

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Geologi Regional

2.2.1 Fisografi

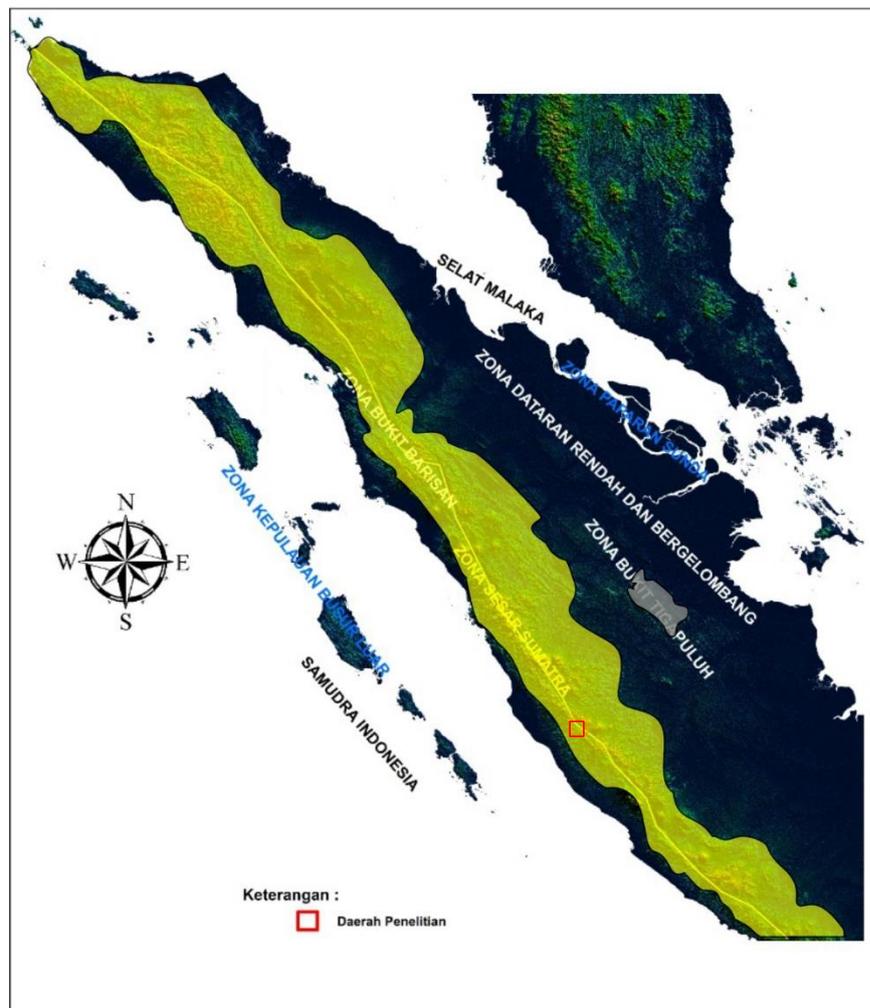
Pulau Sumatra diinterpretasikan dibentuk oleh *collision* dan *suturing* dari mikrokontinen di akhir Pra-Tersier. Pulau Sumatra tersusun atas dua bagian utama, sebelah barat didominasi oleh keberadaan lempeng samudera, sedang sebelah timur didominasi oleh keberadaan lempeng benua. Pada Lempeng Samudera Hindia menghasilkan zona subduksi di bawah Lempeng Benua Eurasia pada arah N 20° E dengan rata-rata pergerakannya 6–7 cm/tahun. Geografi yang khas dari Pulau Sumatra yaitu adanya Pegunungan Bukit barisan di sebelah Barat pulau dan memanjang pada seluruh bagian pulau dalam bentuk sabuk yang sempit, paralel, dan umumnya berjarak beberapa puluh kilometer dari pantai Baratdaya. Konfigurasi cekungan pada daerah Sumatra berhubungan langsung dengan zona subduksi yang menyebabkan *non-volcanic fore-arc* dan *volcano-plutonik back-arc* Barber, dkk (2005).

Berdasarkan klasifikasi Van Bemmelen (1949), Pulau Sumatra ini dibagi menjadi enam zona fisiografi yaitu Zona Pegunungan Barisan, Zona Sesar Semangko, Zona Pegunungan Tigapuluh, Zona Dataran rendah dan dataran bergelombang, Zona Paparan Sunda, dan Zona Kepulauan Busur Luar.

Menurut pembagian zona fisiografi Van Bemmelen (1949), daerah penelitian termasuk di Zona Bukit Barisan berbatasan dengan Dataran Rendah dan Perbukitan Bergelombang di Utara. Berbatasan dengan Zona Sesar Sumatra di Selatan, di Timurlaut berbatasan dengan Zona Pegunungan Tigapuluh.

Zona Perbukitan Barisan merupakan suatu zona perbukitan yang memanjang dengan arah orientasi Tenggara – BaratLaut dengan panjang ± 1.650 km dengan lebar 100 km. Puncak tertinggi dari zona ini adalah Puncak InderaPura yang berada di Gunung Kerinci dengan ketinggian ± 3.800 m. Pola ini diinterpretasikan sebagai zona yang terbentuk akibat geotektonik Sistem Pegunungan Sunda yang awalnya memiliki arah Tenggara-BaratLaut menjadi Barat– Timur yang berada di Pulau Jawa. Pada umumnya zona ini berasosiasi dengan Gunung Api Aktif yang berada di jalur Bukit Barisan (Van Bemmelen, 1949).

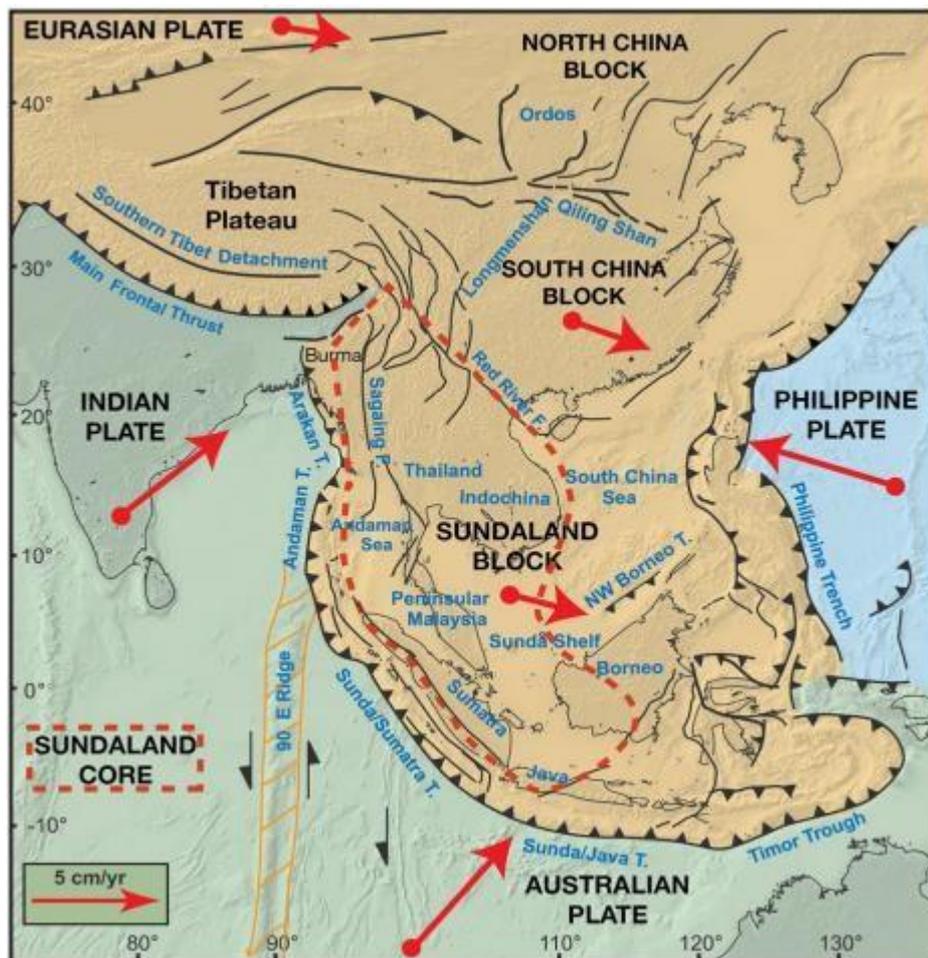
Zona Sesar Sumatra atau Zona Sesar Semangko adalah Zona yang memiliki pola memanjang dimana pola zona ini mengikuti Fisiografi dari Bukit Barisan, dimana zona ini merupakan Geoantiklin yang memanjang dengan bentuk depresi, Zona ini memanjang dimulai dari Semangko Sumatra Selatan – Lampung (Gambar 3). Daerah puncak dari zona ini hingga ke bagian Barat Laut di Kotaradja Aceh yang merupakan suatu lembah dan batas akhir dari zona ini. Sesar Sianok yang merupakan segmen dari zona sesar ini, terekam di daerah Ngarai Sianok, Bukittinggi, Sumatra Barat (Van Bemmelen, 1949).



Gambar 3. Zona Fisiografis Pulau Sumatra oleh Van Bemmelen (1949).

2.2.2 Tatanan Tektonik

Sumatra terletak di Baratdaya dari Kontinen Sundaland dan merupakan jalur konvergensi antara Lempeng Hindia-Australia yang menyusup di sebelah Barat Lempeng Eurasia (Lange dkk., 2018; Metcalfe, 2017). Sundaland terdiri dari kumpulan blok kontinental heterogen yang berasal dari India-Australia pecahan Gondwana, yang terdiri dari blok Sibumasu dan blok Indocina-*East Malaya* Timur dengan *terrane* busur pulau (Gambar 4).



Gambar 4. Latar tektonik Sumatra dengan dasar Samudera Hindia subduksi di bawah barat daya margin dari Sundaland (Metcalfe, 2017).

Akibat dari konvergensi lempeng menghasilkan tatanan tektonik yang cukup kompleks pada pembentukan Sumatra. Berdasarkan hal ini, fase tektonik Sumatra dibagi menjadi tiga sebagai berikut.

Devon-Permian Akhir. Pada fase ini terjadi koalisi antara blok Sibumasu dan *East Malaya/ Indo-china* bersamaan dengan pembentukan basement batuan.

Kegiatan tektonik ini menyebabkan pembentukkan akresi (tinggian) yang mengangkat dan membuat batuan tua tersingkap ke permukaan, dimana Formasi Ngaol dan Formasi Barisan mengalami pengangkatan, perlipatan dan mungkin metamorfisme. Akresi ini juga penyebab terbentuknya paparan sunda, pulau berhala, dan jalur timah asia.

Trias-Jura. Pada fase ini terjadi kegiatan tektonik berupa *transcurrent system* (sesar mendatar) antara blok Sibumasu dan blok Sumatra Barat. Pada fase ini terjadi patahan akibat pergerakan dari kedua blok yang menyebabkan beberapa bagian di Sumatra terangkat dan membentuk jalur patahan memanjang. Dari patahan ini juga menjadi awal cikal bakal sesar Sumatra yang membujur dari lampung hingga aceh. Kegiatan tektonik ini juga menyebabkan terbentuknya perbukitan tigapuluh dan menyingkap batuan-batuan tua seperti yang terdapat pada Formasi Mentulu.

Kapur Akhir. Pada fase ini juga terjadi kegiatan tektonik antara blok Sumatra Barat dan blok woyla yang menyebabkan terbentuknya sesar-sesar naik, hal ini ditandai dengan tersingkapnya Batugamping dan rijang ke permukaan. Hal ini juga diikuti oleh terobosan Jura di bagian Timur serta terobosan Kapur di bagian Barat. Selain terobosan Granitan tektonik Kapur juga ditandai oleh pengangkatan secara regional, metamorfisme dan pensesaran. Pensesaran yang terjadi mengontrol pembentukan bukit barisan.

Pada Paleogen (Neogen). terjadi magmatisme yang menjadi alasan terbentuknya Formasi Nagai, Formasi Bandan, dan Formasi Granitoid Langkup. Selanjutnya pada Oligosen-Miosen, pulau Sumatra mengalami rotasi yang mengalihkan dari *pure shear* menjadi *simple shear*. Kegiatan ini menyebabkan terbentuknya berbagai macam struktur berupa sesar naik, sesar turun, dan sesar mendatar. Kegiatan ini juga menyebabkan terbentuknya batuan-batuan sedimen, kegiatan magmatisme, dan juga vulkanisme kuartar seperti gunung kerinci, gunung api yang bersifat asam yang berlanjut sampai Kuartar dengan susunan dasit-andesit dan basal.

2.2.3 Stratigrafi

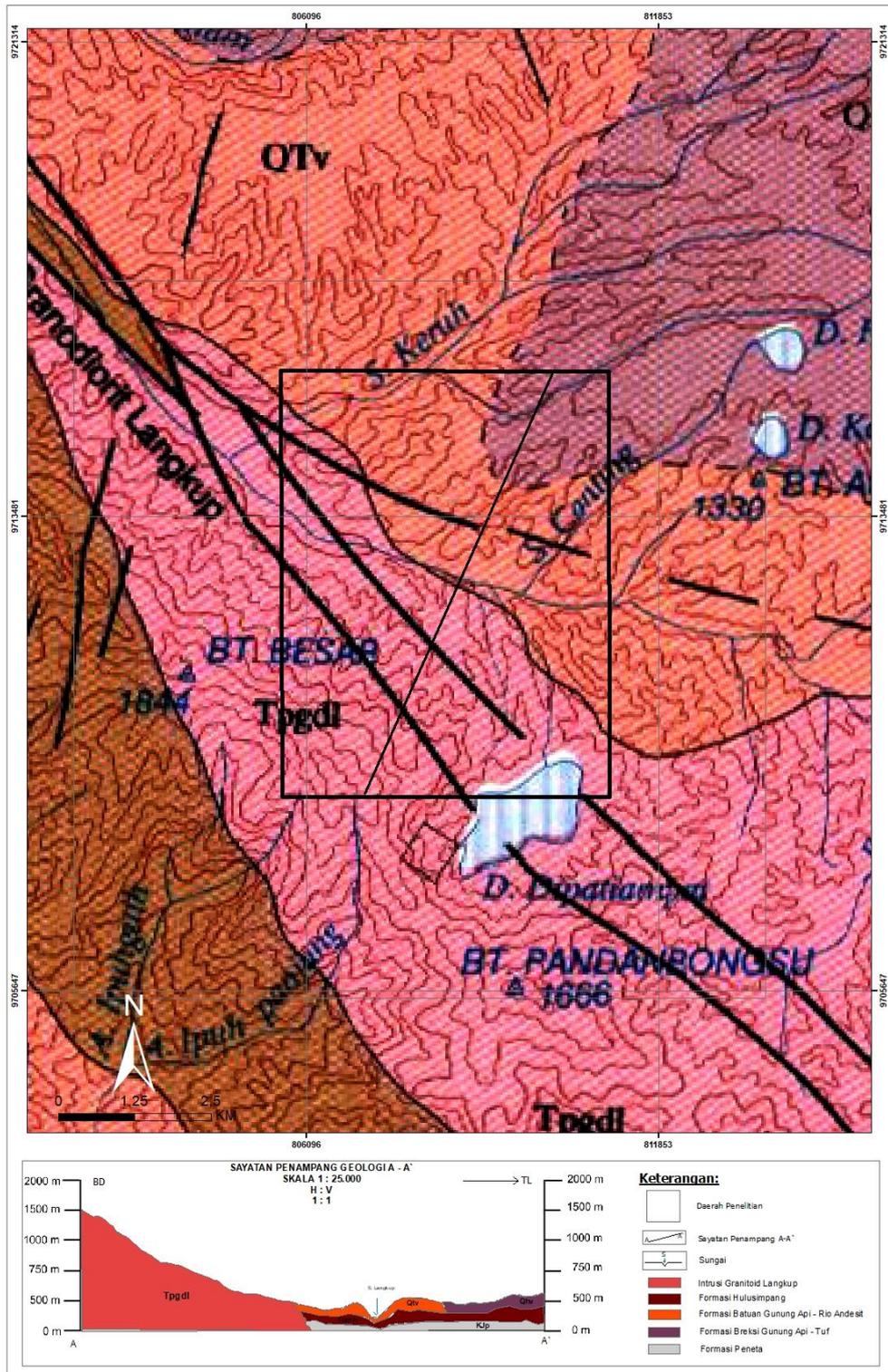
Secara stratigrafi daerah penelitian berdasarkan peta Geologi Lembar Sungaipenuh dan Ketaun, (Gambar 5). Produk formasi batuan yang mempunyai kisaran umur antara Paleosen sampai Plistosen. Penamaan batuan didasarkan pusat erupsi dan genesis pembentukan batuan. Adapun stratigrafi daerah penelitian ditunjukkan pada peta, dan stratigrafi daerah penelitian (Gambar 6).

Formasi Hulusimpang. Formasi Hulusimpang (Tomh) merupakan formasi berumur Oligosen-Miosen yang tersusun atas satuan batuan yaitu lava, breksi gunung api, tuf terubah yang bersusun andesit dan basal dengan ketebalan 700 m yang merupakan batuan paling tua di daerah penelitian.

Granitoid Langkup. Granitoid Langkup merupakan jenis intrusi yang keterdapatannya di bagian Perbukitan Barisan pada daerah penelitian. Stratigrafi batuan Tpgdl dan merupakan unit litologi yang merobos batuan yang lebih tua atau di bawahnya yaitu formasi Hulusimpang.

Endapan Gunung Api Tua. Endapan Gunung Api Tua terdiri dari QTv (Satuan Batuan Gunung api-Rio Andesit) yaitu lava bersusun riolit, dasit dan andesit, tuf padu dan tuf hibrid, dan breksi gunung api berbatu apung. Endapan Gunung Api Tua selanjutnya mengalami kejadian ketidakselarasan dengan formasi batuan setelahnya.

Formasi Kuartar. Formasi Kuartar terdiri dari Qhv (Satuan Batuan Breksi Gunung api-Tuf) berumur Holosen yang terdiri atas beberapa satuan yaitu tuf, breksi lahar dan lava bersusun andesit sampai basal. Formasi batuan ini berada di sebelah Timur dan Barat.



Gambar 5. Peta Geologi Regional Daerah Penelitian dipotong dari Peta Geologi Lembar Sungai Penuh dan Ketaun Skala 1 : 250.000 dan Sayatan Penampang Geologi A-A' Kusnama.dkk, (1992), dengan modifikasi.

UMUR GEOLOGI		STRATIGRAFI DAERAH PENELITIAN		KETERANGAN	
ZAMAN	KALA	SIMBOL LITOLOGI	FORMASI		
KUARTER	HOLOSEN	Qhv	Formasi Batuan Breksi Gunungapi - Tuf	Formasi Batuan Breksi Gunungapi - Tuf Batuan Tuf, Breksi Lahar dan Lava bersusun Andesit hingga Basal Sumber G Masurai, G Hulunilo, G Sumbing	
	PLISTOSEN	Qtv			
TERSIER	PLIOSEN		Formasi Batuan Gunungapi Rio Andsit	Formasi Batuan Gunungapi Rio Andesit Lava bersusun riolit, dasit, dan andesit tuf padu dan Tuf hibrid dan Breksi Gunungapi	
	MIOSEN	AKHIR	Tpdgl	Granitoid Langkup	
		TENGAH			
		AWAL			
	OLIGOSEN	AKHIR	Tomh	Formasi Hulusimpang	Formasi Granitoid Langkup Batuan Granitoid hasil intrusi berumur pliosen memotong Formasi Hulusimpang
		TENGAH			
AWAL					

Gambar 6. Kolom Stratigrafi Daerah Penelitian dari peta geologi lembar Sungaipenuh dan Ketaun Kusnama. dkk , (1992), dengan modifikasi

2.2.4 Struktur Geologi

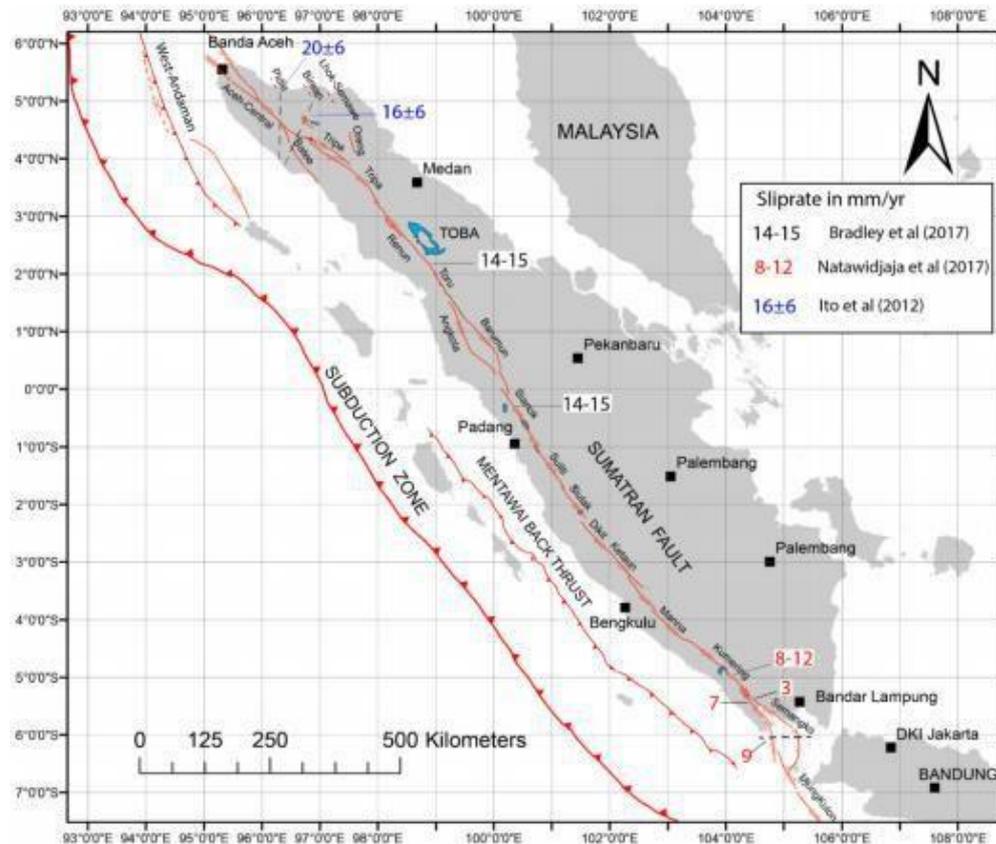
Tumbukan antar lempeng Benua Asia dan lempeng Samudera Hindia telah menyebabkan penujaman yang secara berkala dilepaskan melalui sesar mendatar dan terpusat di sepanjang sesar Sumatra (Hamilton, 1979). Sejarah struktur Lembar Sungaipenuh dan Ketaun dikuasai oleh peristiwa tektonika Jura sampai Resen. Struktur utama dalam batuan di Lembar ini ialah sesar.

Hamilton, dkk., (1979) Terjadinya Subduksi aktif dan patahan di Sumatra menyebabkan munculnya Bukit Barisan sejajar patahan yang merupakan lapisan permukaan tanah yang terangkat. Sementara itu, di Selat Sunda terjadi mekanisme tekanan dan regangan, yang menimbulkan struktur geologi yang unik seperti munculnya Gunung Krakatau. Sepanjang Bukit Barisan berderet-deret lembah yang lurus memanjang, seperti lembah Semangko (Teluk Semangko di Lampung), Lembah Kepahiang, Ketahun, Kerinci, Muara Labuh, Singkarak Maninjau, Rokan Kiri, Gadis, Angkola, Alas, Tangse, dan Aceh. Lembah-lembah ini merupakan zona lemah Patahan Besar Sumatra.

Pertemuan lempeng Hindia-Australia dan lempeng Eurasia tersebut pada akhirnya mempengaruhi geomorfologi Pulau Sumatra. Penujaman lempeng samudera Indo-Australia menjadikan bagian barat Pulau Sumatra terangkat, sedangkan bagian timur relatif turun. Akibat dari penujaman tersebut adalah terbentuknya rangkaian busur pulau depan (P. Simeulue, P. Banyak, P. Nias, P. Batu, P. Siberut hingga P. Enggano), rangkaian pegunungan Bukit Barisan dengan jalur vulkanik ditengahnya, serta Sesar Sumatra (*The Great Sumatra Fault*) yang

membelah Pulau Sumatra mulai dari Lampung hingga Banda Aceh dan terus hingga Burma.

Sesar Sumatra tersebut terdiri dari beberapa segmen yang tidak kontinu. Di sepanjang Bukit Barisan ditemukan perisai-perisai yang di atasnya terletak sejumlah besar graben-graben, (Natawidjaja, 2018; Hartono & Sulistyawan, 2011; Permana dkk., 2010). Graben-graben yang terletak diatas kulminasi Bukit barisan ini pada umumnya berbentuk tidak memanjang, akan tetapi berupa persegi empat. Hal ini disebabkan karena bentuk memanjang dari graben itu telah diganggu oleh aktivitas vulkanik yang kemudian membentuk cekungan vulkano-tekonik. Zona patahan Sumatra mengandung batuan-batuan vulkanik asam, aliran tufa pasir dan tuf berbatuapung. Hal ini disebabkan patahan-patahan ini terletak di daerah orogen dan besar kemungkinan batuan asam lelehan ini bersumber dari batu granit yang terletak dibawahnya. Sesar Sumatra dibagi menjadi 19 segmen utama (Natawidjaja, 2018; Daryono dkk., 2012; Barber dkk., 2005) (Gambar 7).



Gambar 7. Segmen Utama Sesar Sumatra (Natawidjaja, 2018).

Pensesaran di Lembar Sungai penuh dan Ketaun terdapat di semua batuan yang berumur Pra-Holosen, dan umumnya arah sesar yang sama dapat dilihat di dalam kedua batuan berumur Pra-Tersier dan batuan yang lebih muda. Pensesaran ini dapat dibagi menjadi dua arah utama, barat-laut-tenggara dan utara-selatan; dan tiga jalur geografi; Jalur Sesar Bukit Barisan, Jalur Sesar Bukit Barisan Timur dan Jalur Sesar Bukit Barisan Barat.

Jalur Sesar Bukit Barisan meliputi tiga bagian yang berarah barat-laut-tenggara: Sesar-sesar Seblat, Dikit, dan Siulak, (Tjia, 1977 dalam Kusnama, 1993). Sesar Seblat tersusun oleh enam buah sesar sejajar yang terletak di hulu Sungai Seblat. Sesar Dikit terdiri dari dua sesar yang hampir sejajar yang membentang dari Gunung Pandan di sepanjang Sungai Langkup sampai Gunung Kunyit. Umur kedua sesar tersebut diduga *Plio-Plistosen*, tetapi keduanya masih aktif, bukti-bukti neotektonika di Sungai Nyabu dan Sungai Langkup memastikan adanya gerakan mengedan di daerah ini.

2.2 Dasar Teori

Magmatisme

Magma adalah batuan beku pertama yang secara langsung diyakini sebagian materi yang menghasilkan batuan beku, yang kemudian sejalan dengan perkembangan dapat menghasilkan batuan turunan (metamorf).

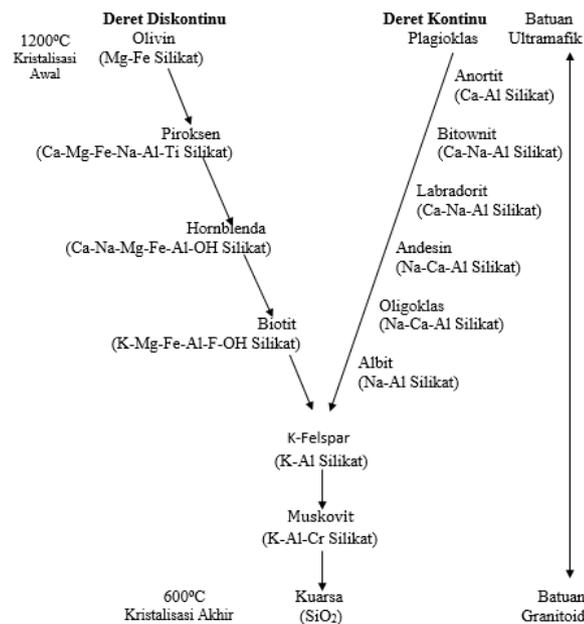
Komposisi fisik dari magma dapat terdiri dari 3 fase, yaitu fase padat, fase cair, dan fase gas. Adanya fase gas yang mempunyai tekanan tinggi inilah yang menyebabkan magma bersifat bergerak. Pergerakan magma juga dipengaruhi viskositas, dimana viskositas dikontrol oleh rasio dari 3 fase di atas (padatan, cairan, dan gas). Pada suhu (dan tekanan) tinggi di dalam sistem tertutup, ketiga fase itu bersatu (homogen), tapi bila suhu menurun ketiga fase dapat terpisah secara fisik, hal ini yang dapat terjadi pula apabila ada sistem bocoran sistem. Apabila suhu menurun, akan terjadi perubahan fase, karena terjadi pembentukan kristal dan akan membentuk zat amorf (perubahan suhu mendadak dan cepat). Dengan demikian akan terbentuk batuan (beku) yang terdiri dari mineral (berstruktur kristal) dan mineraloid (amorf) yang lebih dikenal sebagai gelas (volkanik) akibat pembekuan magma dan lava, yang mana terjadinya cair menjadi

padatan. Bahan atau material tersebut dikenal dengan nama mineral pembentuk batuan.

Selanjutnya dalam sejarah pembentukan batuan beku (petrogenesa) ada proses dimana dari satu jenis magma dapat menghasilkan berbagai batuan beku dengan berbagai komposisi yang berbeda dengan magma asalnya, proses ini dikenal dengan diferensiasi magma dan magma yang belum mengalami diferensiasi adalah magma induknya. Dengan demikian proses peleburan, kristalisasi, dan diferensiasi magma adalah proses sangat penting yang harus dipelajari untuk memahami petrogenesa. Komposisi magma pada Batuan beku, secara umum dapat dibedakan secara kimiawi berdasarkan kandungan SiO₂-nya, yaitu batuan beku ultra basa, basa, menengah, dan asam. Oleh karena itu batuan beku berasal dari pembekuan magma, maka dikenal juga adanya magma ultra basa sampai asam seperti pengertian batuan beku di atas, magma basa akan menghasilkan batuan beku basa, magma asam akan menghasilkan batuan beku asam, (Yuwono, 2015).

Batuan Beku

Batuan beku merupakan batuan yang terbentuk dari hasil pendinginan dan kristalisasi magma di dalam maupun di permukaan bumi. Secara umum, mineral-mineral penyusun batuan beku oleh bowen *reaction series* (Gambar 8).



Gambar 8. Bowen Reaction Series. (Goldschmidt, 1958)

Petrologi berasal dari kata latin *petra* (batu) dan *logos* (ilmu), merupakan ilmu yang mempelajari tentang batu atau kemudian diartikan lebih luas ilmu yang mempelajari tentang batuan (yang menyangkut klasifikasi, sejarah dan genesa). Cabang ilmu ini cukup luas, menyangkut ilmu mineralogi (mempelajari mineral) dan kristalografi (mempelajari aspek kristal dan mineral), petrografi (mempelajari klasifikasi, pengelompokan, penamaan batuan).

Klasifikasi Batuan Beku

Penggolongan ini berdasarkan genesa atau tempat terjadinya dari batuan beku, pembagian batuan beku ini merupakan pembagian awal sebelum dilakukan penggolongan batuan lebih lanjut. Pembagian genetik batuan beku terbagi menjadi 2, yaitu intrusif (plutonik) dan vulkanik adalah sebagai berikut:

1. Batuan Beku Intrusif (Plutonik)

Batuan ini terbentuk dibawah permukaan bumi, sering juga disebut batuan beku dalam atau batuan beku plutonik. Batuan beku intrusif mempunyai karakteristik diantaranya, pendinginannya sangat lambat (dapat sampai jutaan tahun), memungkinkan tumbuhnya kristal-kristal yang besar dan sempurna bentuknya, menjadi tubuh batuan beku intrusif.

Tubuh batuan beku intrusif sendiri mempunyai bentuk dan ukuran yang beragam, tergantung pada kondisi magma dan batuan di sekitarnya. Berdasarkan kedudukannya terhadap perlapisan batuan yang diterobosnya, struktur tubuh batuan beku intrusif terbagi menjadi dua yaitu bentuk yang *non-tabular* dan *tabular*.

Struktur tubuh batuan beku yang memotong lapisan batuan di sekitarnya dan memiliki bentuk yang tidak beratur (*non-tabular*) yaitu:

- *Batholit*, merupakan tubuh batuan beku dalam yang paling besar dimensinya. Bentuknya tidak beraturan, memotong lapisan-lapisan batuan yang diterobosnya. Kebanyakan *batholit* merupakan kumpulan massa dari sejumlah tubuh-tubuh intrusi yang berkomposisi agak berbeda. Perbedaan ini mencerminkan bervariasinya magma pembentuk batholit. Beberapa batholit mencapai lebih dari 1000 km panjangnya dan 250 km lebarnya. *Batholit* tidak terbentuk oleh magma yang menyusup dalam rekahan, karena tidak ada rekahan yang sebesar dimensi *batholit*. Karena besarnya,

batholit dapat mendorong batuan yang di atasnya. Meskipun batuan yang diterobos dapat tertekan ke atas oleh magma yang bergerak ke atas secara perlahan, tentunya ada proses lain yang bekerja. Magma yang naik melepaskan fragmen-fragmen batuan yang menutupinya. Proses ini dinamakan *stopping*. Blok-blok hasil *stopping* lebih padat dibandingkan magma yang naik, sehingga mengendap. Saat mengendap fragmen-fragmen ini bereaksi dan sebagian terlarut dalam magma. Tidak semua magma terlarut dan mengendap di dasar dapur magma. Setiap fragmen batuan yang berada dalam tubuh magma yang sudah membeku dinamakan *Xenolit*.

- *Stock*, seperti batolit, bentuknya tidak beraturan dan dimensinya lebih kecil dibandingkan dengan *batholit*, tidak lebih dari 10 km. *Stock* merupakan penyerta suatu tubuh *batholit*.
- Jenjang Vulkanik, adalah pipa gunung api di bawah kawah yang mengalirkan magma ke kepundan. Kemudian setelah batuan yang menutupi di sekitarnya tererosi, maka batuan beku yang bentuknya kurang lebih silindris dan menonjol dari topografi disekitarnya.

Bentuk-bentuk yang sejajar dengan struktur batuan di sekitarnya (*tabular*) yaitu terbagi atas kondordan dan diskordan:

- *Sill*, adalah intrusi batuan beku yang konkordan atau sejajar terhadap perlapisan batuan yang diterobosnya. Berbentuk tabular dan sisi-sisinya sejajar.
- *Lakolit*, sejenis dengan *sill*. Yang membedakan adalah bentuk bagian atasnya, batuan yang diterobosnya melengkung atau cembung ke atas, membentuk kubah landai. Sedangkan, bagian bawahnya mirip dengan *Sill*. Akibat proses-proses geologi, baik oleh gaya endogen, maupun gaya eksogen, batuan beku dapat tersingka di permukaan.
- *Lopolit*, bentuknya mirip dengan *lakolit* hanya saja bagian atas dan bawahnya cekung ke atas.
- *Dyke*, disebut juga gang, merupakan salah satu badan intrusi yang dibandingkan dengan *batholit*, berdimensi kecil. Bentuknya tabular,

sebagai lembaran yang kedua sisinya sejajar, memotong struktur (perlapisan) batuan yang diterobosnya.

2. Batuan Beku Ekstrusif (Vulkanik)

Batuan beku ekstrusif vulkanik adalah batuan beku yang proses pembekuannya berlangsung dipermukaan bumi. Batuan beku ekstrusif ini yaitu lava yang memiliki berbagai struktur yang memberi petunjuk mengenai proses yang terjadi pada saat pembekuan lava tersebut. Struktur ini diantaranya;

- *Sheeting joint*, yaitu struktur batuan beku yang terlihat sebagai lapisan.
- *Columnar joint*, yaitu struktur yang memperlihatkan batuan terpisah poligonal seperti batang pensil.
- *Pillow lava*, yaitu struktur yang menyerupai bantal yang bergumpal-gumpal. Hal ini diakibatkan proses pembekuan terjadi pada lingkungan air.
- *Vesikular*, yaitu struktur yang memperlihatkan lubang-lubang pada batuan beku. Lubang ini terbentuk akibat pelepasan gas pada saat pembekuan.
- kalsit, kuarsa atau zeolit.
- Struktur aliran, yaitu struktur yang memperlihatkan adanya kesejajaran mineral pada arah tertentu akibat aliran.

Petrogenesis Batuan

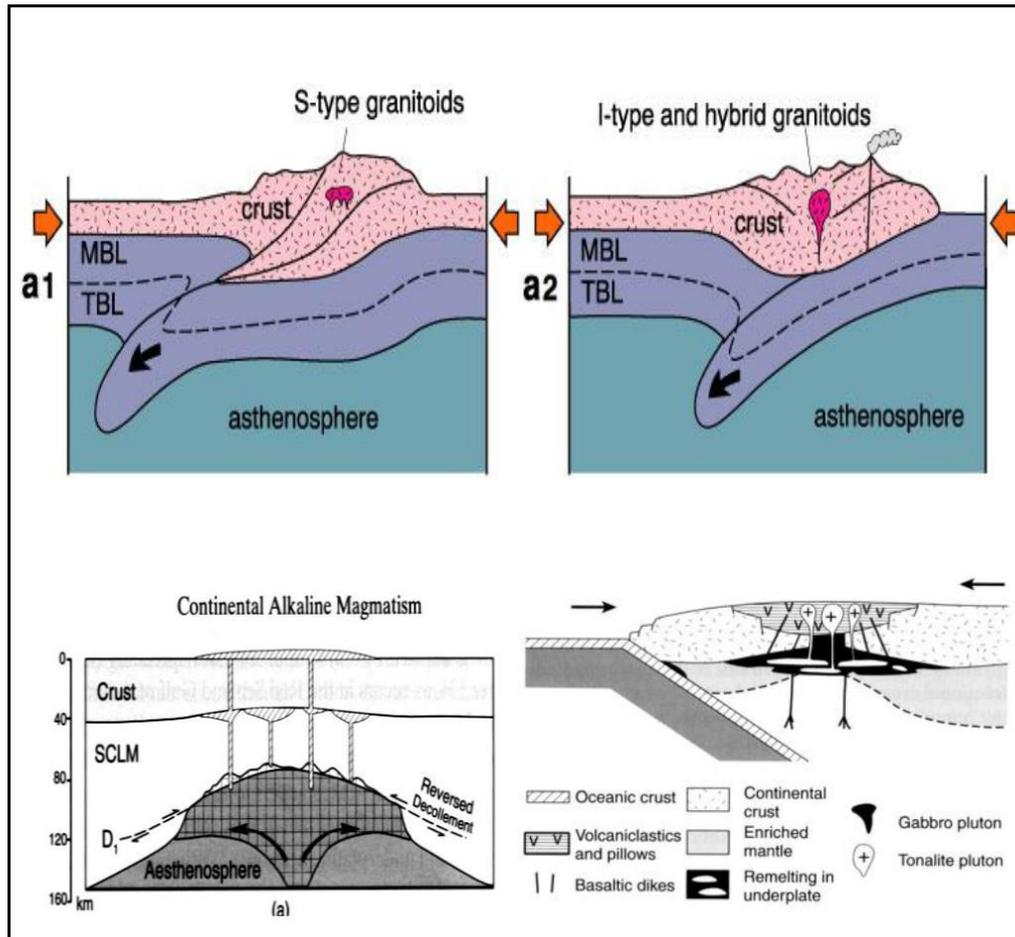
Petrogenesis adalah suatu ilmu yang mempelajari proses pembentukan suatu batuan tertentu, dari asal-usul atau sumber, proses-proses yang menyebabkan batuan terbentuk dan daerah pembekuannya agar dapat diketahui. Petrogenesis batuan beku menyangkut segala hal yang berkaitan dengan pembentukan batuan beku, seperti mekanisme pembekuan magma, lama pembekuannya, tempat pembekuannya dan sifat asal magma. Perubahan magma dari fase cair ke fase padat yang dikontrol oleh perubahan temperatur dan tekanan dalam proses kristalisasi akan berpengaruh terhadap komposisi dari magma. Dalam pembentukan batuan beku akan memperlihatkan komposisi kimia maupun kandungan mineral yang berbeda antara satu fase dengan fase lainnya. Untuk mengetahui pembentukan batuan beku diperlukan analisis petrografi untuk mengetahui komposisi mineral dan nama batuan.

Batuan Granitoid

Batuan granitoid atau disebut juga sebagai batuan granitik merupakan batuan plutonik, dengan tekstur faneritik, granular, sebagian besar terdiri dari mineral felsik dan kaya akan kuarsa dengan komposisi kimia yang bervariasi (Kurniawan, 2014). Granitik merupakan sebuah kata sifat yang berarti mempunyai ciri-ciri atau sifat seperti granit tetapi belum tentu menunjukkan batuan granit. Sedangkan granitoid akan digunakan jika keduanya merupakan kata sifat dan benda yang umumnya menunjukkan semua jenis atau kelompok dari batuan beku plutonik berkomposisi asam yakni yang berasal dari alkali feldspar granit hingga tonalit (Clarke, 1987).

Mengacu pada Gill (2010), batuan granitoid berdasarkan mineraloginya dikelompokkan menjadi lima kelompok utama yaitu diorit, tonalit, granodiorit, granit, alkali granit. Diorit merupakan batuan granitoid yang memiliki komposisi mineral mafik lebih besar dari mineral felsik, kaya akan Na-plagioklas dan hornblenda. Tonalit merupakan batuan granitoid yang tersusun oleh mineral Na-plagioklas, kuarsa, dan sedikit hidrous mineral. Granodiorit merupakan batuan granitoid yang kaya akan kuarsa, Na-plagioklas, dan K-feldspar. Granit merupakan batuan granitoid yang mengandung mineral utama kuarsa dan K-feldspar. Alkali Granit merupakan batuan granitoid yang tersusun oleh mineral utama kuarsa dan K-feldspar namun mengandung alkali piroksen atau alkali amfibol.

Berdasarkan genesanya maka batuan granitoid dapat dikelompokkan menjadi tipe-I, tipe-S (Chappel dan White, 2001), serta tipe A dan Tipe M (Winter, 2001). Tipe-I terbentuk oleh pembekuan magma (*igneous source*). Tipe-S terbentuk oleh pembekuan batuan sedimen yang meleleh akibat terpengaruh zona intrusi yang ada disekitarnya (*sedimentary sources*). Tipe-A berasal dari pelelehan pada zona rifting (*anorogenesis setting*). Tipe-M terbentuk langsung oleh pembekuan mantel pada batuan ofiolitik (Gambar 9).



Gambar 9. Skematik model tektonik tipe-I, tipe-S (Chappel dan White, 2001) dan tipe A dan Tipe M (Winter, 2001)

Klasifikasi Batuan Granitoid

Komposisi mineral. Batuan granitoid berdasarkan komposisi mineralnya dikelompokkan menjadi lima kelompok utama yaitu tonalit, granodiorit, granit dan alkali granit. Tonalit merupakan batuan granitoid yang tersusun oleh mineral Na-plagioklas, kuarsa dan sedikit hidrous mineral. Granodiorit merupakan batuan granitoid yang kaya akan kuarsa, Na-plagioklas, dan K-feldspar. Granit merupakan batuan granitoid yang mengandung mineral utama kuarsa dan K-feldspar. Alkali granit merupakan batuan granitoid yang tersusun oleh mineral utama kuarsa dan K-feldspar namun mengandung alkali piroksin atau alkali amfibol (Gill, 2010 dalam Maliku, 2015).

Klasifikasi menurut IUGS. Batuan beku bertekstur faneritik, dapat teramati secara megaskopis. Golongan faneritik dapat dibagi menjadi beberapa

	OROGENIC			TRANSITIONAL	ANOROGENIC	
	Oceanic Island Arc	Continental Arc	Continental Collision	Post-Orogenic Uplift/Collapse	Continental Rifting, Hot Spot	Mid-Ocean Ridge, Ocean Islands
Examples	Bougainville, Solomon Islands, Papua New Guinea	Mesozoic Cordilleran batholiths of west Americas Gander Terrane	Manaslu and Lhotse of Nepal, American Massif of Brittany	Late Caledonian Plutons of Britain, Basin and Range, late Variscan, early Northern Proterozoic	Nigerian ring complexes, Oslo rift, British Tertiary Igneous Province, Yellowstone hotspot	Oman and Troodos ophiolites; Iceland, Ascension, and Reunion Island intrusives
Geo-chemistry	Calc-alkaline > thol. M-type & I-M hybrid Metaluminous	Calc-alkaline I-type > S-type Met-Al to sl. Per-Al	Calc-alkaline S-type Peraluminous	Calc-alkaline I-type S-type (A-type) Metalum. to Peralum	Alkaline A-type Peralkaline	Tholeiitic M-type Metaluminous
Rock types	qtz-diorite in mature arcs	tonalite & granodior. > granite or gabbro	migmatites & leucogranite	bimodal granodiorite + diorite-gabbro	Granite, syenite + diorite-gabbro	Plagiogranite
Associated Minerals	Hbl > Bt	Hbl, Bt	Bt, Ms, Hbl, Grt, Als, Crd	Hbl > Bt	Hbl, Bt, aegirine fayalite, Rbk, arfved.	Hbl
Associated Volcanism	Island-arc basalt to andesite	Andesite and dacite in great volume	often lacking	basalt and rhyolite	alkali lavas, tuffs, and caldera infill	MORB and ocean island basalt
Classification	T_{IA} tholeiite island arc	H_{CA} hybrid calc-alkaline	C_{ST} C_{CA} C_{CI} continental types	H_{LO} hybrid late orogenic	A alkaline	T_{OR} tholeiite ocean ridge
Pearce et al. (1984)	VAG (volcanic arc granites)		COLG (collision granites)		WPG and ORG (within plate and ocean ridge granites)	
Maniar & Piccoli (1989)	IAG island arc granite	CAG contin. arc granite	CCG cont. collision gran.	POG post-orogenic gran.	RRG CEUG rift & aborted/hotspot	OP ocean plagiogranite
Origin	Partial melting of mantle-derived mafic underplate + mafic underplate	PM of mantle-derived mafic underplate + crustal contribution	Partial melting of recycled crustal material	Partial melting of lower crust + mantle and mid-crust contrib	Partial melting of mantle and/or lower crust (anhydrous)	Partial melting of mantle and fractional crystallization
Melting Mechanism	Subduction energy: transfer of fluids and dissolved species from slab to wedge. Melting of wedge, transfer of heat upward		Tectonic thickening plus radiogenic crustal heat	Crustal heat plus mantle heat (rising asthen. + magmas)	Hot spot and/or adiabatic mantle rise	

Gambar 11. Kerangka tektonik dan asosiasi batuan granitoid (Winter, 2001)

Frost (2001) dalam Irzon (2015), membagi penggolongan granit yang umum digunakan adalah penggolongan menggunakan “alfabet”. Huruf alfabet yang dimaksud adalah I, S, A, M, dan C yang secara berurutan adalah singkatan dari *Igneous*, *Sedimentari*, *Anorogenik*, *Mantle melt*, dan *Charnockitic*. Penggolongan berdasar pada asal-usul pembentukan granit (Tabel 2):

Tabel 2. Karakteristik Tipe Pembentukan Granit Modifikasi Irzon (2015).

No.	Tipe Granit	Karakteristik
1.	Granit Tipe-I	Terbentuk akibat dari diferensiasi batuan beku (<i>igneous</i>)
2.	Granit Tipe-S	Sebagai hasil dari proses ultra-metamorfosis batuan sedimen (<i>sedimentary</i>)
3.	Granit Tipe-A	Terbentuk karena tatanan tektonik (<i>tectonic setting</i>) pada wilayah anorganik yang tidak terkait dengan tumbukan lempeng
4.	Granit Tipe-M	Terbentuk dari proses peleburan pada mantel bumi. Tipe-M dan Tipe-A tidak banyak ada dan tidak berperan dalam pembentukan lempeng benua
5.	Granit Tipe-C	Merupakan golongan Charnockitic Granitoid. Namun, masih menjadi perdebatan karena tipe ini dapat dijumpai pada batuan vulkanik maupun plutonik.

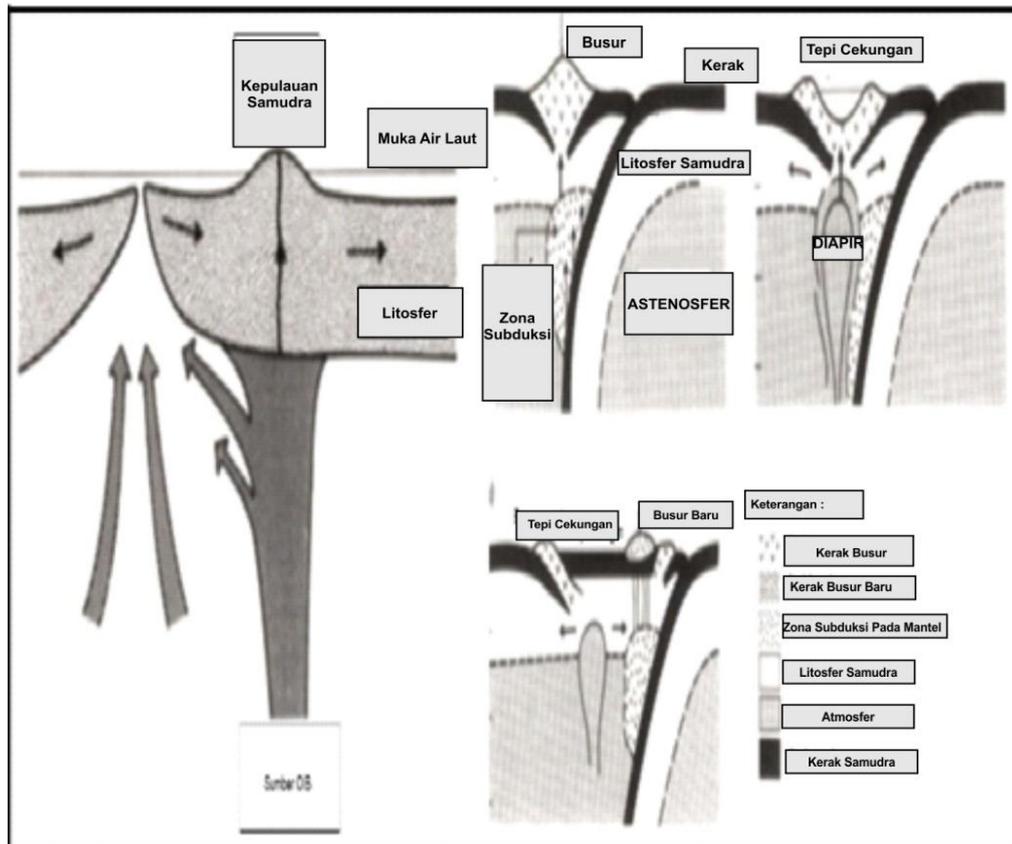
Hubungan Tektonik dan Proses Magmatisme

Menurut (Wilson, 1989) lingkungan tektonik terbagi menjadi tiga jenis, yaitu magmatisme pada *Constructive Plate*, magmatisme pada *Destructive Plate* dan magmatisme pada *Within Plate*.

Constructive Plate Margin. *Constructive Plate Margin* merupakan tatanan tektonik yang terletak pada zona divergen yaitu zona antara dua lempeng atau lebih yang saling menjauh sehingga magma dapat terbentuk pada dua daerah yakni pematang tengah samudera (*Mid Oceanic Ridge*) dan cekungan belakang busur (*Back Arc Basin*).

Pematang tengah samudera merupakan daerah dimana dua lempeng samudera yang saling menjauhi, magma pada tektonik ini berasal dari pelelehan sebagian mantel bagian atas karena adanya pelepasan tekanan oleh batuan induk karena proses divergen. Batuan yang terbentuk pada tatanan ini tektonik ini bersifat mafik-ultramafik seperti peridotit, basal, atau gabro, batuan beku

bertekstur lava bantal dan kekar tiang. Cekungan belakang busur merupakan tatanan tektonik yang terbentuk dibelakang busur kepulauan, hal ini dapat terjadi akibat adanya rifting dibelakang zona penunjaman selama proses subduksi berlangsung sehingga terbentuklah cekungan. Magma yang dihasilkan pada zona ini bersifat basa seperti batuan beku basal (Gambar 12).

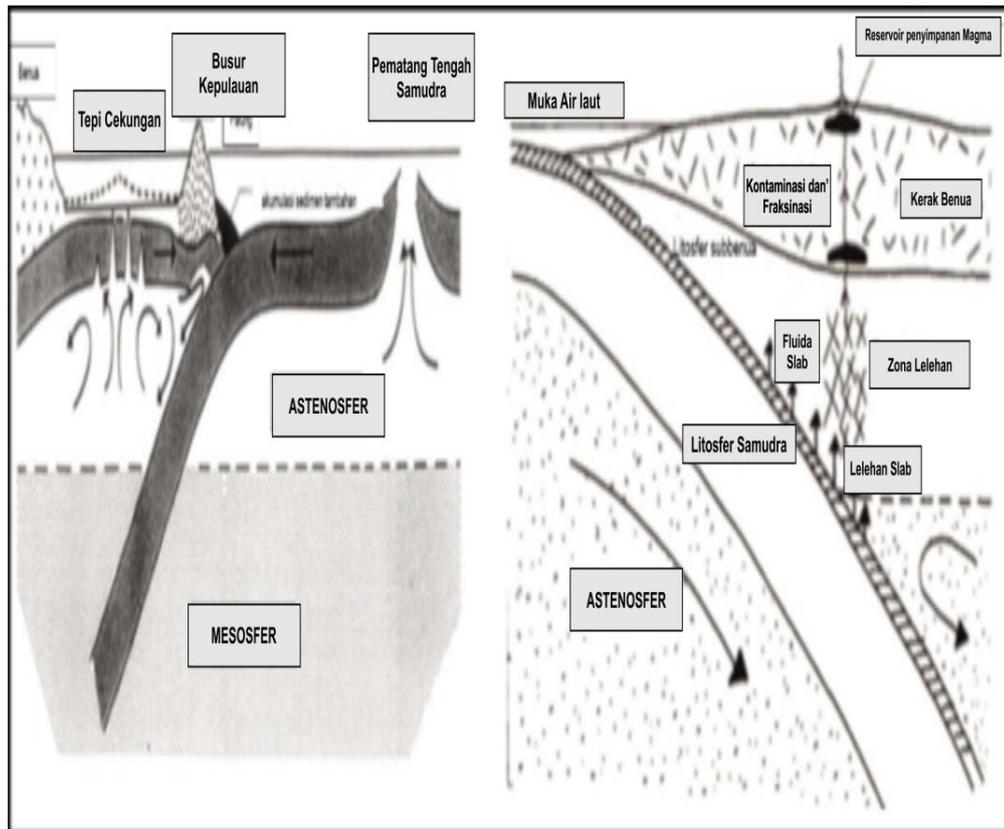


Gambar 12. Model Magmatisme pada Pematang Tengah Samudera dan Cekungan Belakang Busur (Wilson, 2001)

Destructive Plate Margin. *Destructive Plate Margin* merupakan tatanan tektonik yang terletak pada zona konvergen dimana dua lempeng atau lebih saling bertumbukan satu sama lain. Magma yang dapat terbentuk pada dua daerah yaitu busur kepulauan (*Island Arc*) dan tepi benua aktif (*Active Continental Margin*).

Busur kepulauan merupakan daerah dimana lempeng samudera dan lempeng samudera atau lempeng benua yang tipis bertumbukan. Zona ini disebut zona subduksi atau zona penunjaman. Magma akan terbentuk akibat dari pelelehan sebagian mantel atas kerak samudera yang menunjам. Daerah *Island Arc* ditandai dengan munculnya busur kepulauan dengan deretan gunungapi yang

masih aktif. Batuan beku yang terbentuk umumnya bersifat intermediet sampai basaltik seperti andesit atau basal. Diferensiasi magma tidak terjadi secara dominan di daerah ini sehingga batuan tersebut memiliki tekstur yang sedikit akan fenokris. Batuan vulkanik juga banyak terbentuk akibat aktivitas vulkanisme yang intensif (Gambar 13).



Gambar 13. Model Magmatisme pada Busur Kepulauan dan Tepi Benua Aktif (Wilson, 2001)

Tepi benua aktif merupakan daerah dimana terjadi tumbukan antara lempeng benua yang tebal. Magma dapat berasal dari pelelehan sebagian mantel atas atau kerak benua bagian bawah. Pada daerah ini gunungapi jarang ditemukan. Batuan beku yang terbentuk pada zona ini pada umumnya intermediet sampai felsik seperti granit atau diorit. Diferensiasi magma terjadi secara dominan dan lanjut sehingga butiran kristal yang terbentuk berukuran besar (Gambar 13).

Within plate. *Within Plate* adalah lingkungan tektonik pada daerah pertengahan yaitu *intra-continental* dan *intra-oceanic*. *Continental Intra plate Margin* merupakan tatanan tektonik yang terbentuk di tengah lempeng benua. Magmatisme dapat terbentuk di dua tempat yaitu *Continental Flood Basalt*

Province yakni hasil dari erupsi besar-besaran gunung api yang menyebabkan terjadinya pelamparan lava basal di lantai samudera atau daratan, sebagai contoh yaitu batuan beku yang terdapat di Siberia dan Antartika berupa batuan beku basal dan *Continental Rift Zone* merupakan zona dimana dua kerak saling menjauh, magma berasal dari pelelehan sebagian kerak benua bagian atas atau bagian tengah sehingga magma bersifat asam-intermediet (Gambar 13).