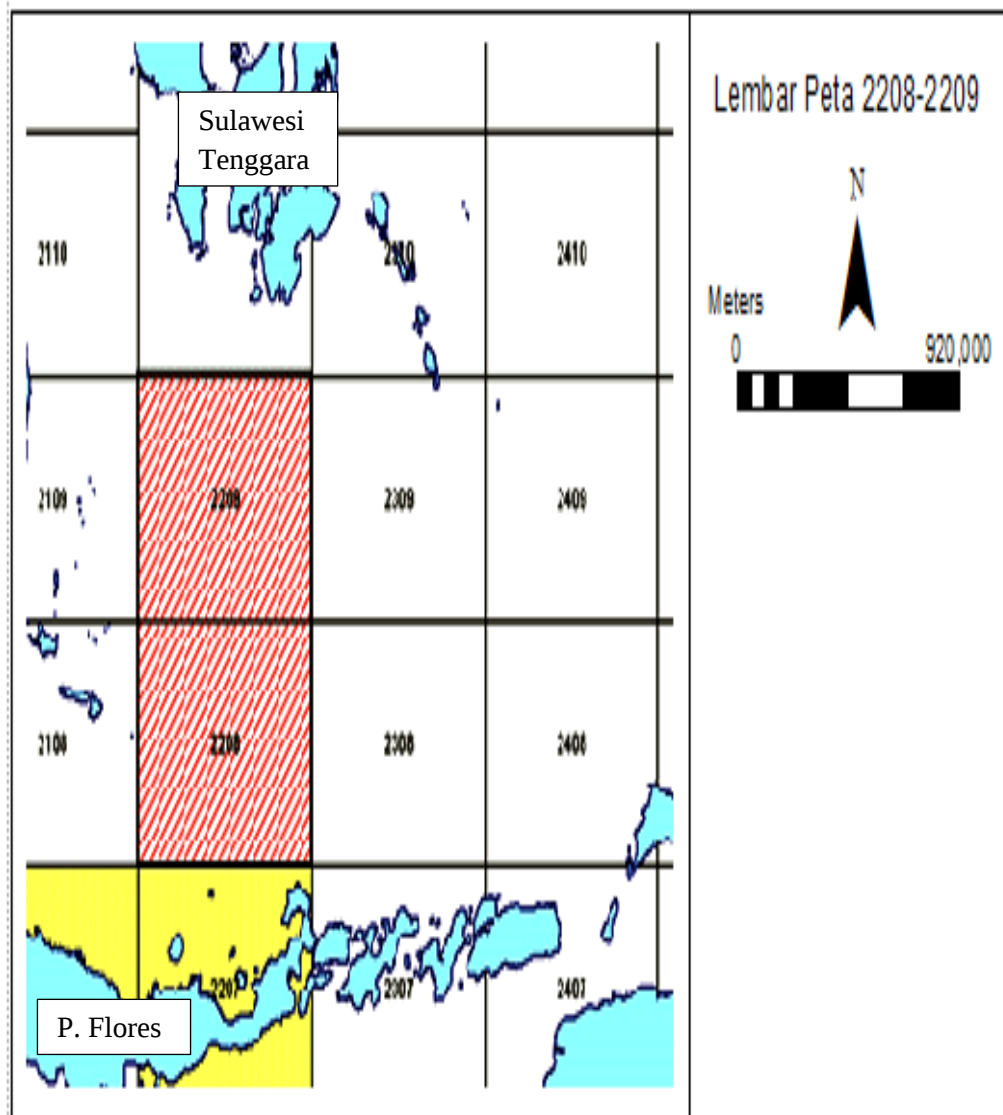
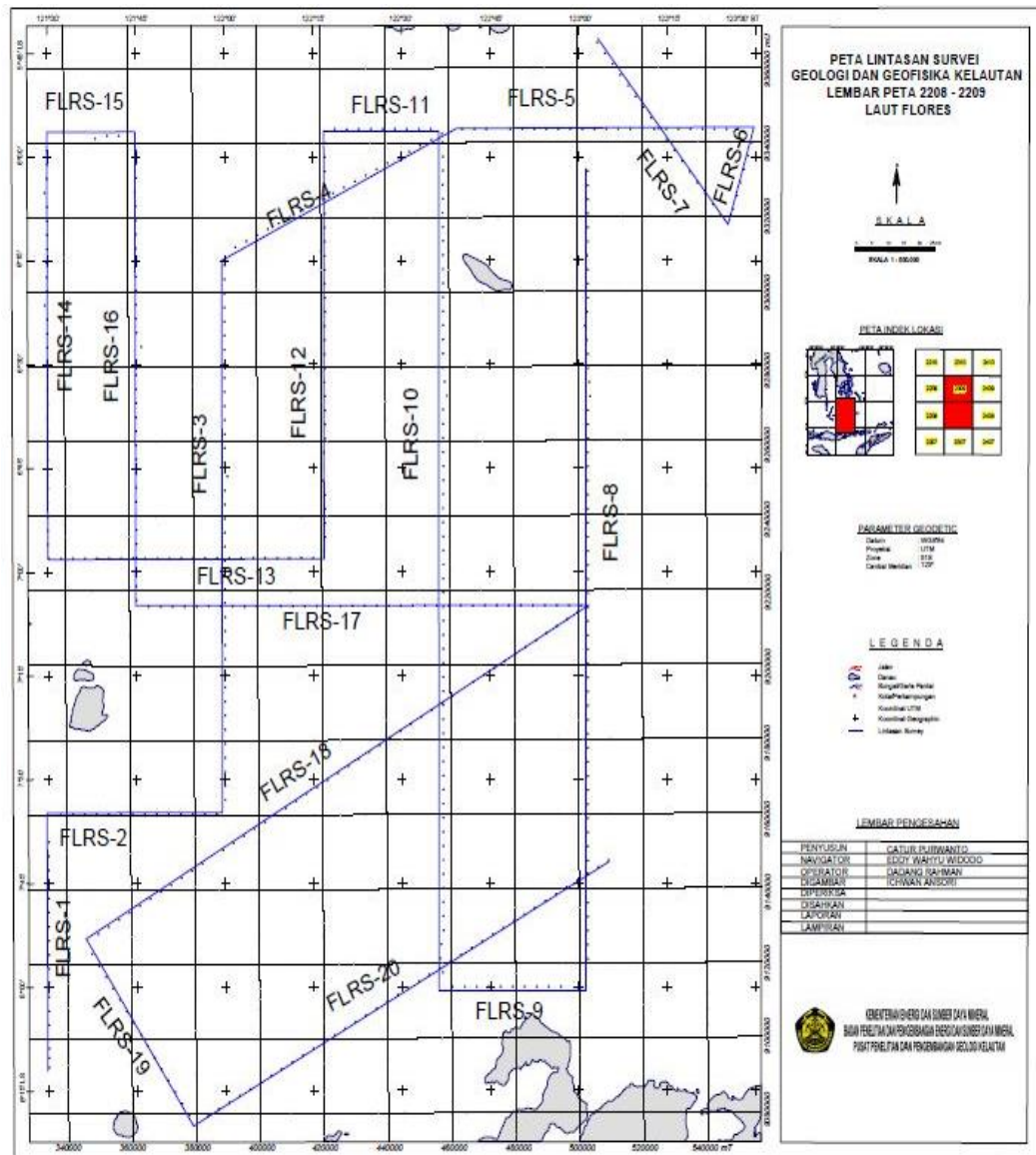


BAB III` TINJAUAN GEOLOGI

3.1. Geologi Daerah Penelitian

Laut Flores adalah laut yang terletak di sebelah utara Pulau Flores dan merupakan batas alami antara Provinsi Nusa Tenggara Barat dan Provinsi Sulawesi Selatan. Lokasi penelitian secara administratif termasuk ke dalam Provinsi Nusa Tenggara Timur, secara geografis terletak pada koordinat $6^{\circ}00'00''$ – $8^{\circ}00'00''$ Lintang Selatan dan $121^{\circ}30'00''$ – $123^{\circ}00'00''$ Bujur Timur.



Gambar 3.1. Lokasi Penelitian (Tim PPGL. 2012)**Gambar 3.2.** Lintasan geomagnetik Lintasan seismik, dan pemeruman (Tim PPGL, 2012).

Lintasan Geomagnetik ini dilakukan bersamaan dengan pemeruman, sebanyak 20 lintasan dengan panjang sekitar 1971 Km dengan arah umum Utara-Selatan dan Barat-Timur (Gambar 3.2).

Kedalaman laut di daerah penelitian antara 300 meter dan 5500 meter. Kedalaman sekitar 300 meter terdapat dibagian tengah survei dan daerah paling dalam (5500 meter) terdapat dibagian selatan. Di bagian tengah daerah survei terdapat pulau-pulau kecil dengan kedalaman 800 meter. Morfologi dasar laut di daerah Tenggara

curam dan bergelombang ,kemungkinan besar dikontrol oleh struktur geologi.(Gambar 3.2).

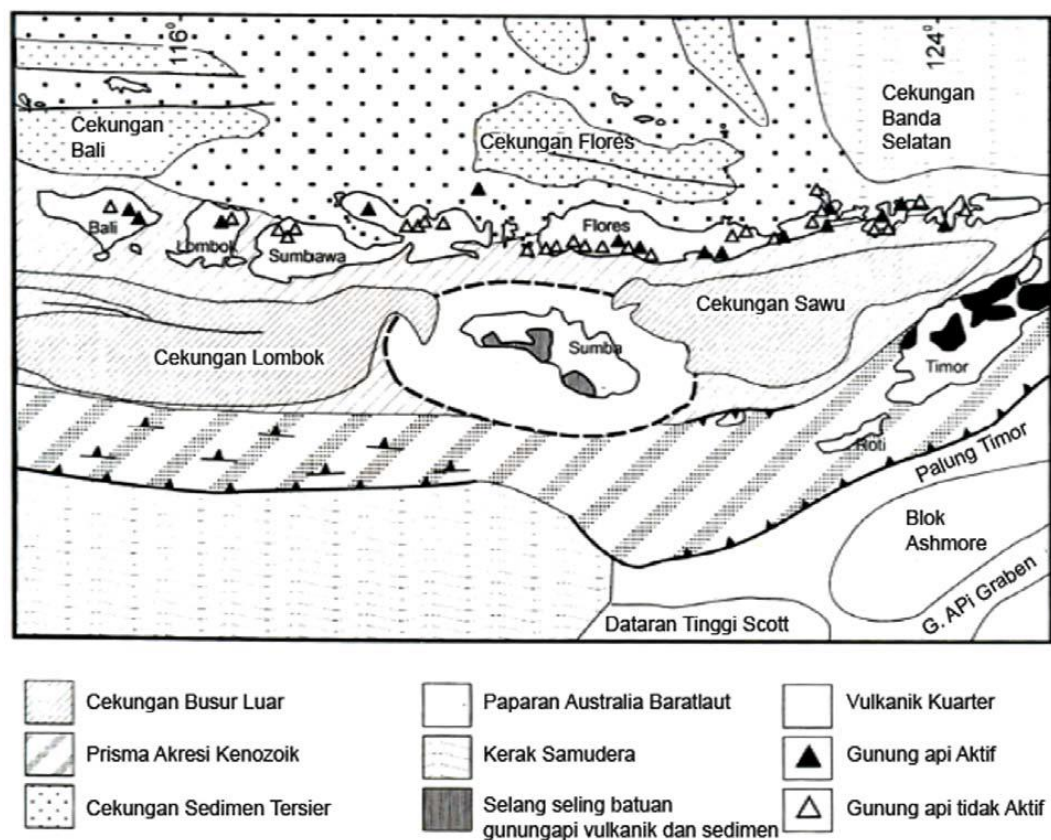
3.2. Geologi Regional

Menurut Teori Tektonik Lempeng (Darman dan Sidi, 2000), Kepulauan Indonesia terbentuk dari interaksi tiga lempeng utama, yaitu Indo-Australia, Eurasia, dan Lempeng Pasifik (Gambar 3.3). Interaksi tiga lempeng tektonik utama ini menciptakan komplek tektonik terutama di batas lempeng yang terletak di Indonesia Timur. Kepulauan Nusa Tenggara terutama terbentuk sebagai akibat dari subduksi Lempeng Indo-Australia di bawah *Arc* Sunda-Banda selama Tersier Atas di mana subduksi ini membentuk busur vulkanik dalam di Kepulauan Nusa Tenggara. Tumbukan dari tepian kontinen Australia dengan Busur Banda telah berlangsung pada Miosen Awal (tertua) 150 Km di atas zona miring gempa sampai Pliosen. Proses tumbukan tektonik ini masih tetap berlangsung hingga sekarang, dan telah dipengaruhi atau dikendalikan oleh terbentuknya dorongan busur belakang di utara Flores, dimana kerak samudera di bawah Flores Basin telah mengalami subduksi ke arah selatan berasosiasi dengan pembentukan irisan akresi. Busur vulkanik di wilayah Sunda Timur, terletak langsung pada kerak samudera dan dibatasi kerak samudera di kedua sisinya, memiliki lava dengan karakteristik kimia yang berbeda dari lava di bagian Barat busur (Barber et al 1981).

Zona Benioff merupakan zona planar dari gempa bumi yang berasosiasi dengan batas lempeng subduksi. Zona benioff yang sangat aktif dibuat oleh Hatherton dan Dickinson (1969) dan diperbarui oleh Hamilton (1978). Kegempaan di bagian Jawa meluas hingga kedalaman maksimum 600 km. Hal ini menunjukkan subduksi kerak *sub-ocean* milik Lempeng Australia atau Papua Nugini di bawah Busur Banda dan penghentian vulkanisme pada Pliosen Awal. Tektonik ini berlawanan dengan Timor yang menunjukkan tabrakan Timor dengan Alor dan Wetar, setelah semua kerak samudera masuk ke zona subduksi.

Ukuran pulau-pulau dari jajaran gunung berapi ini secara bertahap semakin kecil ke arah Timur dari Jawa terus ke Bali, Lombok, Sumbawa, Flores, Wetar ke Banda. Penurunan ini paling nyata terlihat di sebelah Timur Pulau Wetar, mungkin

mencerminkan jumlah kerak samudera yang masuk ke dalam zona subduksi, menyiratkan baik yang gerakan dip-slip ke arah Barat Pulau Wetar lebih penting dan gerakan strike-slip ke arah Timur semakin penting. Kemungkinan lain bahwa busur vulkanik sebelah timur Pulau Wetar berumur lebih muda dan mungkin bahwa busur vulkanik awal di sebelah Timur Wetar telah dibertumpukkan dengan tepi benua Australia (Bowin et al. 1980).

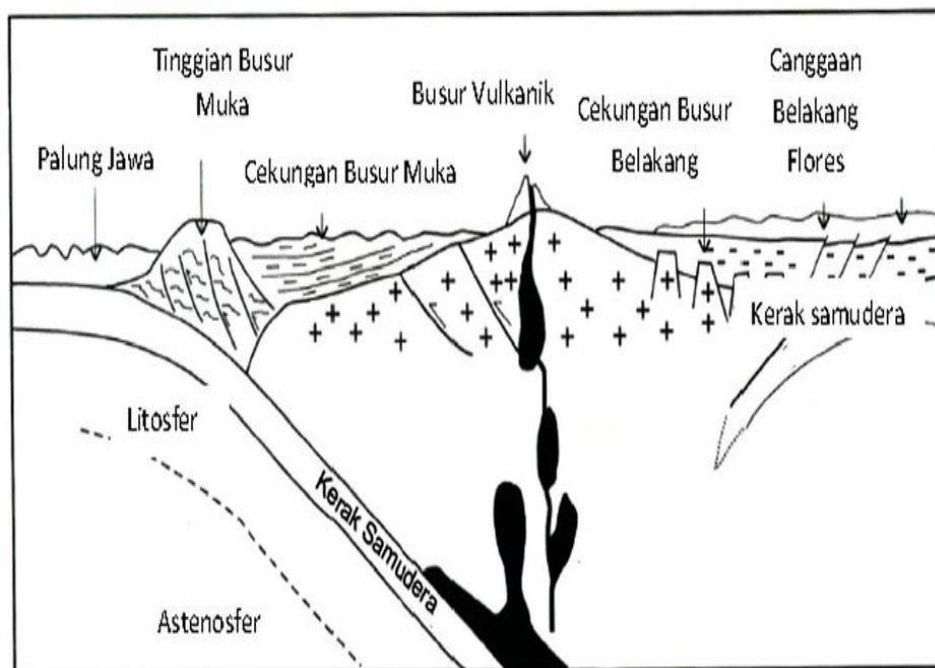


Gambar 3.3. *Setting* tektonik masa kini menunjukkan kerangka mega tektonik (modifikasi dari Hamilton, 1979, Parkison, 1991; dan Mathews, 1992)

1.2.1. Satuan Tectono-Struktural

Menurut Rangin dan Silver (1990), Kepulauan Nusa Tenggara dapat dibagi menjadi empat satuan tektono-struktural dari utara ke selatan, yaitu: Satuan Busur Belakang yang terdiri atas Cekungan Busur Belakang dan Cangkang Belakang Flores yang ditempati oleh Laut Flores; Satuan Busur Vulkanik yang dibentuk oleh serangkaian

pulau vulkanik yang terdiri dari Bali, Lombok, Sumbawa, Komodo, Rinca, Flores, Adonora, Solor, Lombok, Pantar, Alor, Kambing dan Wetar; Satuan Busur Luar yang dibentuk oleh pulau bukan vulkanik yaitu Dana, Raijua, Sawu, Roti, Semau dan Timor. Satuan Busur Muka yang terletak di antara Satuan Busur Vulkanik dan Satuan Busur Luar yang merupakan Cekungan Busur Muka yaitu Cekungan Lombok dan Cekungan Sawu (Gambar 3.4).



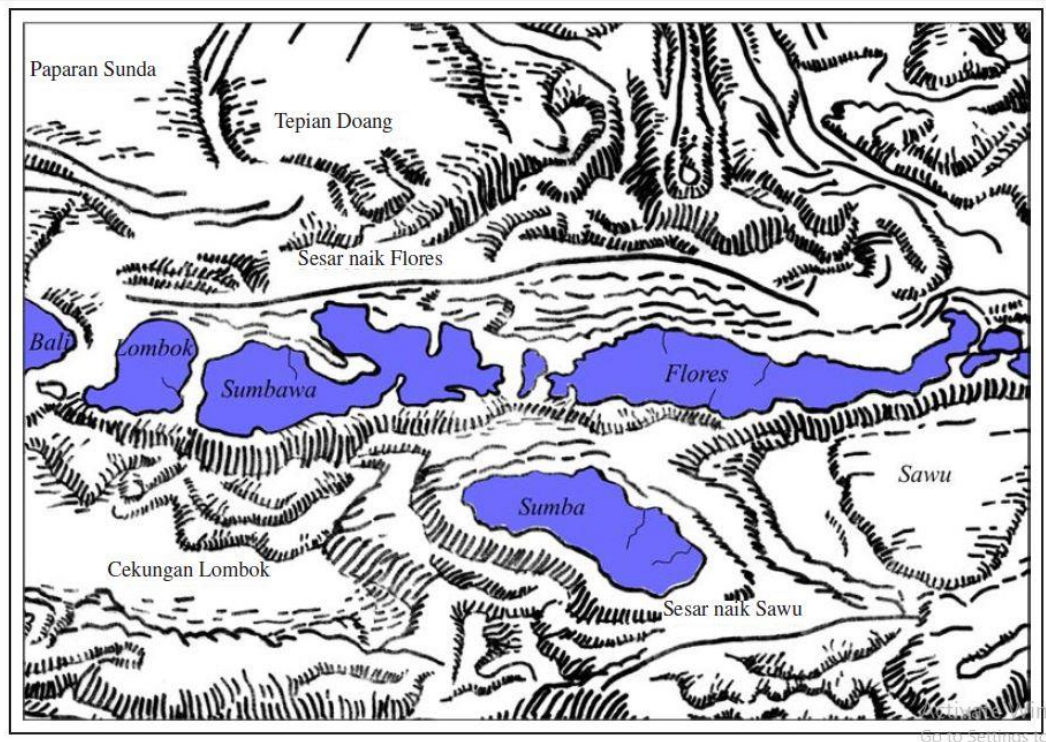
Gambar 3.4. Satuan Tektono-Struktural Kepulauan Sunda Kecil (Rangin and Silver, 1990)

1.2.2. Daerah Busur Belakang

Ada dua zona utama di daerah *Back-arc* di Kepulauan Nusa Tenggara di mana *Back-Arc Thrusting* terjadi (Silver et al 1986; Prasetyo dan Dwiyanto 1986), salah satunya adalah di sebelah utara Wetar dan Alor (*Wetar Thrust*), yang lain adalah di sebelah utara Flores dan Pulau Sumbawa (*Flores Thrust*). Hamilton (1979) mengusulkan *Back-Arc Thrusting* menunjukkan pembalikan polaritas subduksi karena kesulitan mensubduksi batas kerak benua Australia, sedangkan menurut Silver dkk. (1983) penyebaran *Back-Arc Thrusting* berhubungan dengan ketebalan

kerak *Fore-Arc*. Tebal kerak *Fore-Arc*, diwakili oleh Pulau Sumba dan Pulau Timor, masing-masing berkorelasi dengan pembentukan formasi batuan di *Flores Thrust* dan *Wetar Thrust*.

Zona transisi Busur Sunda-Banda merekam dua zona sesar yang linier, keduanya di daerah busur muka *fore-arc* region dan busur belakang. Satu di Busur muka direpresentasikan sebagai back thrust (sesar sawu) dan yang lainnya di busur belakang disebut sebagai sesar flores. Kedua sistem sesar naik tersebut kemungkinan berhubungan (Silver and Reed., 1987). Daerah busur belakang memperlihatkan suatu zona yang secara lateral tidak berlanjut dari *back-arc thrusting*. Struktur sesar ini menghasilkan sedikit prisma akresi yang muda. Zona Sesar Flores merupakan struktur yang berorientasi Timur – Barat, memanjang dari bagian Timur Cekungan Flores ke arah Cekungan Lombok dan memisahkan sekuen sedimen berarah Utara, termasuk Retakan Paleosen dan sedimen yang berasal dari material bentukan yang kompleks (Prasetyo, 1992 dalam Budiono, 2009).



Gambar 3.5. Morfotektonik daerah busur belakang Flores dan sekitarnya (Prasetyo, 1992 dalam Budiono, 2009).

Struktur geologi bagian barat Laut Flores, menunjukkan adanya dugaan kenaikan struktur *Paleogen* akibat tekanan dari aktivitas tektonik lempeng selama *Pliosen*, sehingga membentuk struktur yang berbanding terbalik. Pada Gambar 3.5 dapat digambarkan dua buah cekungan utama (utara dan selatan) yang dipisahkan oleh Pulau Lombok. Struktur geologinya terlihat seperti lipatan, patahan, intrusi dan intrusi batuan beku. Sesar naik yang terindikasi berumur lebih tua dan memanjang dari basement menyambung dengan celah sedimen yang berhubungan dengan tekanan mineral kapur, sehingga menyebabkan daerah tersebut terangkat yang diikuti dengan erosi. Sesar normal memanjang dari basement melalui celah atau retakan sedimen yang berhubungan dengan terbentuknya *horst* dan *garben*. Sediment terakumulasi dalam beberapa cekungan topografi bawah laut. Punggungan Flores, *Flores Thurst*, Cekungan Flores, Cekungan Selayar, Cekungan Bone, dan Cekungan Kabaena semua dapat teridentifikasi (Prasetyo, 1992 dalam Budiono, 2009).

Bagian barat Cekungan Flores dibatasi oleh lereng berarah timur laut yang terletak di sisi Selatan perbatasan Doang. Ke arah Timur, cekungan dibatasi oleh Punggungan Selayar Timur yang memanjang ke arah selatan Sulawesi. Mengacu pada kedalaman laut lebih dari 5000 m, model lapisan kerak bumi dan zona pensesaran busur belakang yang menonjol pada cekungan tersebut, sebagian besar peneliti di Kawasan Indonesia Timur menyimpulkan bahwa Cekungan Flores didasari oleh lapisan yang ber-asal dari lautan yang tidak diketahui (Prasetyo, 1992 dalam Budiono, 2009). Cekungan Flores sekarang memasuki tahap menutup (closing stage) karena proses tumbukan (collision processes) yang nantinya akan memungkinkan untuk hilang. Evolusi dari cekungan bisa digunakan untuk lebih baik lagi memahami suatu proses geodinamika yang bertanggung jawab terhadap pembentukan dan perusakan dari suatu cekungan tepian secara umum (destruction of marginal basins in general), dan evolusi dari masing-masing cekungan secara khusus.

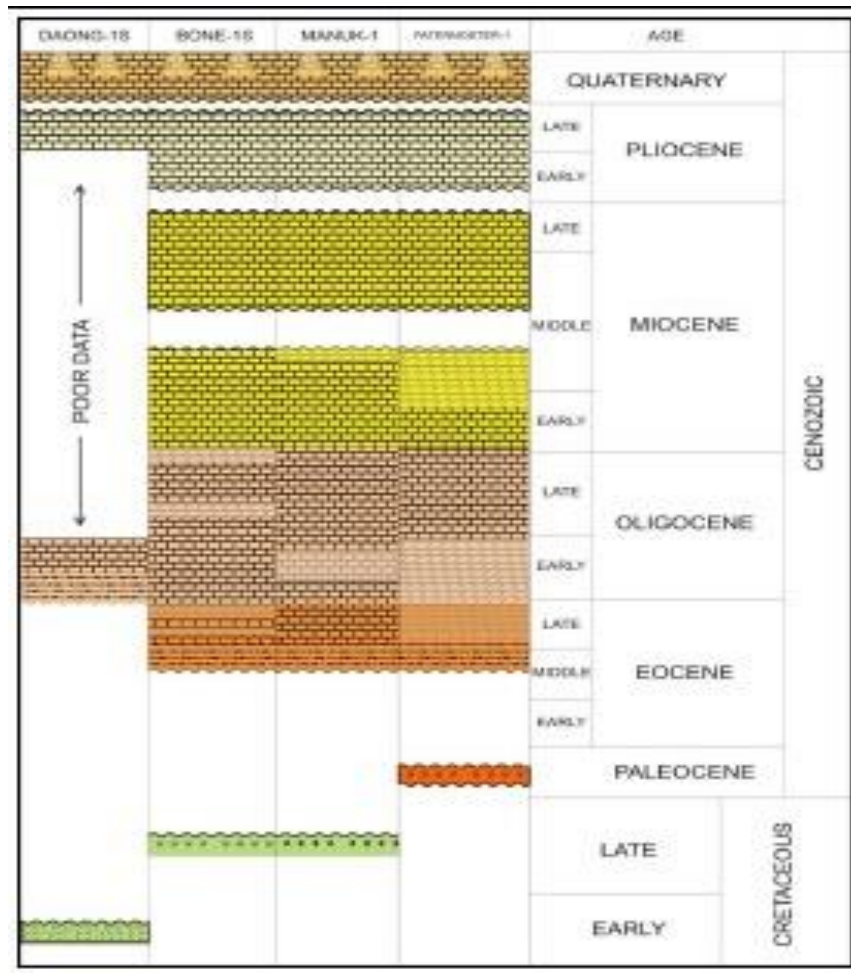
Baratdaya Laut Flores adalah platform yang luas dan dangkal yang menghubungkan Lengan Selatan Sulawesi dan Paparan Sunda dengan kedalaman air kurang dari 1000 m. Cekungan Flores bagian tengah memiliki bentuk segitiga dengan bagian atas segitiga menunjuk ke arah gunung berapi Lampobatang. Sementara di sebelah Timur Laut Flores terdiri dari pegunungan dan palung yg terletak di antara, yang menghubungkan Lengan Selatan Sulawesi dengan Punggungan bawah laut Batu Tara di Barat Cekungan Banda Selatan.

1.3. Stratigrafi

Menurut Penelitian yang dilakukan oleh tim Pertamina-Beicip (1982), Batuan yang berada di Cekungan Flores di klasifikasikan sebagai berikut:

1. Batuan Dasar, Batuannya terdiri atas sedimen yang termetamorfkan, batuan vulkanik, dan batuan beku, dan berumur 98+0.5 juta tahun hingga 60.9 + 2.4 juta tahun (Paleosen).
2. Batuan Sedimen Tersier, Sedimen yang berada di atas dari batuan dasar tersebut terdiri atas batuan karbonat neritik yang berumur Eosen Tengah-Resen, pada beberapa bagian bersifat dolomitan. Ketebalannya berkisar antara 1100 m hingga 2400 m.

3. Reservoir, terdiri atas batuan karbonat (batu gamping dan dolomit dengan berbagai variasinya) yang diendapkan di lingkungan laut dangkal, *inner sublithoral*, dengan pengaruh terumbu. Dan sedikit basal klastik dan vulkanik.



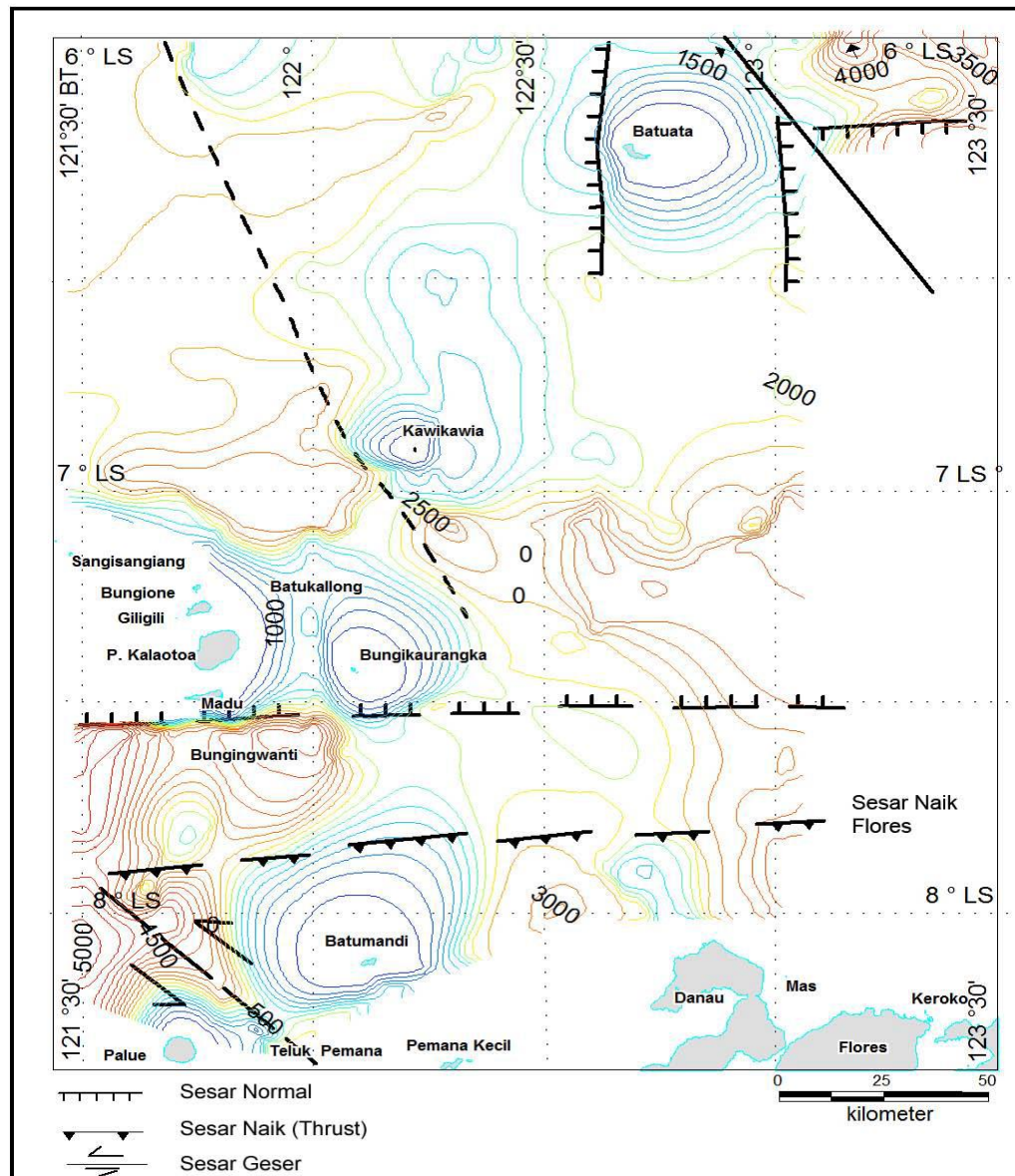
Gambar 3.6. Kolom stratigrafi dari Laut Flores bagian Barat (PERTAMINA-BEICIP, 1982).

1.4. Struktur Geologi

Rahardiawan dan Purwanto (2014) menunjukkan bahwa daerah penelitian merupakan daerah yang aktif secara tektonik, dengan kondisi vulkanisme tidak aktif dan sesar-sesar aktif. Keterdapatannya sesar naik di daerah penelitian disebabkan dari adanya Zona Anjakan Busur Belakang Flores yang ditemukan di bagian Selatan Pulau Kalaotoa dan aktivitas pembentukan gunungapi sebagai busur magma tunggal di Utara Pulau Flores yang terjadi pada Pliosen Bawah. Anjakan Busur Belakang Flores telah membentuk daerah prisma akresi dengan lebar di bagian Barat mencapai >37,5 km dan menipis hingga <5 km sekitar Teluk Pemana. Hal ini menunjukkan bahwa pembentukan cekungan busur belakang sebagai hasil pembalikan busur dimulai dari bagian Barat dan semakin muda (Plistosen-Resen) di bagian Timur. Ke arah Timur sendiri terlihat bahwa Anjakan Busur Belakang Flores semakin mendekati daratan (menghilang) akibat adanya Komplek Batuan Gunungapi di bagian Utara Pulau Kalaotoa dengan arah memanjang relatif Barat-laut tenggara. Hal ini mengakibatkan penyempitan jalur Prisma Akresi.

Gunung api bawah laut yang berada di bagian utara Pulau Flores diperkirakan adalah gunung api bawah laut yang diperlihatkan oleh adanya sesar normal yang membundar mengelilingi gunungapi bawah laut dan membentuk daerah rendahan yang berasosiasi dengan sesar normal yang berarah relatif Timurlaut-Baratdaya. Struktur geologi lain yang sangat berpengaruh terhadap perkembangan geologi daerah penelitian adalah sesar geser mengiri berarah barat-laut (Sesar Geser Bone) yang terbentuk Kala Plistosen hingga saat ini. Hal ini sebagai akibat adanya akomodasi tekanan dari Sesar Geser Palu-Koro bagian Utara yang semakin meningkat akibat tumbukan mikro-kontinen Banggai-Sula ke arah Barat. Sesar lain adalah sesar geser mengiri berarah N 25° W di bagian Timur daerah penelitian yang diperkirakan menerus ke Utara sebagai akibat tumbukan mikro-kontinen Buton-Tukang Besi ke arah lengan timur Sulawesi. Batas antara mikro kontinen Buton-Tukang Besi dengan Cekungan Banda Selatan diperkirakan berupa sesar

normal, namun jejak yang tegas tidak teramati pada penampang-penampang seismik (Gambar 3.5).



Gambar 3.7. Peta Batimetri daerah penelitian (Rahardiawan dan Purwanto, 2014)