

BAB II Geologi Regional

II.1 Stratigrafi Regional

Peta geologi dan susunan stratigrafi Pulau Sumba di bawah ini disusun oleh para peneliti PPPG, yaitu Apandi dan Effendi pada tahun 2003 (**Gambar II.1.1**).

FORMASI	KETERANGAN	ENDAPAN PERMUKAAN SURFICIAL DEPOSITS	BATUAN GUNUNGAPI VOLCANIC ROCKS	BATUAN TEROBOSAN INTRUSIVE ROCKS		
ALUVIUM	Lempung, lanau, pasir dan kerikil				HOLOSEN HOLOCENE	KUARTER QUATERNARY
KALIANGGA	Batugamping terumbu				PLISTOSEN PLEISTOCENE	
KANANGGAR	Tmpk : Batupasir napalan, batupasir tufan, tuf, napal pasir, sisipan batugamping				PLIOSEN PLIOCENE	TERSIER TERTIARY
WAIKABUBAK	Tmpw : Batugamping, batugamping lempungan, sisipan napal pasir, napal tufan				Akhir Late	
BATULEMPUNG	Tmc : Batulempung				MIOSEN MIOCENE	
PAMALAR	Tmp : Batugamping dan batulempung pada bagian bawahnya				Tengah Middle	
JAWILA	l : Lava bersusunan andesit, br : Breksi gunung api di beberapa tempat ditemukan kayu terkarsikan				Awal Early	
PAUMBAPA	Batugamping berlapis, sebagian batugamping terumbu				OLIGOSEN OLIGOCENE	TERSIER TERTIARY
TANAH ROONG	Tet : Batupasir grewake sebagian gampingan, sisipan batulanau dan batulempung				EOSEN EOCENE	
WATOPATA	Tew : Batugamping					
MASU INTRUSI	Tpn : a : Lava dan breksi bersusunan andesit dan tuf, b : Lava dan breksi bersusunan basalt, c : Lava dan breksi bersusunan andesit, r : Lava bersusunan riolit Intrusi : gr : Granit, gd : Granodiorit, di : Diorit, sy : Syenit				PALEOSEN PALEOCENE	KAPUR CRETACEOUS
PRAIKAJELU	Batupasir grewake berselingan dengan serpih, batulempung, batu napal lanauan dan batupasir lempungan dan konglomerat					

Gambar II.1.1 Susunan Stratigrafi Pulau Sumba (PPPG, 2003)

Penjelasan mengenai isi batuan pada setiap formasi di atas akan dibahas lebih lanjut pada subbab di bawah ini.

II.1.1 Formasi Lasipu / Praikajelu

Menurut von der Borch (1983), batuan tertua di Pulau Sumba adalah Formasi Lasipu berumur Kapur yang pada beberapa tempat mengandung binatang laut tropikal Tethyan. Batuan ini berwarna gelap, terkadang gampingan dan sering berupa *mudstones* vulkanogenik atau grewake turbidit, batupasir, konglomerat, dan diamiktit yang beberapa diantaranya terintrusi, batupasir gampingan atau tufan (Rutherford, 2000). Sedimen-sedimen ini bersifat silisiklastik dan ber-*provenance* kontinental. Di banyak daerah, batuan berumur Kapur ini terdiri dari bagian-bagian dari sistem pengendapan kipas laut dalam yang pada Sumba Tengah bagian selatan formasi ini berprogradasi menuju baratdaya dan selatan. Formasi Lasipu secara alami datar (kemiringan jarang yang terobservasi 20°-30°).

Menurut Burollet dan Salle (1981), formasi berumur Pra-Tersier ini mayoritas terdapat pada bagian selatan Sumba yang terdiri dari sabak silikaan berwarna abu gelap dengan banyak atau sedikit termetamorfkan dan terdapat mikrofauna *Senonian* di Bukit Tautamoru Utara. Di Waikabubak bagian selatan (dekat pesisir pantai di sekitar Waingali), terdapat singkapan sabak, napal lanauan, dan napal coklat yang merepresentasikan seri Pra-Tersier.

II.1.2 Formasi Watopata dan Formasi Tanahroong

Formasi Watopata dan Tanahroong diasosiasikan dengan batuan vulkanik kontemporer terdiri dari grewake, napal, batugamping, batupasir berfosil melimpah, dan aglomerat (Apandi dan Effendi, 1981) yang semuanya dianggap merupakan afinitas busur dan *forearc*.

Menurut Rutherford (2000), formasi Tanahroong merupakan sedimen Tersier Bawah yang tersingkap hanya pada beberapa tempat di Sumba yang mengandung antara lain batupasir dengan kandungan fosil sangat sedikit dan konglomerat, batupasir gampingan foraminiferal, napal, batulanau, dan batugamping koral. Secara umum, batumannya berwarna lebih gelap jika dibandingkan dengan sedimen

berumur Neogen. Sedimen berumur Eosen ini mengandung pasir, lanau, dan material terigen lainnya serta material vulkanik. Sedimen berumur Oligosen kebanyakan mengandung batugamping dan batugamping koral, serta hampir bebas dari material klastik.

II.1.3 Formasi Jawila

Batuan vulkanik dari Formasi Jawila tersingkap pada tiga daerah yang terpisah dan tersebar luas lebih dari ~100 km menuju dekat pantai baratdaya Sumba. Formasi Jawila terdiri dari tuf, basalt, basaltik andesit, dan berasosiasi dengan unit sedimen klastik (Rutherford, 2000).

II.1.4 Formasi Paumbapa

Menurut Rutherford (2000), pengendapan sedimen pada saat Oligosen (~34-22 jtl) menghasilkan Formasi Paumbapa yang berasosiasi dengan tahap awal dari aktifitas vulkanik ketiga. Formasi Paumbapa mayoritas terdiri dari batugamping laut dangkal.

II.1.5 Formasi Pamalar

Menurut van Bemmelen (1949), Batugamping Pamalar digunakan untuk determinasi formasi yang mengandung mayoritas batugamping terumbu yang berada di bawah Formasi Kananggar dan telah tersebar luas pada Sumba Barat dan Tengah. Batugamping Pamalar secara prinsip mengandung perlapisan buruk dari batugamping berwarna putih-krem dan keras. Pada beberapa tempat, formasi ini mengandung lapisan fragmen batugamping berukuran sekepalan tangan yang menyudut hingga membundar tanggung pada matriks batugamping. Pada bagian atas, terdapat perlapisan batugamping dan batukapur. Pada beberapa tempat di Sumba Tengah, terdapat serpih biru berfosil pada dasar formasi ini. Formasi Pamalar adalah fasies transgresi laut dangkal yang terendapkan sebagai endapan laut Miosen. Napal dasar sangat kaya akan *Gastropoda*, *Pelecypoda*, dan log-log terkarbonisasi dekat dengan endapan lepas pantai. Serpih berubah secara gradual

ke atas menjadi lapisan batugamping tipis, halus, lempungan yang mengandung banyak *Bryozoa* dan koral dan secara gradual menjadi batugamping dengan perlapisan buruk yang khas. *Spiroclypeus* berumur Miosen Awal-Tengah ditemukan pada beberapa conto dan *Miogypsina dehaarti* serta *Trilina gywchini* berumur Miosen Awal ditemukan pada anggota serpih dasar. Batugamping Pamalar pada Sumba Barat dapat disetarakan dengan Batukapur Kananggar pada Sumba Timur. Karena alasan ini, umur formasi ini ditetapkan sebagai Miosen Tengah. Terdapat ketidakselarasan besar di bawah Batugamping Pamalar. Formasi ini ditemukan berada di atas batuan Tersier Bawah dan Pra-Tersier. Ketebalan formasi ini bervariasi dari tempat ke tempat. Pada bagian timurlaut pada Gunung Tanadaro, tersingkap formasi yang lengkap dan berketebalan sekitar 200 m. Pada bagian timur gunung ini, ketebalannya kemungkinan tidak lebih dari 30 m. Ketebalan maksimum dari anggota serpih dasar sekitar 10 m.

II.1.6 Formasi Sumba

Singkatan yang dapat dilihat dari Formasi Sumba (terminologi lain untuk Formasi Kanganggar dan Waikabubak) terdiri dari paparan karbonat dengan perkembangan batugamping koral yang berlimpah di Sumba Barat dan mayoritas kompleks kipas laut dalam-batukapur pelagik di Sumba Timur (von der Borch, 1983). Kompleks kipas yang meluas di bawah Laut Sawu bagian selatan di utara Sumba didominasi oleh *slump* berskala besar, olisostrom, dan lapisan turbidit yang tebal dan tipis. Pasir dan kerikil turbidit adalah vulkaniklastik, mengandung komponen yang berasal dari tipikal kompleks busur dalam (vulkanik). Batuan paparan karbonat dan secara relatif batukapur laut dangkal dari Formasi Waikabubak termasuk yang teridentifikasi berasal dari *reefal* atau *lagoonal*, mendominasi bagian barat pulau, dan menjadi berbeda secara lateral pada bagian timur.

Menurut Burollet dan Salle (1981), sekuen karbonat ini memiliki ketebalan rata-rata 500-600 m. Sekuen ini menduduki secara tidak selaras formasi yang lebih tua dan memiliki kemiringan yang landai, di Kananggar Timur terobservasi lipatan,

sulit untuk menentukan penyebab dan mekanismenya dengan lipatan kompresional kemungkinan merupakan *uncompetent gravity sliding, slumping* yang terjadi setelah pengendapan atau longsoran Resen berskala besar. Ketebalan menipis menuju singkapan Pra-Tersier.

Formasi Kananggar terdiri dari batukapur putih, batukapur lempungan berwarna abu terang atau krem secara gradual menjadi napal, dan pengendapan sedimen air bersumber vulkanik (gunung api) berinterval tuf halus-aglomerat batuapung. Formasi Kananggar membentuk permukaan keseluruhan Sumba Tengah dan Timur. Di sepanjang pantai utara, timur, dan barat ditutupi oleh teras Kuartar tetapi juga tersingkap pada lembah sungai. Pada Sumba Barat, ditemukan di berbagai tempat khususnya dekat dengan pantai. Sepanjang timur dan utara pantai-pantai Sumba timur, bagian ini sebagian besar berkomposisi batukapur dengan interkalasi tuf tipis. Menuju Gunung Massu, jumlah material tufan meningkat dan pada Formasi Kambaoni mayoritas mengandung aglomerat batuapung (Seri Kambaoni oleh Caudri, 1934 dalam van Bemmelen, 1949). Batukapur kebanyakan halus, berketebalan sedang hingga tebal, dan banyak terkekarkan. Foraminifera yang lebih kecil sangat melimpah pada batukapur tetapi foraminifera besar dan fosil makro jarang ditemukan. Lapisan ini kemungkinan terbentuk pada laut dangkal jernih jauh dari badan daratan pulau. Bagian ini tidak mengandung serpih atau sedimen klastik lainnya kecuali material bersumber vulkanik. Lapisan di semua tempat menunjukkan perlipatan tetapi kemiringan lebih dari 10° sangat jarang kecuali pada zona sesar atau dekat dengan Pra-Tersier. Formasi ini berumur Miosen Tengah-Akhir. Formasi Kananggar menduduki Batugamping Pamalar dengan ketidakselarasan bersudut kecil tetapi pada beberapa tempat terdapat transisi secara gradual antara kedua formasi. Pada beberapa tempat, saat Formasi Pamalar tidak ditemukan, Formasi Kananggar menutupi Tersier Bawah dan Pra-Tersier. Formasi Kananggar diendapkan pada permukaan dengan relief berbeda. Lapisan Neogen ini memiliki ketebalan tertinggi 975 m pada Sumba Tengah. Kemiringan umum regional pada daerah ini mengarah menuju utara.

II.1.7 Formasi Kaliangga

Menurut van Bemmelen (1949), Endapan Teras Kuarter berupa batugamping koral merupakan batuan yang paling luas penyebarannya dan terdapat dimana-mana sebagai batu pada permukaan atau alas pada daerah teras tersebut. Umumnya endapan teras tersebut menipis ketebalannya menuju pulau bagian dalam. Jarang endapan ini berketebalan > 10 m kecuali yang berada dekat dengan bagian lebih bawah dari sungai yang lebih besar dengan ketebalan kadang mencapai 35 m. Kemiringan $> 5^\circ$ pada semua lapisan Kuarter, kemiringan ini selalu menuju ke pantai, dan merupakan akibat dari proses pengendapan.

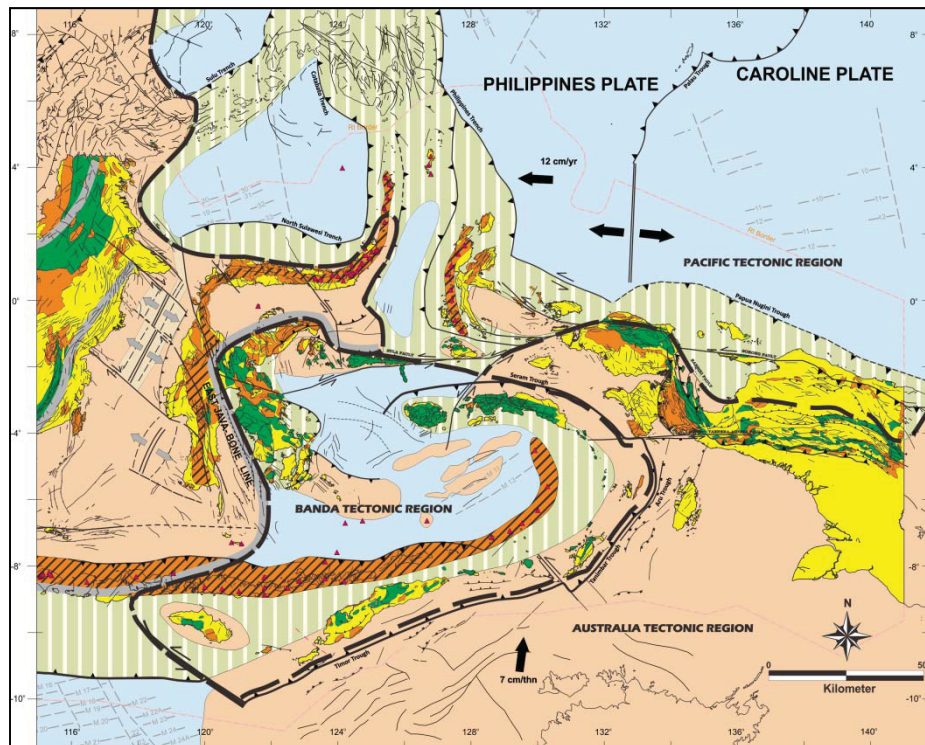
Seri karbonat Miosen diduduki atau dikelilingi oleh teras-teras Kuarter. Konglomerat, napal, dan batugamping terumbu merupakan komponen utama. Terdapat enam undakan dengan tiga ketinggian utama, teras paling atas berada di atas > 500 m dari muka air laut Resen. Pasir halus bersilang-siur dan konglomerat membentuk aluvium dan teras sepanjang lembah sungai utama seperti Sungai Kambaniru (Burolet dan Salle, 1981).

II.2 Tektonik Regional

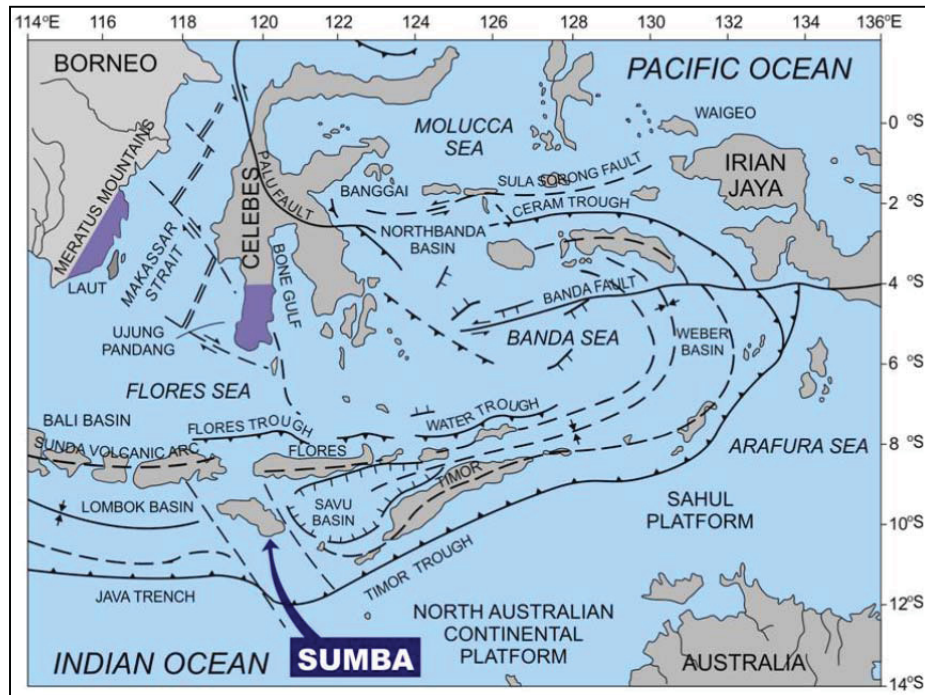
Pulau Sumba, terletak di busur volcanic Sunda-Banda, berada di antara Cekungan Lombok dan Savu. Pulau ini juga dibatasi oleh sesar utama yang mungkin dapat memindahkan pulau ini pada umur Paleogen sampai pada posisinya saat ini. Tidak seperti pulau busur luar lainnya seperti Pulau Savu, Roti, dan Timor, Sumba tidak menunjukkan efek kompresi kuat (**Gambar II.2.1** dan **Gambar II.2.2**).

Asal mula terbentuknya pulau masih menjadi perdebatan. Hartono dan Tjokorosapoetro (1984) percaya bahwa Sumba menempati posisi dekat dengan Plato Scott, baratdaya Australia. Falvey dan Mutter (1981) menyarankan suatu peristiwa *rifting* di sekitar pantai barat Australia yang dimulai 160 Jtl, membuka Cekungan Wharton dan melepaskan suatu blok fragmen dari zona rekahan ini. Audley-Charles (1975) menyatakan Sumba terpisah dan berotasi searah jarum

jam. Kutub Sumba bergerak perlahan mendekati kutub Jura Australia, setelah Sumba kembali ke posisi awalnya dengan rotasi berlawanan jarum jam. Simandjuntak (1993) mengatakan bahwa mikro-kontinen Sumba terpisah dari SE Sundaland. Geologi Kapur-Paleogen Platform Sumba berkorelasi dengan tangan selatan Sulawesi dan SE Kalimantan. Abdullah (1994) menyimpulkan bahwa Sumba merupakan bagian dari busur vulkanik Paleogen yang terletak dekat Sulawesi bagian barat, dari Kapur Akhir sampai Paleogen, berdasarkan kesamaan fasies sedimen dan magmatismenya dengan Sulawesi. Chamalaun dan Sunata (1982) menyatakan Sumba sebagai mikro-kontinen terisolasi atau kontinen Tetthys yang kemudian terpecah.



Gambar II.2.1 Regional tektonik Indonesia (BP MIGAS – LAPI-ITB, 2008).

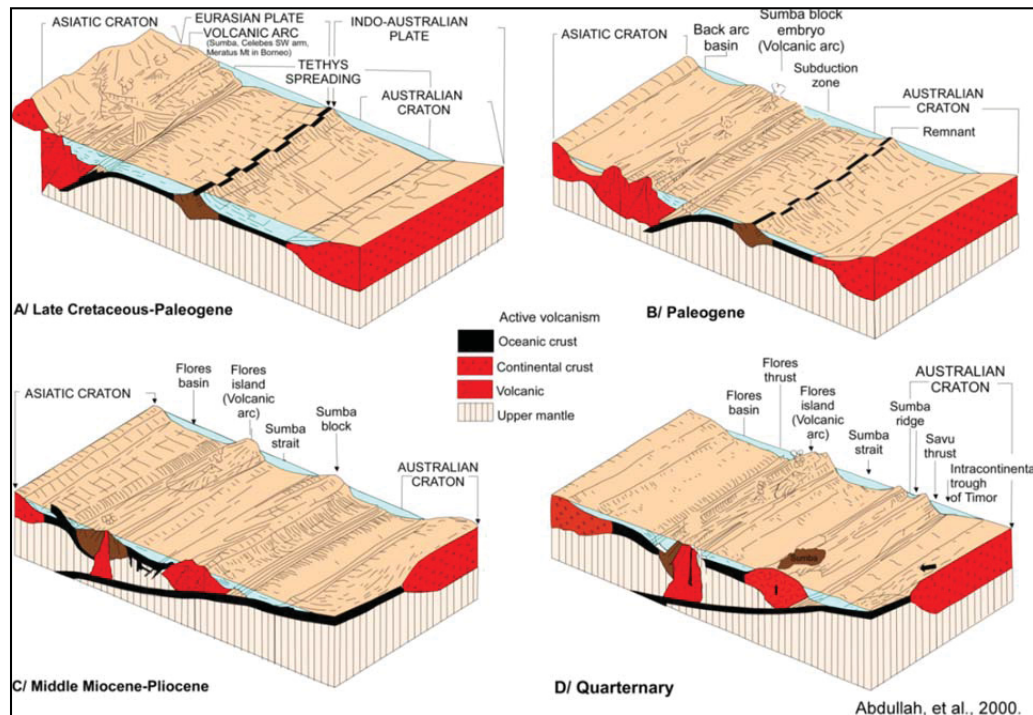


Gambar II.2.2 Sumba dalam tatanan tektonik Indonesia Timur (Hamilton (1979), Burollet dan Salle (1981), Abdullah dkk. (2000)).

Abdullah dkk. (2000) membagi tectonik Sumba menjadi empat fasa (**Gambar II.2.3**):

- Kapur Akhir – Paleogen direpresentasikan oleh turbit marin Formasi Lasipu. Dibarengi dengan dua episode magmatic kalk-alkali, Santonian – Campanian (86 – 77 Jtl) dan Maastrichtian – Thanetian (71 – 56 Jtl).
- Paleogen ditandai oleh endapan volkaniklastik dan sedimentasi neritik dibarengi oleh episode magmatic ketiga pada Lutetian – Rupelian (42 – 31 Jtl).
- Neogen dicirikan oleh peristiwa transgresi, sedimentasi cepat di lingkungan laut dalam (Fortuin dkk., 1992, Fortuin dkk., 1994, Fortuin dkk., 1997). Sedimentasi syn-tektonik turbiditik yang mengandung material volkanik terubah juga teramati di Cekungan Lombok dan Savu. Selama even-even ini, sebagian atau lebih dari Sumba terangkat, dari cekungan busur depan di dalam system subduksi Sunda.

- Kuartar ditandai oleh pengangkatan teras, dimulai sekitar 1 Jtl.



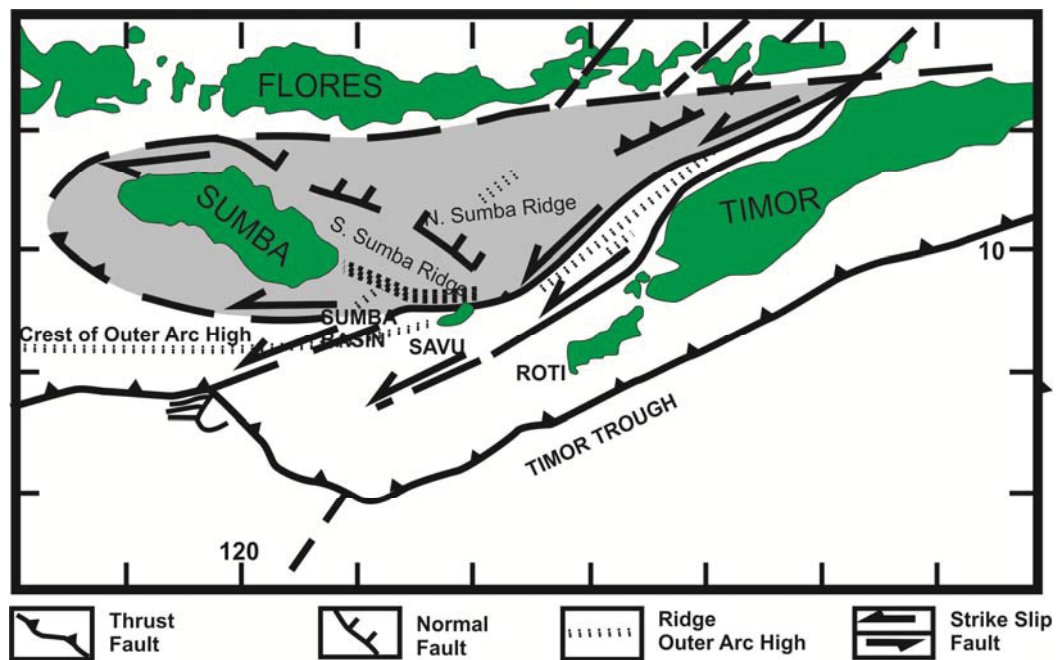
Gambar II.2.3 Empat fasa evolusi tektonik Sumba: (A) Kapur Akhir – Paleogen, (B) Paleogen, (C) Miosen Tengah – Pliosen, (D) Kuartar (Abdullah dkk., 2000).

Rutherford dkk. (2001) mengkategorikan Sumba dan sekitarnya sebagai Blok Sumba (**Gambar II.2.4**). Blok Sumba dibagi menjadi dua bagian, blok barat dan timur. Blok timur terdiri dari dua pertiga Blok Sumba, termasuk Cekungan Savu. Blok barat terdiri dari satu pertiga bagian, termasuk Pulau Sumba, Savu dan South Sumba Ridge, termasuk daerah laut dangkal di sekitarnya.

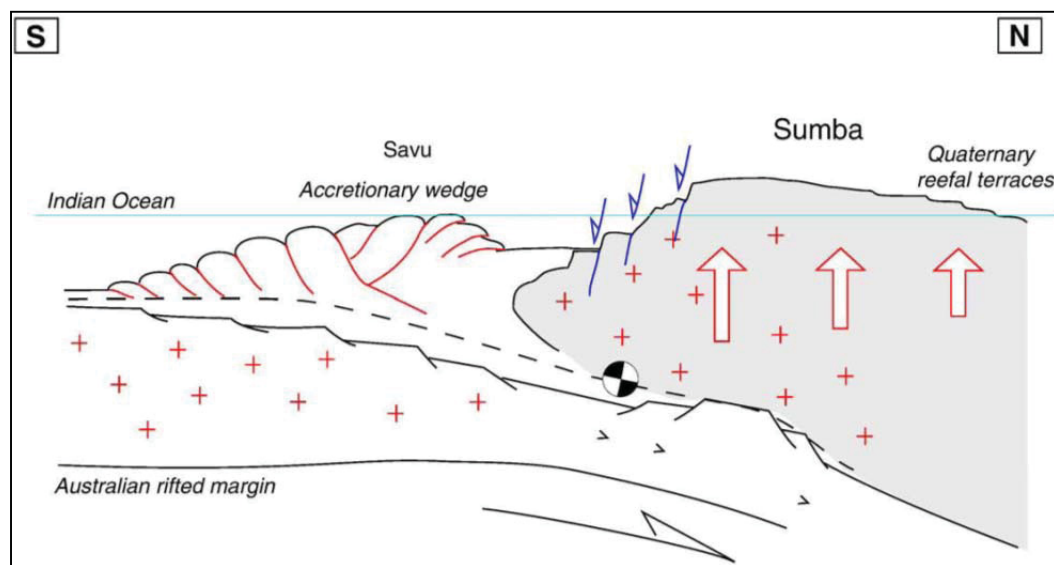
Blok ini dibatasi oleh sesar geser mengangan, meliputi batas selatan busur vulkanik. Batas selatan-tenggara adalah system sesar geser sepanjang 500km, yang arahnya berganti pada saat sesar berubah menjadi zona sesar naik di barat Sumba. Sesar naik NE-SW ini berperan sebagai batas barat Blok Sumba. Sesar ini aktif selama pergerakan Blok Sumba ke barat, dan saat ini di lewati oleh sesar berarah E-W yang terbentuk sejak ~7 Jtl saat Blok Sumba mulai berperan sebagai bagian dari busur depan. Zona pemendekan busur depan terbentuk karena blok barat berhenti bergerak pada arah WSW pada ~7 Jtl. Hal ini juga menyebabkan

naiknya elevasi Savu. Savu saat ini terletak pada zona sesar geser batas SSE Blok Sumba. Semakin ke timur, zona sesar geser semakin rumit dikarenakan perkembangan Sesar Anjak Savu (Silver dkk., 1983, Reed dkk., 1986).

Fleury dkk. (2009) menyatakan kerak kontinen Australia, yang masuk ke dalam zona subduksi mempengaruhi ekspresi struktur Pulau Sumba. Pengangkatan lokal Sumba mengindikasikan suatu ciri utama (blok yang tergeser/*tilted*) di bawah lempeng telah masuk dalam zona subduksi (**Gambar II.2.5**).



Gambar II.2.4 Peta struktur daerah Sumba (Rutherford dkk., 2001).



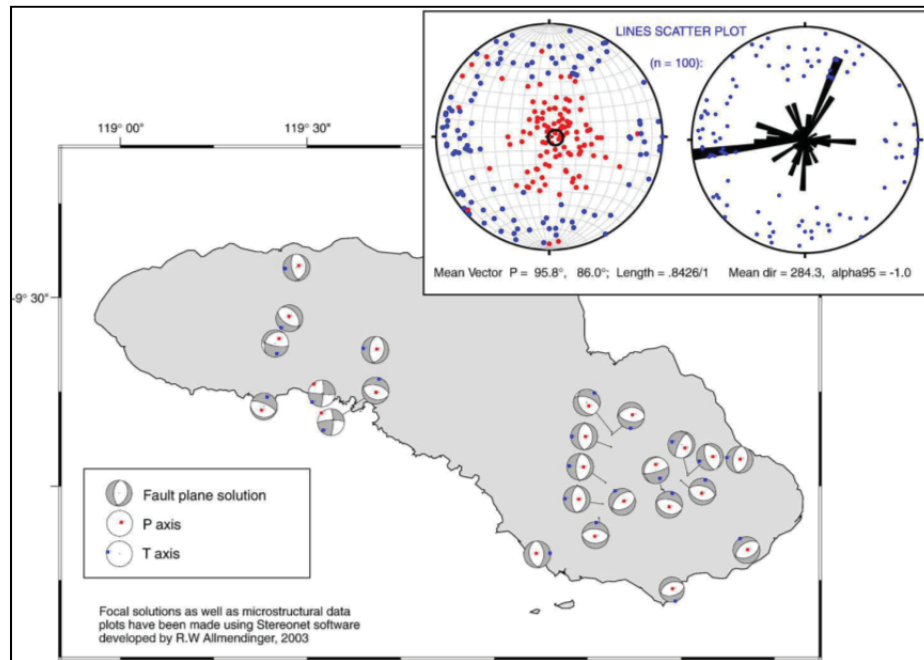
Gambar II.2.5 Sesar normal di selatan Sumba dan teras terumbu di utara mengindikasikan pengangkatan asimetri di Pulau Sumba. Hal ini dipercaya sebagai topografi anomaly positif di Sumba dan membantu menjelaskan mekanisme pengangkatan (Fleury dkk., 2009).

Hal ini juga didukung oleh pengukuran mikro-struktur pada batuan Miosen yang mengindikasikan rezim tektonik ekstensional (**Gambar II.2.6**). Selama Miosen, Sumba berada pada domain busur depan, ekstensi menghasilkan *intra-formational fault scarps*, sedangkan selama Pleistosen, sikuen-sikuen teras muncul bertahap selama proses pengangkatan, diperlihatkan oleh topografi Pulau Sumba (**Gambar II.2.7**).

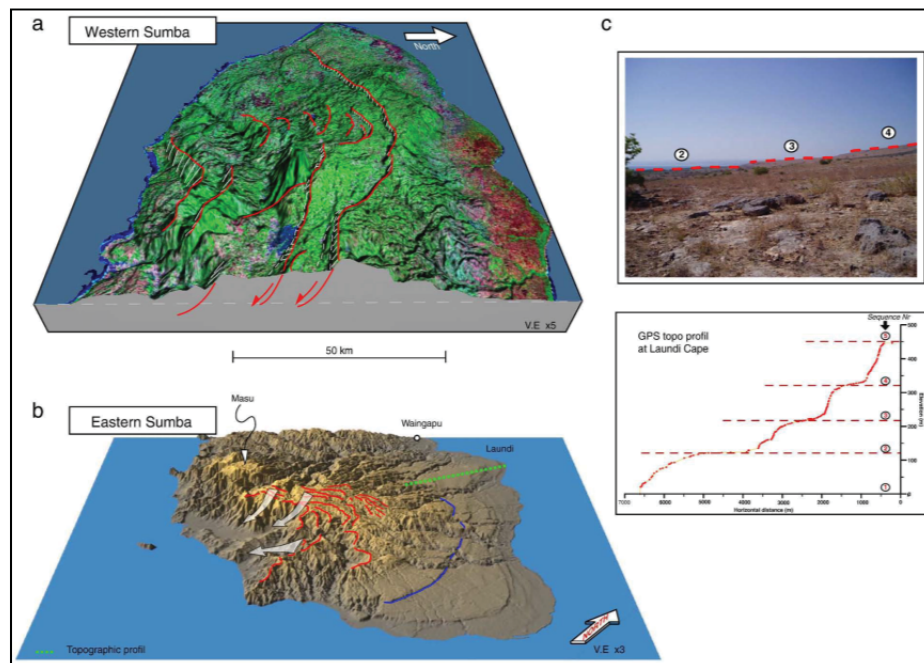
Topografi Pulau Sumba, yang disebabkan oleh struktur terdiri dari suatu seri blok dengan kemiringan ke SW, dibatasi oleh *fault scarps* (**Gambar II.2.5**). Suatu kubah besar berasosiasi dengan jatuhan gravitasional menyebabkan bekas longsoran hampiran di setiap tempat. Pada skala yang lebih besar, terdapat juga jejak sesar normal yang menggambarkan orde kedua fasa ekstensi, disebabkan oleh pengangkatan pulau sejak sebelum Miosen Akhir dan masih berlangsung (Fortuin dkk., 1994).

Kerangka struktur hari ini, dengan peristiwa pengangkatan yang terlihat jelas di cekungan busur depan, dikontrol oleh struktur Kapur Akhir – Miosen, yang

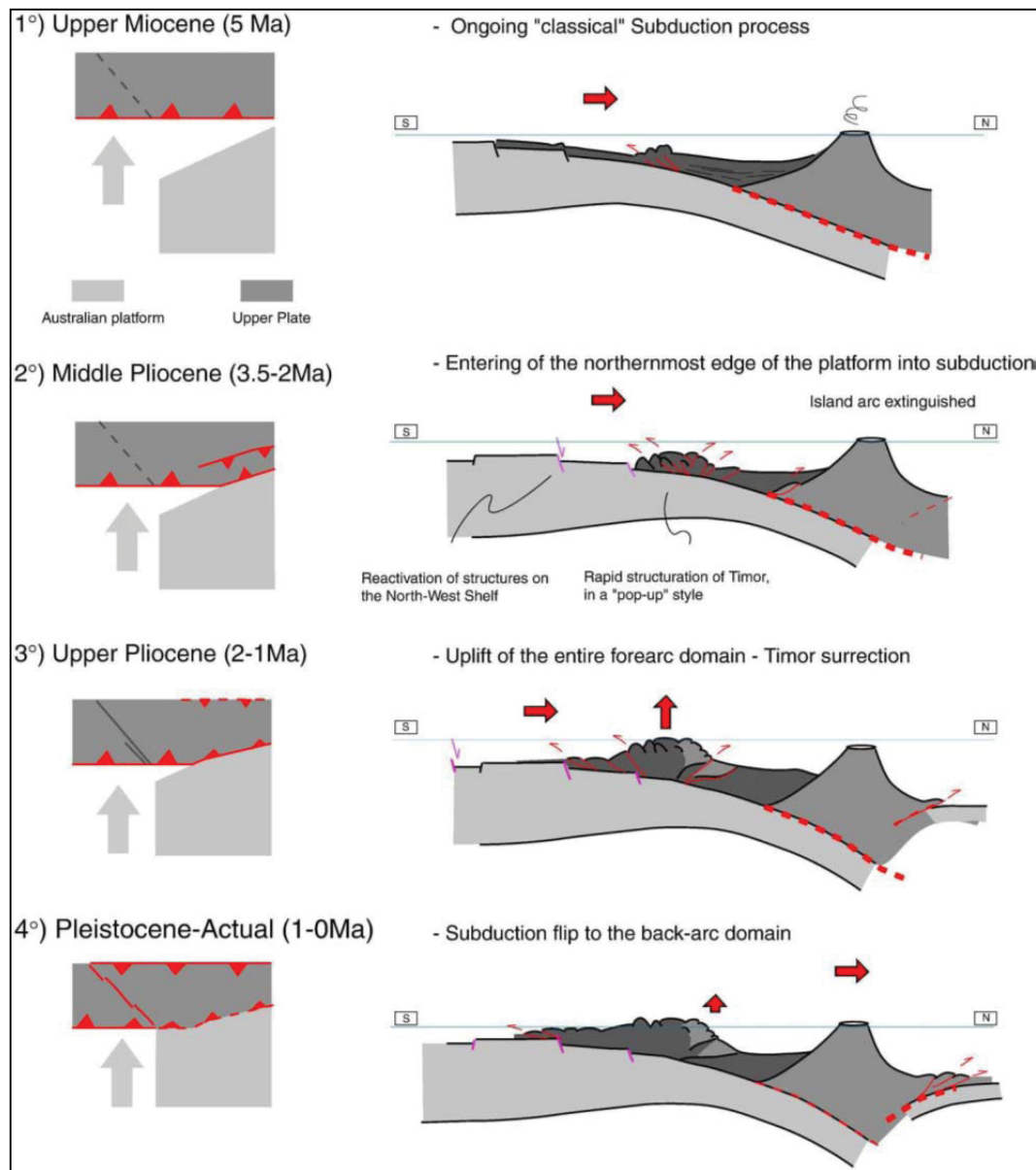
teraktivasi sebagai respon dari subduksi kerak kontinen Australia saat ini dekat dengan batas kontinen-oseanik, diperjelas dengan pecahnya lempeng di suatu kedalaman (**Gambar II.2.8**).



Gambar II.2.6 Pengukuran mikro-struktur singkapan Miosen, umumnya mengindikasikan rezim tektonik ekstensional (Fleury dkk., 2009).



Gambar II.2.7 Rezim tektonik ekstensional ditunjukkan oleh topografi (a) Sumba Barat dan (b) Sumba Timur. Pengangkatan pulau dibuktikan oleh kehadiran lapisan teras koral Foramsi Kananggar (Fleury dkk., 2009).



Gambar II.2.8 Evolusi geodinamik subduksi Sunda bagian timur sejak 5 – 10 Jtl. Pengaruh paparan Australia pada zona subduksi sejak Miosen Akhir telah merubah drastic pola subduksi, dengan (1) reaktivasi sesar normal di bawah kerak, (2) pengangkatan busur depan dengan kemunculan kepulauan Sumba/Timor, dan (3) pembalikan subduksi. Subduksi aktif saat ini terletak di utara Pulau Flores, pada domain busur belakang (Fleury dkk., 2009).