnrollUser	SendCourseEnrollmentNotification	1	Notification 3
SSO	SSO	1	
SSO	Login	1	
SSO	Logout	1	SSO 2

Consumer	Provider	Services	CM
SSO	Curriculum	1	
Curriculum	CourseCategory	1	
Curriculum	ProgramStudy	1	
ProgramStudy	GetProgramStudy, AddProgramStudy, UpdateProgramStudy	3	
CourseCategory	CreateCourseCategory, DeleteCourseCategory	2	
CourseCategory, UpdateCourseCategory, CreateCourse	GetCourseCategoryByD	1	Curriculum 6
SSO	Competency	1	
Competency	CPMK	1	
Competency	CPL	1	
CPL	GetListCPL	1	
CPL, DeleteCPL, UpdateCPL, GetListCPMKByCPLID	GetCPLByD	1	
CPL	CreateCPL	1	
CPMK, UpdateCPMK	GetCPMKByCourseID	1	
CPMK	GetListCPMKByCPLID	1	
CPMK	DeleteCPMK, RemoveCPMKFromCourse	2	
CPMK	AddCPMKToCourse, CreateCPMK	2	Competency 10
SSO	Attendance	1	
Attendance, GetAttendanceCoursePDF	GetAttendanceCourse	1	
Attendance	GetAttendanceCourseByUserID	1	
Attendance, ScanQRCode	GenerateQRCode	1	
Attendance	ScanQRCode	1	
Attendance	ManualAttendance	1	attendance 6
SSO	Enrollment	1	
Enrollment	EnrollUser	1	
Enrollment	UnEnrollUser	1	
Enrollment	GetEnrolledUserByCourseID	1	
Enrollment	GetEnrolledCourseByUserID	1	enrollment 5
SSO	Learning Period	1	
Learning Period	AddLearningPeriod, DeleteLearningPeriod	2	
Learning Period	GetLearningPeriod	1	
Learning Period, UpdateLearningPeriod, Course!	GetLearningPeriodByD	1	learningperiod 4

Consumer	Provider	Services	CM
SSO	Course!	1	
Course!	CourseRelation	1	
Course!	CourseCatalog	1	
Course!	Course	1	
CourseRelation	AddCourseRelation, DeleteCourseRelation	2	
CourseRelation	GetCourseRelations	1	
CourseRelation, UpdateCourseRelation, CreateCourse	GetCourseRelationByD	1	
Course	CreateCourse, DeleteCourse	2	
CreateCourse	GetCourseCatalogByD	1	
Course	GetCourse	1	
Course, UpdateCourse, RemoveCPMKFromCourse, AddCPMKToCourse, Course Activity	GetCourseByD	1	
CreateCourse	GetCourseCatalogByD	1	
Course	CourseActivationScheduler	1	Course 13
Jumlah Consumer	Jumlah Provider	86	Total CM 74

No	Service	NO	NOS	DC	IC
1	Notification	2	1	0	0
2	Enrollment	4	1	3	4
3	Grade	7	1	0	0
4	ResourceActivity	8	1	2	2
5	Course	16	1	4	4
6	Learning Period	5	1	0	0
7	Curriculum	8	1	1	1
8	User	7	1	2	3
9	SSO	2	1	12	12
10	Competency	12	1	4	4
11	Report	2	1	3	3
12	Attendance	5	1	0	0
	Total	78	12	31	33

Dokumen Asli