

## BAB II GEOLOGI REGIONAL

### 2.1 Fisiografi Regional

Kerangka tektonik Pulau Kalimantan oleh (Nuay, 1985 *op.cit.* Oh, 1987) dibagi menjadi 12 unit, yaitu: Paparan Sunda, Pegunungan Mangkalihat, Paternoster Platform, Tinggian Kuching, Tinggian Meratus, Tinggian Sampurna, Cekungan Melawi-Ketengau, Cekungan Tarakan, Cekungan Kalimantan Barat-Laut, Cekungan Barito, Cekungan Asem-asem dan Cekungan Kutai (Gambar 2.1).

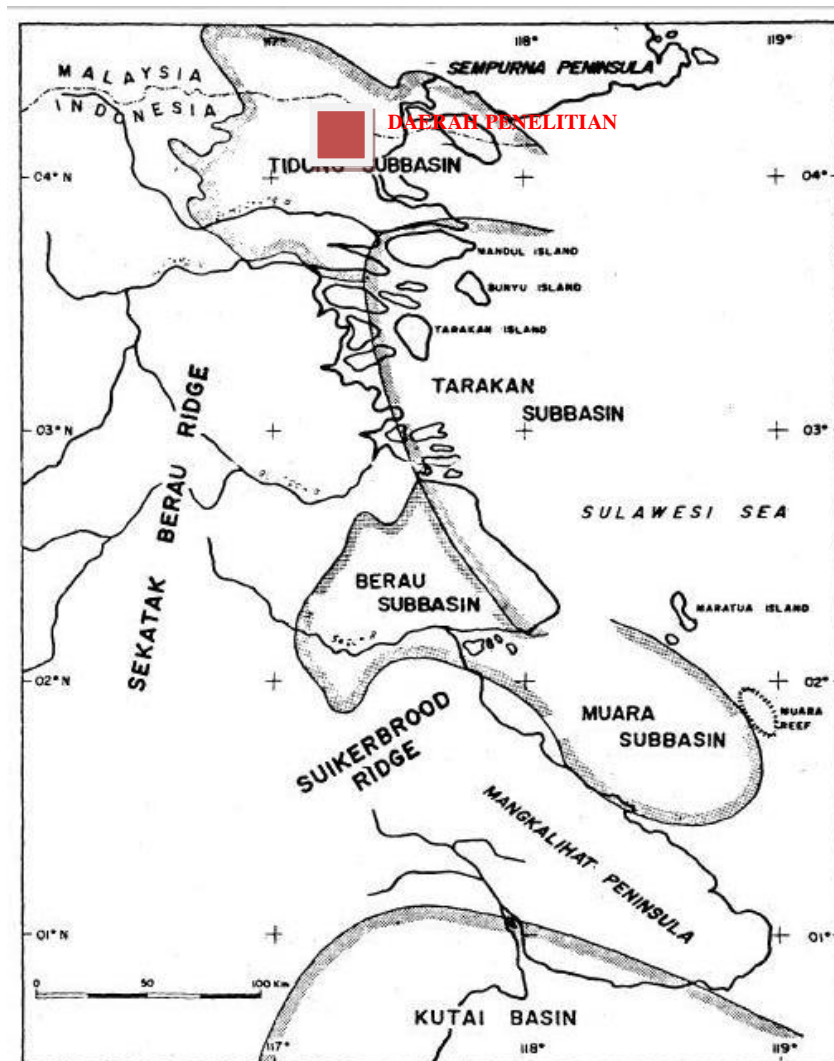


Gambar 2. 1 Kerangka Tektonik Pulau Kalimantan (Nuay, 1985 *op.cit.* Oh, 1987)



Salah satu unit kerangka tektonik Pulau Kalimantan menurut (Nuay, 1985 *op.cit.* Oh, 1987) adalah Cekungan Tarakan, dimana Tinggian Sampurna merupakan batas pada bagian utara, Tinggian Kuching batas pada bagian barat, Pegunungan Mangkalihat batas pada bagian selatan dan membuka ke arah timur sampai ke Selat Makasar.

Proses pengendapan Cekungan Tarakan dimulai dari proses pengangkatan (transgresi) yang diperkirakan terjadi pada kala Eosen sampai Miosen awal bersamaan dengan terjadinya proses pengangkatan gradual pada Tinggian Kuching dari barat ke timur. Pada Kala Miosen Tengah terjadi Penurunan (regresi) pada Cekungan Tarakan, yang dilanjutkan dengan terjadinya pengendapan progradasi ke arah timur dan membentuk endapan delta, yang menutupi endapan prodelta dan batial. Cekungan Tarakan mengalami proses penurunan secara lebih aktif lagi pada kala Miosen sampai Pliosen. Proses sedimentasi delta yang tebal relatif bergerak ke arah timur terus berlanjut selaras dengan waktu. Cekungan Tarakan berupa depresi berbentuk busur yang terbuka ke Timur ke arah Selat Makasar/ Laut Sulawesi yang meluas ke utara ke Sabah dan berhenti pada zona subduksi di Tinggian Sempurna dan merupakan Cekungan paling utara di Kalimantan. Tinggian Kuching dengan inti lapisan pra-Tersier terletak di sebelah baratnya sedangkan batas selatannya adalah Punggungan Suikerbood dan Tinggian Mangkalihat. Ditinjau dari fasies dan lingkungan pengendapannya, Cekungan Tarakan terbagi menjadi empat sub cekungan, yaitu Sub Cekungan Tidung, Sub Cekungan Tarakan, Sub Cekungan Muara dan Sub Cekungan Berau (Gambar 2.2).



Gambar 2. 2 Pembagian Sub Cekungan pada Cekungan Tarakan (Tossin dan Kadir, 1996).

## 2.2 Tatanan Tektonik Regional

Pembentukan Cekungan Tarakan dan proses pengendapannya tidak terlepas dari gejala tektonik yang ada. Elemen struktur utama yang membatasi Cekungan Tarakan dan mengontrol evolusi cekungannya adalah sebagai berikut:

- Tinggian Kuching di sebelah barat, yang merupakan kompleks batuan metamorf yang berumur Kapur, dan kompleks batuan melange dari Kalimantan Central Ranges yang berumur Eosen Awal dan terdiri dari batuan yang tertektonikan dengan kuat dan termetamorfkan sebagian. Umur masih menjadi perdebatan antara Perm-Karbon atau Jura-Kapur (Achmad dan Samuel, 1984)
- Tinggian Sampurna (Sampurna Peninsula) di bagian utara yang menjadi batas nasional Indonesia-Malaysia, yang terdiri dari kompleks batuan beku dan



metamorf yang telah mengalami pengangkatan, kompleks ini termasuk ke dalam Busur Sulu, dan secara genetis area ini merupakan hasil dari proses obduksi antara Lempeng Filipina dan Dataran Sunda (Borneo/NE Kalimantan). Di bagian atas terdapat batuan beku yang lebih muda berumur Paleogen.

- Mangkalihat-Peninsula di bagian selatan, yang merupakan batuan sedimen tipis yang berumur Tersier yang terendapkan di atas batuan dasar yang telah terangkat, batuan dasar inilah yang kemudian memisahkan Cekungan Tarakan dan Cekungan Kutai yang ada di bagian selatan.
- Di bagian timur, Cekungan Tarakan dibatasi oleh Laut Sulawesi yang terus mendalam dan menjadi Palung Makasar. Batas sebelah timur untuk cekungan ini belum dapat dibedakan dengan jelas dan diinterpretasi sebagai tipe *passive margin* (Heriyanto, dkk., 1996).

Sejarah tektonik dari Cekungan Tarakan secara umum dibagi dalam tiga fase (Lentini dan Darman, 1996). Ketiga fase tersebut adalah,

- **Eosen-Oligosen.**

Fase ini di dominasi dengan fase ekstensional yang dipengaruhi oleh proses pemekaran selat Makasar pada pertengahan Tersier. Fase tektonik ekstensi ini membuka cekungan ke arah timur yang diindikasikan dengan hadirnya *en echelon* block faulting yang mempunyai kemiringan ke arah timur.

- **Miosen Tengah-Pliosen**

Kondisi tektonik pada tahap ini relatif stabil dengan proses pengendapan endapan delta yang menyebar dari berbagai sistem drainase dari bagian barat ke arah timur. Contoh: Proto-Kayan, Sesayap dan Sembakung. Dalam fase ini gravitasi memicu *listric growth faulting* sebagai respons terhadap *deltaic sediment load* yang semakin meningkat. *Growth faulting* diindikasikan dengan menyebarnya sedimen deltaik ke arah barat yang semakin sedikit dimana pengendapan karbonat mulai terbentuk di bagian yang lebih stabil, sementara itu di bagian timur di bagian cekungan yang dalam terbentuk sedimen deltaik yang tebal yang berasosiasi dengan *Syngenetically normal fault*. Kombinasi penurunan cekungan ditambah dengan pertumbuhan sesar menghasilkan ruang akomodasi untuk penambahan volume dari endapan deltaik (Lentini dan Darman, 1996). Progradasi barat ke timur menunjukkan adanya peningkatan suplai sedimen dari Kuching High.

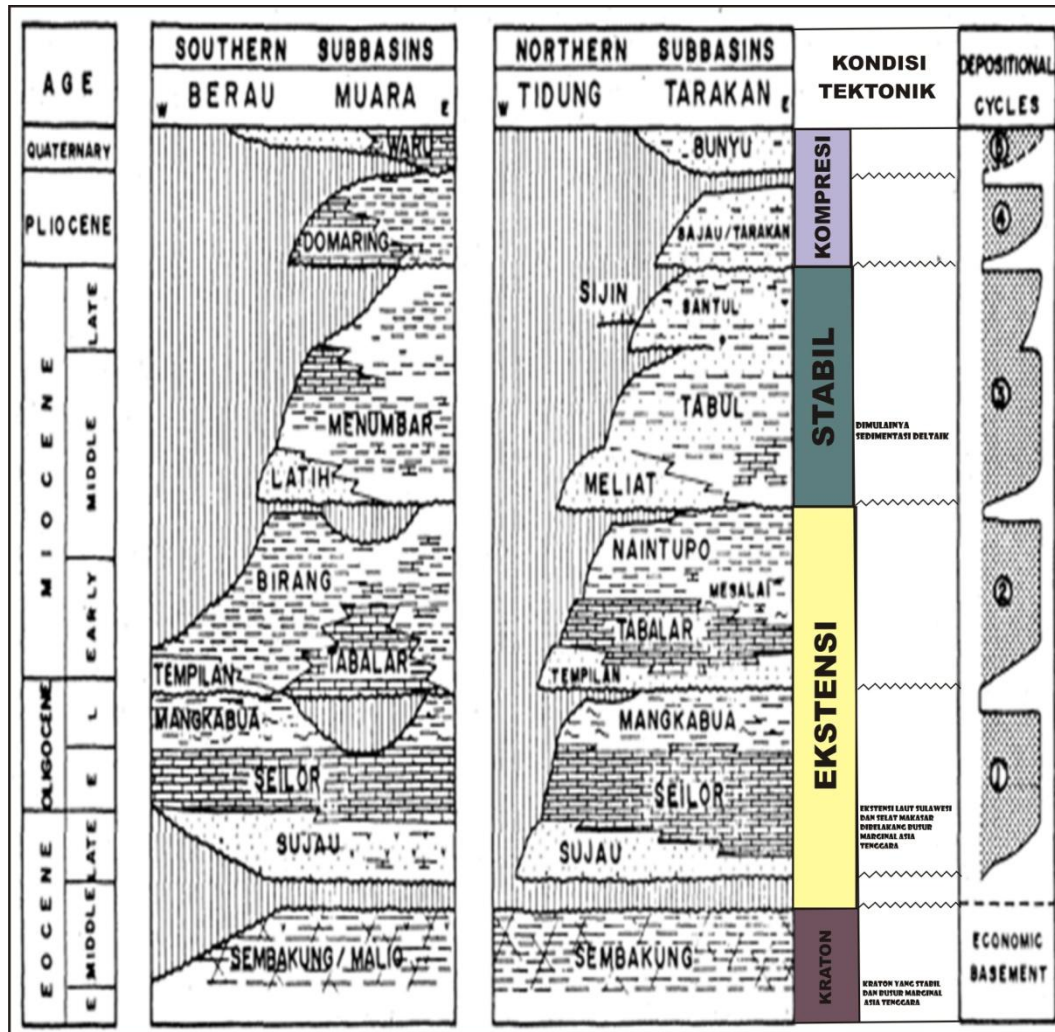


Pengangkatan yang menyebabkan terjadinya peningkatan suplai sedimen disebabkan adanya kompresi.

- **Plioson Akhir/Pleistosen**

Fase tektonik terakhir ini merupakan *compressional event* yang dihasilkan dari kolisi dari lempeng Filipina dengan Borneo/NE Kalimantan. Gerakan ini kurang lebih seperti dorongan yang tidak terlalu besar yang membalik beberapa sesar tektonik gravitasi, kolisi ini menimbulkan gerakan lebih kuat di bagian utara cekungan, dimana sedimen Miosen dan Plioson terlipat dan tersesarkan dengan tren NW-SE hingga NNW-SSE (Pulau Nunukan dan Sebatik). Di bagian barat cekungan, fase kompresional ini hanya menghasilkan struktur tinggian karena material yang bersipat plastis yang berasal dari endapan siklus 3 dan 4 (Antiklin Bunyu dan Tarakan). Lima lipatan utama dari utara ke selatan diantaranya adalah lipatan Sebatik, Ahus, Bunyu, Tarakan, dan Latih yang dibentuk oleh kompresi berarah timur laut-barat daya.

### 2.3 Tatanan Stratigrafi Regional



Gambar 2. 3 Kolom Tektono Stratigrafi Cekungan Tarakan  
( Achmad dan Samuel, 1984; Lentini dan Darman, 1996)

Stratigrafi regional dapat dibagi menjadi endapan pra-Tersier, Tersier dan Kuartar. Batuan Tersier tertua dinamakan Formasi Danau, tersusun atas batuan yang mengalami tektonik kuat dan batuan metamorf dengan ketebalan yang signifikan, dengan umur yang masih menjadi perdebatan antara Perm-Karbon atau Jura-Kapur (Marks, 1957 *op.cit.* Achmad dan Samuel, 1984).

Formasi Sembakung terendapkan secara tidak selaras diatas Formasi Danau, memiliki umur Eosen Tengah (Achmad dan Samuel, 1984). Pada bagian bawah, formasi ini terdiri atas batupasir merah dan konglomerat. Pada bagian atas, terdiri dari batulumpur yang kaya karbon dan fosil, miskin mika yang dinamakan *Malio*



*Mudstone* (Achmad dan Samuel, 1984). Formasi Danau dan Sembakung merupakan batuan dasar dari Cekungan Tarakan.

Tatanan stratigrafi di atas batuan dasar dapat dibagi menjadi 5 siklus sedimentasi menurut Achmad dan Samuel, 1984 (gambar 2.3) yaitu: siklus 1 (Eosen Akhir-Oligosen Awal), siklus 2 (Miosen Awal- Miosen Tengah), siklus 3 (Miosen Tengah-Miosen Akhir), siklus 4 (Pliosen) dan siklus 5 (Kuartar). Penjelasan untuk masing-masing siklus sedimentasi adalah sebagai berikut:

### **Siklus 1 (Eosen Akhir-Oligosen)**

#### **Formasi Sujau**

Formasi ini terdiri dari batuan klastik kasar yang merupakan batuan konglomerat, batupasir, material vulkanik di bagian bawah, dan serpih dengan sisipan batubara, batugamping dengan interkalasi napal di bagian atas. Formasi ini diendapkan secara tidak selaras di atas batuan dasarnya-Formasi Sembakung dengan total ketebalan lebih dari 1000 meter.

Sedimen klastik Formasi Sujau Bagian bawah diperkirakan merupakan pengisian sedimen tahap awal, yang mengisi palung seperti graben yang kemungkinan terbentuk dari hasil pemekaran Selat Makasar pada umur Eosen Awal (Lentini dan Darman, 1996). Produk erosi dari Lempeng Sunda di bagian barat terakumulasi bersama dengan material vulkanik-piroklastik membentuk *basal clastic*. Keberadaan lapisan batubara dan interkalasi napal pada bagian yang lebih tua mengindikasikan lingkungan yang terisolasi dari fasies lakustrin yang menunjukkan adanya pendalaman menjadi lingkungan laut. Gejala menghalus ke atas dengan lapisan serpih dan batugamping mengindikasikan bahwa pengaruh dari sedimentasi laut mulai meningkat. Pengendapan berlangsung dari Eosen Akhir-Oligosen Awal (Lentini dan Darman, 1996).

#### **Formasi Seilor**

Formasi Seilor diendapkan tidak selaras di atas Formasi Sujau dan mempunyai ketebalan sekitar 100-150 meter. Formasi ini terdiri dari batugamping *micritic* dengan pertumbuhan terumbu secara lokal. Formasi ini diendapkan di lingkungan laut (Achmad dan Samuel, 1984).



## **Formasi Mangkabua**

Serpil laut dan napal dari Formasi Mangkabua diendapkan secara berangsur ke arah cekungan di atas Formasi Seilor. Sebagian besar dari singkapan napal formasi ini ada di bagian atas dari Delta Bulungan dan di sebelah barat dari Sub-cekungan Tarakan. Formasi Mangkabua ini diendapkan pada umur Oligosen awal hingga Oligosen akhir.

Sedimen siklus 1 diakhiri dengan peristiwa pengangkatan, tersingkap lalu tererosi sebagian di bagian batas cekungan sebelah barat karena aktivitas vulkanik sepanjang batas cekungan pengendapan pada Oligosen akhir.

## **Siklus 2 (Oligosen Akhir-Miosen Tengah)**

Sedimen siklus 2 yang terendapkan secara tidak selaras di atas sedimen siklus 1 terdiri dari *transgressive sequence* dan jauh lebih sedikit tertehtonisasi. Endapan yang diendapkan pada siklus ini antara lain:

### **Formasi Tempilan**

Formasi ini terdiri dari klastik basal dicirikan dengan adanya perlapisan batupasir, tuf, serpil dan sisipan batubara yang terbentuk bersamaan dengan transgresi regional. Formasi ini dapat teramati dengan baik di batas barat dari Cekungan Tarakan di sepanjang sayap dari Sebuku atau Sekatak (Biantoro, dkk., 1996).

### **Formasi Tabalar**

Pengendapan Formasi diikuti dengan diendapkannya *micritic limestone* Formasi Tabalar secara selaras yang berkembang sebagai sikuen platform karbonat dengan perkembangan terumbu secara lokal yang menghasilkan ketidakselarasan lokal di atas Formasi Seilor selama umur Oligosen Akhir-Miosen Awal di sekitar daerah Mangkalihat. Di bagian utara dan mengarah ke daerah cekungan (timur), fasiesnya berubah secara gradual menjari dengan Formasi Tabalar menjadi napal Formasi Mesalai.





### **Formasi Birang atau Naintupo**

Pada akhir Miosen Awal, diendapkan perselingan batupasir-batuserpih, napal dengan lapisan batugamping dari Formasi Birang di cekungan sebelah selatan dan ekuivalen dengan Formasi Naintupo sebelah utara (Sub-cekungan Tarakan). Formasi yang diendapkan pada rezim transgresi ini merupakan hasil perubahan fasies dari Formasi Tabalar. Seri dari batuan serpih yang berumur Miosen Awal-Tengah ini, menunjukkan adanya peningkatan pengaruh lingkungan laut terbuka (*open marine*). Ketebalan dari formasi ini meningkat dari 200 meter menjadi sekitar 800 meter ke arah cekungan.

### **Siklus 3 (Miosen Tengah-Akhir)**

Sedimen siklus 3 terdiri dari sikuen *regressif deltaic* yang dimulai dari tektonisme yang berlangsung akhir Miosen Awal (*intra-Miosen Orogeny*). Dimulai dengan pengendapan deltaik dengan progradasi dari barat-timur. Siklus sedimentasi pada siklus ini dibagi menjadi tiga formasi yakni Meliat, Tabul dan Santul. Sulit membedakan sikuen deltaik ketiga formasi tersebut karena kurangnya fosil yang dapat didiagnosa dan kemiripan litologinya.

### **Formasi Latih atau Meliat**

Di daerah Mangkalihat atau pada Sub-cekungan Muara (selatan), diendapkan Formasi Latih yang terdiri dari batupasir kasar dengan dengan kehadiran struktur silang siur, dan terdapat batuan serpih karbonan yang diendapkan pada awal Miosen Tengah. Formasi Latih ini diendapkan tidak selaras di atas Formasi Birang diikuti dengan pengendapan Formasi Menubar yang terdiri dari batulempung karbonatan, napal dan batugamping secara selaras.

Unit litologi yang ekuivalen dengan formasi ini, di Sub-cekungan Tarakan (Utara) disebut Formasi Meliat yang telah tererosi sebagian selama umur Miosen Akhir. Formasi Meliat terdiri dari batupasir kasar, serpih karbonan, dan gamping tipis yang tidak selaras di atas Formasi Naintupo.



Ke arah cekungan (contoh Pulau Bunyu) di dalam Formasi ini diendapkan juga batuserpih dan batulanau dengan beberapa lensa batupasir.

Berdasarkan data sumur di Bangkudulis-1, Formasi Meliat terdiri dari batuan sedimen dan batuan beku ekstrusif (Biantoro, dkk., 1996). Batuan sedimen klastiknya merupakan endapan batulempung *delta plain* bagian atas dengan perlapisan batupasir. Pada awal umur Miosen Tengah, suplai sedimen dari Tinggian Kuching meningkat karena adanya pengangkatan di batas barat Cekungan Tarakan. Formasi Latih diendapkan secara tidak selaras di atas siklus sedimentasi kedua dan mempunyai ketebalan sekitar 900-1100 meter. Formasi ini menandakan adanya fase regresif dari Cekungan Tarakan (Biantoro, dkk., 1996).

### **Formasi Tabul**

Formasi Tabul terdiri dari batupasir, batulanau dan serpih dengan sedikit gamping yang kadang-kadang hadir, dan kadang-kadang hadir lapisan batubara meskipun tipis. Formasi ini mempunyai ketebalan sekitar 1500 meter di sebelah barat Sub-cekungan Tarakan, dan menjadi semakin tebal ke arah timur seperti di Pulau Bunyu yang mencapai 3500 meter. Bagian atas dari formasi ini mengalami perubahan litologi secara berangsur menjadi batupasir, batulanau, dan batu lempung yang berinterkalasi dengan batubara yang biasa disebut dengan Formasi Santul. Formasi ini diendapkan pada Miosen Akhir dalam lingkungan *delta plain-proximal delta front* (Biantoro, dkk., 1996).

Di bagian selatan, Formasi Tabul dan Formasi Santul ekuivalen dengan Formasi Manumbar yang terdiri dari serpih laut, batulempung karbonatan, napal dan batugamping yang menjari dalam formasi ini.

Sedimen menjadi semakin berkurang ke arah bagian batas cekungan, sementara ke arah cekungan siklus ini terus menghasilkan endapan yang semakin menebal karena *syngenetically growth faulting*.



## Siklus 4 (Pliosen)

### Formasi Tarakan

Formasi Tarakan merupakan seri deltaik yang berumur Pliosen, berkembang di utara, dalam Sub-cekungan Tidung dan Sub-cekungan Tarakan. Terdiri dari batupasir, serpih, dan sisipan batulempung, dan lapisan batubara (*lignite*) yang merupakan bagian dari fasies *delta plain-fluvial*. Di beberapa area Formasi Tarakan hadir tidak selaras seperti di Pulau Bunyu dimana kontak antara Formasi Tarakan dan Formasi Santul berupa transisional. Ke arah timur, fasies ini berubah menjadi batulempung dan batulanau dari fasies *pro-delta* (Biantoro, dkk., 1996).

Di sebelah selatan formasi ini berkembang dalam Sub-cekungan Muara dan Sub-cekungan Berau sebagai Formasi Sajau yang berangsur berubah menjadi batugamping. Formasi ini kemudian disebut sebagai Formasi Domaring yang berkembang di cekungan selatan bagian barat.

### Formasi Domaring

Formasi Domaring terdiri dari *platform* batugamping yang semakin ke arah timur, berubah menjadi napal dan serpih dari fasies neritik luar.

## Siklus 5 (Kuartar/Pleistosen)

### Formasi Bunyu

Formasi ini tidak selaras di atas Formasi Tarakan diendapkan selama fase transgresi pada umur Pleistosen dalam lingkungan *delta plain-Fluviatil*. Litologi terdiri dari batupasir yang tebal yang berukuran sedang hingga kasar dan kadang bersifat konglomeratan, dengan interbeded serpih dan batubara dengan tingkatan lignit (Achmad dan Samuel, 1984). Batupasir Formasi Bunyu umumnya lebih tebal, lebih kasar dan kurang kompak jika di bandingkan dengan batupasir Formasi Tarakan.

### Formasi Waru

Ke arah selatan Formasi Bunyu berkembang sebagai formasi Waru. Formasi ini terdiri dari napal laut dangkal, batugamping yang secara lokal



berlapis dengan batupasir. Formasi ini berkembang dalam fase transgresi dengan lingkungan *non-deltaic*. Formasi Waru teramati dengan baik di Sub-cekungan Berau atau Muara, sementara itu di Sub-cekungan Tarakan berkembang Formasi Bunyu.