

BAB II

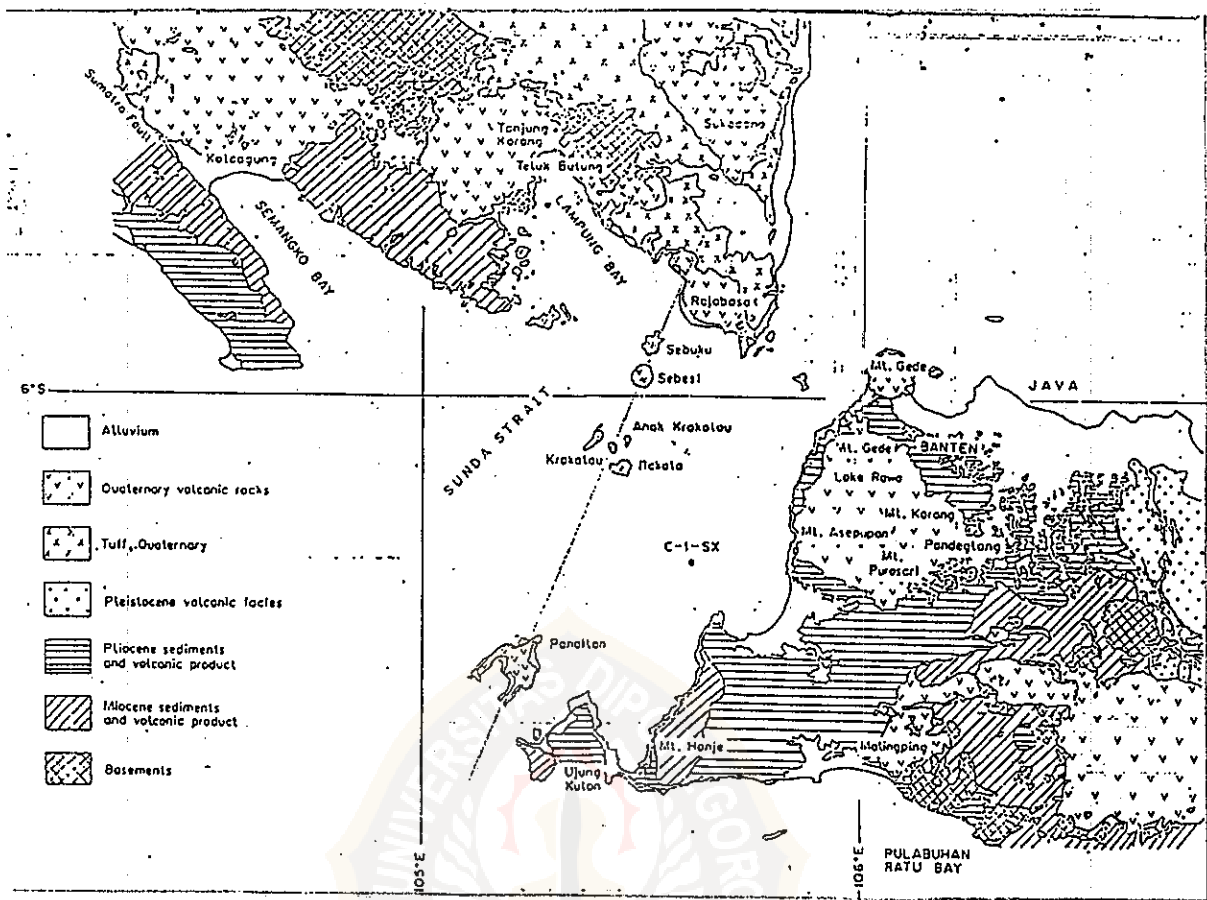
TINJUAUN GEOLOGI DAN GEOFISIKA

2.1 Tinjauan Geologi Regional

Berdasarkan peta geologi Selat Sunda dan sekitarnya yang didapat dari Peta Geologi Lembar Tanjung Karang, Kota Agung, Sumatera, Jawa seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.1. Sedimen Miocene (Skala waktu Geologi) terdapat di sekitar gunung Honje di sebelah barat daya Jawa Barat dan di sekitar Teluk Pelabuhan Ratu. Sedimen-sedimen tersebut luas dan tertutupi oleh sedimen Plio Pleistocene, sebagian besar berupa tuff. Bagian basalt dapat dilihat di selatan pantai Malingping. Yang mengandung kerikil andesit Miocene. Bagian atas tuff ini tebal. Bagian atas singkapan terdapat di daerah Banten (sebelah utara Jawa Barat).

Umur tuff bagian basalt (Malingping) dan tuff bagian paling atas (Banten) masing-masing $0,10 \pm 0,02$ (1σ) dan $0,07 \pm 0,02$ Ma (Nishimura, 1980). Batuan vulkanik kuartar menutupi sedimen ini di bagian utara Jawa Barat.

Di bagian selatan Sumatera, kedua sisi Teluk Semangka sebagian besar mengandung produk vulkanik Tersier bawah. Di daerah sebelah barat Teluk Lampung mengandung gneiss dan granite. Batuan dasar daerah ini tertutupi oleh ignimbrite yang berusia $0,09 \pm 0,01$ (1σ) Ma (Nishimura, 1980). Ignimbrite yang lain teramati sepanjang sesar Sumatera di Kota Agung yang berusia $1,0 \pm 0,2$ (1σ) Ma (Nishimura).



Gambar 2.1 Peta Geologi di Sekitar Selat Sunda
 (didapat dari Peta Geologi : Direktorat Geologi, 1978)

Di daerah Sukadana di bagian timur Sumatera Selatan dataran tinggi alkali basalt telah diketahui mempunyai kandungan K - Ar yang berusia $0,8 \pm 0,4$ Ma, dan komposisi kimia serta polanya menunjukkan bahwa magma basalt ini lebih tua dibandingkan batuan vulkanik kuartar lainnya di sekitar daerah ini.

Selat Sunda dan bagian paling barat Jawa Barat merupakan bagian geologi Sumatera yang dicirikan dengan penurunan vulkano-tektonik dan telah menghasilkan pyroclastis asam dalam jumlah besar pada Kuartar akhir.

Bagian selatan Selat Sunda juga merupakan perluasan bawah permukaan air dari jalur patahan Sumatera. Jumlah pyroclastis yang besar di Lampung Selatan dan Banten mungkin sekali merupakan produk dari penurunan vulkano tektonik Selat Sunda diantaranya pyroclastis asam Sertung dan Pajang serta batuan dasar Selat Sunda. Usia pyroclastis tersebut adalah 0,1 Ma (Nishimura 1980).

Letusan rekahan basalt Sukadana di Lampung dapat dihubungkan dengan kecenderungan jalur rekahan ke arah utara-selatan di Selat Sunda. Penurunan vulkano tektonik menghasilkan pyroclastis asam dalam jumlah besar.

Sebuah kelurusan vulkanik yang penting terletak di Selat Sunda sepanjang Panaitan, Anak Krakatau, Sebesi, Sebuku dan Rajabasa menerus sampai ke daerah basalt Sukadana sebelah tenggara Lampung.

Kelurusan vulkanik berhimpitan dengan suatu jalur gempa yang

aktif (arah utara selatan) yang ditandai dengan kelurusan jalur rekahan yang telah disebutkan sebelumnya.

Seperti telah disebutkan sebelumnya, aktivitas vulkanik sepanjang jalur ini dimulai di jauh sebelah utara menerus ke selatan. Dari deretan gunung api, Anak Krakatau satu-satunya yang masih aktif.

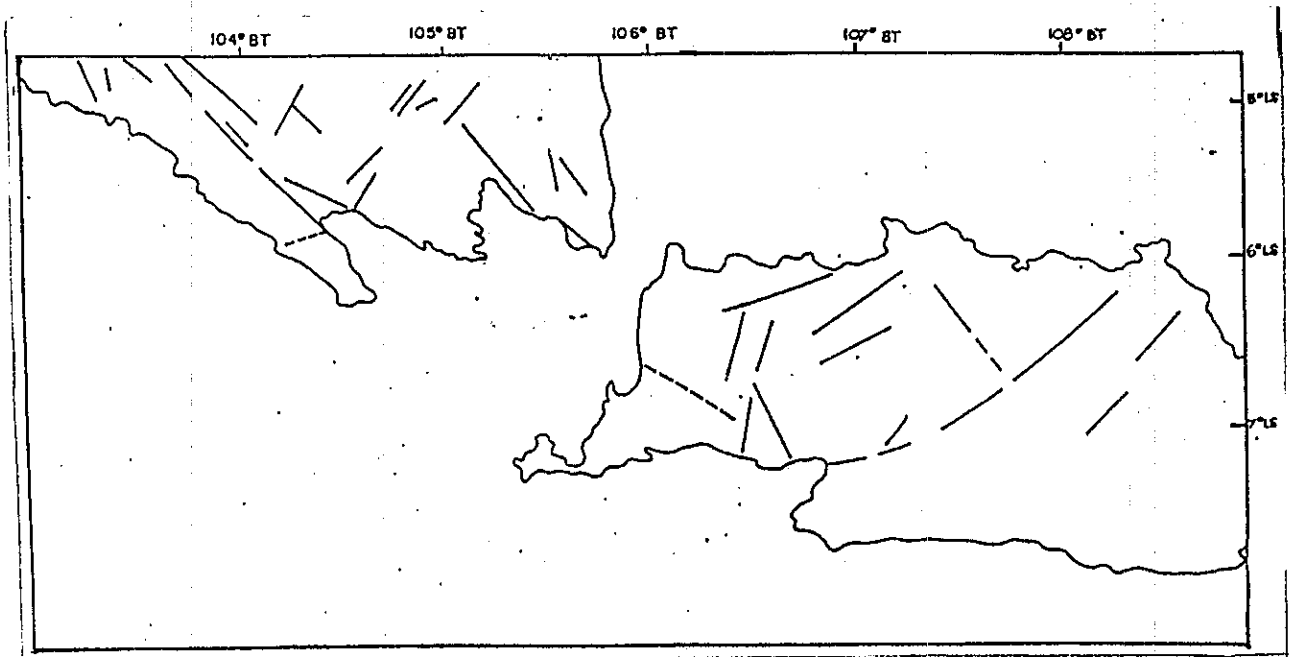
Aktivitas vulkanik dimulai dengan lava basalt di Sukadana (di sebelah utara) dan Sebesi, Sebuku menghasilkan andesit. Terdapat andesit calc-alkali di Pulau Panaitan. Komplek Krakatau menghasilkan basalt, andesit basalt sebaik pyroclastis asam yang membentuk tuff dan batu apung tuff. Aktivitas vulkanik komplek tersebut berjalan seperti siklus, yang dimulai dengan batuan basalt dan diakhiri dengan pyroclastis asam.

2.1.1 Morfologi Di Sekitar Selat Sunda

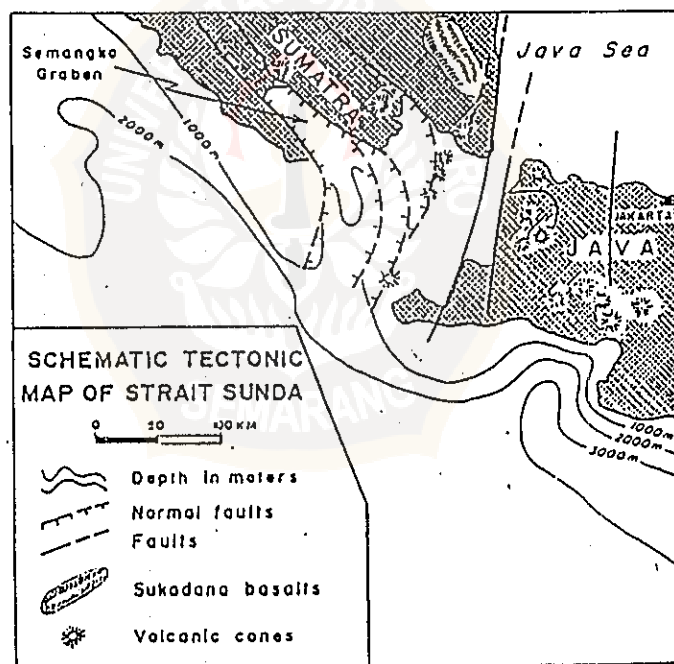
Tidak ada bukti bahwa jalur Patahan Sumatera menerus ke Jawa Barat. Selat Sunda merupakan daerah kunci antara palung Sumatera dengan subduksi miring dan palung Jawa dengan subduksi tegak.

Jalur patahan Sumatera yang merupakan *strike slip fault* yang aktif dengan pergerakan lateral berakhir di selat pada jalur rekahan utara-selatan. Jalur rekahan ini sangat aktif dengan gempa-gempa dangkal dan kelurusan vulkanik yang penting. Kelurusan vulkanik antara Jawa dan Sumatera ditunjukkan pada gambar 2.2. Jalur patahan Sumatera di Selat Sunda menunjukkan sesar normal (Huchon dan Le Pichon 1984).

Secara umum pola tektonik daerah Selat Sunda ditunjukkan



Gambar 2.2 Pola Kelurusan Daerah Sumatera Selatan dan Jawa Barat
(Berdasarkan Citra Landsat, 1973)



Gambar 2.3 Peta Tektonik Selat Sunda dan Sekitarnya (Zen, 1986).

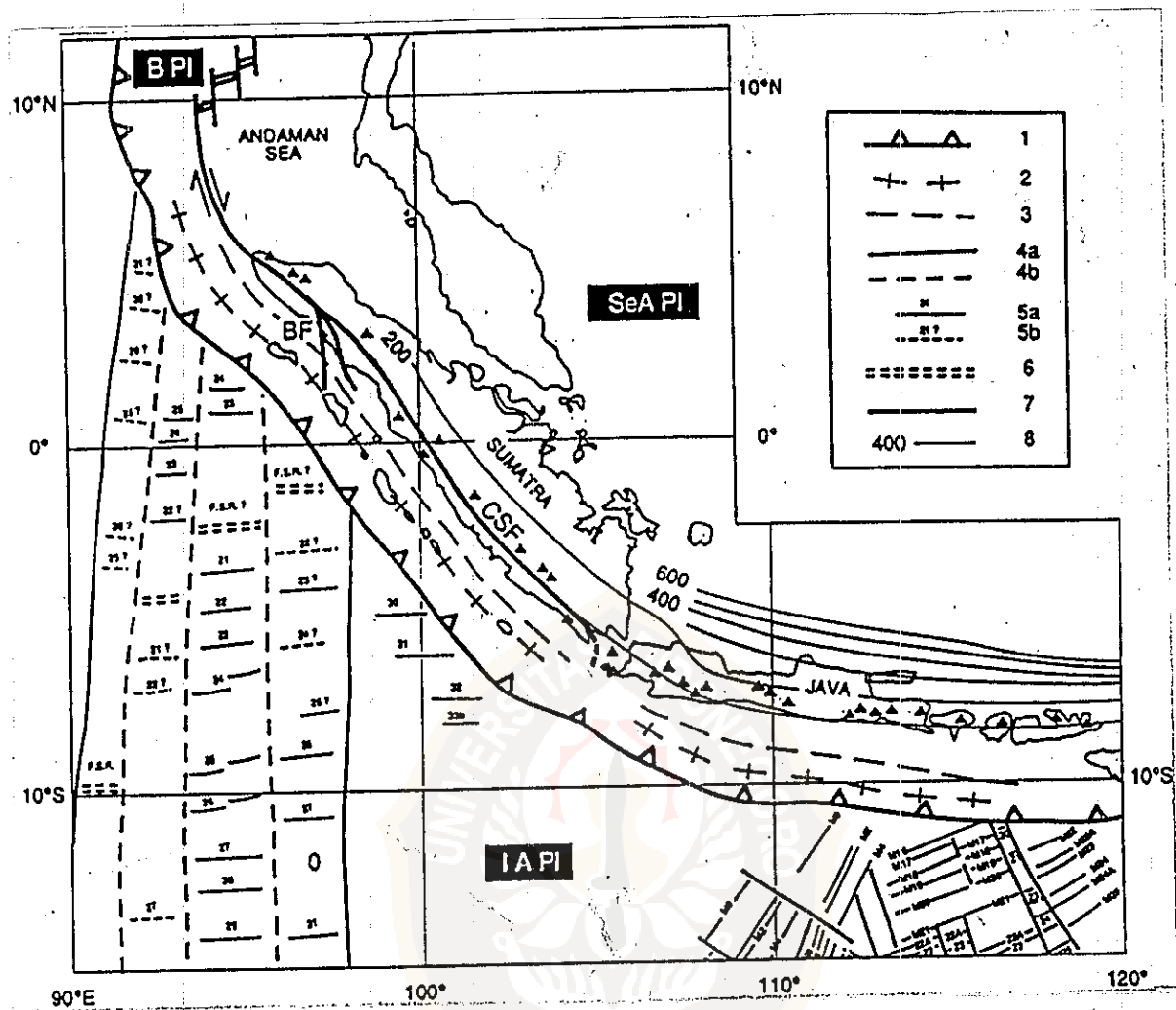
pada gambar 2.3.

Sesar yang terdapat di pulau Sumatera yaitu Sesar Semangko sepanjang 1650 km, merupakan gejala tektonik yang diakibatkan oleh pencapaian kesetimbangan geser (*shear*) tersebut dan tercermin sebagai sesar yang berangsur bergerak secara horisontal ke kanan. Hal ini tercermin juga oleh adanya sedimen Kuartar yang terlipatkan dan tersesarkan oleh sesar tersebut, serta batuan yang berumur Kuartar yang terpotong juga oleh sesar tersebut. Seperti telah disebutkan sebelumnya bahwa perbedaan yang paling mencolok antara Sumatera dan Jawa adalah adanya sistem patahan geser mengangan (*strike slip lateral fault*) di Sumatera. Sistem patahan ini yang merupakan akibat dari subduksi miring (Fitch,1972; Beck,1973; Huchon dan Le Pichon, 1984) dianggap pula sebagai batas antara lempeng Asia Tenggara dan lempeng muka busur Sumatera (Jarrad,1986). Lempeng ini disebut sebagai " *Sumatera Sliver Plate* " (Jarrad, 1986) atau lempeng mikro Sumatera.

Sesar Sumatera menghubungkan sistem akresi oseanik dari laut Andaman (gambar 2.4) dan berakhir di Selat Sunda (Hamilton , 1979; Curray et al,1982 ;Huchon & Le Pichon,1984), meskipun kenyataan geometri dari patahan di selat ini tidak terlihat pasti. Di sekitar Selat Sunda jurus kerak Samudera Hindia membelok tajam dari arah timur-barat menjadi barat laut-tenggara.

2.1.2 Geologi Regional Laut Jawa Bagian Barat

Sebagian daerah penyelidikan merupakan cekungan Busur



Gambar 2.4 Karakteristik geologi/geofisika Busur Sunda.
 1. Sumbu palung 2. Punggung akresi 3. Fore Arc Basin
 4. Fracture zone (a. observasi b. diperkirakan) 5. Anomali magnetik (a. teramati b. diperkirakan) (digambar ulang oleh Liu et al (1983) dan Fullerton et al (1989) 6. Fossil spreading ridge 7. CSF: Sesar Besar Sumatera 8. Kedalaman zona beniof dalam km setelah Newcomb dan McCann (1987). BF: Sesar Batte. B PI : Lempeng Burma, SeA PI: Lempeng Asia Tenggara, IA PI: Lempeng Indo Australia. Tanda segitiga menunjukkan lokasi gunung api aktif Krakatau.

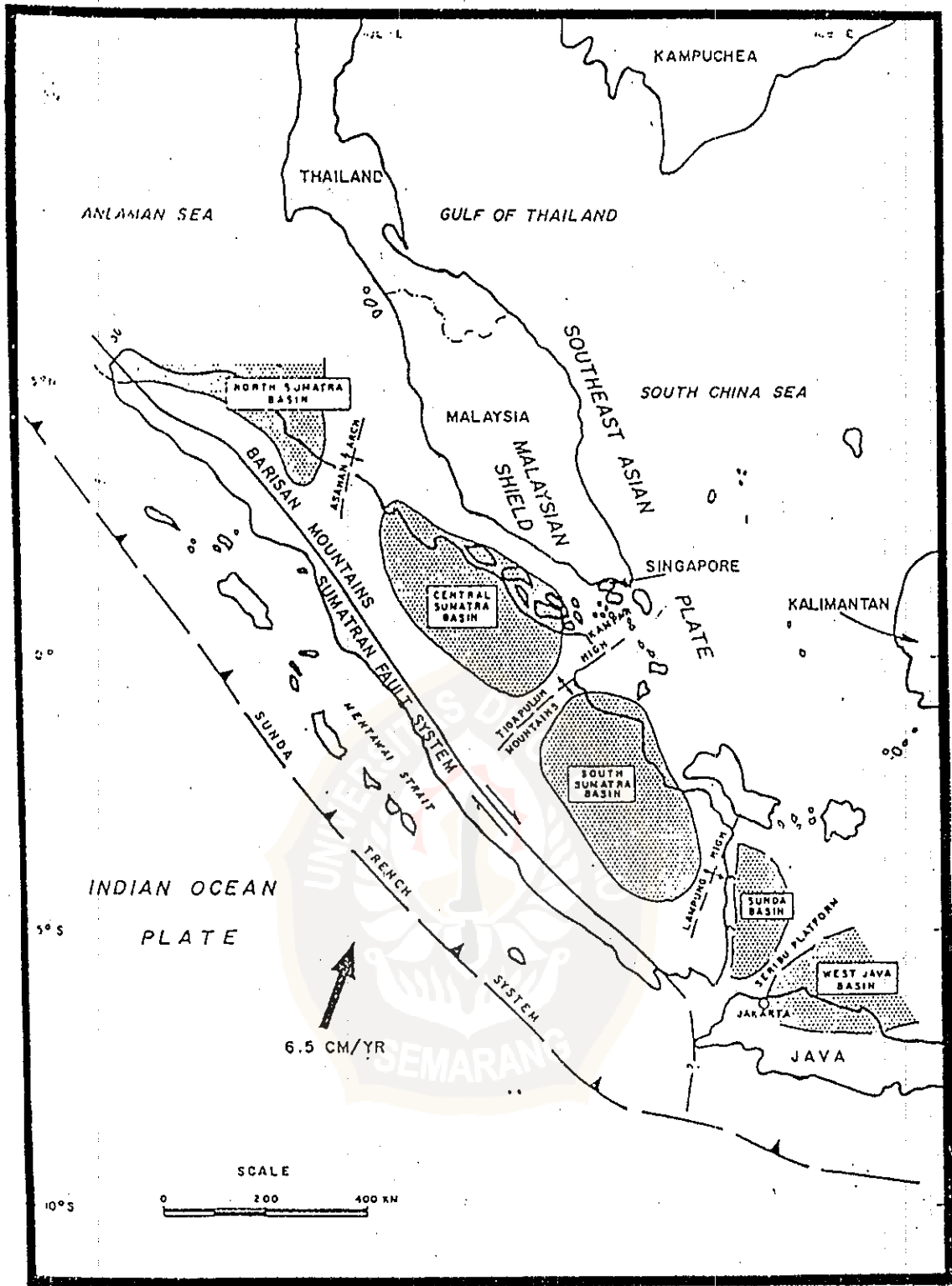
Belakang jika ditinjau secara tektonik regional. Pada cekungan busur belakang tersebut berkembang beberapa seri cekungan yang memanjang dari tenggara sampai barat laut : Cekungan Belitung (*Belitung Basin*), Cekungan Jawa Barat (*West Java Basin*), Cekungan Sunda (*Sunda Basin*), Cekungan Sumatera Selatan (*South Sumatera Basin*) dan Cekungan Sumatera Utara seperti terlihat pada gambar 2.5.

Posisi daerah penyelidikan ditinjau dari cekungan-cekungan diatas termasuk ke dalam sebagian Cekungan Sunda. Cekungan Sunda berkembang di sepanjang tepian Dataran Sunda (*Sundaland*) sebagai hasil dari sistim penunjaman Lempeng Samudera Indo-Australia (*Indo - Australian Plate*) ke dalam lempeng Asia Tenggara (*Southeast Asian Plate*) atau Lempeng Sunda.

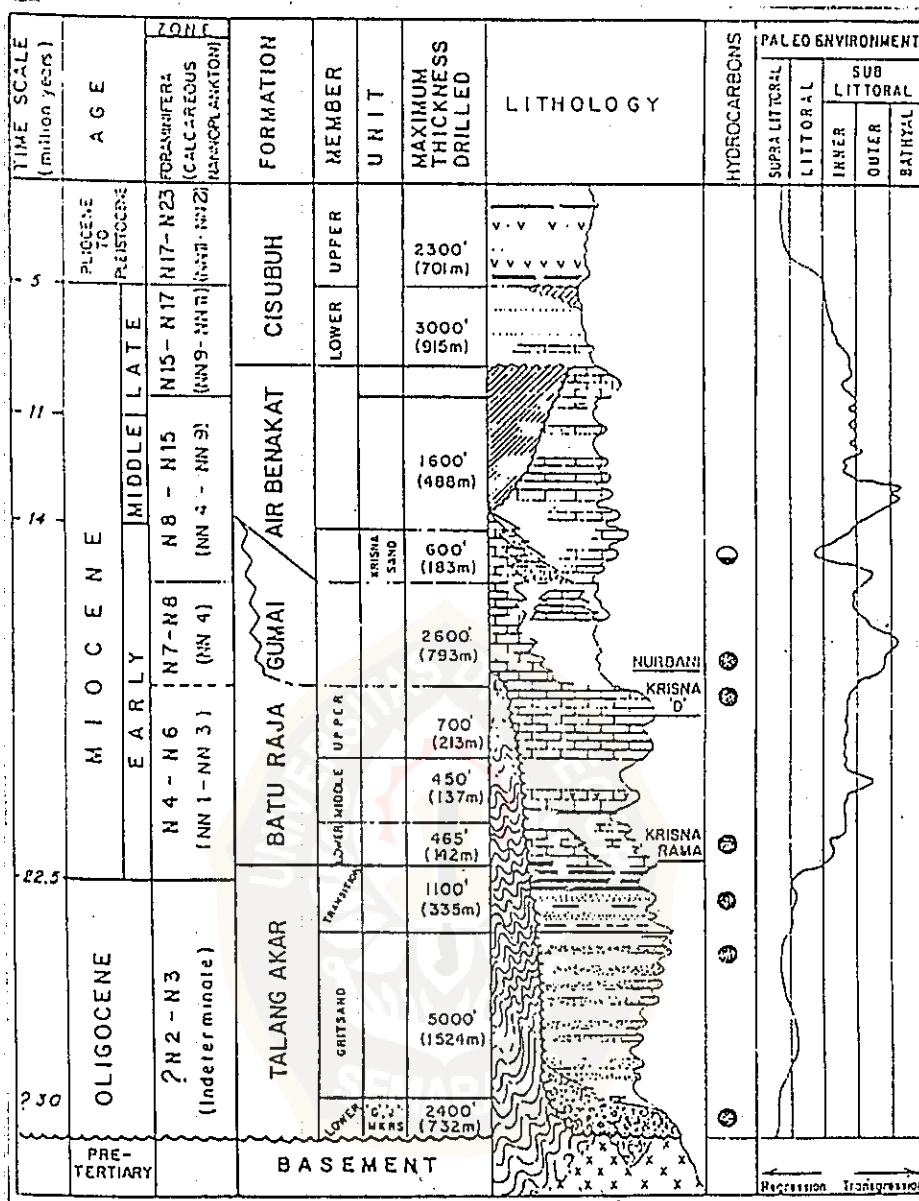
Formasi Cisubuh (Miosen Akhir-Pliocen) dibentuk oleh perulangan batulempung, serpih dan batupasir serta tidak ditemukan indikasi adanya kandungan hidrokarbon (Cholidy H. Remington dan Unggul Pranyoto, 1985). Bagian bawah merupakan anggota " *Marin* " dan Atas " *Continental* " yang terbentuk oleh siklus pengendapan pada waktu susut laut (regresi).

Dalam tatanan Stratigrafi Cekungan Sunda, Formasi Cisubuh ini berumur Miosen Akhir-Pleistosen dengan ketebalan maksimum anggota bawah 3000' / 915 meter dan anggota atas 2300' / 701 meter. Anggota bawah dalam lingkungan litoral dan sublitoral. Ditunjukkan pada tabel 2.1.

Berakhirnya tektonik yang terjadi pada kala Plio-Pleistosen



Gambar 2.5 Cekungan-cekungan yang berkembang pada cekungan busur belakang (Back Arc Basin)



Tabel 2.1 Tataunan Stratigrafi Cekungan Sunda

di Paparan Laut Jawa dan daerah sekitar dicirikan oleh bidang erosi dan sistim pengendapan yang dibentuk oleh 4 atau 5 kali penurunan muka air laut (*Glacial*). Pencirinya ditandai oleh kehadiran struktur sedimen berupa pengerukan dan pengisian (*Cut and Fill*) pada lapisan atas setebal 50 meter dari sedimen dasar laut (*Emery K.O, 1972*).

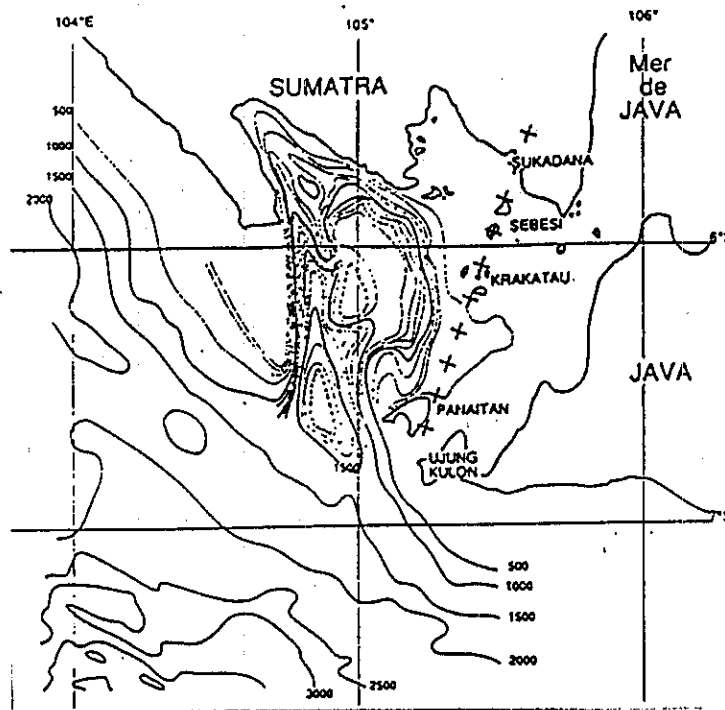
2.2 Tinjauan Geofisika

Busur Sunda (*Sunda Arc*) membentang sepanjang 400 km dari pulau Andaman di bagian barat sampai ke Pulau Sumba di bagian timur. Busur Sunda ini dapat kita bagi-bagi menjadi beberapa blok daerah dari barat ke timur adalah : Blok daerah Nicobar-Andaman, Pulau Sumatera, Selat Sunda, Pulau Jawa sampai Pulau Sumba. Ke arah timur pola tektonik makin kompleks yang merupakan interaksi antara lempeng Australia, Pasifik dan lempeng mikro Banda. Seperti terlihat dalam gambar 2.4.

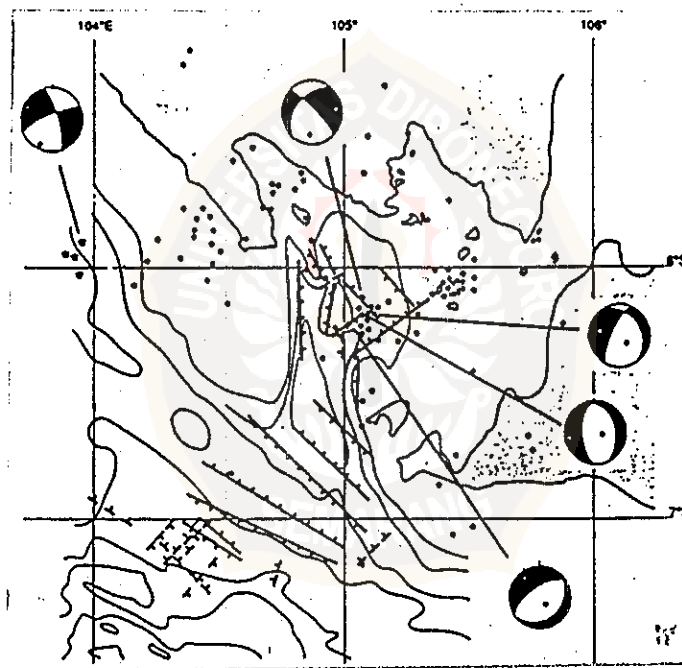
Selat Sunda yang terletak pada transisi perubahan dari subduksi tegak ke subduksi miring, dengan demikian merupakan kunci untuk memahami evolusi geodinamik dari busur Sunda (*Zen, 1983; Huchon dan Le Pichon, 1984; Harjono, 1991*).

2.2.1 Bathymetri

Sejumlah data baru memungkinkan peta bathymetri Selat Sunda (*Larue, 1983*) gambar 2.6. Morfologi lantai laut dari selat Sunda secara jelas dibagi menjadi dua daerah. Di bagian timur kedalamannya sangat datar dan dangkal (kurang 100 m), kecuali



Gambar 2.6 Bathymetri Selat Sunda (Larue, 1983) Garis vulkanik ditandai dengan tanda silang



Gambar 2.8 Pusat gempa mikro (0-20 km) yang dicatat jaringan lokal ditandai dengan titik dan tanda bintang adalah gempa yang tercatat oleh jaringan dunia (Harjono 1989 ; Harjono et al 1988 - 1990)

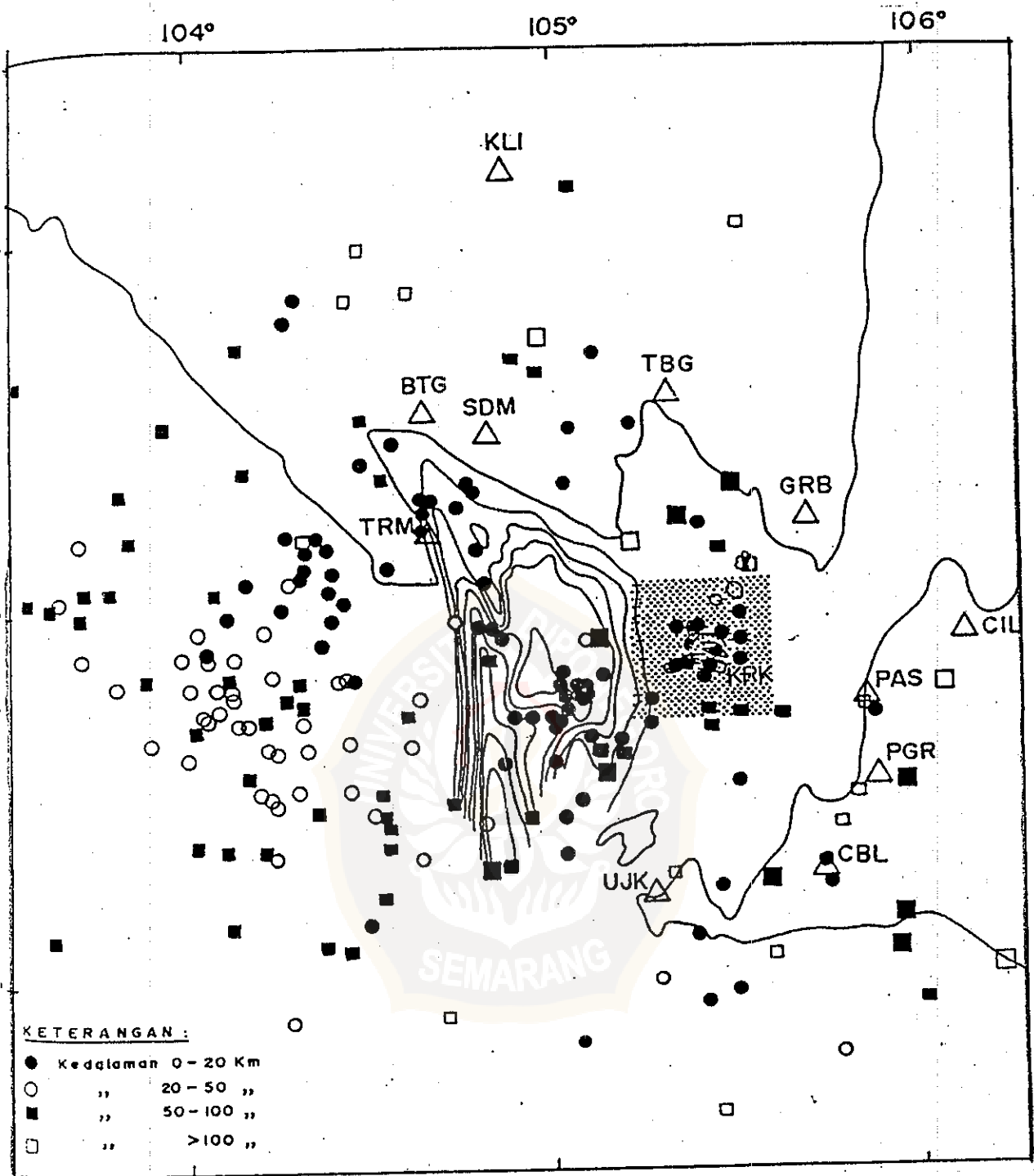
di daerah Krakatau dimana dasar kaldera mencapai kedalaman 200 m.

Di bagian barat, terdapat graben yang mencapai kedalaman 1800 m ada di bagian selatan. Graben ini dibagi menjadi dua daerah yang dipisahkan oleh dua goresan segitiga besar (gambar 2.6). Graben ini menyempit ke arah utara dan bergabung dengan sesar Semangko (segmen paling selatan dari sesar Sumatera). Ke arah selatan gambaran sesar ini tidak jelas meski data gaya berat (Harjono,1988) menampakkan kecenderungan tersebut.

2.2.2 Gunung Api dan Kegempaan

Selat Sunda oleh aktivitas vulkanik yang berlangsung sejak jaman Miocene sampai sekarang (Ninkovich,1976; Nishimura et al,1986; Harjono et al,1991). Satu hal yang menarik adalah adanya kelurusan vulkanik hampir berarah utara-selatan yaitu Sukadana, Rajabasa, Sebuku, Sebesi, Krakatau dan Panaitan atau sering disebut sebagai Krakatau lineament (Zen,1983). Kelurusan ini berhimpit dengan kelurusan gempa (Harjono,1991; gambar 2.7) Pada kelurusan ini satu-satunya gunung api yang aktif adalah Krakatau. Study petrologi (Hutchinson, 1982; Camus et al,1987) memperlihatkan perbedaan Krakatau dengan pola umum gunung api aktif lainnya di busur Indonesia. Krakatau memiliki komposisi bimodal basalt-dacite sedang lainnya tidak demikian. Dapur magma di bawah Krakatau diperkirakan pada kedalaman 9 km dan 22 km (Harjono et al, 1989).

Dari aktivitas gempa mikro yang dipantau ternyata bagian barat lebih aktif dibandingkan dengan bagian timur (Harjono,



Gambar 2.7 Pusat - pusat gempa di Selat Sunda dan kelurusan vulkanik (Harjono 1988)

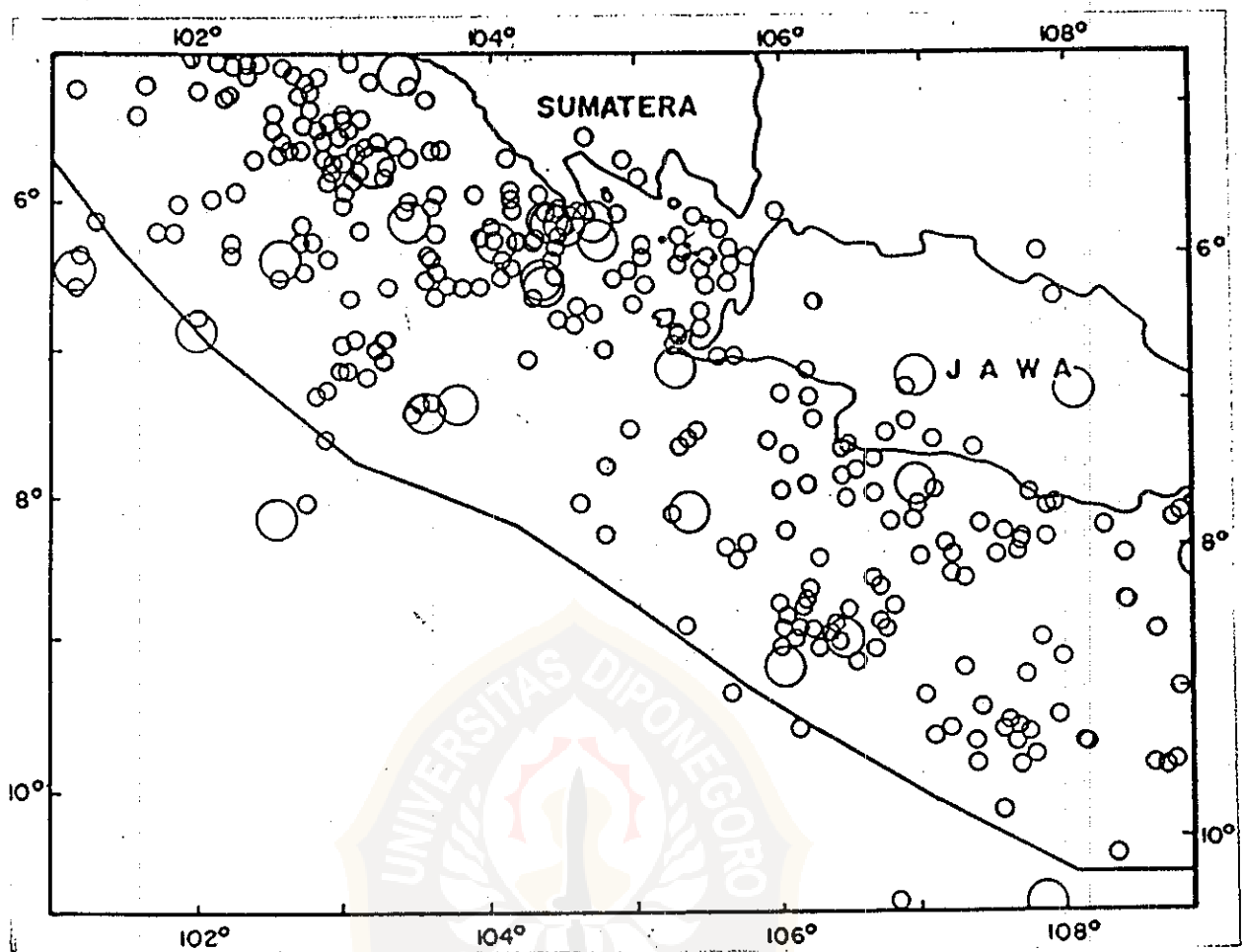
1991, gambar 2.8 dan BMG 1991 gambar 2.9). Gempa - gempa tersebut banyak terlokalisir pada kompleks Krakatau, graben dan sebelah selatan Sumatera. Mekanisme fokus menunjukkan bahwa daerah Selat Sunda mengalami ekstensi. Hal ini disebabkan pergerakan lempeng mikro ke arah barat laut.

2.2.3 Pengukuran Gaya Berat

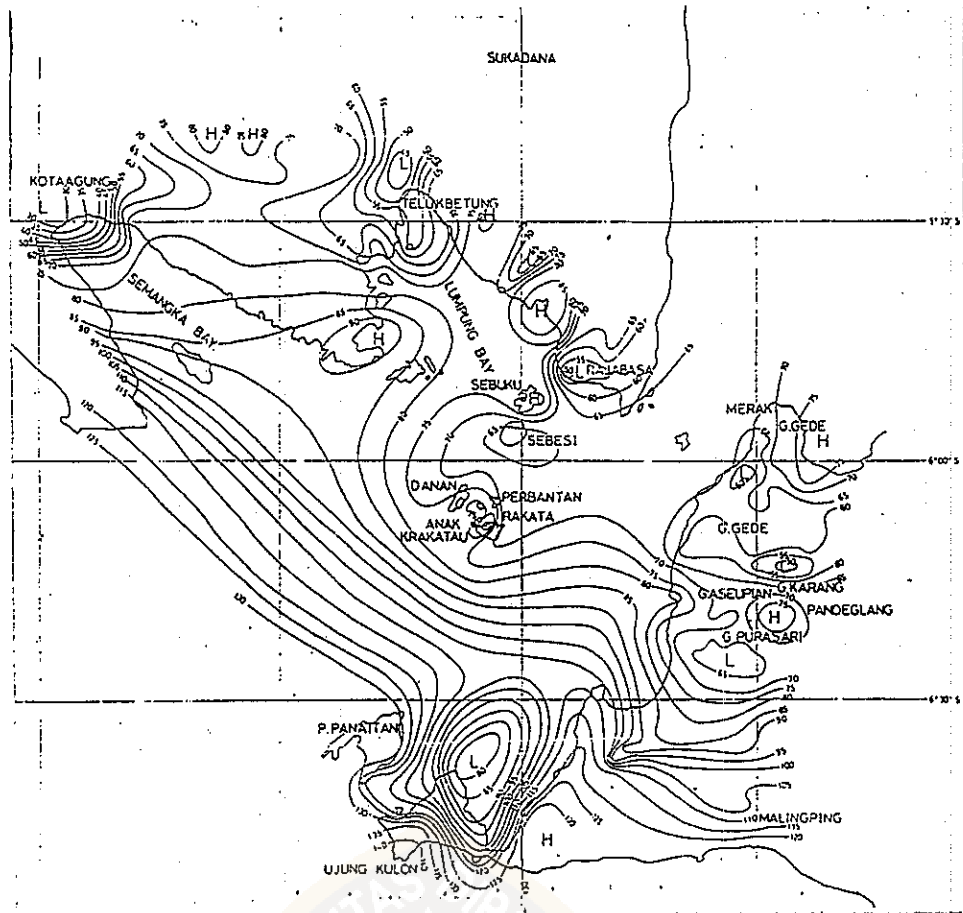
(Survey) gaya berat di Selat Sunda pertama kali dilakukan dengan menggunakan alat *Worden Gravitymeter No 127* pada tahun 1977 dan dilengkapi pula dengan pengukuran dengan menggunakan alat *La Coste Romberg Gravitymeter G 576* pada tahun 1981 dan 1982.

Distribusi anomali Bouger sederhana di sekitar Selat Sunda ditunjukkan pada gambar 2.10. Anomali rendah terdapat di sekitar Danau Rawa yang dikelilingi empat gunung api yaitu Gunung Gede, Gunung Asepun, Gunung Purasari dan Gunung Karang. Dari anomali gaya berat yang rendah mungkin dapat disimpulkan bahwa anomali 9 mgal tidak dapat memperlihatkan letusan ignimbrite yang besar di daerah ini. Anomali tersebut cenderung lebih menandakan keberadaan struktur graben kecil (Nishimura dan Nishida, 1981). Kemudian hal ini menuju pada suatu kesimpulan bahwa telah ada sebuah kaldera di Selat Sunda yang memancarkan ignimbrite tebal yang ditemukan di daerah tersebut.

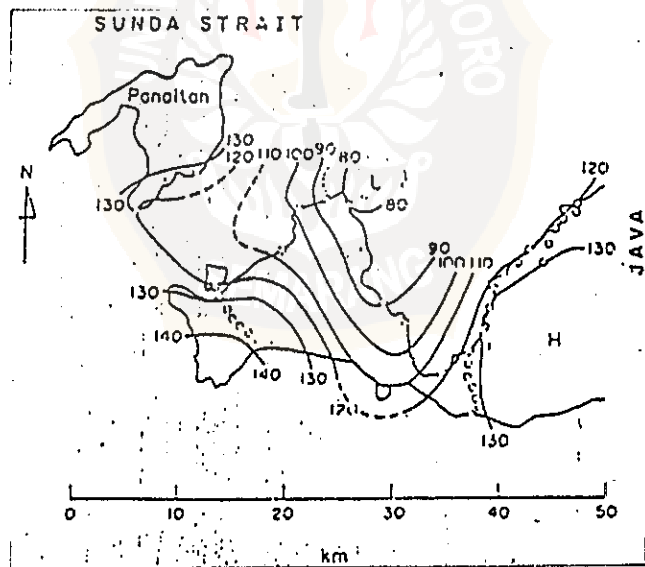
Anomali rendah yang luas di daerah utara Ujung Kulon di tunjukkan pada gambar tersebut, Yokoyama (1963) mempelajari anomali-anomali gaya berat dari berbagai kawah dan di dapat



Gambar 2.9 Peta Seismisitas Selat Sunda dan sekitarnya (kedalaman < 60 km dan Magnitude > 4,5) (BMG, 1991)



Gambar 2.10 Peta Anomali Gaya Berat Selat Sunda (Nishimura, 1986)



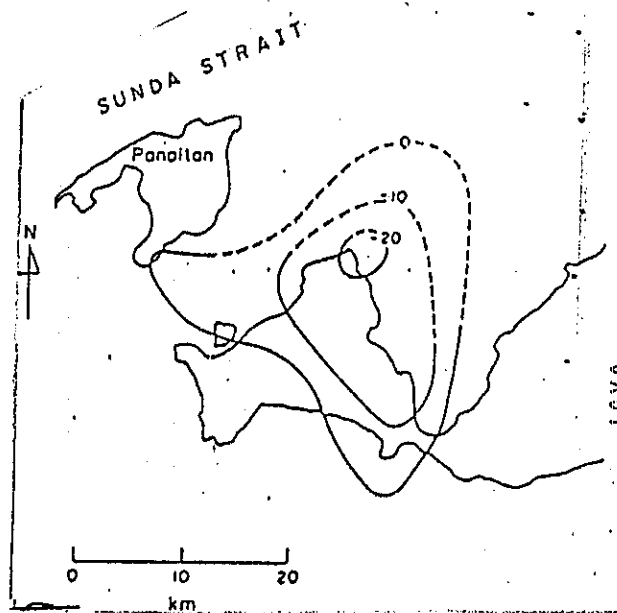
Gambar 2.11 Peta anomali Bouger sederhana di sekitar Ujung Kulon Jawa Barat. Interval kontur 10 mgal. L adalah daerah anomali Bouger rendah. H adalah daerah anomali Bouger tinggi.

hubungan antara defisiensi massa dan jarak anomali gaya berat yang telah dihitung. Gambar 2.11 menunjukkan bahwa anomali Bouger dan garis isogal tidak berdekatan, ini menunjukkan bahwa ada anomali gaya berat positif di Samudera Hindia di samping di Pulau Jawa (Vening Meinesz 1982) dan anomali gaya berat positif naik dengan jarak yang menjauh dari sumbu palung. Pengukuran gaya berat dilakukan sepanjang satu route dari Samudera Hindia sampai ke pusat Jawa Barat yaitu Malingping sampai Gunung Purasari. Hasilnya ditunjukkan pada gambar 2.12 . Gambar ini menunjukkan penurunan anomali Bouger secara linier dari Samudera Hindia sampai ke pusat Jawa Barat. Laju penurunan anomali Bouger terhadap jarak dari sumbu palung adalah 1,6 mgal/km.

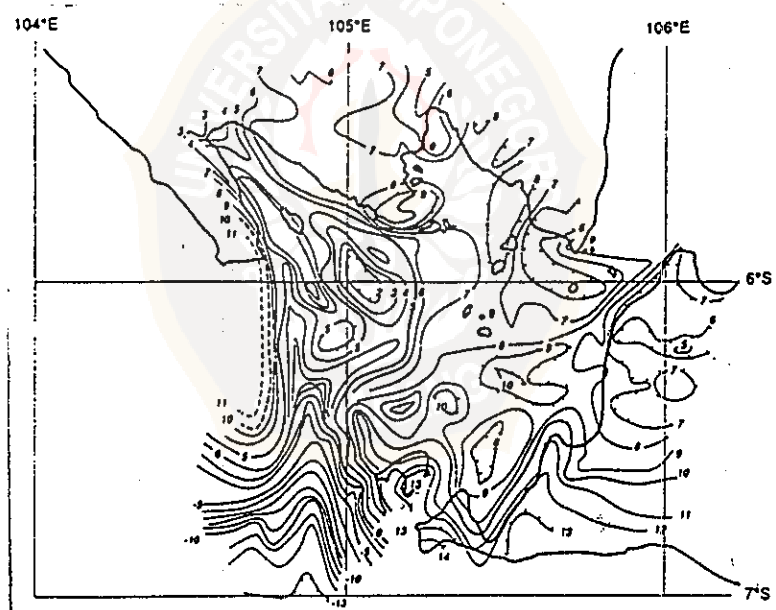
Hasil pengukuran gaya berat yang lainnya yang dilakukan oleh (Larue 1983; Nishimura et al, 1986; Diamant et al, 1990) dapat dilihat pada gambar 2.13. Bentuk anomali secara pokok dikontrol oleh morfologi dasar laut. Graben tampak lebih jelas terlihat. Namun tak ditemukan gambaran kemungkinan perpanjangan sesar Sumatera di selat. Dari data gaya berat tampak lokasi Krakatau dikontrol oleh anomali gaya berat yang berarah N 230° - N 240°. Hal lain adalah kenyataan bahwa kelurusan vulkanik dicirikan oleh anomali gaya berat.

2.2.4 Data Geofisika Marin

Dua lintasan seismik refraksi yang diambil di daerah graben (gambar 2.8) tidak memperlihatkan kedalaman bidang *moho* (Fatwan, 1983). Data ini merupakan indikasi adanya kandungan



Gambar 2.12 Peta Anomali Bouguer lokal sekitar Ujung Kulon



Gambar 2.13 Peta Gaya Berat di Selat Sunda yang merupakan gabungan dari peta darat dan laut (Larue, 1983; Ni - shimura et al, 1986; Diament et al, 1990)

sedimen tebal di graben. Di dapat pula batuan dasar (*basement*) di bagian utara lebih dangkal dibandingkan di bagian selatan.

Di bagian timur, dari data bor eksplorasi terlihat adanya endapan sedimen sangat tebal, dimana sampai kedalaman sekitar 2500 m masih dijumpai sedimen Pliosen-Kuarter (Noujaim, 1976; Mulhadiono dan Asikin, 1978). Data ini merupakan bukti adanya penurunan.

Interpretasi data seismik pantul (Lasal dkk, 1989) menunjukkan adanya laju ekstensi yang kecil pada 28 juta tahun yang lalu kemudian makin jelas pada 13 juta tahun yang lalu. Pada kala Pliocene (5 juta tahun yang lalu) laju penurunan sangat cepat atau sekitar 400 m /juta tahun dengan faktor ekstensi 2,0 - 2,4. Pada arah barat laut faktor ekstensi mencapai 3,4.

