

## **BAB 2**

### **PENGENALAN GRANIT SEMENANJUNG MALAYSIA**

#### **2.1 Pendahuluan**

Semenanjung Malaysia mempunyai batuan igneus terdiri daripada batuan plutonik dan vulkanik. Namun begitu, batuan plutonik banyak dikaji oleh pengkaji terdahulu (contohnya Hutchison, 1973, 1977; Mitchell, 1977; Cobbing et al. 1992; Shwartz et al. 1995). Bab ini bertujuan untuk memperkenalkan taburan dan penamaan jasad granit di Semenanjung Malaysia secara umum. Penamaan dan pencirian setiap pluton di Semenanjung Malaysia adalah mengikut Rajah et al. (1977), Hutchison (1973) dan Cobbing et al. (1992).

#### **2.2 Taburan Granit Semenanjung Malaysia**

Granit meliputi hampir separuh daripada keluasan Semenanjung Malaysia. Ia membentuk banjaran pergunungan yang menganjur utara-baratlaut hingga selatan-tenggara (NNW-SSE) di bahagian Pantai Barat dan Pantai Timur Semenanjung Malaysia. Pergunungan di Pantai Barat dikatakan memenuhi teras struktur antiklin yang mewakili bahagian atas Batolith yang besar (Klompe, 1962). Banjaran ini dikenali sebagai Granit Banjaran Utama. Ia dijumpai di utara Melaka dengan topografi yang rendah menganjur ke utara, iaitu Kuala Lumpur hingga ke Ipoh. Di sekitar Ipoh pergunungan ini mempunyai ketinggian maksimum pada 2100 m. Singkapan yang besar mewakili Granit Banjaran Utama ini dijumpai di utara Cameron Highland dan

kemudiannya menganjur hingga ke Thailand (Hutchison, 1973). Ia menempati keluasan kawasan melebihi 1500 km persegi.

Granit di Pantai Timur Semenanjung Malaysia juga mempunyai trend yang agak sama, tetapi dengan ketinggian yang lebih rendah berbanding Pantai Barat. Granit ini ditemui di Kelantan menganjur ke Terengganu hingga ke Johor dan Singapura. Sementara itu, di bahagian tengah Semenanjung Malaysia, granit dijumpai sebagai intrusif kecil membentuk pluton di Kelantan, Pahang dan Melaka.

Secara keseluruhannya, terdapat 76 pluton yang boleh dibezakan berdasarkan kedudukan singkapan dan pencirian batuan. Taburan pluton tersebut ditunjukkan di dalam Rajah 2.1. Cobbing et al. (1992) menyenaraikan 70 pluton, sementara 6 pluton lagi adalah mengikut penamaan oleh Rajah et al. (1977).

### 2.3 Pengelasan Granit Semenanjung Malaysia

Berdasarkan kajian terdahulu, pembahagian granit Asia Tenggara dan Semenanjung Malaysia adalah berdasarkan kepada empat kriteria, iaitu (1) berdasarkan perbezaan ragam permineralan mineral berat (Scrivenor, 1928; Mitchell, 1977; Rajah et al, 1977; Rajah & Yin, 1980), (2) berdasarkan evolusi tektonik dan struktur (Bemmelen, 1949; Klonpe, 1961; Hutchison, 1973, 1977, 1989; Tan, 1976; Mitchell, 1977 dan Bignell & Snelling, 1977; Tjia, 1987), (3) berdasarkan mineralogi dan geokimia (Hutchison, 1977; Bignell & Snelling, 1977 dan Yeap, 1980) dan (4) berdasarkan stratigrafi batuan (Metcalf, 1988; Hutchison, 1989; Mustaffa & Abdul Hadi, 1999).

Scrivenor (1928) pertama kali mencadangkan konsep pembahagian granit Semenanjung Malaysia kepada tiga jalur, iaitu Jalur Barat, Jalur Tengah dan Jalur Timur, dengan berdasarkan kepada perbezaan permineralan mineral berat. Jalur Barat didapati kaya dengan timah dan dinamakan sebagai Jalur Barat Timah, sementara Jalur Tengah dan Jalur Timur adalah kurang mengandungi timah. Tiada huraian geologi secara terperinci berkenaan setiap jalur dilakukan oleh Scrivenor (1928). Pembahagian adalah secara mutlak berdasarkan ciri geografi dan mineralogi.

Rajah et al. (1977) mengkaji kaitan antara longgokan mineral dengan jasad granit Semenanjung Malaysia. Mereka kemudian mencadangkan pembahagian kepada Jalur Barat Timah, Jalur Tengah Emas dan Besi “Central Gold and Base Metal Belts” dan Jalur Timur Timah (Rajah & Yin, 1980). Mitchell (1977) juga mengaitkan evolusi granit dan tektonik di Asia Tenggara dengan kandungan mineral berat yang dijumpai.

Pembahagian granit berdasarkan tektonik pertama kali diutarakan Bemmelen (1949) dan Klompe (1961). Mereka menggunakan model pertumbuhan kerak “continental growth” dan mencadangkan batuan adalah memuda ke arah barat. Dengan perkembangan teori tektonik keping pada 1970 an, skema pengelasan tektonik Semenanjung Malaysia yang baru telah dicadangkan untuk menerangkan keadaan semulajadi dan asal mula pembentukkan ketiga-tiga jalur ini seperti Hutchison (1977, 1989), Tan (1976) dan Bignell & Snelling (1977).

Pada awal 1980 an, pembahagian granit Semenanjung Malaysia kepada Jalur Barat, Tengah dan Timur telah diterima oleh ramai pengkaji. Kajian yang baru cuba mengasingkan ketiga-tiga jalur ini berdasarkan struktur. Jalur Barat dan Jalur Tengah disempadani oleh Garis Bentong-Raub, sementara Jalur Tengah dan Jalur Timur

disempadani oleh Zon Sesar Lebir (Tjia, 1987; Metcalfe, 1988 dan Hutchison, 1973, 1989). Garis Bentong-Raub dianggap oleh ramai pengkaji sebagai zon sutura (Hutchison, 1973, 1989; Tjia, 1987; Metcalfe, 1988) yang memisahkan dua kerak utama, iaitu Blok Sibumasu atau Sinorburmalaya di bahagian barat dan Blok Manabor atau Blok Malaya Timur di bahagian timur. Garis ini lebih dikenali sebagai Zon Sutura Bentong (Tjia, 1987) atau Zon Bentong-Raub (Khoo, 1993). Pembahagian jalur berdasarkan stratigrafi dan tektonik mengikut urutan skala masa geologi cuba dilakukan oleh Mustaffa & Abdul Hadi (1999).

Selain pembahagian granit kepada Jalur Barat, Tengah dan Timur, Hutchison (1973) juga membuat pengelasan granit berdasarkan tahap pengangkatan tektonik mengikut teori yang diutarakan oleh Buddington (1959) dengan mengelaskan granit kepada granit epizon, mesozon dan katazon.

Granit epizon berada di kedalaman bermula dari permukaan sehingga 5 km. Ia selalunya tidak selaras dengan struktur rantau dan bersifat pos-tektonik (Buddington, 1959). Antara pluton granit epizon yang dinyatakan berusia Kapur Atas hingga Tertier Awal yang merupakan pos-orogenik ialah Granit Bukit Senggeh, Granit Batang Melaka, Granit Gunung Ledang (Mount Ophir) dan Granit Gunung Pulai, Johor. Granit mesozon pula berada pada kedalaman 5 hingga 11 km semasa pembentukkannya. Ia merupakan pluton bersaiz batolith dengan sebahagian ujud selari dengan struktur rantau dan sebahagiannya tidak selari. Granit ini menunjukkan pengaturan planar akibat aliran magma bahagian atas terobosan. Ia berusia Mesozoik Atas dan kebanyakan jasad granit di Semenanjung Malaysia adalah jenis mesozon (Hutchison, 1973). Dua jasad granit yang utama mewakili jenis ini ialah Granit Banjaran Utama (Scrivenor, 1931) dan

Granit Banjaran Sempadan (Boundary Range Granite). Lanjutan Granit Banjaran Sempadan di Johor dan Singapura juga dikatakan jenis mesozon.

Granit Katazon terbentuk pada kedalaman melebihi 11 km daripada permukaan. Ia selaras dengan batuan keliling. Granit jenis ini mengalami metamorfisme rantau dan proses migmatit. Granit Kemahang dan Kompleks Stong di Kelantan, Granit Bukit Berentin, Granit Bukit Ranjut dan bahagian barat kaki bukit Gunung Benom di Pahang, serta Granit Kupang dan Granit Gunung Jerai di barat laut Semenanjung, berkemungkinan boleh dikelaskan sebagai granit jenis ini (Hutchison, 1973).

Namun begitu, selain daripada Hutchison (1973), kebanyakan pengkaji mengelaskan granit Semenanjung Malaysia berdasarkan kedudukan tektonik seperti Mitchell (1977), Cobbing et al. (1992) dan Schwartz et al. (1995).

Cobbing et al. (1992) tidak menggunakan istilah jalur tetapi mencadangkan pembahagian granit kepada wilayah. Beliau mengelaskan kepada dua wilayah granit; Wilayah Barat yang mewakili Granit Jalur Barat yang berjulat usia 200 hingga 230 juta tahun dan Wilayah Timur yang merangkumi Granit Jalur Tengah dan Granit Jalur Timur dengan julat usia 200 hingga 264 juta tahun. Schwartz et al. (1995) pula membahagikan Wilayah Timur kepada Granit Jalur Tengah, Granit Banjaran Sempadan dan Granit Jalur Pantai Timur (Rajah 2.2).

### 2.3.1 Granit Jalur Barat

Dua jasad besar batolith dikenalpasti mewakili Granit Jalur Barat. Ia adalah Granit Banjaran Utama di sayap timur wilayah ini dan Granit Banjaran Bintang di sayap barat.

Intrusif kecil dijumpai ke bahagian barat, dikenali sebagai Granit Bukit Mertajam-Kulim, Granit Penang, Granit Tanjung Jaga (Pluton Gunung Jerai) dan Kompleks Granit Langkawi. Cobbing et al. (1992) menamakan jasad-jasad granit yang berada di bahagian selatan Granit Jalur Barat kepada Granit Kalumpang, Pluton Kuala Lumpur, Pluton Bukit Tinggi (Unit Ulu Kali dan Unit Sg. Rodah), Unit Genting Sempah, Pluton Kuala Kelawang, Pluton Chembong yang mengandungi Unit Jelebu dan Pluton Tampin (Rajah 2.3).

Granit Jalur Barat berada di bahagian barat zon ofiolit-melange yang dikenali sebagai Sutera Bentong-Raub oleh Hutchison (1973, 1977). Mitchell (1977) mentafsirkan zon ofiolit ini sebagai tanda perlanggaran semasa Trias yang memisahkan kepingan Semenanjung Malaya timur dan barat. Mitchell (1977) mencadangkan Granit Jalur Barat terhasil daripada perlanggaran kepingan daratan.

Granit Jalur Barat boleh dibahagikan kepada tiga kumpulan berdasarkan jenis batuan dan kandungan mineral (Liew, 1983). Kumpulan pertama adalah granit biotit muskovit berfenokris megakristal dengan saiz butiran kasar sehingga sangat kasar. Ia meliputi hampir 90% daripada keseluruhan Granit Jalur Barat. Ia biasa mengandungi aplo-pegmatit dan mesogranit yang biasa menunjukkan perlapisan mineral; contoh terbaik dijumpai di Granit Kuala Lumpur (Pitfield et al., 1990); Tanjung Jaga (Pluton Gunung Jerai) dan selatan Pulau Tuba, Langkawi (sentuhan granit dengan Formasi Setul). Selain itu, ujud juga daik aplo-pegmatit seperti di Granit Kuala Lumpur (Ng, 1997). Kandungan mineral terdiri daripada biotit kaya Al, muskovit (kemungkinan primer, Miller et al., 1981) dan garnet kaya Mn (Liew, 1983). Kumpulan kedua adalah granit yang mengandungi amfibol. Ia banyak dijumpai di bahagian utara Granit Jalur Barat (Liew, 1983). Contoh terbaik ialah Pluton Bintang dan Pluton Bukit Mertajam-

Kulim. Pluton Bukit Mertajam-Kulim boleh dibahagikan kepada tiga subunit yang dinamakan sebagai (1) Granit Mertajam, (2) Granit Bongsu dan (3) Granit Panchor (Borhan Doya, 1995) (Rajah 2.4). Kandungan mineral terdiri daripada biotit kurang Al+sfen+aktinolit hornblend (Liew, 1983; Borhan Doya, 1995; Azman et al., 2000). Berbeza dengan Cobbing, et al. (1992) yang menamakan Pluton Bukit Mertajam sebagai Pluton Kulim yang dibahagikan kepada tiga unit, iaitu Granit Bongsu, Mikrogranit Jelutong dan Mikrogranit Mertajam (Rajah 2.5). Kumpulan ketiga pula terdiri daripada batuan vulkanik bersifat felsik yang berasosiasi dengan Granit Jalur Barat, iaitu diwakili oleh Kompleks Vulkanik Genting Sempah. Ia berada di bahagian tengah Granit Jalur Barat, iaitu ke arah timur dari Kuala Lumpur. Kompleks ini menerobos batuan Syis Selut (Pre-Devon), Rijang Gombak (Devon Atas hingga Karbon Bawah) dan Konglomerat Sempah (Perm) yang keseluruhannya dikenali sebagai Kumpulan Bentong (Alexander, 1968). Kompleks ini terdiri daripada unit lava tuf, lava dan subvulkanik porfiri yang mengandungi fenokris ortopiroksen (Liew, 1983; Chakraborty, 1995). Dua jenis batuan utama kompleks ini ialah riodasit dan riodasit ortopiroksen (Chakraborty, 1995; Singh & Azman, 2000).

Schwartz et al. (1995) menyatakan contoh terbaik mewakili batuan Granit Banjaran Utama ialah Pluton Bujang Melaka. Pluton Bujang Melaka berada bersebelahan dengan Granit Bintang di bahagian barat dan timur daripada Lembah Kinta. Pluton ini terdiri daripada granit biotit megakris berbutir sederhana kasar. Ia adalah batuan paling awal terbentuk daripada magma Granit Banjaran Utama dan didapati tidak tercangga. Kandungan mineral Pluton Bujang Melaka terdiri daripada matrik berbutir sederhana yang ditempati oleh plagioklas  $An_{32} - An_5$  (25-30%), mikroklin (5-20%), kuarza (25-30%) dan biotit (5-15%). Muskovit (1-4%) wujud kebanyakan hasil perubahan/luluhawa plagioklas. Megakris feldspar alkali menempati

hampir 10 hingga 30% dengan julat saiz 10 hingga 70 mm. Ia jarang bersifat mikropertit dan selalu menunjukkan tekstur kembaran grid besi “cross-hatched twinning”. Di sesetengah tempat, batuan mengandungi turmalin (mencapai 10%) dan dikatakan sebagai fasa lewat pembentukkan batuan (Schwartz et al. 1995).

Cobbing et al (1992) membahagikan Banjaran Bintang kepada Pluton Kledang, Pluton Bubu, Pluton Taiping dan Pluton Selama. Pluton Taiping dibahagikan kepada unit Buloh Pelang dan Granit Bukit Maxwell. Beliau menyatakan unit Buloh Pelang adalah satu-satunya unit batuan di dalam Granit Jalur Barat yang mengandungi hornblend dengan teras piroksen (Rajah 2.5). Pluton Dinding pula berada ke arah selatan daripada Banjaran Bintang sebagai jasad terasing di sekitar Lumut dan Pulau Pangkor. Ia dibahagikan kepada Granit Lumut dan Unit Rabiah (Cobbing et al., 1992).

Pluton Kuala Lumpur merupakan batolith yang merejah batuan metasedimen syis, filit dan batu kapur yang berusia Silurian dan Devonian. Ia dirujuk sebagai Suit Beranang oleh Liew & Page (1985). Kepelbagaian tekstur dicerap di kebanyakan singkapan disebabkan aktiviti magma fasa lewat yang bertindak terhadap pluton (Cobbing et al., 1992). Zenokris (fenokris zenolit) yang bulat terdiri daripada kuarza biru pudar dan megakris K-feldspar kelabu kebiruan hadir di dalam matrik kuarza berfeldspar bersaiz sederhana hingga kasar dan mengandungi biotit dan muskovit. Cobbing et al. (1992) mengenalpasti empat kepelbagaian tekstur di dalam Pluton Kuala Lumpur, iaitu kepelbagaian Romput, Gombak, Lanjan dan Kajang.



### 2.3.2 Granit Jalur Tengah

Granit Jalur Tengah berada di bahagian timur bersebelahan dengan Sutera Bentong-Raub. Kebanyakan granit ini membentuk pluton-pluton yang kecil dan terasing. Ia memanjang dari utara ke selatan Semenanjung Malaysia, terdiri daripada 16 jasad igneus dinamakan sebagai Granit Kemahang, Kompleks Igneus Stong, Pluton Senting, Pluton Bukit Berentin, Granit Bukit Tujuh-Bukit Manggi, Granit Bukit Damar-Bukit Ranjut, Kompleks Igneus Benom, Pluton Tapah, Granit Damar, Kompleks Igneus Lanchar, Pluton Manchis, Pluton Palong, Pluton Batang Melaka, Pluton Gunung Ledang, Pluton Ma'Okil dan Pluton Bukit Mor.

Granit Jalur Tengah berjulat usia daripada Trias Atas hingga Kapur Atas-Tertier Bawah. Kebanyakan granit ini mengalami canggaan yang kuat seperti Kompleks Igneus Stong (Singh et al, 1984; Cobbing & Mallick, 1984; Cobbing et. al. 1992) dan Kompleks Igneus Benom (Hutchison, 1971, 1973). Pluton yang lain kurang mengalami canggaan. Kebanyakan pluton Granit Jalur Tengah terdiri daripada granit biotit dan granit hornblend yang tersingkap hampir sama banyak (Schwartz et al. 1995). Perbincangan lebih lanjut di dalam bab 3 yang meliputi cerapan lapangan pluton-pluton di Jalur Tengah Semenanjung Malaysia.

### 2.3.3 Granit Jalur Banjaran Sempadan

Granit Jalur Banjaran Sempadan berada di antara Granit Jalur Tengah dan Granit Jalur Pantai Timur. Ia memanjang dari Kelantan, Terengganu ke Pahang dan tengah Johor sehingga ke Singapura (Rajah 2.3). Berdasarkan Schwart et al. (1995), Granit Jalur Banjaran Sempadan terdiri daripada tujuh pluton, memanjang dari utara ke selatan, iaitu

Granit Banjaran Sempadan, Granit Lawit, Granit Sarut, Batolit Kapal, Granit Gambang, Granit Besar dan Granit Blumut-Muntahak (Rajah 2.6).

Granit Banjaran Sempadan bermula di Machang, Kelantan hingga ke Gunung Gagau, dengan keluasan 138 km panjang dan maksimum lebar 20 km. Granit ini menunjukkan pelbagai warna dan yang lazim dijumpai ialah berwarna merah jambu. Batuan utama ialah granit mikroklin bersifat mikropertit berbutir sederhana, granit grafitik, granodiorit berbutir sederhana dan berporfiri, tonalit, granodiorit berporfiri, mikrogranit, aplit, pegmatit dan telerang kuarza (MacDonald, 1967). Fenokris mikroklin dijumpai bersifat mikropertit bersaiz sehingga 10 cm. Biotit adalah mineral mafik paling melimpah. Rajah et al. (1977) menyatakan komposisi utama Granit Banjaran Sempadan adalah granodiorit dan granit. Kedua-dua batuan sukar dibezakan di lapangan kerana ia menunjukkan kepelbagaian julat komposisi dan warna. Kedua-dua batuan berbutir halus hingga kasar dengan warna kelabu hingga merah jambu. Komposisi mineral terdiri daripada kuarza, ortoklas, oligoklas hingga andesin, biotit dan atau muskovit dan kadang kala hornblend dan piroksen.

Cobbing et al (1992) membahagikan Batolith Banjaran Sempadan kepada dua, iaitu Batolith Machang dan Batolith Kerai. Batolith Machang dibahagikan kepada 11 unit granit yang dinamakan sebagai Bidang, Terekak, Kapis, Nal, Manik, Kepang, Baka, Buloh, Pelagat, Panchor dan Jawa, sementara itu, Batolith Kerai terbahagi kepada lima unit, iaitu Lata Tunggil, Peria, Kerai, Sok dan Rek Merah (Rajah 2.8).

Batolith Machang dibahagikan kepada Granit Nal yang berada di bahagian teras batolith dan terdiri daripada granit biotit bertekstur sama saiz butiran. Ia dikelilingi oleh Granit Bidang dan Granit Terekak yang terdiri daripada granit biotit-hornblend

megakris K-feldspar. Namun begitu, Granit Terekak dibezakan daripada Granit Bidang berdasarkan saiz megakris K-feldspar yang lebih kecil, matrik lebih halus dan kurang kuarza (Cobbing et al. 1992). Pluton Kapis pula terdiri daripada granodiorit biotit-hornblend yang bertekstur sederhana hingga kasar, berwarna kelabu hingga putih, kadang kala mengandungi megakris K-feldspar dan ia dipotong oleh Granit Kepang. Diorit-tonalit Manik memotong Granit Nal, sementara Granit Kepang (berada di utara Granit Kapis) memotong Granit Bidang, Terekak dan Nal. Granit Kepang pula dipotong oleh Pluton Baka yang terdiri daripada granit biotit, bertekstur tidak sama saiz, berbutir sederhana hingga kasar dan berwarna kelabu. Oleh itu, Granit Kepang yang berkomposisi granit biotit dipercayai lebih muda usianya berbanding Granit Kapis dan Granit Bidang (Cobbing et al. 1992).

Mikrogranit Buloh dan Mesogranit Pelagat merupakan jasad fasa lewat yang dicirikan oleh tekstur granit dua fasa (Cobbing et al.1992). Di bahagian utara Batolith Banjaran Sempadan tersingkap Granit Panchor dan Jawa yang membentuk dua bukit terpisah daripada Batolith Machang. Ia bersaiz daimeter hampir lima kilometer. Kedua-dua jasad terdiri daripada granit biotit-hornblend yang berbutir kasar dan megakris K-feldspar.

Batolith Kerai berkomposisi daripada gabro hingga granit tetapi batuan yang dominan ialah granodiorit. Diorit Lata Tungil merupakan unit paling bes yang mengandungi diorit dan gabro serta minor piroksenit. Granit Lata Tungil pula mengandungi zenolit berkomposisi diorit. Granit ini berfoliasi dan kaya dengan biotit serta hornblend. Ia mengandungi zenolit mafik yang memanjang di dalam foliasi granit. Granodiorit Peria pula terdiri daripada granodiorit biotit-hornblend yang mengandungi elemen tonalit dekat dengan sempadan batuan. Unit ini mengred kepada Granit Rek

Merah yang bertekstur hampir sama tetapi mengandung megakris K-feldspar berwarna merah jambu.

Granit Lawit berada selari dengan Granit Banjaran Sempadan dan dipisahkan oleh jujukan batuan sedimen dan vulkanik termetamorf sejauh 9 hingga 19 km (Rajah et al. 1977). Ia berbentuk lebar (40 km) di utara dan mengecil ke selatan (1 km) dengan panjang sekitar 48 km. Ia dominan dengan granodiorit. Diorit kuarza dijumpai dekat sempadan di utara pluton (Rajah et al., 1977). Cobbing et al. (1992) membahagikannya kepada unit Guntong dan Peda. Ia mengandungi granit biotit berbutir sangat kasar bertekstur hampir sama saiz butiran di bahagian tengah pluton dikenali unit Granit Peda dan disempadani di barat dan timur oleh unit Granit Peda yang berkomposisi granit biotit-hornblend megakris K-feldspar (Rajah 2.7).

Granit Sarut pula merupakan jasad granit yang paling kecil, iaitu 22 km panjang dan 8 km lebar. Ia terdiri daripada granit biotit berbutir kasar, sama butiran dengan kandungan mineral terdiri daripada kuarza, ortoklas, albit dan biotit (Rajah et al., 1977). Batolith Kapal menganjur dari Sungai Setiu di utara sehingga ke Gunung Irong (1191 m) di selatan. Cobbing et al. (1992) menyatakan Batolith Kapal berkomposisi daripada diorit hingga monzogranit dan didominasi oleh granodiorit. Beliau membahagikan Batolith Kapal kepada 15 unit (Rajah 2.7). Unit paling besar ialah Granodiorit Saok. Ia berbutir kasar, tidak sama saiz butiran, kaya biotit dan hornblend. Granit Tok Lang dan Granit Tinggi memotong Granodiorit Saok di utara yang mana kedua-dua granit ini terdiri daripada granit biotit. Perbezaan hanya pada Granit Tinggi yang mengandungi megakris K-feldspar. Di bahagian selatan, terdapat Granit Kesting (berkomposisi granit biotit berbutir kasar), Granit Setubu (berkomposisi granit biotit berbutir sederhana),

Granit Kenyir (berkomposisi granit biotit sangat kasar) dan Granit Dura (berkomposisi granit biotit-hornblend dengan megakris K-feldspar).

Granit Gambang di kawasan Kuantan terdiri daripada granit biotit berwarna kelabu bersifat porfiri dan tidak porfiritik hingga porfiritik lemah di sesetengah tempat (Fitch, 1952). Jalur Banjaran Sempadan di bahagian selatan, iaitu di Johor terdiri daripada Granit Besar dan Granit Blumut-Muntahak (Rajah et al. 1977). Granit Besar terdiri daripada granit biotit-hornblend (dominan) hingga granodiorit berbutir sederhana hingga kasar dan mengandungi fenokris K-feldspar berwarna merah jambu. Ia bertekstur porfiritik sederhana dan sesetengah tempat bersifat sama butiran. Mikrogranit dijumpai di bahagian utara pluton (Rajah et al. 1977).

Sementara itu, Granit Blumut-Muntahak dibahagikan kepada Batolith Johor, Pluton Muntahak dan Pluton Lunchoo mengikut Cobbing et al. (1992) (Rajah 2.8). Batolit Johor dibahagikan kepada Granit Pulai, Kulai, Tanah Raya, Kelan, Teoh Choon dan Bukit Linden. Pluton Muntahak merupakan jasad granit berbentuk tidak seragam dan dipercayai hasil daripada pengangkatan tahap tinggi yang mengekalkan sisa kubah metasedimen di atasnya (Cobbing et al. 1992). Keseluruhan pluton terdiri daripada granit dua fasa dengan komposisi daripada granit porfiritik hingga mikrogranit. Kebanyakan batuan mengandungi biotit dan juga hornblend. Ia mengalami luluhawa yang kuat. Pluton Lunchoo merupakan sebuah bukit terasing di timur Bandar Johor Bahru. Ia terdiri daripada granit biotit-hornblend yang berbutir sangat kasar dengan tekstur tidak sama saiz butiran. Di dalam batuan ini dijumpai mafik zenolit bersaiz kecil dan juga telerang mafik.

#### 2.3.4 Granit Jalur Pantai Timur

Granit Jalur Pantai Timur berada di timur Terengganu hingga ke Kuantan dan menganjur hingga ke timur Johor. Ia terdiri daripada tiga jasad granit yang dinamakan oleh Rajah et al. (1977) sebagai Granit Maras-Jerong, Granit Jengai di Terengganu dan Granit Lengor-Jemaluang di timur Johor. Cobbing et al. (1992) pula menyenaraikan jasad granit di Terengganu sebagai Pluton Maras Jong, Batolit Jerong, Pluton Hutan Jerangau dan Pluton Kuantan. Granit di Terengganu dan Kuantan, telah dikaji oleh Goh (1973), Chand (1978), Kumar (1980) dan Schwartz & Askury (1990) yang menamakan kawasan sebagai granit Kuantan-Dungun (Rajah 2.9).

Granit Maras-Jerong dinamakan oleh Rajah et al. (1977) terdiri daripada dua jasad granit yang tidak bersambung yang dinamakan bersempena Bukit Maras (328 m) di utara dan Bukit Jerong (353 m) di selatan. Namun begitu, Cobbing et al. (1992) telah membahagikan kedua jasad ini kepada Pluton Maras Jong dan Batolit Jerong kerana kedua-dua jasad mempunyai perbezaan dari segi tekstur batuan dan geokimia (Rajah 2.7). Pluton Maras Jong terdiri daripada granit biotit berbutir kasar dengan megakris K-feldspar. Ia mengandungi banyak zenolith metasedimen yang dicirikan oleh porfiroblas K-feldspar dan biotit (Cobbing et al., 1992). Berbeza dengan Batolit Jerong yang kompleks dan terdiri daripada gabro hingga granit. Ia dibahagikan kepada enam unit, iaitu Mempelas, Temiang, Wakaf, Tanggol, Kenanga dan Ajil. Unit paling bersifat bes ialah Gabro Mempelas yang berada di tengah pluton dan mengandungi tiga fasa gabro dengan minor dolerit. Unit terbesar ialah Granit Tanggol yang terdiri daripada granit biotit-hornblend yang berbutir kasar dengan megakris K-feldspar. Di bahagian utara batolit terdapat Granit Kenanga dan Granit Temiang yang berkomposisi granit biotit-hornblend berbutir kasar. Sementara itu, Granit Ajil di selatan batolit terdiri daripada

granit biotit berbutir sederhana kasar dan di sesetengah tempat dipotong oleh mikrogranit (Cobbing et al. 1992).

Pluton Hutan Jerangau terbahagi kepada Granit Lerek di utara dan Granit Binjai di selatan pluton. Granit Lerek terdiri daripada granit biotit berbutir tidak sama saiz hingga bermegakris K-feldspar dan berwarna merah jambu. Ia dipotong oleh daik mikrogranit berbutir sama saiz. Granit Binjai pula terdiri daripada mikrogranit yang bertekstur pelbagai kemungkinan terhasil daripada proses magma fasa lewat. Terdapat juga Granit Payong di timur Granit Lerek yang mengandungi hornblend (Cobbing et al. 1992).

Granit Jengai berbentuk U dengan kepanjangan 72 km dan 40 km lebar. Ia memanjang ke selatan dari Bukit Besi ke Bukit Bundi. Pluton ini mempunyai tekstur dan mineralogi pelbagai dan boleh dibahagikan kepada empat fasa granit; fasa biotit-muskovit, fasa berporfiritik, fasa biotit-hornblend dan fasa berbutir halus (Rajah et al. (1977).

Fasa biotit-muskovit terdiri daripada granit berbutir sederhana, tekstur tidak porfiritik dan kadang kala berporfiritik, berwarna kelabu merah jambu hingga kelabu cerah bergantung kepada kelimpahan biotit dan muskovit. Fasa berporfiritik berkomposisi granit dengan fenokris terdiri daripada mikroklin bertekstur pertit berjulat saiz 2 cm hingga 10 cm panjang di dalam matrik berbutir sederhana hingga kasar. Matrik terdiri daripada kuarza, mikroklin, ortoklas, plagioklas (oligoklas/andesin) dan biotit serta muskovit. Fasa biotit-hornblend terdiri daripada granit hingga granodiorit berwarna kelabu, berbutir sama saiz dan biasa mengandungi zenolit. Di lapangan agak sukar membezakan fasa biotit-hornblend dengan fasa biotit kerana ia berubah secara

seragam “gradational”. Fasa berbutir halus pula membentuk jasad kecil, berlaku dekat dengan sempadan batuan dan kawasan rekahan yang padat. Ia bertekstur sama saiz butiran, dengan kandungan mineral terdiri daripada kuarza, mikroklin, plagioklas, biotit, muskovit, turmalin dan pirit (Rajah et al. 1977). Diorit kuarza juga dijumpai di Bukit Kelip dan Ulu Tembeling.

Batuan utama membentuk Granit Kuantan-Dungun ialah granit biotit yang merangkumi 90 hingga 95 % keluasan kawasan. Ia berbutir sederhana atau sederhana hingga kasar dengan tekstur subhedral granular. Kuarza menempati 20-35% isipadu batuan, feldspar alkali (25-45%) bertekstur pertit lemah atau tiada dan jarang menunjukkan kembaran mikroklin, plagioklas  $An_{42}-An_{12}$  dan biotit (2-15%) yang separuhnya mengalami pengkloritan. Muskovit (1-4%) biasanya hasil luluhawa plagioklas atau biotit. Seseengah biotit dicerap telah terbenkok lemah, serta plagioklas menunjukkan lamela yang berzon. Mineral aksesori terdiri daripada apatit, zirkon, alanit, pirit dan titanik (Schwartz et al. 1995).

Kepelbagaian tekstur granit biotit mewujudkan granit megakristal berbutir sederhana dan granit berbutir halus hingga sederhana. Granit megakristal wujud sebagai bongkah kecil di dalam granit berbutir sederhana. Ia mengandungi 10-30% megakris K-feldspar (bersaiz 10-60 mm) di dalam matrik berbutir sederhana kasar yang terdiri daripada kuarza (20-25%), plagioklas (20-25), feldspar alkali (15-25%) dan biotit (5-8%). Granit berbutir halus hingga sederhana kasar pula wujud sebagai jasad kecil yang mencapai ketebalan 20 m atau sebagai daik di dalam granit biotit berbutir sederhana. Ia mengandungi kuarza (25-40%) bertekstur anhedral, feldspar alkali (20-40%), plagioklas  $An_{15}-An_4$  (15-30%) dan biotit (3-8%) yang separuhnya telah berubah kepada klorit.



Granit Lenggor-Jemaluang terdiri daripada Granit Lenggor di utara dan Granit Jemaluang di selatan. Ia tidak bersambungan tetapi dalam arah tren yang sama. Granit Lenggor terdiri daripada granit, granodiorit, granit porfiri dan sedikit diorit kuarza dekat sempadan granit. Terobosan granit fasa lewat juga ditemui membentuk telentang kuarza, mikrogranit dan granofir, lamprofir, dolerit dan aplit (Rajah et al. (1977)).

Cobbing et al. (1992) membahagikan Granit Jemaluang kepada tiga pluton, iaitu Pluton Mawang, Pluton Panti dan Pluton Air Tawah (Rajah 2.8). Pluton Mawang berbentuk jasad memanjang dan terdiri daripada granit biotit berbutir kasar. Pluton Panti pula berbentuk bulat, berada antara Pluton Mawang dan Batolit Johor. Ia terdiri daripada granit biotit-hornblend hingga granodiorit, berbutir kasar dengan megakris K-feldspar. Pluton ini ditutupi oleh batu pasir daripada Formasi Gagau yang berusia Jura Atas hingga Kapur Bawah. Pluton Air Tawah terdiri daripada dua unit, iaitu Granit Air Tawah dan Granit Belungkor (Rajah 2.8). Granit Air Tawah terdiri daripada granit biotit-hornblend, berbutir kasar dengan megakris K-feldspar. Ia berbeza dengan Granit Belungkor yang mempunyai julat batuan daripada granit biotit sederhana kasar hingga mikrogranit dan aplit (Cobbing et al. 1992).

#### 2.4 Batuan Vulkanik

Batuan vulkanik dan piroklastik di Semenanjung Malaysia dinamakan sebagai Siri Vulkanik Pahang oleh Willbourn (1917) dan Scrivenor (1931) kerana ia tersingkap dengan baik di negeri Pahang. Kesemua batuan ini dikatakan berusia Karbon, Perm dan Trias yang secara umum adalah berusia Pre-granit. Namun begitu, Hutchison (1973) menyatakan penggunaan istilah Siri Vulkanik Pahang tidak sesuai kerana kajian terkini menunjukkan banyak taburan batuan vulkanik dan piroklastik boleh dijumpai di

Kelantan, Terengganu, Johor, Negeri Sembilan, Perak, Kedah dan Selangor, tetapi tidak diragui bahawa kebanyakan singkapan adalah di Pahang. Hutchison (1973) juga menjelaskan penemuan pos-orogeni aliran basalt berusia Tertier atau Kuarterner di Kuantan oleh Fitch (1952) dan sekitar Segamat (Grubb, 1965) menunjukkan ia pos-granit. Penulis tidak membincangkan secara terperinci taburan batuan vulkanik dan piroklastik di dalam kajian.

Kebanyakan batuan vulkanik berkomposisi pertengahan, terdiri daripada riolit hingga andesit yang bersifat kalk-alkali dan tinggi alumina. Lava bes dan ultrabes tersingkap di Kuantan dan Segamat yang berkemungkinan mewakili episod minor aktiviti vulkanik semasa Pleistosen (Hutchison, 1973). Taburan batuan vulkanik dan piroklastik di Semenanjung Malaysia boleh dibahagikan kepada empat komposisi yang berbeza usia, iaitu (1) tuf riolit berfoliasi yang berusia Paleozoik Bawah, (2) dominan tuf dengan aliran lava (komposisi riolitik) yang berusia Paleozoik Atas, (3) dominan aliran lava dengan sedikit piroklastik (komposisi andesitik) yang berusia Mesozoik Bawah dan (4) Aliran lava yang berusia pos-orogeni, iaitu tertier atau kuarterner (Alexander, 1965; Hutchison, 1973).

Di kawasan Kuantan-Dungun dijumpai juga stok batuan bes bersaiz 1 hingga 7 km persegi dalam tren baratdaya (NW). Ia tersingkap di tepi pluton yang dikelilingi oleh metasedimen. Tiada dijumpai sentuhan dengan granit. Kedudukan stok batuan bes ini berbeza dengan tren utara-selatan (N-S) jalur granit, mencadangkan kedudukan sekitaran tektonik yang berbeza dengan granit (Schwartz et al., 1995). Batuan bes ini telah dikaji sebelum itu oleh MacDonald (1967) yang tersingkap di utara Terengganu. Ia dikatakan telah termetamorf dan dipanggil sebagai metadiorit. Singkapannya dijumpai di Bukit Kenuak, Bukit Dara, Bukit Rambutan, Sungai Setiu dan Bukit Titir. Metadiorit

ini dikatakan menerobos rijang, riadasit dan hornfel (MacDonald, 1967; Hutchison, 1973).

Stok batuan bes ini terdiri daripada gabro berbutir sederhana, diorit dan diorit kuarza. Batuan bertekstur anhedral hingga subhedral granular. Kandungan mineral terdiri daripada plagioklas  $An_{72}-An_{50}$  (25-75%), hornblend (sehingga 70%), ortopiroksen (sehingga 15%), klinopiroksen (sehingga 10%), olivin (sehingga 4%), biotit (sehingga 10%) dan kuarza (sehingga 5%). Diorit dan diorit kuarza dibezakan daripada gabro berdasarkan plagioklas kalsit ( $An_{48}-An_{16}$ ) yang kurang, kehadiran kuarza yang lebih banyak (5-15%) dan ketiadaan olivin. Magnetit, ilmenit dan apatit ujud sebagai mineral aksesori (Schwartz et al., 1995).

Diorit dicerap bersifat porfiri. Ia mengandungi fenokris piroksen yang tidak berwarna atau sedikit berwarna kelabu madu. Matriknya bertekstur trakit mikrokristalin yang terdiri daripada bilah-bilah kecil plagioklas. Zenolit tuf andesit juga dijumpai bersaiz mencapai 20 cm daimeter (Hutchison, 1973). Ceraipan mendapati diorit di kawasan ini lebih sesuai dipanggil sebagai mikrodiorit, diorit porfiri atau andesit. Kehadiran zenolit andesit di dalam diorit porfiri menunjukkan terobosan diorit adalah dekat dengan permukaan dan sesetengah tempat terobosan ini keluar ke permukaan sebagai aliran andesit. Oleh itu, di utara Terengganu boleh dijumpai kepelbagaian batuan daripada diorit intrusif sehingga andesit ekstrusif (MacDonald, 1967; Hutchison, 1973).

Selain ujud sebagai stok batuan, batuan vulkanik juga membentuk telerang dolerit. Ia dijumpai dengan banyak di dalam granit utara Gambang dan bandar Kuantan. Contoh terbaik ialah di Tanjung Tembeling dan Teluk Cempedak, serta kuari J.K.R

dekat Bukit Ubi (Hutchison, 1973). Korok dolerit di Teluk Cempedak adalah bersifat ofitik, tidak berveskular, tiada kaca dan berbutir kasar. Fenokris plagioklas dan piroksen boleh dicerap (Fitch, 1952). Korok ini jelas mencirikan terobosan volkanik berdasarkan cerapan zon terpanggang “Chilled margin” terhadap granit yang diterobosinya.

## 2.5 Permasalahan Granit Jalur Tengah

Daripada rujukan yang dilakukan, penulis mendapati Granit Jalur Tengah masih belum dikaji secara menyeluruh terutamanya berkaitan dengan petrogenesis batuan. Kajian yang dilakukan sebelum ini banyak tertumpu kepada Gunung Benom dan Benta, serta sedikit penulisan berkenaan Kompleks Igneus Stong. Ini kerana, kebanyakan pluton adalah sukar untuk dijelajahi seperti Pluton Senting dan bahagian barat Kompleks Igneus Stong.

Pengelasan dan perbandingan antara pluton di dalam Jalur Tengah juga masih kurang diutarakan oleh pengkaji terdahulu. Tambahan pula, masih terdapat kekeliruan dalam mengelaskan pluton sebagai unit batuan igneus atau metamorf; contohnya Kompleks Igneus Stong yang dikatakan sebagai Kompleks Migmatit Stong oleh Hutchison (1969, 1973), tetapi ditafsirkan sebagai unit igneus oleh Singh et al. (1984), Mohd Rozi Umor & Hamzah Mohamad (2001a, 2001b). Begitu juga situasinya dengan penamaan Kompleks Migmatit Benta oleh Hutchison (1971), kemudian dikelompokkan batuan ini di dalam Kompleks Igneus Benom oleh Jaafar Ahmad (1979). Kompleks Stong dan Kompleks Benom juga masih belum ada kajian yang dilakukan bagi menjelaskan tentang proses petrogenesis dan tektonik yang berlaku semasa pembentukannya. Kajian yang dilakukan ini adalah perintis bagi kajian secara menyeluruh batuan di Jalur Tengah Semenanjung Malaysia.