

BAB V

PETROGENESIS PERIDOTIT LHERZOLIT

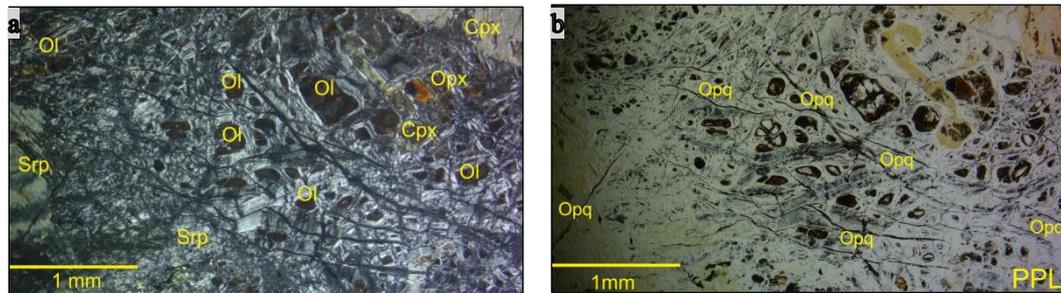
Pada penelitian ini mengangkat tentang petrogenesis peridotit, dimana telah dilaksanakan kegiatan pemetaan secara langsung dilapangan, dan dilakukan beberapa analisis untuk mengetahui bagaimana batuan ini terbentuk. Peridotit adalah jenis batuan ultramafik yang terbentuk dari magma yang membeku di bawah permukaan. Batuan ini sangat kaya akan mineral mafik seperti olivin dan piroksen. Pada analisis petrografi digunakan untuk menentukan komposisi mineral pada batuan peridotit. Pada teknik analisis XRF ini digunakan untuk identifikasi serta penentuan elemen batuan yang telah diubah dalam bentuk bubuk. Hasil dari analisis XRF ini akan berbentuk persentase kandungan senyawa kimianya baik oksida utama maupun elemen. Senyawa kimia yang telah ada nantinya akan dianalisis untuk mengetahui asal, jenis, dan tipe dari batuan ini.

5.1 Analisis Mineralogi/Petrografi

Lherzolite Terserpentinisasi

Lherzolite terserpentinisasi sebagian besar tersusun oleh olivin terserpentinisasi, ortopiroksen, klinopiroksen, dan sejumlah kecil mineral opaq. Penamaan batuan didasarkan pada pengaruh serpentinisasi terhadap batuan yang cukup besar tetapi masih menunjukkan sifat dari mineral sebelumnya, dengan kata lain mineral olivin belum berubah sepenuhnya menjadi mineral serpentin, oleh sebab itu tekstur batuan seperti berbutir, umumnya serpentin memiliki tekstur liniasi atau menjarum. Mineral olivin memiliki dua jenis yaitu fosterit yang kaya akan Mg yang terbentuk pada suhu 1800°C dan fayalite yang kaya akan Fe yang terbentuk pada suhu 1200°C. Pada sayatan ini memiliki tekstur khusus yaitu *mesh texture* (tekstur jala) pada sayatan batuan merupakan hasil belum sempurna dari serpentinisasi umumnya berbentuk kisi dengan kelok-kelok sehingga masih meninggalkan inti dari olivin bagian yang mengelilingi inti olivin merupakan mineral serpentin, mineral dengan tekstur mesh merupakan fayalite, sementara yang berubah terlebih dahulu menjadi serpentin merupakan fosterit. Keberadaan mineral olivin yang terserpentinisasi ini menunjukkan bahwa batuan ini memiliki sifat yang ultrabasa yang terbentuk dari intrusi yang langsung dari mantel bagian atas. Serpentinisasi pada batuan ini menunjukkan adanya proses yang terjadi

setelah batuan terbentuk. Proses serpentinisasi terjadi akibat dari proses hidrotermal melibatkan perubahan fisik dan kimia dari hidrasi ketika batuan ultrabasa terkena fluida dari suhu lebih rendah, mineral mafik (olivin dan piroksen) sehingga membentuk serpentin, pada sayatan ditemukan adanya *veinlet* yang terisi oleh mineral opa (Gambar 33).



Gambar 33. (a) Pengamatan PPL, (b) Pengamatan XPL. Keterdapatn mineral Olivin terserpentinisasi (Ol-Srp), Orthopiroksen (Opx), Clinopiroksen (Cpx) pada Lherzolit Terserpentinisasi

5.2 Analisis Geokimia

Profil Nikel Laterit

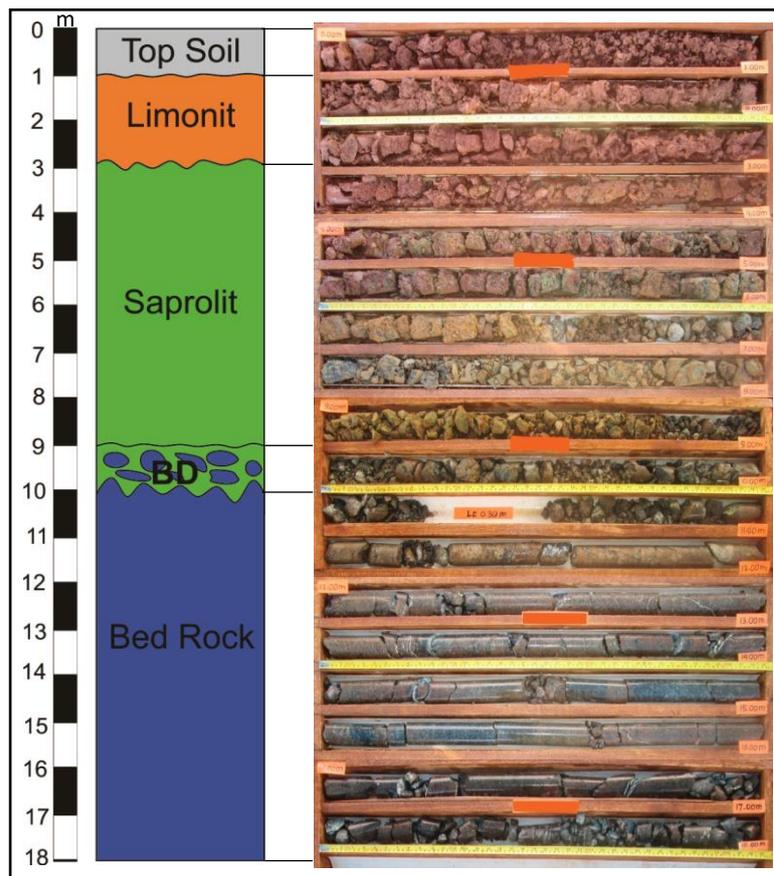
Endapan Nikel laterit secara umum terdiri dari beberapa zona diantaranya ada top soil, limonit, saprolit, dan batuan dasar. Pada daerah penelitian karakteristik endapan nikel laterit pada daerah penelitian zona yaitu lapisan limonit, saprolit dan *bedrock*. dan di sertai kelimpahan *boulder* pada zona saprolit. Kelimpahan *boulder* pada zona saprolit akan berpengaruh terhadap nilai kadar Si yang tinggi, nilai Fe rendah serta nilai Mg yang tinggi. Berdasarkan data titik bor T03 dapat dilihat pada (Lampiran 3) didapatkan profil endapan nikel laterit daerah penelitian menggunakan data geokimia xrf yang dapat dilihat pada (Tabel 4)

Tabel 4. Data Geokimia titik bor T03

Dept (m)	Ni	Co	Fe2O3	SiO2	MgO
1	1.48	0.15	53.17	17.09	7.55
2	1.66	0.12	47.13	20.47	9.96
3	1.42	0.15	55.47	17.82	3.94
4	1.78	0.08	36.74	31.55	12.75
5	2.15	0.05	23.35	40.69	17.78
6	2.16	0.07	26.05	41.17	14.58
7	1.60	0.03	19.12	43.13	18.96
8	1.21	0.02	15.91	45.63	20.68
9	0.65	0.02	13.80	45.39	23.79
10	0.31	0.01	10.78	44.13	29.19
11	0.28	0.01	9.61	43.63	31.36
12	0.26	0.01	9.21	42.95	31.93
13	0.25	0.01	8.82	41.70	32.52

14	0.24	0.01	8.71	41.85	32.94
15	0.25	0.01	8.89	39.49	34.71
16	0.24	0.01	8.84	39.50	34.69
17	0.24	0.01	8.67	39.93	32.87
18	0.24	0.01	8.40	40.99	33.44

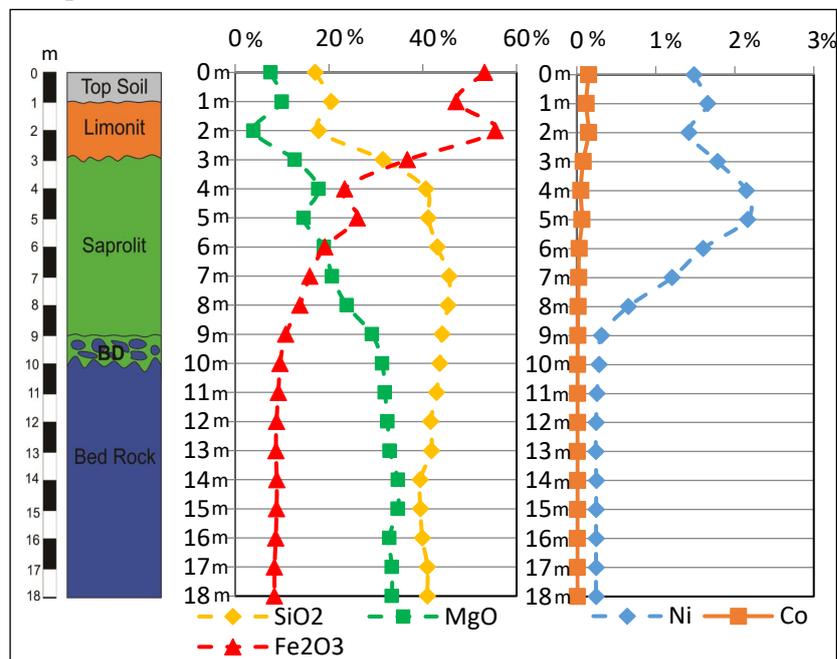
Top Soil memiliki ketebalan 1 m, memiliki warna coklat kemerahan, dengan ukuran butir lempung, terdiri dari dominan mineral hematit 30% dan adanya bahan organik. Limonit memiliki ketebalan 2 meter, memiliki warna coklat kemerahan, dengan ukuran butir lempung terdiri dari mineral hematit 35%. Saprolit memiliki ketebalan 6 meter, memiliki warna kuning kecoklatan, dengan ukuran butir lempung, terdiri dari mineral serpentin 40%, Gheotite 30%, dan hematit 20%. Boulder memiliki ketebalan 1 meter, berwarna abu-abu kehitaman, dengan ukuran butir bongkah, terdiri dari mineral serpentin 40%. Batuan dasar berwarna abu-abu kehitaman dengan tebal 8 meter, terdiri dari mineral serpentin 20%, batuan dasarnya merupakan peridotit dapat dilihat pada (Gambar 34).



Gambar 34. Profil Endapan Nikel Laterit berdasarkan analisa titik bor T03

Profil geokimia unsur titik T003 memperlihatkan unsur utama (Fe_2O_3 , SiO_2 , MgO) dan unsur minor (Ni, Co). Zona Top soil dapat dilihat pada kedalaman 0-1

meter, dimana zona ini dicirikan dengan kandungan Fe_2O_3 yang cukup tinggi tetapi . Zona limonit dilihat pada kedalaman 1-3 meter zona ini merupakan zona dimana kadar mineral yang *non-mobile* tertinggal sehingga didapatkan mineral Fe_2O_3 dan Co meningkat sedangkan mineral yang *mobile* kadarnya mulai turun seperti SiO_2 , MgO , dan Ni. Pada zona saprolit ditunjukkan pada kedalaman 3-9 meter ditandai dengan pengayaan unsur *mobile* seperti Ni, SiO_2 , dan MgO sedangkan unsur Fe_2O_3 dan Co semakin mengalami penurunan kadar. Pengkayaan unsur Ni pada zona saprolit menandakan terjadinya akumulasi unsur yang mudah larut dengan air, pengkayaan ini disebut *supergen enrichment*. Kemudian zona boulder dari kedalaman 9-10 dimana zona ini merupakan transisi dari saprolit ke zona batuan dasar berdasarkan profil geokimia dibawah zona *boulder* ini lebih mirip dengan zona batuan dasar dikarenakan unsur Ni telah menurun drastis. Zona batuan dasar dari kedalaman 10-18 meter yang ditandai dengan menurunnya kadar setiap unsur secara signifikan dan menyisakan SiO_2 dan MgO yang masih tinggi dapat dilihat pada (Gambar 35).



Gambar 35. Profil Geokimia Endapan Nikel Laterit

Pada penelitian ini studi khusus yang digunakan ialah menggunakan metode analisis geokimia XRF (*X-ray Fluorescence*) dari titik bor batuan dasar yang tersebar pada batuan peridotit daerah penelitian untuk mengetahui bagaimana petrogenesis lherzolit pada daerah penelitian. Dari 13 titik bor yang ada pada

daerah penelitian, hanya 9 titik bor yang berada pada lherzolit, data tersebutlah yang diolah untuk penelitian ini. Hasil dari analisis XRF ini berupa elemen yaitu Ni, Fe dan Co serta unsur oksida SiO₂, FeO, Fe₂O₃, Na₂O, MgO, K₂O, Al₂O₃, Cr₂O₃. Analisis geokimia ini dilakukan untuk menentukan jenis batuan, lingkungan tektonik, dan asal magma, sampel batuan dianalisis sebanyak 9 yang merupakan sampel dari titik bor yang tersebar diseluruh batuan lherzolit daerah penelitian dengan mengambil senyawa mayor dan unsur minor batuan. Persentase setiap unsur menunjukkan bagaimana terbentuknya batuan tersebut, dari hasil analisis geokimia maka didapat jenis batuan, afinitas magma dan asal magma itu sendiri. Data yang digunakan untuk analisis geokimia dapat dilihat pada (Tabel 5).

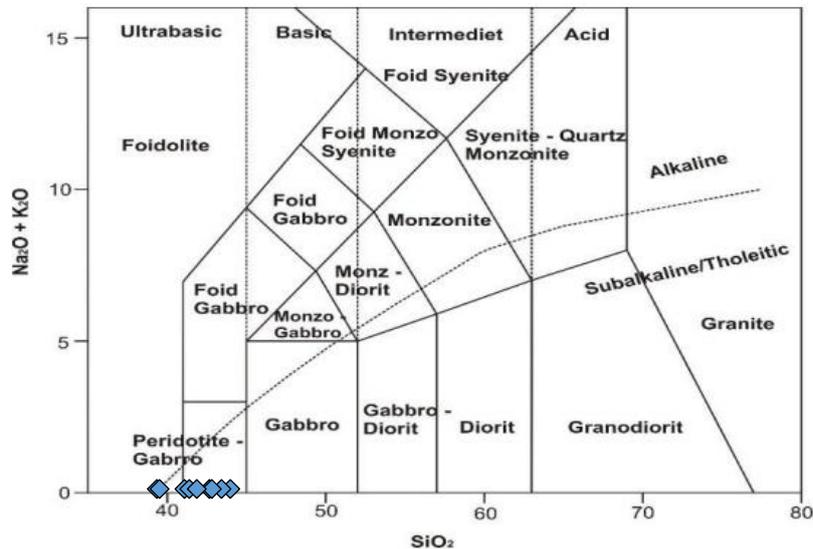
Tabel 5. Data Geokimia XRF titik bor

No	Unsur	Titik Bor								
		T03	T06	T07	T08	T09	T10	T11	T12	T13
1	SiO ₂	40.99	38.83	44.61	43.92	41.38	42.96	39.04	43.16	41.98
2	FeO	7.57	7.66	7.86	8.54	7.82	7.19	8.27	8.22	8.52
3	Fe ₂ O ₃	8.40	8.51	8.73	9.48	8.69	7.99	9.18	9.13	9.55
4	Na ₂ O	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	MgO	33.44	36.56	35.15	31.24	35.25	34.03	35.78	31.55	31.16
6	K ₂ O	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	Al ₂ O ₃	0.76	0.89	0.83	1.37	0.71	2.11	0.57	0.90	1.51
8	Cr ₂ O ₃	0.35	0.41	0.25	0.45	0.30	0.40	0.37	0.43	0.38

Jenis Batuan Ultrabasa

Analisis geokimia menunjukkan bahwa sampel batuan yang diteliti memiliki karakteristik magma ultrabasa. Kandungan silika yang sangat rendah (kurang dari 45%) dan dominasi mineral ferromagnesium seperti olivin dan piroksen menjadi ciri khas magma jenis ini. Berdasarkan diagram klasifikasi Le Bass (1986), sampel-sampel batuan dari titik bor ini secara tegas berada dalam kelompok magma ultrabasa. Warna batuan yang gelap dan indeks warna yang tinggi (>70) semakin memperkuat hasil analisis kimia. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa batuan-batuan ini terbentuk dari magma ultrabasa yang memiliki komposisi kimia yang khas dan lingkungan pembentukan yang spesifik, semua

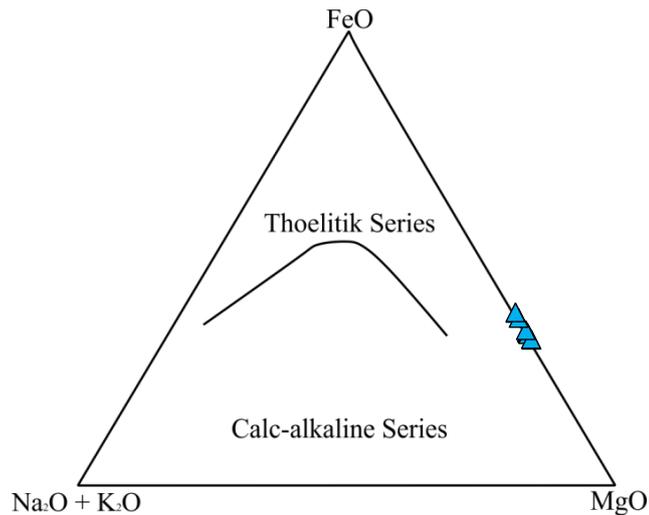
sampel yang dianalisis berdasarkan perbandingan kandungan SiO_2 dan $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ maka nama dari jenis batuan ultrabasa ini ialah Peridotit berjenis Lherzolit terserpentinisasi sesuai dengan analisis petrografi (Gambar 36).



Gambar 36. Batuan Peridotit berdasarkan klasifikasi Le Bas (1986)

Klasifikasi Seri Magma

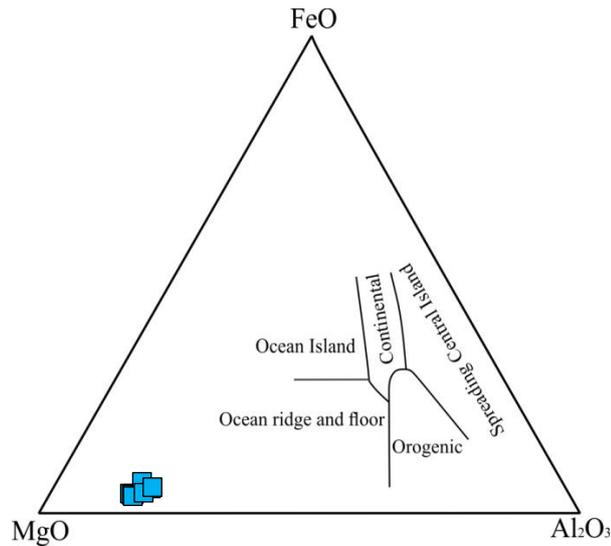
Penentuan seri magma pembentuk batuan menggunakan perbandingan dalam diagram segitiga yang membagi seri magma batuan menjadi seri *Calc-Alkaline* dan *Tholeiitic* dan yang memakai diagram segitiga dimana menggunakan unsur utama yaitu total alkali ($\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$), total oksida besi ($\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3$), serta Magnesium Oksida (MgO). Klasifikasi seri magma ini dapat mengetahui bagaimana kondisi pembentukan batuan, seri tholeiitic umumnya batuan yang berasal langsung dari magma primer yang tidak mengalami proses diferensiasi, melainkan magma primer langsung mengalami kristalisasi oleh sebab itu unsurnya didominasi oleh Magnesium dan Besi yang merupakan unsur penyusun paling banyak ditemukan pada mantel bagian atas. Berdasarkan hasil plot kedalam diagram segitiga bahwa semua sampel daerah penelitian termasuk kedalam seri magma *tholeiitic*. Seri magma *tholeiitic* terjadi ketika magma induk terkristalisasi dan relatif mengkristalkan mineral silikat yang kaya akan magnesium seperti olivin dan piroksen, yang menyebabkan kandungan besi magma *tholeiitic* meningkat. Tipe ini umumnya dijumpai pada daerah dengan setting tektonik berupa zona pemekaran samudera, dimana nilai dari SiO_2 dan K_2O cenderung rendah, dan kaya akan komposisi MgO dan FeO (Gambar 37).



Gambar 37. Seri magma Thoelitik menurut Irvine dan Baragar (1971)

Klasifikasi Asal Magma

Lingkungan tektonik asal magma terbentuknya batuan ultramafik yang terdapat pada daerah penelitian dapat ditentukan dengan menggunakan diagram segitiga dimana diagram ini membandingkan unsur utama batuan berupa FeO^* (Total Oksida Besi), MgO dan Al_2O_3 . Berdasarkan hasil plotting pada diagram ini menunjukkan bahwa asal magma/lingkungan pembentukan batuan pada daerah penelitian ialah berasal dari *Oceanic Ridge and Floor* atau *Mid Oceanic Ridge* (MOR) atau yang lebih dikenal dengan pemekaran lantai samudera yang bersifat ultrabasa. Pemekaran lantai samudera menghasilkan batuan yang terbentuk dari magma sifatnya homogen dan cenderung. Berdasarkan hasil plotting geokimia bahwa batuan pada daerah penelitian berasal dari zona divergen yang merupakan zona pemekaran samudera. Magma pada zona ini bisa dikatakan tidak mengalami diferensiasi, sehingga magma yang dihasilkan sering dalam dengan komposisi basa-ultrabasa, hal ini didukung dengan afinitas magma yang thoelitik yang umum ditemukan pada zona pemekaran samudera (Gambar 38).

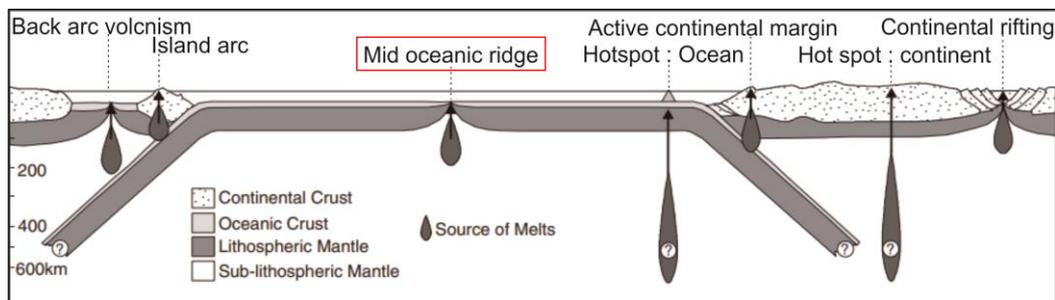


Gambar 38. Asal magma Oceanic ridge and floor (Pearce dkk., 1977).

Petrogenesis merupakan kajian ilmiah mengenai asal-usul dan pembentukan batuan. Fokus utama dalam petrogenesis batuan beku adalah memahami perjalanan magma dari sumbernya hingga menjadi batuan beku yang kita kenal. Proses ini melibatkan berbagai tahapan, mulai dari pembentukan magma dengan komposisi yang beragam, hingga pendinginan dan kristalisasi magma yang membentuk berbagai jenis batuan beku. Selain itu, petrogenesis juga menyelidiki hubungan antara proses pembentukan batuan beku dengan kondisi tektonik yang terjadi pada saat pembentukannya. Singkatnya, petrogenesis memberikan gambaran tentang bagaimana berbagai jenis batuan beku terbentuk dan apa yang memengaruhi proses pembentukannya. Pada penelitian ini berfokus pada batuan peridotit.

Analisis petrografi dan geokimia dapat diperoleh bagaimana batuan peridotit pada daerah penelitian terbentuk. Jenis batuan pada daerah penelitian ialah lherzolit terserpentinisasi. Magma yang bersifat primer yang berada pada mantel atas keluar dari zona pemekaran samudera sehingga mengalami kristalisasi dan membentuk batuan. Mineral-mineral yang didapatkan pada analisis petrografi terdiri dari mineral olivin dan piroksen yang sebagian sudah mengalami serpentinisasi, kehadiran mineral olivin dan piroksen menunjukkan batuan ini memiliki sifat ultrabasa yang berasal dari lantai samudera, sedangkan adanya serpentinisasi menunjukkan perubahan batuan setelah terbentuk. Analisis geokimia yang telah di analisis sebelumnya menunjukkan hasil seri magma termasuk kedalam seri magma *tholleitic*. Seri magma *tholleitic* terjadi ketika

magma induk terkristalisasi dan relatif mengkristalkan mineral silikat yang kaya akan magnesium seperti olivin dan piroksen, yang menyebabkan kandungan besi magma *tholeiitic* meningkat. Tipe ini umumnya dijumpai pada daerah dengan setting tektonik berupa zona pemekaran samudera. Hal ini diperkuat dengan analisis geokimia klasifikasi asal magma berdasarkan diagram tersebut menunjukkan bahwa asal magma/lingkungan pembentukan batuan pada daerah penelitian ialah berasal dari *Oceanic Ridge and Floor* atau *Mid Oceanic Ridge* (MOR) atau yang lebih dikenal dengan pemekaran lantai samudera yang bersifat ultrabasa, dikarenakan pembentukan berasal dari pemekaran lantai samudera magma masih homogen dan tidak mengalami proses diferensiasi yang ditandai hanya ditemui mineral yang bersifat ultrabasa (Gambar 39).



Gambar 39. Ilustrasi Lokasi Pembentukan Magma dan Asosiasi Tatanan Tektoniknya (Winter, 2014) kotak merah adalah hasil interpretasi setting tektonik daerah penelitian