

BAB II

GEOLOGI REGIONAL

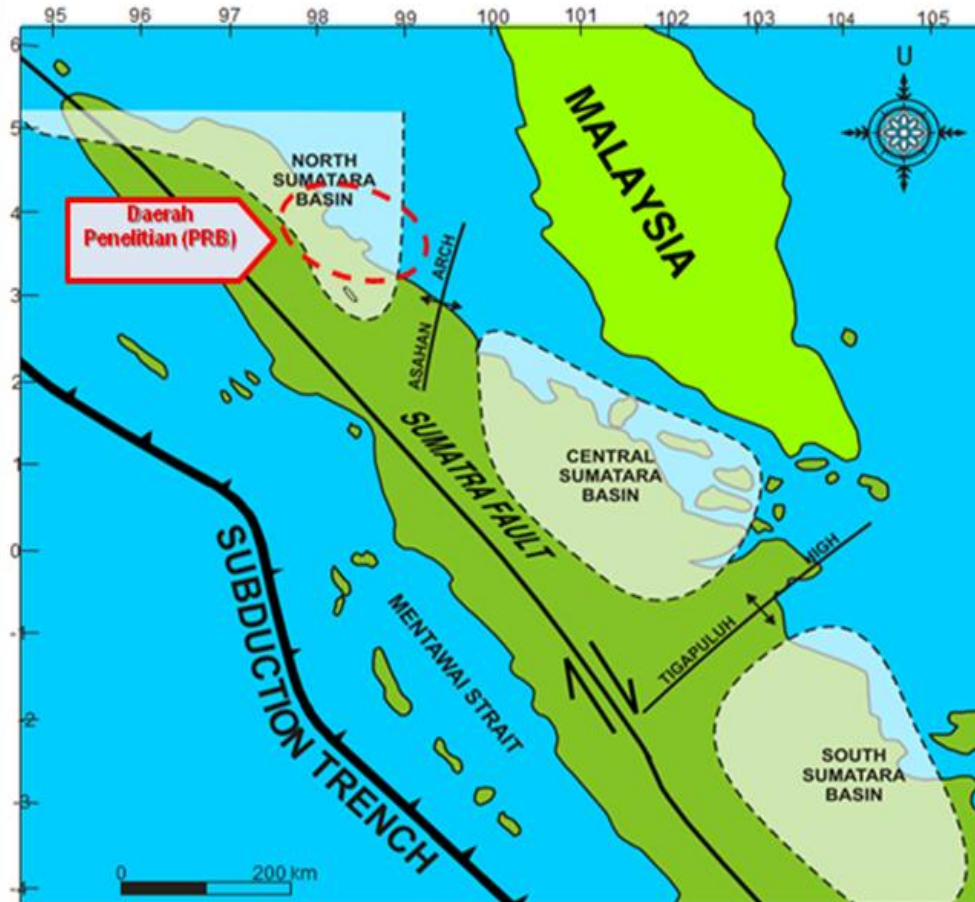
2.1. Struktur Regional

Struktur “PRB” terletak kurang lebih 57 km arah barat laut dari Pangkalan Berandan dan termasuk dalam wilayah administrasi Provinsi Nanggroe Aceh Darussalam. Lapangan minyak “PRB” ditemukan pada tahun 1979 oleh Pertamina. Pemboran pertama dilakukan melalui sumur PRB-1 pada bulan Februari 1979 dengan kedalaman hingga 1232 m. Lapangan “PRB” merupakan bagian dari antiklin “PRB” yang mempunyai arah barat laut-tenggara. Reservoir produktif lapangan ini berasal dari Formasi Keutapang. Struktur “PRB” telah memulai produksi pada bulan Oktober 1979 melalui sumur “PRB” 1 dari lapisan reservoir zona H-10, produksi selama 3 bulan dari zona ini menghasilkan 10 juta barrel minyak dan 900,50 *Milion Standard Cubic Feet per Day* gas. Struktur “PRB” terletak di dalam Cekungan Sumatera Utara. Cekungan Sumatera Utara dibatasi oleh Tinggian Barisan (Pegunungan Barisan) di bagian barat, Lengkung Asahan di bagian timur sedang ke utara membuka dan berangsur ke Cekungan Laut Andaman. Cekungan Sumatera Utara terdiri dari sub cekungan dan tinggian dengan pola kelurusan utara-selatan dan atau barat laut-tenggara, meliputi Tinggian Sigli, Dalaman Jawa, Tinggian Arun-Lhok Sukon, Dalaman Lhok Shukon, Tinggian Alur Siwah, Dalaman Tamiang, Tinggian Hyang Besar, Pakol Horst Graben dan Glaga Horst Graben. Posisi tektonik struktur

“PRB” adalah di Dalam Tamiang. Di sebelah utara berbatasan dengan Langsa Low. Bagian barat dibatasi oleh cekungan Alur Pika Low, dan bagian timur oleh tinggian yang besar. Posisi tektonik “PRB” sendiri merupakan produk dari proses tektonik yang berlangsung sejak Paleogen. Formasi Keutapang yang menjadi target umumnya dicirikan oleh batupasir regresif. Proses regresi berjalan terus. Sejak akhir pengendapan Formasi Baong sehingga lingkungan laut menjadi lebih dangkal dan bahkan menjadi lingkungan deltaik – transisi dengan perubahan fasies yang tinggi.

Lingkungan delta semakin dominan pada umur pengendapan Formasi Keutapang. Sumber material pengendapan di kawasan Dalam Tamiang berasal dari Bukit Barisan (barat). Umur Formasi Keutapang adalah miosen akhir hingga paleosen. Interval produktif di Struktur “PRB” pada umumnya terdapat pada Formasi Keutapang. Batupasir pada formasi ini umumnya berukuran butir halus hingga sedang dengan porositas sekitar 15 sampai 27 %. Interval batupasir yang merupakan pengendapan delta, umumnya memproduksi minyak dan beberapa mengandung gas atau asosiasi minyak dengan gas. Formasi ini diendapkan pada miosen akhir hingga paleosen. Sebagian besar dari batupasir dari Keutapang merupakan batupasir yang berukuran butir halus sampai sedang dan tingkat kompaksi dari butiran lepas hingga tekompaksi dengan baik. Mineral seperti mika, plagioklas dan glaukonit dapat ditemukan pada formasi ini, namun secara keseluruhan tubuh batumannya terdiri dari kuarsa dan partikel lempung. Total ketebalan gross dari formasi Keutapang bawah berkisar antara 700 sampai dengan 1000 m.

FISIOGRAFI CEKUNGAN SUMATERA UTARA



Batas-batas Cekungan Sumatera Utara;

Barat daya;
Pegunungan Bukit Barisan

Barat laut;
Tinggian Malaka

Selatan;
Busur Asahan

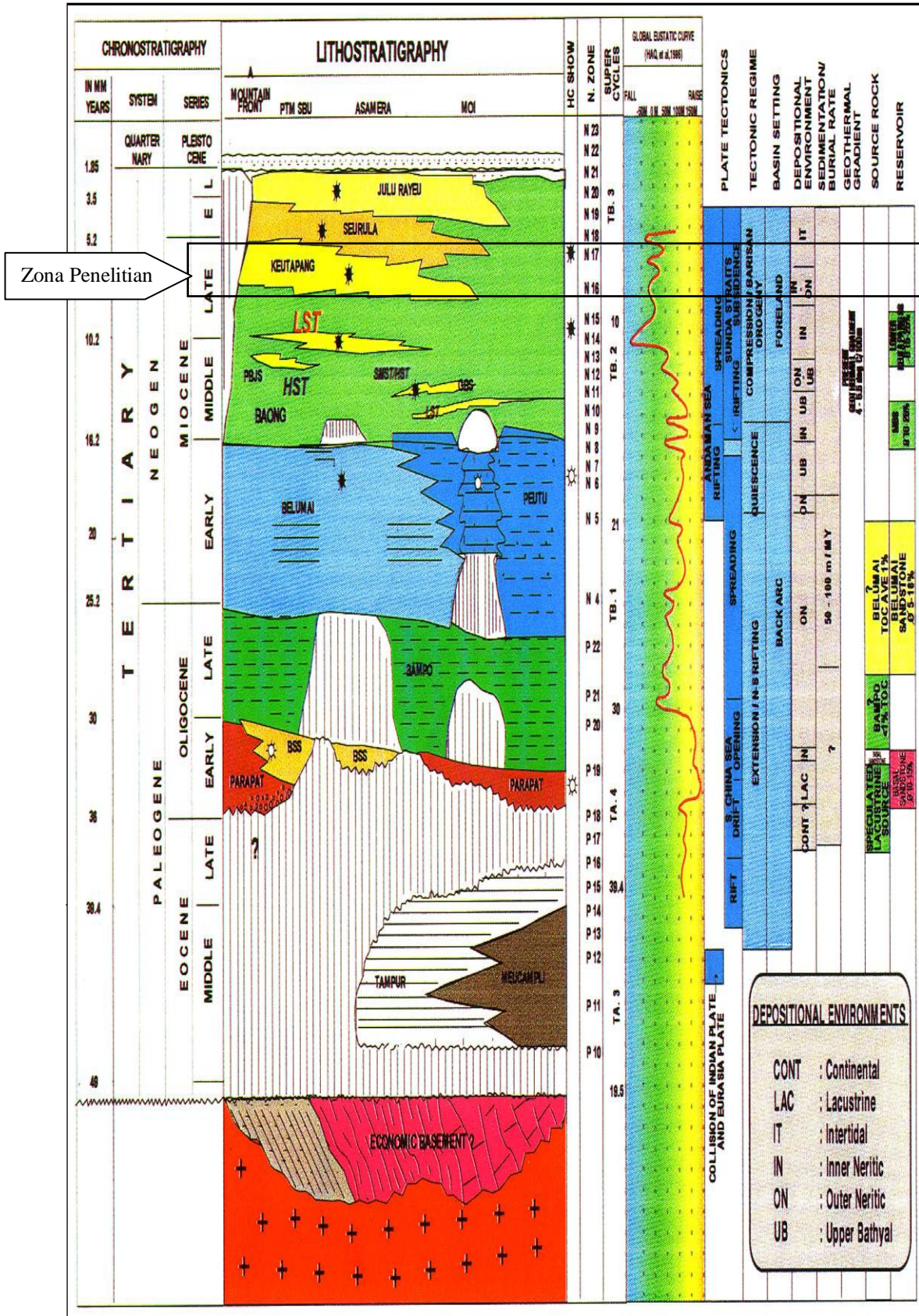
Utara;
Membuka ke arah Laut Andaman

Gambar 1. Fisiografi Cekungan Sumatera Utara (Pertamina, 2000).

2.2. Kerangka Tektonik

Secara umum struktur “PRB” terletak di dalam Cekungan Sumatera Utara. Cekungan Sumatera Utara terdiri dari subcekungan dan tinggian dengan pola kelurusan utara–selatan dan atau baratlaut-tenggara, meliputi Tinggian Sigli, Dalaman Jawa, Tinggian Arun-Lhok Sukon, Dalaman Lhok Shukon, Tinggian Alur Siwah, Dalaman Tamiang, Tinggian Hyang Besar, Pakol Horst Graben dan Glaga Horst Graben. Secara geografis Struktur “PRB” terletak kurang lebih 57 km barat laut dari Pangkalan Berandan dan termasuk kedalam wilayah administrasi Provinsi Nanggroe Aceh Darussalam. Secara tektonik posisi tektonik Struktur “PRB” berada pada Dalaman Tamiang, sedangkan sebelah utara berbatasan dengan Langsa Low. Bagian barat dibatasi oleh cekungan Alur Pika Low, dan bagian timur oleh Tinggian Yang Besar. Posisi tektonik “PRB” sendiri merupakan produk dari proses tektonik yang berlangsung sejak Paleogen.

Pulau Sumatera sebagai bagian dari Lempeng Sunda (*Sunda Microplate*) dipercaya telah mengalami perputaran searah jarum jam akibat pengaruh seretan Lempeng India terhadap Lempeng Eurasia ke arah utara. Pendapat lainnya bahwa Pulau Sumatera pada awalnya berorientasi utara menuju selatan namun proses penunjaman (*subduction*) menyebabkan Pulau Sumatera terputar berlawanan arah jarum jam. Perputaran berlawanan arah jarum jam ini dimulai sejak Kala Eosen sebagai hasil dari proses peregangan dan pemekaran Cekungan Thai dan Cekungan Malay. Sedangkan cekungan Sumatera Utara terbentuk sebagai horst dan graben hasil dari proses pensesaran ulir (*wrenching*) sepanjang batas barat lempeng Benua Eurasia selama akhir Eosen sampai awal Oligosen.



Gambar 2. Statigrafi Cekungan Sumatera Utara (Pertamina, 2000)

2.3. Stratigrafi Regional

Secara umum, stratigrafi pada cekungan Sumatera Utara dibagi menjadi dua bagian, yaitu endapan sedimen saat pemekaran cekungan dan endapan yang tersedimentasi pasca pemekaran cekungan. Pada awal pengisian cekungan, diendapkan sedimen klastik awal pembentukan cekungan tarikan, berupa klastik kasar batupasir dan konglomerat. Kelompok sedimen ini dikenal sebagai formasi Prapat atau disebut juga formasi Bruksah. Formasi Prapat yang diendapkan sebagai endapan kipas aluvial secara berangsur berubah menjadi endapan aluvial di sebelah timurnya, menindih secara tidak selaras formasi Tampur yang berumur Eosen.

2.4. Formasi Daerah Penelitian

2.4.1. Formasi Bampo

Formasi ini dicirikan oleh, litologi batulempung hitam atau batulumpur, tidak mengandung mikrofosil plankton. Lingkungan pengendapan di perkirakan dari lakustrin hingga deltaik (*inner sublitoral*). Umur formasi Bampo adalah Oligosen hingga Miosen bawah.

2.4.2. Formasi Belumai

Formasi Belumai dicirikan oleh batupasir karbonatan, batugamping klastik yang menunjukkan berkembangnya fasies *marine* dalam kondisi transgresif. Formasi Belumai ini berkembang di bagian selatan dan timur cekungan sedang di utara berkembang dengan litologi batupasir. Umur formasi Belumai adalah Miosen bawah hingga awal Miosen tengah .

2.4.3. Formasi Baong

Formasi Baong dicirikan oleh berkembangnya serpih lingkungan laut dengan perselingan batupasir. Formasi ini dibagi menjadi tiga. (a). Anggota Formasi Baong bagian bawah, (b). Anggota bagian tengah dicirikan oleh dominasi batupasir (*Middle Baong Sand*), dan (c). Anggota Formasi Baong bagian atas dicirikan oleh Serpih. Lingkungan Pengendapan formasi ini dibangun oleh lebih dari sekali siklus genang laut yang kemudian air laut menjadi susut pada saat pengendapan bagian atas formasi sebagai akibat pengangkatan Pegunungan Barisan

2.4.4. Formasi Keutapang

Formasi Keutapang umumnya dicirikan oleh batupasir regresif. Proses regresi berjalan terus Sejak akhir pengendapan Formasi Baong sehingga lingkungan laut menjadi lebih dangkal dan bahkan menjadi lingkungan deltaik dengan perubahan fasies yang tinggi. Lingkungan delta semakin dominan pada umur pengendapan Formasi Keutapang. Sumber material pengendapan di kawasan Dalam Tamiang berasal dari Bukit Barisan. Umur Formasi Keutapang adalah Miosen akhir hingga Paleosen awal.

2.4.5. Formasi Seureula

Formasi ini dicirikan oleh selang-seling batupasir, batulempung dan serpih, menunjukkan umur Paleosen Bawah . Banyak foraminifera planktonik dan bentonik mengindikasikan lingkungan pengendapan Neritik Tengah. Di bagian atas khususnya, lingkungan menjadi dangkal yakni Neritik Tengah hingga Transisi.

2.4.6. Formasi Juleu Rayeu

Formasi ini dicirikan oleh batupasir dengan selingan batulempung atau serpih. Lingkungan pengendapan adalah laut dangkal sampai pasang surut. Di beberapa tempat ditemukan konglomerat dan batubara tipis. Umur Formasi Juleu Rayeu adalah Paleosen Atas.

2.5. Sistem Petroleum

2.5.1. Potensial Reservoir

Interval produktif di Struktur “PRB” pada umumnya terdapat pada Formasi Keutapang. Batupasir pada formasi ini umumnya berukuran butir halus hingga sedang dengan porositas sekitar 15 sampai dengan 33 %. Interval batupasir yang merupakan fasies delta ini umumnya memproduksi minyak dan beberapa mengandung gas atau asosiasi minyak dengan gas. Formasi ini diendapkan pada Miosen Akhir hingga Paleosen. Sebagian besar dari batupasir dari Keutapang merupakan batupasir yang telah dewasa, dengan ukuran butir halus sampai sedang dan tingkat kompaksi dari butiran lepas hingga tekompaksi dengan baik. Mineral seperti mika, plagioklas dan glaukonit dapat ditemukan pada formasi ini, namun secara keseluruhan tubuh batumannya terdiri dari kuarsa dan partikel lempung. Total ketebalan gross dari Formasi Keutapang Bawah berkisar antara 700 sampai dengan 1000 m namun ketebalan individu reservoir dapat hanya mencapai 3 sampai 10 m, berupa lapisan batupasir yang bertumpukan. Interval batupasir yang merupakan fasies delta ini umumnya memproduksi minyak dan beberapa mengandung gas atau asosiasi minyak dengan gas. Reservoir potensial lainnya adalah batupasir anggota Formasi Baong Tengah dan karbonat Formasi Belumai.

2.5.2. Batuan Induk

Batulempung dari Formasi Bampo yang mengisi deposemen lokal pada saat *rifting* berlangsung, sebagai endapan lakustrin, berpotensi sebagai batuan induk yang utama. Batuan induk dari Formasi ini diperkirakan matang 11 juta tahun yang lalu (Miosen Tengah). Batuan serpih lain yang juga berpotensi sebagai batuan induk adalah serpih Formasi Belumai dan serpih Formasi Baong, yang diperkirakan matang 10,5 sampai 5,5 juta tahun yang lalu (Miosen Akhir). Tipe Kerogen dari Formasi Bampo adalah Humic (vitrinit) sedangkan untuk Formasi Belumai dan Baong Bawah adalah Sapropelic dan Humic.

2.5.3. Perangkap Hidrokarbon

Reservoir pada Struktur "PRB" adalah batupasir pada Formasi Keutapang. Tipe perangkap pada Struktur ini adalah berupa perangkap struktur dan perangkap stratigrafi, sedangkan yang bertindak sebagai penyekat adalah sisipan serpih dari lingkungan deltaik sebagai *Intraformational shale* dari Formasi Keutapang itu sendiri. Proses pemerangkapan ini terjadi pada kala Paleosen awal hingga Paleosen Akhir pada saat rejim tektonik kompresi yang menghasilkan pelipatan dan sesar-sesar naik.

2.5.4. Migrasi

Proses migrasi dari batuan induk menuju reservoir sangat berkaitan dengan tahap kematangan dari batuan induknya sendiri, oleh karena itu secara umum proses migrasi ini dikelompokkan menjadi 3 tahap;

- a. Migrasi dari batuan induk pada formasi Bampo ke reservoir batupasir di formasi Belumai pada kala Miosen tengah dengan pola migrasi vertikal dan lateral dengan media migrasi berupa sesar-sesar bongkah,

- b. Migrasi dari batuan induk pada formasi Bampo, Belumai dan Baong bawah menuju reservoir pada formasi Belumai, Baong dan Keutapang pada Miosen dengan pola migrasi lateral dengan media migrasi berupa sesar-sesar normal, dan
- c. Migrasi dari batuan induk pada formasi Belumai dan Baong Bawah menuju reservoir pada formasi Belumai, Baong (Bawah dan Tengah) dan Keutapang dengan pola migrasi vertikal.

Untuk Struktur “PRB” yang mempunyai reservoir produktif dari batupasir pada formasi Keutapang, maka migrasi yang mungkin terjadi adalah pada Paleosen awal hingga Paleosen akhir.

2.6. Struktur Geologi Daerah Penelitian

Konfigurasi cekungan busur belakang (*back arc basins*) Sumatera dari utara hingga ke selatan dikontrol oleh proses *wrenching* sehingga baik tegasan ekstensi maupun kompresi pada daerah *back arc basin* ini akan terhubung dengan sistem sesar Sumatera. Sistem sesar ulir (*wrench fault*) yang berkembang akan membentuk arsitektur bawah permukaan yang sangat khas, diantaranya adalah *flower structure* dan karena sifatnya yang batuan dasar yang terulir (*basement involved*), sehingga pengaruh *wrenching* ini akan bisa dijumpai dari bagian terdalam hingga ke lapisan sedimen (*detached*) teratas. Formasi Keutapang merupakan sekuen sedimen yang berada pada posisi dangkal dari konfigurasi bawah permukaan daerah studi. Namun demikian, pengaruh *wrench fault* dari sistem tegasan Andaman ini akan tetap terlihat sebagai *flower structure splays*. Evolusi struktur yang terjadi pada daerah penelitian sangat dipengaruhi oleh proses subduksi Lempeng Hindia terhadap mikro Lempeng Sunda. Secara regional, terjadi tiga tahapan evolusi struktur pada daerah studi. Tahap pertama adalah pada pertengahan Miosen hingga akhir Miosen, terjadi pengendapan

formasi Keutapang disertai dengan pembentukan *flower structure* yang menyobek lapisan serpih formasi Baong akibat aktivitas subduksi. Tahap kedua adalah pada Paleosen, dimana terjadi proses *thrusting* terhadap formasi Belumai, Baong dan Keutapang akibat dari sistem Tegasan Sumatera. Tahap terakhir (Holosen), terjadi *wrenching* oleh Sistem Tegasan Andaman yang mengakibatkan *shale flowage* dari Baong shale, menghasilkan *diapiric zone*. Interpretasi penampang seimik menunjukkan bahwa daerah “PRB” merupakan daerah yang terdeformasi oleh struktur dengan kuat. Formasi Keutapang dan Formasi lainnya yang lebih tua terlipat dan terpatahkan pada beberapa seting tektonik.. Sesar-sesar normal arah timurlaut-barat daya membentuk konfigurasi graben. Sesar normal ini menyobek secara tegak lurus sesar naik (*reversal*) yang lebih tua. Sesar tua yang dapat diamati pada daerah “PRB” adalah sesar normal arah timurlaut-baratdaya. Sesar normal terbentuk sebelum formasi Keutapang diendapkan sehingga dapat kita asumsikan bahwa usia sesar-sesar ini adalah sekira Miosen Tengah. Sistem Tegasan Andaman pada Holosen memicu terjadinya proses *wrenching* pada Pulau Sumatera, sehingga dampaknya dapat tercermin pada pola lipatan yang tergeserkan. Pola lipatan tersebut bergeser mengikuti arah mengangan sesuai dengan arah gerak (*slip*) dari sesar ulir Sumatera (*Sumatran Wrench Fault*). Dengan adanya proses *wrenching* ini, sesar-sesar yang telah ada sebagian teraktifkan kembali dan membentuk konfigurasi struktur seperti yang terhampar saat ini.