

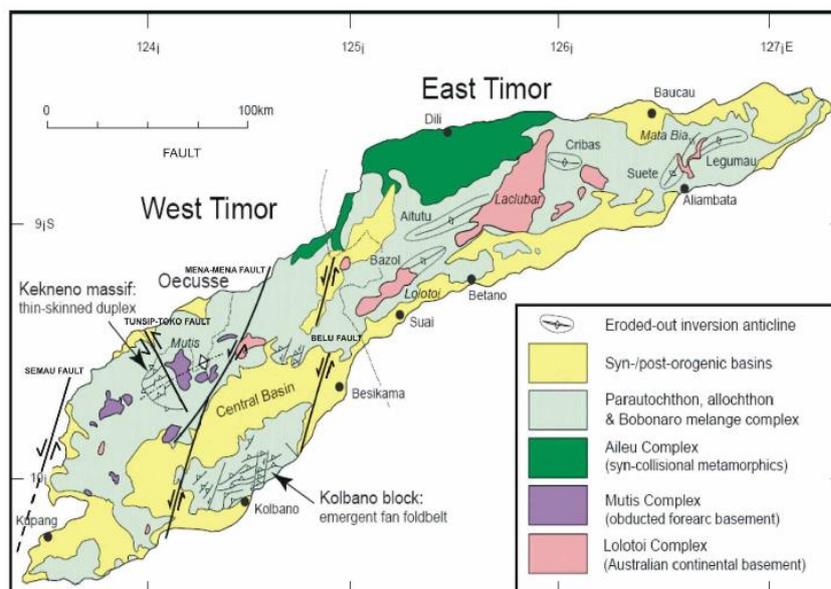
BAB III

TINJAUAN GEOLOGI

3.1 Geologi Regional

Secara regional, struktur geologi yang terdapat di Timor sangat kompleks. Struktur utama yang ditemukan antara lain adalah lipatan, sesar naik, dan sesar mendatar mengiri. Struktur geologi yang berkembang secara umum dibentuk oleh tegasan-tegasan utama yang berarah Barat Laut-Tenggara (NW-SE).

Struktur lipatan hadir sebagai Antiklin Aitutu yang berarah Barat Daya – Timur Laut dan antiklin Cribas yang berarah Barat-Timur (W-E). Tiga sesar utama di Pulau Timor adalah sesar Semau, sesar Mena-mena, dan sesar Belu. Ketiganya merupakan sesar mendatar mengiri dengan arah bidang sesar yang relatif sama yaitu berarah Timur Laut-Barat Daya (NE-SW). Selain itu juga terdapat terdapat sesar Tunsip-Toko yang juga merupakan merupakan sesar mendatar mengiri namun dengan arah bidang sesar yang berbeda yaitu berarah Barat Laut-Tenggara (NW-SE).



Gambar 3.1 Peta Struktur Geologi Pulau Timor [16]

Pada **Gambar 3.1** Sesar naik banyak dijumpai pada blok Kolbano yang secara struktur merupakan jalur anjakan-lipatan. Lipatan yang terbentuk memiliki sumbu relatif Timur-Barat (E-W) dan terbentuk pada Plio-Pleistosen. Arah sesar naik umumnya berarah relatif Timur-Barat (E-W) dan berasosiasi dengan terbentuknya lipatan di Kolbano. Sesar mendatar mengiri berkembang intensif di selatan blok Kolbano dengan arah umum Utara Timur Laut-Selatan Barat Daya (NNE-SSW).

3.2 Fisiografi Regional

Pulau Timor dapat dibagi menjadi dua kawasan yaitu Timor Barat dan Timor Timur (Timor Leste). Timor Barat secara umum disusun oleh barisan perbukitan bergelombang, dataran tinggi, dan dataran rendah yang tersebar di beberapa tempat. Menurut [16], kawasan Timor Barat dapat dibagi menjadi tiga zona fisiografi yaitu:

1. Barisan Perbukitan Utara (*Northern Range*)

Zona ini dicirikan oleh barisan perbukitan dengan topografi yang rapat dan keras. Adapun litologi penyusun dari zona ini adalah batuan dari kompleks melange serta batuan dari tepi kontinen Australia yang berumur Paleozoikum-Mesozoikum.

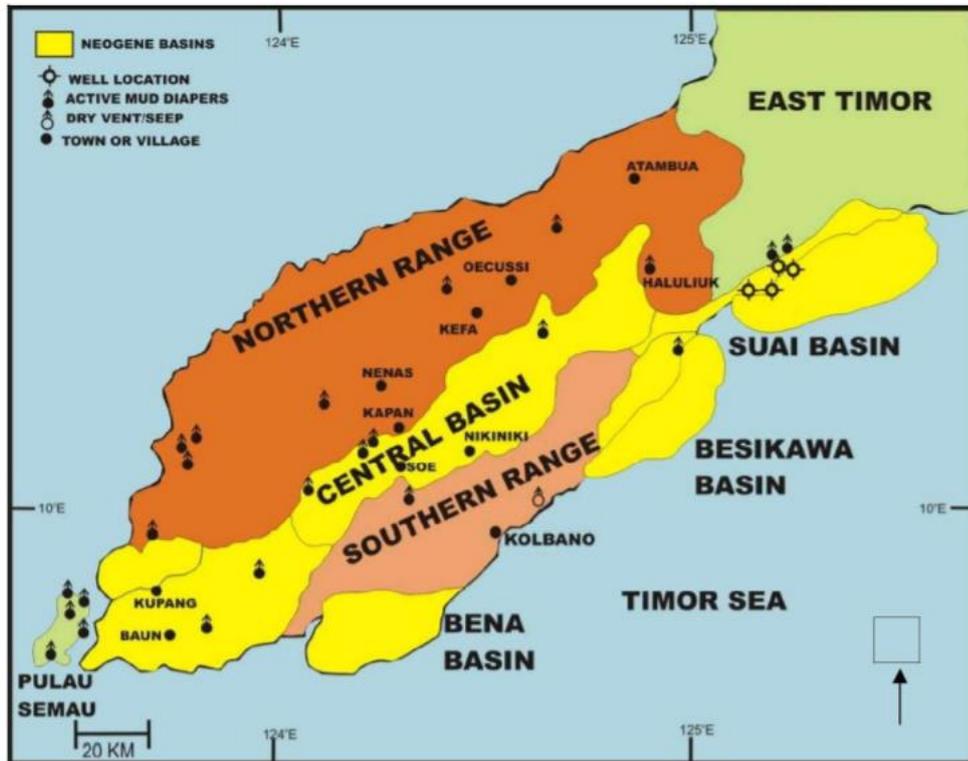
2. Cekungan Tengah (*Central Basin*)

Zona ini dicirikan oleh dataran rendah dan oleh dataran rendah dengan kemiringan landai yang disusun oleh endapan synorogenik klastik dan karbonat berumur Neogen Akhir.

3. Barisan Perbukitan Selatan (*Southern Range*)

Zona ini dicirikan oleh barisan perbukitan yang merupakan rangkaian lembar sesar naik (*thrust sheet*). Zona ini sendiri disusun oleh batuan berumur Trias-Miosen yang termasuk dalam Sekuen Kekneno dan Sekuen Kolbano. Zona ini juga terkadang disebut sebagai Perbukitan Kolbano.

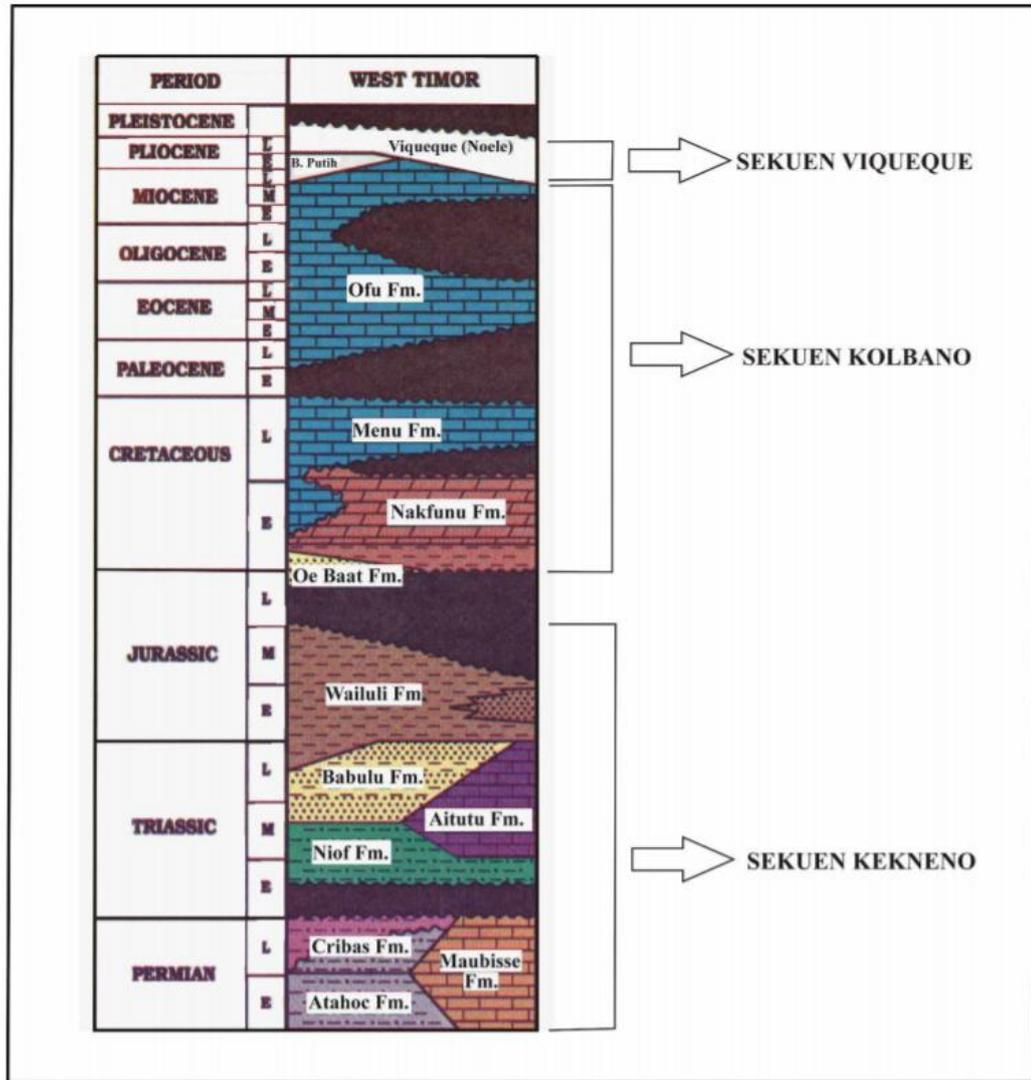
Berdasarkan pembagian zona tersebut, zona barisan perbukitan selatan merupakan daerah perbukitan yang sangat dikontrol oleh struktur sesar naik. Dimensi rata-rata dari zona ini sekitar 80 km x 30 km. Zona ini dibatasi oleh Laut Timor pada bagian selatan, sedangkan pada bagian utara dibatasi oleh Cekungan Tengah.



Gambar 3.2 Peta Zona Fisiografi Timor Barat [16]

3.2.1 Litostratigrafi

Secara umum litostratigrafi di Timor dapat dibagi menjadi tiga sekuen yaitu sekuen Kekeno, sekuen Kolbano, dan sekuen Viqueque. Umur dari ketiga sekuen ini berkisar dari Perm hingga Pleistosen. Litostratigrafi Timor (**Gambar 2.2**) secara umum disusun oleh [17]:



Gambar 3.3 Kolom Litostratigrafi Regional Timor [17]

A. Batuan Dasar (*Basement*)

Keberadaan batuan dasar di Timor cukup sulit untuk diidentifikasi. Batuan dasar berupa sekis, amfibolit, dan serpentinit pada kompleks Mutis/Lolotoi menunjukkan dua kisaran umur yang berbeda yaitu Pra Perm atau berumur Jura Akhir-Kapur Awal. Kemungkinan besar batuan dasar berumur Pra-Perm karena memiliki komposisi mineralogi yang sama dengan kompleks Mutis/Lotoloi

B. Sekuen Kekneno

Umur dari sekuen ini berkisar dari Perm Awal hingga Jura Tengah dengan adanya hiatus pada Jura Akhir. Sekuen ini terdiri dari beberapa formasi yaitu:

1. Formasi Bisane (Pb)

Bagian bawah terdiri dari lapisan seragam serpih kelabu kehitaman yang diselingi oleh batulanau berwarna keunguan, batupasir berwarna kemerahan yang umumnya gampingan dan batusabak. Di bagian atas, lapisan batupasir menebal, sedangkan serpih makin sedikit.

2. Formasi Maubisse (TrPml-TrPmv)

Formasi ini berumur Perm Awal-Perm Akhir dengan litologi penyusunnya adalah biokalkarenit merah-ungu, *packstones*, dan *boundstones* yang kaya akan rombakan cangkang koral, *crinoids*, *byrozoids*, *brachiopods*, *cephalopods*, dan *fusilinids* serta batuan beku ekstrusif yang merupakan batuan tertua di Timor.

3. Formasi Atahoc (Pat)

Formasi ini berumur Perm Awal berdasarkan umur dari fosil *ammonoid*. Litologi dominan yang menyusun formasi ini adalah batupasir halus arkose dengan ciri terpilah sedang, mineralogi terdiri atas kuarsa monokristalin, feldspar, plagioklas, serta terdapat fragmen filit berasosiasi dengan batuan kompleks Mutis/Lolotoi.

4. Formasi Cribas (Pc)

Formasi ini diperkirakan berumur Perm Awal dan dapat dibagi menjadi beberapa fasies batuan yang kontinu secara lateral yaitu lapisan batupasir multiwarna, batulanau, batulempung hitam, dan batugamping bioklastik. Struktur sedimen seperti *ripple* dan *sole marks* menunjukkan bahwa arus turbidit berperan dalam proses pengendapan formasi ini.

5. Formasi Niof

Formasi ini berumur Trias Awal-Trias Tengah yang dicirikan oleh kontak lapisan yang tajam serta menunjukkan banyak struktur sedimen. Litologi yang menyusun formasi ini adalah batulempung berlapis tipis, batuserpih warna merah-hitam-coklat, batupasir *greywacke*, napal, dan batugamping masif. Proses pengendapan formasi ini melalui mekanisme arus turbidit. Lingkungan pengendapan dari formasi ini diperkirakan terdapat pada lingkungan Laut dangkal hingga Laut dalam.

6. Formasi Aitutu (Ra)

Formasi ini berumur Trias Awal-Trias Akhir. Litologi penyusun dari formasi ini adalah batugamping putih-merah muda dengan perselingan batulempung karbonatan berwarna abu-abu hitam. Tebal lapisan konsisten yaitu 45-60 cm dan

pada bidang perlapisan dapat ditemukan makrofauna seperti *Halobia*, *Daonella*, *Monotis*, *Ammonit*, dan fragmen fosil lainnya. Lingkungan pengendapan dari formasi ini adalah Laut terbuka yaitu sekitaran paparan luar.

7. Formasi Babulu

Formasi ini disusun oleh litologi perselingan batulempung-batulanau dan batupasir masif. Pada permukaan bidang perlapisan banyak ditemukan *brachiopod*, *ammonit*, fragmen tumbuhan, *sole marks*, dan fosil jejak. Lingkungan pengendapan dari formasi ini berada pada area tepi paparan.

8. Formasi Wailuli (Jw)

Litologi yang menyusun formasi ini adalah batulempung gelap dengan perselingan batugamping organik, kalsilitit, batulanau, dan batupasir. Umur dari formasi ini adalah Jura Awal-Jura Tengah. Lingkungan pengendapan dari formasi ini berkisar dari paparan dalam-paparan tengah.

C. Sekuen Kolbano

Kisaran umur litologi pada sekuen ini berkisar dari Jura Akhir-Pliosen Awal dimana terdapat empat periode hiatus pada Kapur Tengah, Paleosen Awal, Oligosen-Miosen Awal, dan Miosen Akhir-Pliosen Awal. Sekuen ini disusun oleh:

1. Formasi Oebat

Formasi ini berumur Jura Akhir dan dibagi menjadi dua anggota formasi yaitu:

- a. Batupasir masif dengan ciri jarang memiliki kedudukan perlapisan, tapi saat diamati terdiri atas perlapisan batulanau dan batupasir. Bagian bawah dari unit ini terdiri dari batulanau coklat-hitam dan batulempung bernodul limonit-lanau. Lingkungan pengendapan dari unit ini diperkirakan adalah laut dalam.
- b. Batupasir glaukonit berlapis dengan ciri ketebalan lapisan sekitar 40-50 cm. Fosil ammonit dan belemnite banyak ditemukan pada unit ini. Lingkungan pengendapan dari unit ini adalah paparan dangkal.

2. Formasi Naknufu (Kna)

Litologi yang menyusun formasi ini adalah radiolarite, batulempung, kalsilitit, batulanau, perlapisan batulanau, perlapisan batulempung, alkarenit, *wackestones*, dan *packstones*. Ciri khusus dari Formasi Nakfunu adalah tebal lapisan batuan yang konsisten sekitar 3-30 cm. Kehadiran fosil radiolaria sangat melimpah,

sedangkan fosil foraminifera jarang ditemukan. Umur formasi ini diperkirakan berumur Kapur Awal-Kapur Akhir. Lingkungan pengendapan dari formasi ini adalah Laut dalam.

3. Formasi Menu

Formasi ini berumur Kapur dan memiliki litologi yang mirip dengan Formasi Ofu yang berumur Tersier. Formasi ini tersusun atas batugamping dimana terdapat lapisan tipis atau nodul rijang merah, serta menunjukkan adanya belahan yang intensif. Kemiripan litologi yang dimiliki oleh Formasi Menu dan Formasi Ofu mengindikasikan adanya kontak stratigrafi. Formasi ini diendapkan dengan mekanisme turbidit pada lingkungan Laut dalam.

4. Formasi Ofu (Tko)

Formasi ini diendapkan setelah terjadinya hiatus pada Paleosen Awal sampai Miosen Akhir. Litologi penyusun dari formasi ini adalah batugamping masif berwarna putih-merah muda dengan kenampakan rekahan konkoidal-sub konkoidal. Pada singkapan umumnya banyak dijumpai laminasi tipis, urat kalsit, stilolit, kekar, dan rekahan. Formasi ini diendapkan pada lingkungan Laut dalam dengan mekanisme turbidit.

D. Sekuen Viqueque

Sekuen ini terdiri dari endapan sedimen synorogenik Plio-Pleistosen tipe *molasses* yang mencakup Formasi Viqueque dan beberapa unit melange. Berikut adalah formasi penyusun dari sekuen ini:

1. Formasi Viqueque (Qtv)

Secara umum formasi ini disusun oleh batuan dengan pola suksesi mengkasar ke atas dari kalsilitit menjadi batupasir hingga ditutupi aluvial dan batugamping terumbu Kuartar. Kisaran umur formasi ini adalah Miosen Akhir- Pleistosen. Formasi ini dapat dibagi menjadi dua anggota formasi yaitu:

a. Anggota Batu Putih (Tpmb), tersusun atas kalsilitit putih masif serta napal abu-abu dengan rombakan tumbuhan. Fosil *Globigerina* sangat melimpah pada unit batugamping ini. Unit ini diendapkan pada lingkungan Laut dalam yang dicirikan oleh arus tenang.

b. Anggota Noele (Qtn), terdiri dari napal, napal tufaan, kalsilutit tufaan, biokalkarenit, batugamping pasiran, batulanau, dan batupasir.

2. Melange

Secara umum terdapat dua jenis unit melange yang dapat diidentifikasi di Timor yaitu:

a. Batulempung Bersisik Bobonaro (Tmb), merupakan endapan melange *sedimentary* (olisostrom) dan diaper yang terbentuk akibat kontak Formasi Viqueque dengan batulempung abu-abu dan blok ukuran kerikil-bongkah di Diapir Oeleu, Pulau Semau, Oekusi, dan Halilukiuk.

b. Melange Sonnebait, merupakan endapan melange akibat proses tektonik. Unit ini dicirikan oleh batulempung yang mengalami rekristalisasi dan banyak blok batuan yang menunjukkan gerusan.

E. Batuan Kuarter

Terdapat batugamping koral (Q1) yang berwarna putih dan bersifat lepas dan masih terlihat koral pada permukaannya. Terdapat konglomerat dan gravel (Qac) yang merupakan sedimen lepas berukuran konglomerat dan hasil sedimentasi batuan yang sudah ada sebelumnya. Terdapat batuan aluvium (Qa) yang merupakan sedimen lepas berukuran lempung sampai bongkah berumur Halosen.

3.3 Tektonostratigrafi

Proses tektonik yang terdapat di Timor sangatlah kompleks dan sangat mempengaruhi posisi stratigrafi batuan penyusunnya. Pulau Timor dibagi menjadi beberapa satuan tektonostratigrafi yaitu [1]:

A. *Paraautochtone*

Paraautochtone bertindak sebagai batuan dasar dari Timor yang terdiri dari unit paparan Benua Australia yang dicirikan oleh klastik Bisane yang berumur Perm, batugamping dan klastik Aitutu berumur Trias, klastik Wailuli berumur jura, serta kalsilutit dan rijang Nakfunu yang berumur kapur.

B. *Allochtone*

Allochtone terdiri atas beberapa satuan yaitu:

1. Satuan Atapupu yang terdiri atas peridotit dan milonit.

2. Satuan Oeccusi yang terdiri atas basalt berstruktur bantal.
3. Satuan Aileu-Maubisse yang terdiri atas batugamping dan batuan vulkanik berumur perm serta batuan metamorf Aileu.
4. Satuan Mutis yang terdiri atas batuan metamorf dan peridotit, batuan vulkanik berumur Eosen, serta rijang Palelo dan klastik batugamping berumur jura atas-paleosen. Satuan Mutis berada dibawah tiga satuan tidak selaras yaitu klastik Noil Toko dan batugamping Cablac (Oligosen-Miosen), batulempung bersisik Bobonaro (Miosen Tengah-Pliosen), dan batugamping Batuputih (Pliosen).
5. Satuan Kolbano yang terdiri atas radiolarite Ofu dan kalsilutit Batuputih berumur kapur akhir-pliosen.

C. *Autochtone*

Autochtone terdiri dari sedimen klastik Noele berumur plio-pleistosen yang ditindih secara tidak selaras oleh endapan aluvial dan batugamping terumbu korall yang berumur kuartar.

3.4 Tektonik Regional

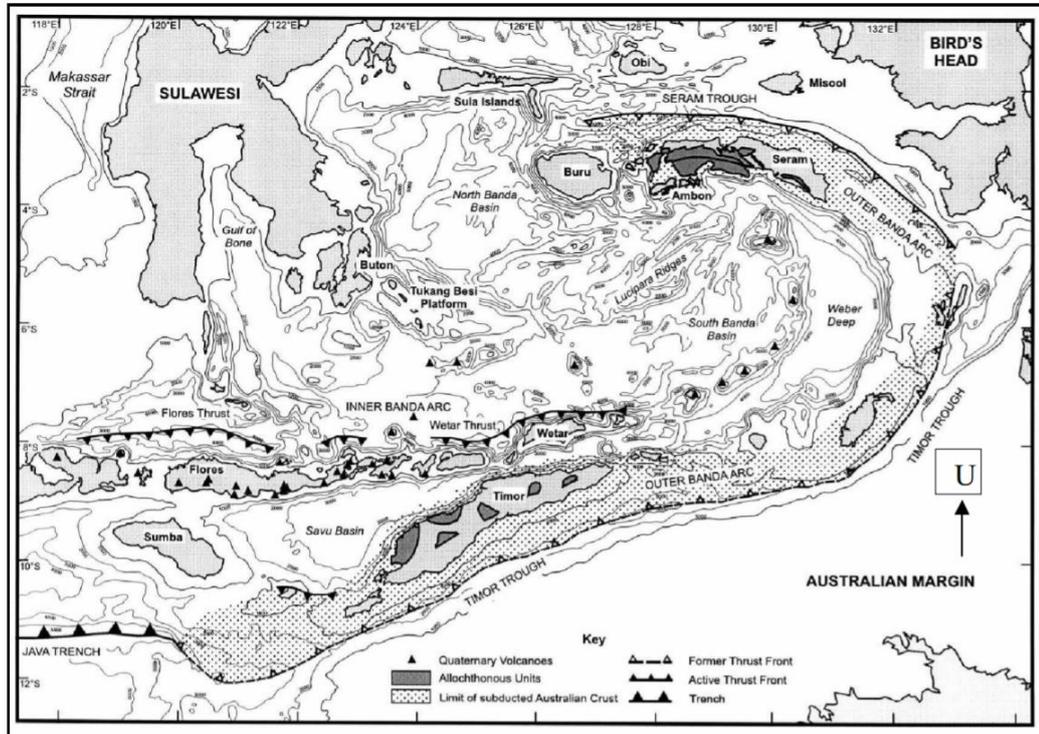
Timor merupakan pulau terbesar dan paling selatan diantara pulau-pulau lain seperti Tanimbar, Kai, dan Seram yang membentuk Busur Banda. Busur Banda sendiri dipisahkan dari paparan benua Australia oleh Terusan Timor dengan kedalaman 3 km [1].

Kemunculan Timor erat kaitannya dengan Busur Banda yang merupakan busur kepulauan ganda berbentuk tapal kuda yang merupakan pertemuan antara 3 lempeng utama yaitu Lempeng Indo-Australia, Lempeng Pasifik, dan Lempeng Eurasia [6]. Busur Banda sering juga disebut *Banda Suture* karena merupakan zona pertemuan dari tiga lempeng yang berbeda [5].

Secara umum Busur Banda (**Gambar 3.4**) dapat dibagi menjadi dua bagian yaitu:

- a. Busur Banda bagian dalam, merupakan busur vulkanik yang terdiri atas batuan vulkanik dominan kalk-alkali, serta endapan volkaniklastik dan karbonat.

b. Busur Banda bagian luar, terdiri atas campuran batuan beku, sedimen, dan metamorf dengan struktur geologi yang kompleks. Timor sendiri termasuk dalam Busur Banda bagian luar.

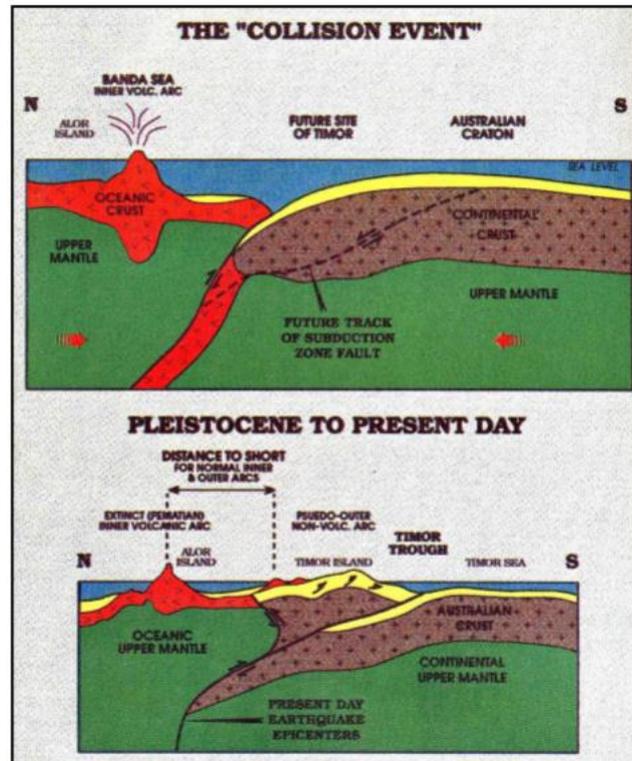


Gambar 3.4 Peta Tektonik Busur Banda [5]

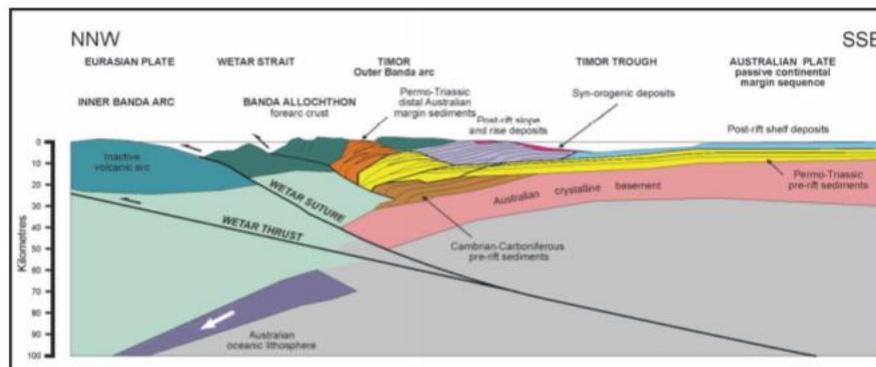
Geologi Timor yang kompleks adalah akibat dari tumbukan Lempeng Australia bagian Barat Laut dengan Busur Kepulauan Banda sehingga kerak Benua Australia menunjam di bawah busur kepulauan dengan arah kecondongan ke Utara (**Gambar 3.5**). Peristiwa tumbukan tersebut diperkirakan terjadi pada umur Miosen Akhir. Tumbukan awalnya terjadi di bagian tengah Timor dan kemudian berpindah ke arah Barat Daya dengan kecepatan sekitar 110 km/Ma [5].

Setelah proses tumbukan tersebut, terjadi subduksi dari lempeng Busur Banda ke atas batas pasif Lempeng Benua Australia. Ini menyebabkan endapan Banda *Allochthon* muncul di kerak muka busur sehingga menutupi endapan benua Australia yang berumur Perm-Trias (**Gambar 3.6**). Peristiwa tumbukan tersebut berlangsung hingga sekarang sehingga batuan yang berumur pra Pleistosen terlipat dan tersesarkan. Kegiatan tektonik yang berlangsung hingga sekarang

tercirikan oleh adanya kegempaan aktif, terobosan diapir lempung (*mud diapir*), serta pengangkatan dan penurunan tegak.



Gambar 3.5 Tektonik Tumbukan di Timor [8]

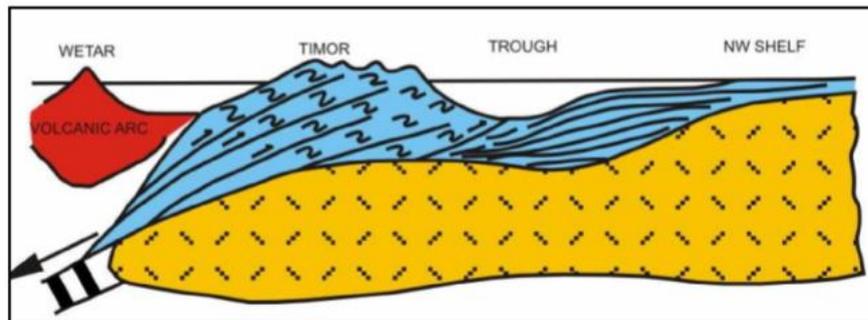


Gambar 3.6 Penampang Skematik Utara Barat Laut – Selatan Tenggara dari Busur Banda [5]

Teori pembentukan pulau Timor hingga sekarang masih menjadi kontroversi. Berikut ini adalah beberapa teori untuk menjelaskan model tektonik dari pembentukan pulau Timor yaitu:

a. Model Imbrikasi

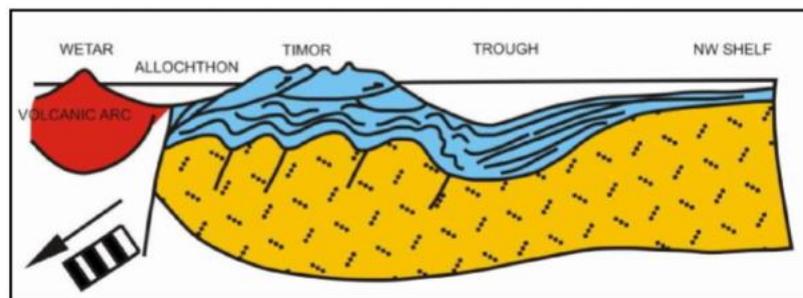
Model ini dikemukakan oleh [6] dimana Timor diinterpretasikan sebagai akumulasi dari material yang terimbrikasi pada *hanging wall* suatu zona subduksi, yang kini terwakili di permukaan oleh Terusan Timor (**Gambar 3.7**). Model ini menjelaskan bahwa Timor terbentuk *chaotic melange*, dimana penyesuaian isostasi menyebabkan terjadinya pengangkatan zona melange dan kemudian membentuk suatu prisma akresi yaitu Pulau Timor itu sendiri.



Gambar 3.7 Model Tektonik Imbrikasi [1]

b. Model *Overthrust*

Model ini dikemukakan oleh [1] dimana Timor terbentuk oleh batas kontinen Australia yang ditutupi oleh beberapa seri dari unit *overthrust* yang terdiri atas endapan dasar samudera, batuan metamorf, dan batuan sedimen (**Gambar 3.8**). Unit *overthrust* ini merupakan endapan *allochthon* teranjakkan diatas endapan *paraautochthon*. Endapan *allochthon* merupakan endapan *origin* Busur Banda, sedangkan *paraautochthon* merupakan endapan kontinen Australia.

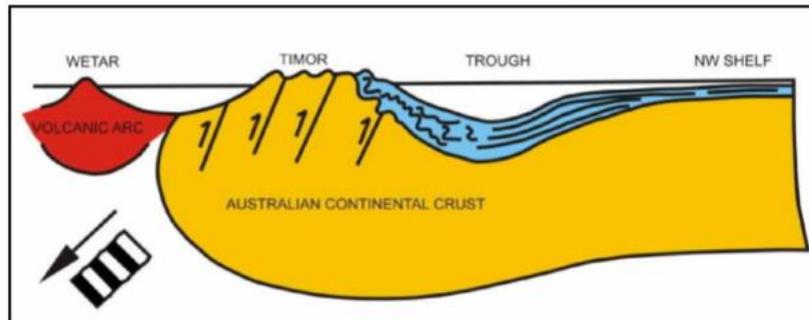


Gambar 3.8 Model Tektonik *Overthrust* [1]

c. Model *Upthrust*

Model ini menjelaskan bahwa atas kontinen Australia masuk ke dalam zona subduksi disekitar Selat Wetar dan kemudian proses subduksi terhenti. Lempeng

benua terpisah dari lempeng samudera sehingga menyebabkan terjadinya pengangkatan Timor sebagai akibat dari pelentingan isostatik (**Gambar 3.9**). Pada model ini, semua unit struktur yang terbentuk hanya berasal dari batas kontinen Australia dan tidak ada unit tektonik dari Asia yang terbentuk.



Gambar 3.9 Model Tektonik *Upthrust* [1]