



## Rejahan ultrabases di kawasan Telupid: sifat geokimia dan tektoniknya

BABA MUSTA DAN MUHD. BARZANI GASIM

Jabatan Sains Bumi  
UKM Kampus Sabah  
Beg Berkunci No. 62  
88996 Kota Kinabalu  
Sabah

**Abstrak:** Hasil kajian analisis struktur geologi dan geokimia bagi kawasan Telupid, Sabah, didapati bahawa kawasan kajian telah dipengaruhi oleh beberapa kali pergerakan tektonik yang telah menyebabkan batuan ultrabases wujud dan tersingkap sebagai suatu jasad igneus yang padat tetapi rapuh.

Terdapat sekurang-kurangnya dua jenis pergerakan sesar dan pembentukan satah-satah kekar hasil daripada canggaan yang telah berlaku, iaitu 2 sesar mendatar ke kanan, 6 sesar naik dan 8 pasang kekar ricih, yang menunjukkan perkaitan struktur yang sama di antara satu dengan yang lain.

Empat arah daya mampatan yang telah bertindak ke atas batuan di kawasan kajian telah dikenal pasti berdasarkan kepada kedudukan satah-satah sesar dan kekar, yang didapati dengan menggunakan kaedah roset dan jaringan samalua, adalah seperti berikut:

- daya  $P_1$  dan  $P_2$  pada arah Baratlaut-Tenggara
- daya  $P_3$  pada arah Utara-Selatan
- daya  $P_4$  pada arah Timurlaut-Baratdaya

Keputusan analisis geokimia menunjukkan unsur major yang melimpah dalam tanah ialah  $Fe_2O_3$  (59.76%–70.18%), manakala kepekatan  $Al_2O_3$ ,  $SiO_2$  dan L.O.I. masing-masing ialah 7.79%–11.8%, 1.77%–7.70% dan 16.88%–18.7%. Secara perbandingan antara kepekatan dalam batuan segar dan tanah, didapati  $Fe_2O_3$  dan L.O.I. masing-masing ialah 10 kali dan 14 kali sebaliknya  $SiO_2$  berkurang 30 kali.

Kepekatan Cr dalam tanah ialah 16,460 ppm–18,279 ppm, Co pula ialah 608 ppm–665 ppm dan Nd ialah 68 ppm–69 ppm. Perbandingan dengan kandungan kepekatan unsur surih dalam batuan segar pula menunjukkan Cr dalam tanah bertambah sebanyak 8 kali, Co 6 kali dan Nd juga 6 kali. Korelasi ( $Fe_2O_3 + Al_2O_3$ ) lawan L.O.I. dan  $Fe_2O_3$  lawan  $Al_2O_3$  adalah linear positif. Kedua-dua korelasi tersebut mencadangkan penguraian mineral pembentuk batuan dan diikuti dengan pembentukan mineral sekunder terutama Fe-oksida dan Al-oksida. Korelasi linear negatif yang ditunjukkan antara  $SiO_2$  lawan  $Al_2O_3$  mencadangkan mineral lempung tidak cenderung terbentuk dalam tanah.  $Fe_2O_3$  lawan Cr dan  $Fe_2O_3$  lawan Nd menunjukkan korelasi linear positif. Begitu juga dengan  $Al_2O_3$  lawan Co. Korelasi tersebut boleh dijelaskan melalui proses jerapan Cr dan Nd oleh mineral Fe-oksida manakala jerapan Co oleh Al-oksida.

**Abstract:** Based on geological structure and geochemistry study in the Telupid area, Sabah, it was found that the study area has been influenced by several tectonic movements, which caused the formation of the ultrabasic rock which is exposed as a solid but brittle igneous body.

There are at least two kinds of fault and joint developments due to the above deformations, such as 2 of right strike-slips, 6 reverse faults and 8 complementary shears, which showed that geological structure relation between one to another.

Four compression force directions have been identified in the study area based on the position of the fault and joint planes, according to the study of rosette and stereonet methods, are as follows:

- $P_1$  and  $P_2$  forces at Northwest-Southeast directions
- $P_3$  force at North-South directions.
- $P_4$  force at Northeast-Southwest direction.

The geochemical analysis result show that the major elements abundance in the soils of  $Fe_2O_3$ ,  $Al_2O_3$ ,  $SiO_2$ , L.O.I. are 59.76%–70.18%, 7.79%–11.80%, 1.77%–7.70% and 16.88%–18.70% respectively. The comparison between abundance of fresh rock and soil, indicated that  $Fe_2O_3$  increased 60 times in soil, whereas the increasing abundance of  $Al_2O_3$  and L.O.I. are 10 times and 14 times respectively, but  $SiO_2$  decrease 30 times.

The Cr content in the soil is 16,469 ppm–18,279 ppm, Co is 608 ppm–665 ppm and, Nd is 68 ppm–69 ppm. The comparison of trace elements contents in fresh rock show that Cr in the soil increase 8

times, Co 6 times and, Nd 6 times. The correlation of ( $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$ ) versus L.O.I. and  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  versus  $\text{Al}_2\text{O}_3$  are positive linear. Both correlation suggested the decomposition of rock forming minerals was followed by secondary minerals formation mainly Fe-oxide and Al-oxide. The negative linear correlation between  $\text{SiO}_2$  versus  $\text{Al}_2\text{O}_3$  suggested that the clay mineral had no tendency to form in the soil. The  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  versus Cr and  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  versus Nd show positive linear correlations. Similarly with  $\text{Al}_2\text{O}_3$  versus Co. Such correlation could be explained through adsorption of Cr and Nd by Fe-oxide minerals, and Co adsorption by Al-oxide minerals.

## PENDAHULUAN

Kawasan kajian di kawasan Telupid (Rajah 1) tertetak dalam Jalur Sutura Kinabalu (Tjia, 1988). Jaluran ini merupakan jalur ofiolit Sabah yang menganjur dari Teluk Davel di tenggara sehingga Pulau Banggi di utara Sabah dengan kelebaran 80 km dan terdiri daripada asosiasi pelbagai jenis batuan dan usia yang membahagikan Sabah Barat dari Sabah Timur. Kebanyakan batuan yang berada dalam jalur ini telah terganggu dengan kuat dan sebahagian batuan dijumpai sebagai bongkah.

Leong (1974), yang telah mengkaji geologi kawasan Teluk Lembah Darvel dan kawasan berhampiran, mendapati ada persamaan sifat dan struktur batuan dengan kawasan kajian. Hasil kajian Leong (1974) dengan kaedah radiometrik terhadap batuan ultrabases usia Jura (lebih awal), didapati bahawa kawasan ini telah dipengaruhi oleh sekurang-kurangnya 4 kali aktiviti tektonik, samada disebabkan oleh kegiatan igneus atau akibat metamorfisme.

Deformasi yang pertama ialah semasa Trias Bawah, yang kedua berlaku semasa Jura Tengah-Akhir, yang diikuti oleh deformasi ketiga yang merupakan deformasi yang terpenting ialah berlaku semasa Tertier. Jacobson (1970), percaya bahawa batuan ultrabases di sekitar Ranau telah mengalami sekurang-kurangnya 2 kali penerobosan, yang pertama ialah semasa Kapur Atas dan yang kedua ialah semasa Miosen (di antara Pertengahan-Akhir). Gasim *et al.* (1994) dalam kajian struktur geologi di Gunung Danum, Lahad Datu menunjukkan adanya gerakan sesar naik yang bertrend Timur-Barat dalam batuan ultrabases, yang merupakan sebahagian dari 'Sesar Sungkup Danum'. Meskipun deformasi di atas telah dihurai secara terperinci tentang kaedah yang digunakan, batuan yang terlibat dan peristiwa yang berlaku serta jenis struktur yang dihasilkan, tetapi penentuan arah daya bagi setiap deformasi tidak diberikan penekanan.

Batuan yang dibentuk oleh mineral yang relatifnya tidak tahan terhadap tindakan luluhawa adalah mudah mengalami perubahan komposisi kimia membentuk mineral sekunder. Mineral pembentuk batuan yang terdapat dalam batuan ultrabases seperti olivin, piroksen, serpentin dan klorit relatifnya mudah mengalami perubahan kimia dan membentuk mineral sekunder (Nahon *et*

*al.*, 1982). Batuan yang mengandungi struktur sekunder seperti satah-satah ricih yang tertabur dalam pelbagai membantu agen luluhawa bertindak yang akhirnya membentuk profil luluhawa tebal yang dicirikan oleh tanah berwarna coklat gelap hingga kuning cerah. Nahon *et al.* (1982) mendapati peringkat pertama luluhawa ialah tindakan di sepanjang fisur antara mineral terutamanya pada fisur yang terbuka. Warna kuning coklat pada tanah di kawasan kajian disebabkan oleh kehadiran mineral Fe-oksida yang melimpah dalam tanah (Myers, 1977). Mineral sekunder yang melimpah dalam batuan ultrabases terluluhawa ialah Fe-oksida (Nahon *et al.*, 1982). Pernah juga dilaporkan kepekatan Cr yang tinggi dalam batuan ultrabases yang terluluhawa (Friedrich, 1982; Mitsaki, 1981). Unsur surih yang lain seperti Co dan Nd juga pernah dilaporkan terdapat dengan kepekatan yang tinggi dalam tanah berbanding batuan. Kertas ini bertujuan menerangkan daya-daya yang bertindak di kawasan kajian yang menyebabkan jasad ultrabases ini tersingkap. Kemudian diikuti dengan penerangan tentang proses-proses geokimia yang berlaku pada batuan yang terluluhawa berdasarkan kepada kepekatan beberapa unsur major dan unsur surih.

## KAEDAH KAJIAN

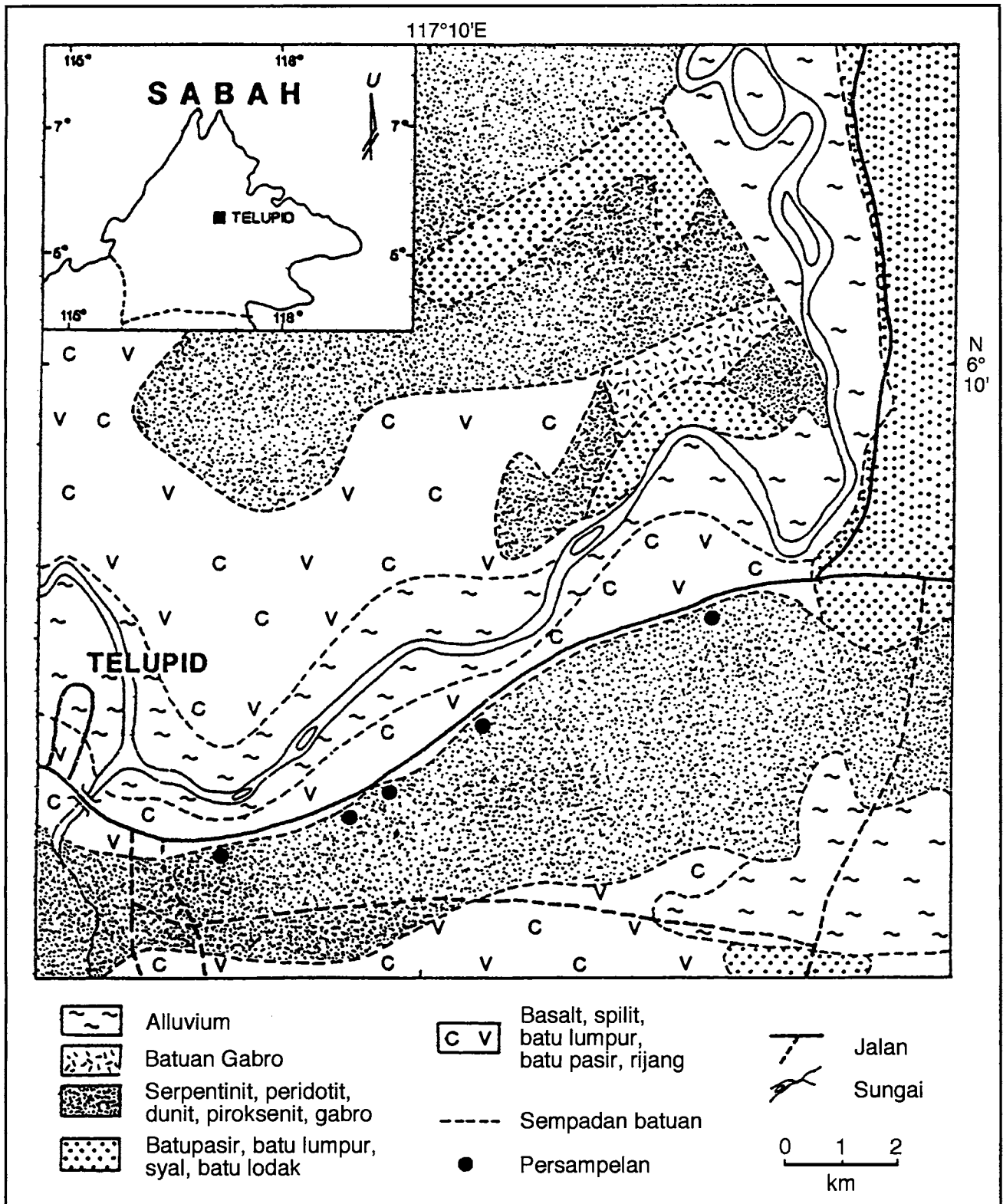
Kajian geokimia, struktur geologi dan tektonik di kawasan kajian melibatkan peringkat-peringkat yang berikut iaitu kajian foto udara dan kajian peta topografi, kajian lapangan dan kajian makmal.

### Kajian Foto Udara dan Peta Topografi

Kajian topografi diperlukan untuk mencari singkapan dan profil pada skala yang luas. Kawasan yang utama ialah pada potongan-potongan jalan. Lineaman positif dan negatif diperolehi melalui kajian ini.

### Cerapan Lapangan

Kajian struktur geologi dilakukan ke atas batuan ultrabases dilakukan dengan menyukat satah-satah kekar dan sesar. Sebanyak 100 bacaan data kekar diperolehi hasil pengukuran secara rawak di sepanjang jalan Telupid ke 'Check Point', Sandakan pada singkapan ultrabases. Satah yang mengandungi gores-garis dan mempunyai permukaan yang licin dan berkilat telah ditafsirkan sebagai satah sesar.



**Rajah 1.** Kedudukan kawasan kajian, taburan batuan dan persampelan di kawasan Telupid Sabah.

Cerapan di lapangan melibatkan persampelan batuan dan tanah. Hampir semua profil di kawasan kajian ini ada corak perubahan dari batuan hingga tanah yang telah sempurna terluluhawa. Ketebalan lapisan tanah berjulat 7.0 m ialah setebal 20.0 m. Corak perubahan warna tanah ialah dari warna coklat kelabu gelap hinggalah coklat kekuningan yang cerah. Tanah berwarna coklat kuning cerah terdapat di bahagian bawah tanah yang berwarna coklat kelabu gelap. Zon saprolit ialah batuan yang terluluhawa dan masih menunjukkan sifat batuan dan tanah. Zon saprolit terletak antara tanah berwarna coklat kuning cerah dan batuan segar. Batuan segarnya pula berwarna hitam kelabu dan kadang-kadang terdapat warna putih pada batuan hasil dari aktiviti sesar yang membentuk gores-garis. Pada batuan segar biasanya terdapat struktur sekunder seperti sesar atau kekar. Bahagian ini merupakan bahagian lemah yang mudah untuk menjadi laluan air bawah tanah dan tindakan agen luluhawa.

### Kajian Makmal

Data kekar yang diukur di lapangan diplot menggunakan kaedah roset dan jaringan sama luas untuk mendapatkan taburan jenis kekar dan sesar serta arah daya yang telah bertindak. Data sesar yang diperolehi di lapangan kemudiannya di sesuaikan dengan kedudukan sesar yang didapati hasil daripada tafsiran jaringan sama luas yang mempunyai kedudukan yang lebih kurang serupa.

Analisis unsur major dan unsur surih dalam tanah menggunakan teknik pendarflour sinar-X (XRF). Sampel untuk analisis unsur major dibentuk pelet lakur, manakala untuk unsur surih sampel dibentuk pelet tekan (Norrish & Hutton, 1969). Teknik XRF menggunakan peralatan Philips PW 1480 X-ray Digital dan spektrometer dikawal melalui perisian 'Digital Software X44' mikrokomputer. Pengenalan mineral primer dalam batuan menggunakan cerapan petrografi. Mineral dalam tanah pula ditentukan dengan teknik pembelauan sinar-X (XRD) menggunakan alat Siemens 'Diffraktometer D 5000 dan Kristalloflex 710/710H' menggunakan perisian Diffrac/AT.

## HASIL DAN PERBINCANGAN

### Struktur Geologi

Kajian lapangan yang telah dilakukan pada singkapan batuan ultrabases di kawasan Telupid, menunjukkan batuan ini telah kuat tericah dan tersesar, membentuk permukaan licin, berkilat, gores-garis dan mata air yang keluar dari celah-celah batuan.

**Jadual 1.** Keputusan hasil tafsiran kaedah roset (a) dan kaedah unjuran samaluas (b) daripada data kekar di kawasan kajian.

(a) Kaedah Roset					
Bil	P	E	R <sub>ka</sub>	R <sub>ki</sub>	T
1	305°	305°	275°	335°	35°
2	325°	325°	300°	05°	55°
3	10°	10°	339°	35°	280°
4	45°	45°	15°	75°	315°

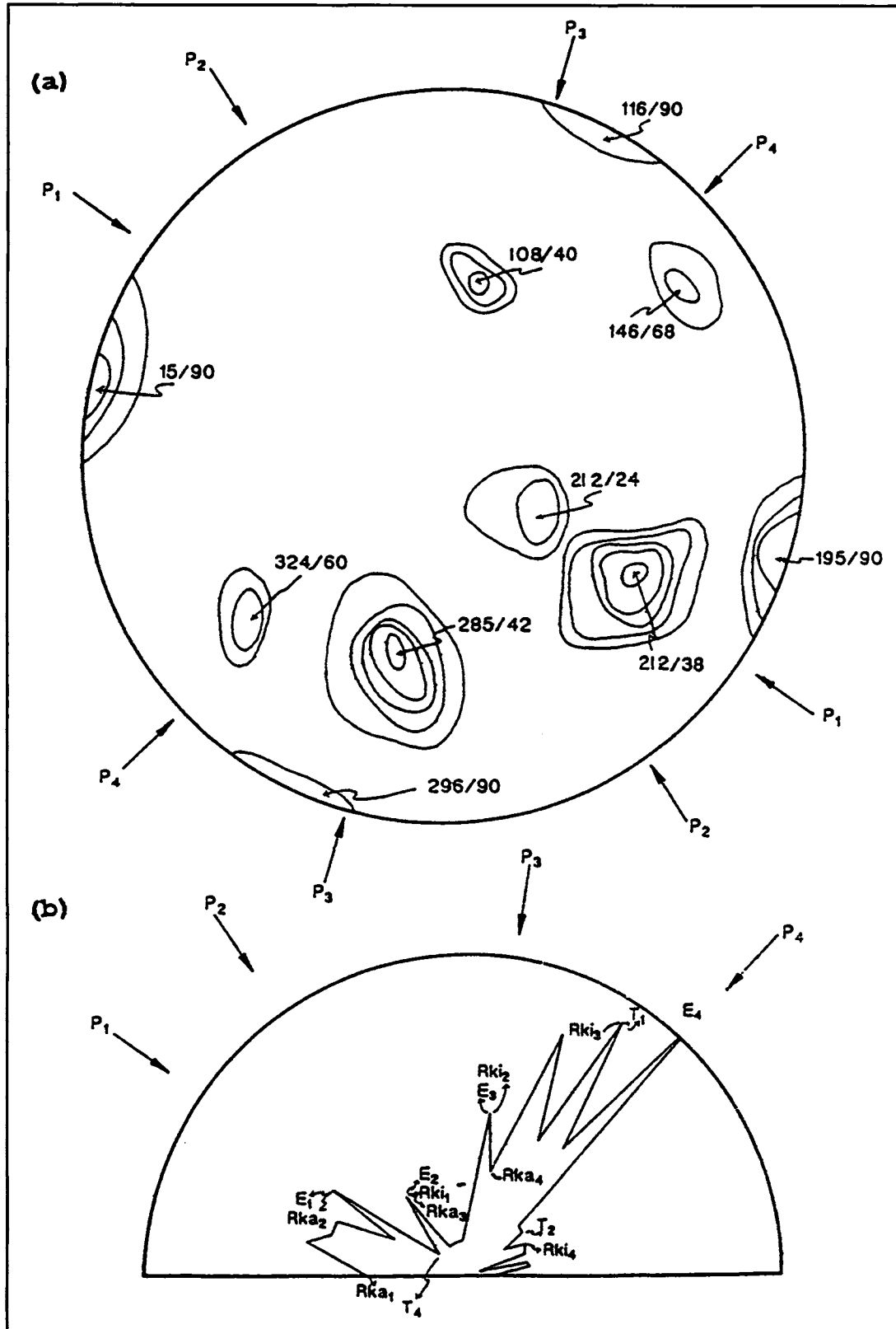
(b) Kaedah Unjuran samaluas			
Bil	P	Sesar Mendatar	Sesar Naik
1	302°	—	212°/24° dan 212°/38°
2	326°	116°–296° (ke kanan)	—
3	15°	—	285°/42° dan 108°/40°
4	45°	15°–195° (ke kanan)	146°/68° dan 324°

**Catatan:**  
P = Arah Daya Utama, E = Kekar Ekstensi,  
R<sub>ka</sub> = Ricih Kanan, R<sub>ki</sub> = Ricih Kiri,  
T = Kekar Tensi

Hasil daripada pengukuran data kekar dengan kaedah jaringan samaluas (Rajah 2a), didapati bahawa sekurang-kurangnya terdapat 2 satah sesar mendatar, 6 satah sesar naik dan pembentukan beberapa satah ricih telah dapat ditafsir di kawasan kajian yang dapat dihuraikan seperti berikut:

- 2 satah sesar mendatar yang masing-masing pada kedudukan U116°–296°T dan U15°–195°T. Kedua-duanya menunjukkan anjakan ke kanan. Sesar mendatar yang pertama disebabkan arah daya U326°T, manakala satah yang kedua akibat daya U45°T.
- 6 satah sesar naik dikesan pada kedudukan
  - a. U212°T/24° dan U212°T/38° akibat arah daya U302°T,
  - b. U285°T/42° dan U288°T/40°, akibat arah daya U15°T,
  - c. U146°T/68° dan U324°T/60°, akibat arah daya U45°T

Jenis satah sesar dan arah daya di atas (diringkaskan dalam Jadual 1) adalah hampir sama dengan hasil tafsiran menggunakan kaedah roset (Rajah 2b).



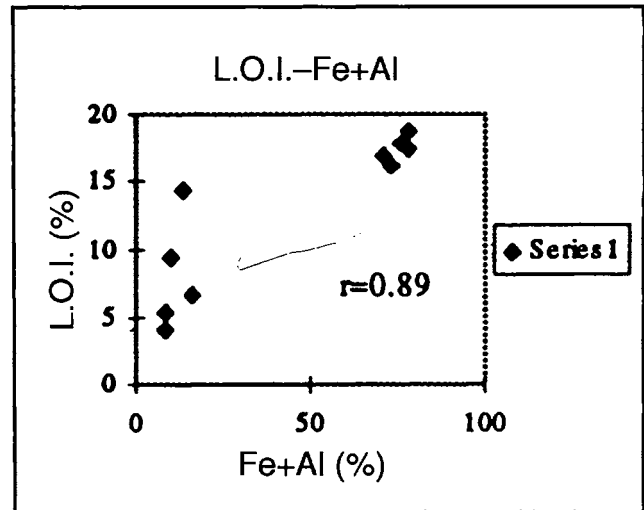
**Rajah 2.** Hasil tafsiran menggunakan kaedah jaringan samaluas (a) dan diagram Roset (b) bagi taburan kekar di kawasan kajian.

### Tafsiran Foto Udara

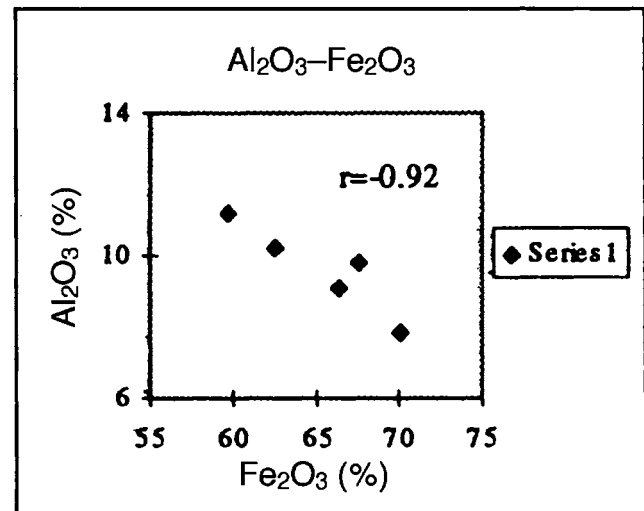
Tafsiran foto udara kawasan kajian menunjukkan taburan lineman batuan ultrabes mempunyai pelbagai kedudukan. Kedudukan tersebut ialah Timur Tenggara-Barat Baratlaut, Baratlaut-Tenggara dan Timurlaut-Baratdaya. Taburan tersebut dipercayai hasil daripada tindakan daya yang berarah Utara-Timurlaut, Timurlaut dan Baratlaut. Sesetengah batuan ultrabes berperanan sebagai besmen kepada batuan Neogen yang berhampiran, contohnya Formasi Tanjung yang mempunyai taburan jurus mengikut singkapan ultrabes. Formasi batuan Paleogen pula yang mengalami orogeni semasa Miosen Tengah didapati berhampiran dengan batuan ultrabes. Kebanyakan batuan tersebut telah terpecah dan membentuk melange, contohnya Formasi Garinono, Formasi Ayer dan Formasi Kuamut. Fenomena tersebut sesuai dengan intensiti orogeni di Sabah yang semakin melemah sejak dari Kapur Atas sehingga Pliosen.

### Geokimia

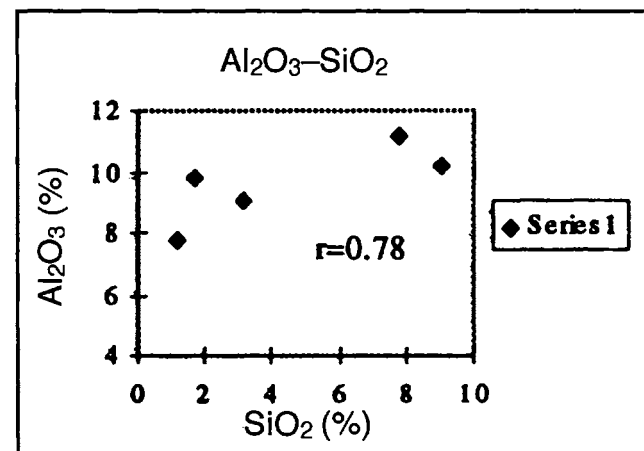
Cerapan lapangan menunjukkan batuan yang mempunyai pelbagai sistem kekar, dan satah sesar (Leong, 1974) yang memberikan ruang untuk agen luluhawa bertindak. Warna tanah coklat cerah-kuning cerah di pengaruhi oleh kandungan mineral sekunder. Kewujudan mineralogi sekunder disokong oleh unsur-unsur major yang merupakan unsur pembentuk mineral yang utama. Kajian XRD menunjukkan mineral Fe-oksida melimpah dan diikuti oleh mineral Al-oksida. Kepekatan unsur-unsur major yang melimpah ialah  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  dan  $\text{SiO}_2$ . Plot graf Fe + Al lawan L.O.I. (Rajah 3) pada batuan dan tanah membuktikan mineral primer dalam batuan ultrabes telah terurai membentuk mineral sekunder seperti Fe-oksida dan Al-oksida. Mineral primer yang dicerap ialah olivin, piroksen, serpentin dan klorit. Mineral tersebut akan mula terluluhawa sesuai dengan siri Bowen (1928) yang secara relatifnya menyatakan mineral yang terbentuk dahulu semasa pembezaan magma tidak tahan dengan persekitaran yang baru setelah terdedah dipermukaan dan mudah mengalami perubahan kimia. Kepekatan  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  dan  $\text{Al}_2\text{O}_3$  dalam tanah masing-masing bertambah sebanyak 60 dan 10 kali. Nilai tersebut sesuai dengan pembentukan mineral Fe-oksida terutamanya ialah goetit dan Al-oksida terutamanya gibsit. Walau bagaimanapun  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  adalah lebih melimpah, ini disebabkan  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  terakumulasi dalam tanah menggantikan  $\text{Al}_2\text{O}_3$  untuk membentuk goetit, seperti dengan hubungan korelasi negatif kuat yang ditunjukkan antara  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  (Rajah 4). Fenomena ini disebabkan



Rajah 3. L.O.I. lawan  $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{T}) + \text{Al}_2\text{O}_3$  dalam batuan dan tanah.



Rajah 4.  $\text{Al}_2\text{O}_3$  lawan  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  dalam tanah.



Rajah 5.  $\text{Al}_2\text{O}_3$  lawan  $\text{SiO}_2$  dalam tanah.

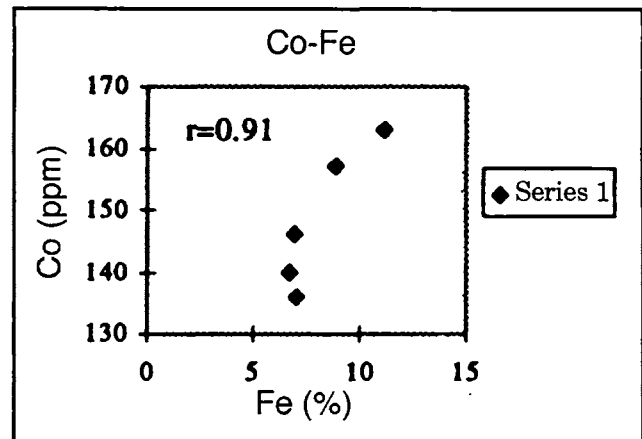
pengaruh sekitaran di mana Fe akan termendak dalam larutan manakala Al akan tinggal pada keadaan pH rendah, dan Eh sederhana (Norton, 1976). L.O.I. yang bertambah sebanyak 10 kali dalam tanah mungkin sebahagian besarnya terdiri daripada air kekisi yang diperlukan untuk pembentukan mineral sekunder. Si berkurang sebanyak 30 kali dalam tanah berbanding dalam batuan tetapi masih boleh dicerap, ini mungkin kerana ia wujud sebagai mineral lempung (kaolinit) yang kelimpahannya sangat sedikit. Korelasi positif kuat pada graf  $\text{SiO}_2$  lawan  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (Rajah 5) mencadangkan kewujudan kaolinit.

Fe yang merupakan unsur utama dalam mineral olivin, piroksen dan klorit. Hubungan korelasi linear positif dalam batuan antara Co lawan Fe (Rajah 6) dan Cr lawan Fe (Rajah 7) membuktikan jerapan unsur Co dan Cr dalam mineral olivin, piroksen dan klorit. Korelasi linear positif antara Co-Al (Rajah 8) dan Cr-Al pula (Rajah 9) dalam batuan menunjukkan jerapan Co dan Cr dalam piroksen dan klorit. Unsur-unsur surih juga boleh terdapat dalam tanah iaitu dalam mineral sekunder melalui proses jerapan. Cr dan Nd boleh dijerap dalam mineral Fe-oksida ini berdasarkan hubungan korelasi positif kuat yang ditunjukkan oleh graf Cr-Fe (Rajah 10) dan graf Nd-Fe (Rajah 11). Co pula terjerap dalam mineral Al-oksida berdasarkan hubungan korelasi positif antara Co-Al (Rajah 12). Kepekatan yang berbeza-beza ini disebabkan oleh kerana asalan dalam batuan, mobiliti dan proses jerapan.

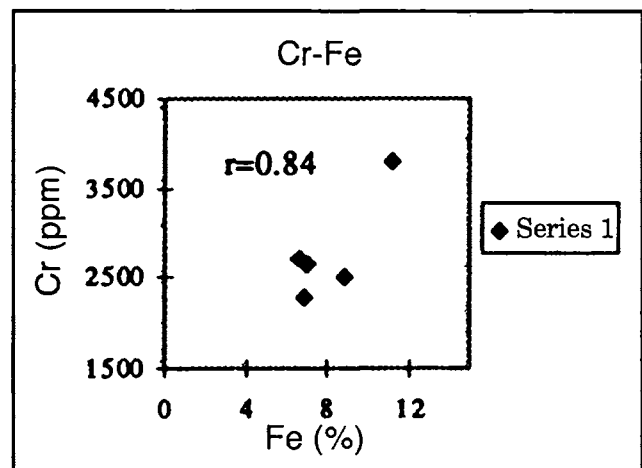
## KESIMPULAN

Trend sesar utama yang berjurus Timur-Barat berkedudukan lebih kurang selari dengan trend utama jasad ultrabes dan foliasi. Arah daya hampir Utara-Selatan ini yang telah dikesan dalam kawasan kajian adalah dipercayai menyebabkan terbentuknya rejahan ultrabes yang amnya mempunyai kedudukan Timur-Barat.

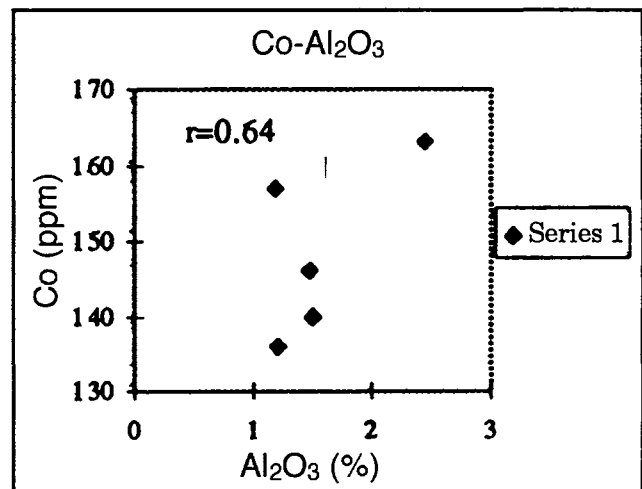
Daya mampatan P3 yang telah menyebabkan pembentukan satah-satah sesar naik  $U285^\circ T/42^\circ$  dan  $U108^\circ/40^\circ$  dan satah-satah ricih  $U339^\circ T$  dan  $U35^\circ T$  adalah ditafsirkan pertama kali berlaku semasa orogeni pertama Kapur Atas. Selepas itu berlaku orogeni yang kedua yang semasa Miosen Tengah yang ditunjukkan oleh arah daya P1 dan P2 iaitu pada arah daya Baratlaut-Tenggara. Arah daya P4 yang bertindak pada arah Timurlaut-Baratdaya ditafsirkan sebagai daya yang terakhir bagi kawasan kajian, iaitu berlaku semasa Pliosen. Arah daya Baratlaut-Tenggara dan Timurlaut-Baratdaya ditafsirkan mempunyai kekuatan yang agak besar yang ditandakan dengan adanya pembentukan sesar mendatar ke kanan dan



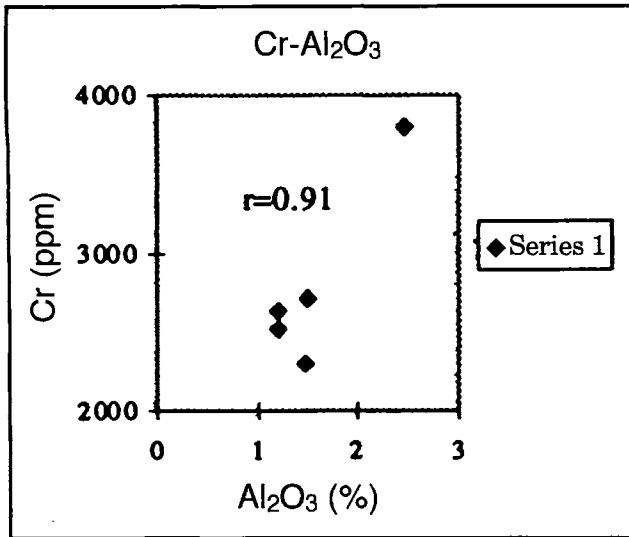
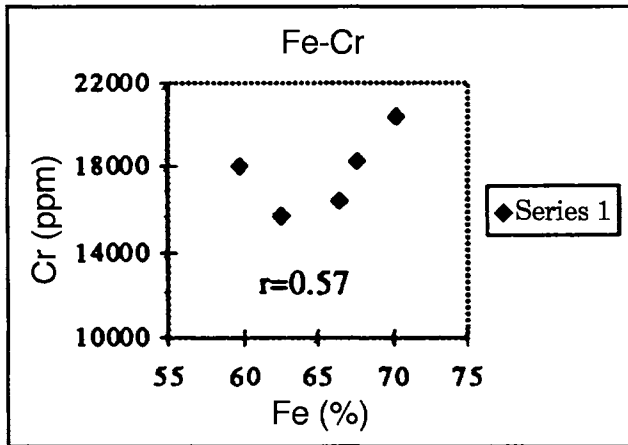
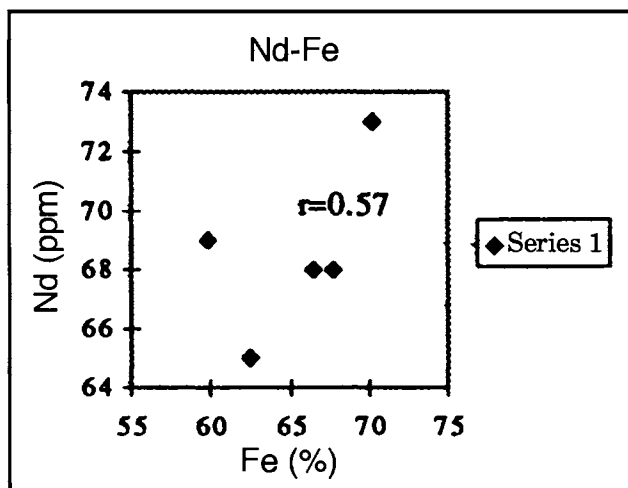
Rajah 6. Co lawan  $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{T})$  dalam batuan.



Rajah 7. Cr lawan  $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{T})$  dalam batuan.



Rajah 8. Co lawan  $\text{Al}_2\text{O}_3$  dalam batuan.

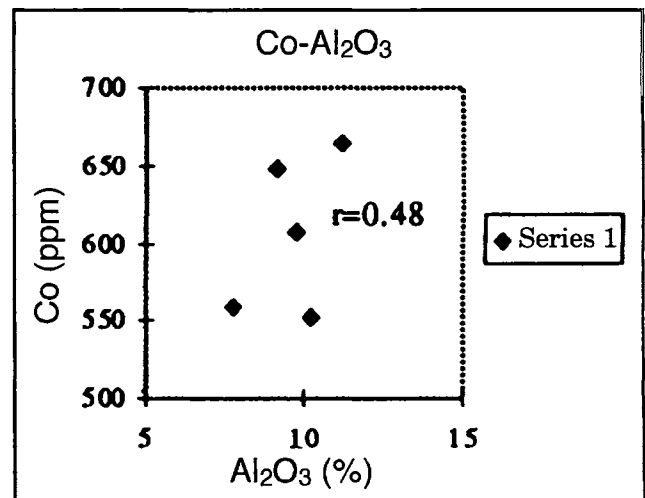
Rajah 9. Cr lawan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dalam batuan.Rajah 10. Cr lawan Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dalam tanah.Rajah 11. Nd lawan Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dalam tanah.

beberapa pergerakan sesar naik. Lipatan tidak dapat dikesan memandangkan kebanyakan kawasan terdiri daripada batuan igneus.

Pengayaan Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dalam tanah sebanyak 60 kali berbanding batuan pada profil luluha batuan ultrabes menghasilkan mineral goetit yang melimpah. Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yang bertambah 10 pula membentuk mineral gibsit. SiO<sub>2</sub> yang berkurang 30 dalam tanah disebabkan oleh penguraian mineral olivin, piroksen serpentin dan klorit. Kepekatan Cr dalam tanah ialah 16,460 ppm–18,279 ppm, Co pula ialah 608 ppm–665 ppm dan Nd ialah 68 ppm–69 ppm. Perbandingan dengan kandungan kepekatan unsur surih dalam batuan segar pula menunjukkan Cr dalam tanah bertambah sebanyak 8 kali, Co 6 kali dan Nd juga 6 kali. Dalam batuan segar Co dan Cr yang terdapat dalam olivin, piroksen dan klorit mudah terurai dan dijerap masing-masing dalam mineral Al-oksida dan Fe-oksida. Nd pula yang terdapat dalam mineral piroksen dan klorit mudah dijerap dalam mineral Fe-oksida.

## RUJUKAN

- BOWEN, N.L., 1928. *The evolution of the igneous rocks*. Princeton University Press.
- FRIEDRICH, G., 1982. Dalam: Amstutz, G.C., El Goresy, A., Grenzel, G., Kluth, C., Moh, G., Wauzschkunh, A. dan Zimmermann, R.A. (Penyt.), 1982. *Genesis of Low-Grade Chromite Ore Deposits in Lateritic Soils from the Philippines: Ore Genesis the State of the Art*. New York: Springer-Verlag.
- GASIM, M.B., BRUNOTTE, D, SAHIBIN ABD. RAHIM, SAHAT SADIKUN DAN SANUDIN TAHIR, 1994. Geology at the Gunung Danum conservation area: geochemistry and soil aspects. *Geol. Soc. Malaysia Bull.* 35, 145–155.

Rajah 12. Co lawan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dalam batuan.



- JACOBSON, G., 1970. Gunung Kinabalu area, Sabah, Malaysia. *Geol. Surv. of Malaysia, Report 8*.
- LEONG, K.M., 1974. The geology and mineral resources of the Upper Segama Valley and Darvel Bay Area, Sabah, Malaysia. *Geol. Surv. Malaysia, Mem. 4* (revised).
- MITSUKI, D., 1981. The distribution of nickel and chromium in iron ores and bauxites from different localities of Greece. *Unesco an International Symposium on metallogeny of mafic and ultramafic complexes: The Eastern Mediterranean-Western Asia area, and its comparison with similar metallogenic environments in the world. Athenes, Greece, vol. I*, 338-254.
- MYERS, L.C., 1977. A weathering profile developed on ultrabasic rocks of Telupid, Sabah. *Geol. Surv., Rept. 2*, 66-71.
- NAHON, D. PAQUET, H. AND DELVINGE, J., 1982. Lateric weathering of ultramafic rocks and the concentration of nickel in the Western Ivory Coast. *Economic Geology* 177, 1159-1175.
- NORRISH, K. AND HUTTON, J.T., 1969. An accurate X-ray spectrographic method for the analysis of a wide range of geological samples. *Geochim. Et Cosmochim. Acta*, 33, 431-453.
- TJIA, H.D., 1988. Accretion tectonics in Sabah. Kinabalu Suture & East Sabah accreted terrance. *Bull. Geol. Soc. Malaysia, Vol. II, No. 22*, 237-251.

---

Manuscript received 18 May 1996