

Karakteristik Bijih Kromit Barru, Sulawesi Selatan

Rustiadi Purawiardi^a

^a Pusat Penelitian Metalurgi LIPI Kawasan Puspiptek Serpong

ABSTRACT *The Structure geology of Barru District are fault, fold, and joint. The asymmetric anticline and syncline fold axis are north-south and north west-south east direction.. The peridotite rock mostly serpentized. These rock with stratigraphic position at Bantimala tectonic complex, that have Triassic age. The Chromite of Barru were implied in ultrabasic rock, and formed by magmatic activity, as podiform. By hydrothermal activity, the ultrabasic rock has been serpentized, mostly as chrysotile mineral, that form fiber. The Chromite ore mostly found at fault zone, or crushed and around contact zone of dasitic rock. The boulder of chromite ore associated with iron mineral, like Chromite ore of Kamara that consist of chromite, kammeririte, with 24 %Cr₂O₃ and, 26.4 % Fe₂O₃ content. The samples of Palaka composed of Kammeririte, Chromite, Serpentine, with 21.7 % Cr₂O₃ and, 22.6 % Fe₂O₃ content. The samples of Lasitae composed of Chromite, Penninite, with 20.4 % Cr₂O₃ and, 24.0 % Fe₂O₃ content. The samples of Kalumasa composed of Kammeririte, Chromite, Serpentine, with 20.6 % Cr₂O₃ and, 23.4 % Fe₂O₃ content. The prospecting area for chromite deposit, are the area around ultrabasic rock, and the contact around fault zone, the contact zone between ultrabasic and dasite, and diorite. The present of Kammeririte mineral can be used as exploration mineral guidance.*

Key words : Chromite, ultrabasic, kammeririte, barru, chrysotile.

ABSTRAK Struktur geologi Kabupaten Barru adalah lipatan, sesar, dan kekar. Sumbu lipatan berarah utara – selatan dan barat laut – tenggara berupa antiklin dan sinklin yang tidak simetri. Batuan Peridotite umumnya terserpentinisasi, kedudukan stratigrafi batuan ini berada pada kompleks tektonik Bantimala, berumur Trias. Terbentuknya Bijih Khromit di daerah Barru bersamaan dengan batuan ultrabasa, dan dibentuk oleh aktifitas magma, dan bentuknya endapan podiform. Oleh aktifitas hidrotermal batuan ultrabasa mengalami Serpentinisasi. Bentuk Serpentine merupakan asbestos fiber, sehingga jenis serpentine adalah Chrysotile. Bijih Khromit banyak diketemukan pada daerah dekat sesar yaitu pada zona tergerus dan disekitar kontak dengan batuan dasit. Bongkah-bongkah Khromit berasosiasi dengan mineral besi. Contoh bijih dari Kamara terdiri dari mineral-mineral Khromit, Kammeririte, dengan kandungan Cr₂O₃ =24.0 %, Fe₂O₃= 26.4%. Contoh bijih dari Palaka terdiri dari mineral- mineral Kammeririte, Khromit, Serpentine, dengan kandungan Cr₂O₃= 21.7 %, Fe₂O₃=22.6 % . Contoh bijih Lasitae terdiri dari mineral – mineral Khromit, Penninite dengan kandungan Cr₂O₃ = 20.4 %, Fe₂O₃=24.0%. Contoh dari Kalumasa terdiri dari mineral – mineral Kammeririte, Khromit, Serpentine, dengan kandungan Cr₂O₃= 20.6 %, Fe₂O₃= 23.4 %. Daerah yang prospek untuk endapan Khromit adalah daerah sekitar batuan ultrabasa, daerah sekitar sesar, kontak ultrabasa dengan Dasit, Diorit. Adanya mineral Kammeririte dapat digunakan sebagai petunjuk untuk eksplorasi.

Kata kunci : Khromit, ultrabasa, kammeririte, Barru

PENDAHULUAN

Endapan bijih khromit yang mempunyai senyawa kimia $Fe_2Cr_2O_4$ atau $FeO (Cr,Al)_2O_3$ selalu berhubungan dengan terobosan magma. Kegunaan yang paling penting adalah dalam industri-industri *stainless steel*, *gray cast iron*, *iron free high temperature alloys*, dan *chromium plating* untuk perlindungan permukaan.

Di dalam mineral industri, khromit diproses bergabung dengan *magnesite* seperti *magnesia sintered*, *magnesia calcined* dan *binders* seperti *clay*, *lime*, *gypsum*, *bauxite*, dan *corundum*. Hasil yang diperoleh berupa bahan yang tahan terhadap tekanan, tahan terhadap perubahan temperatur, baik sebagai isolasi antara tembok bangunan terhadap asam.

Dari beberapa mineral yang mengandung khrom hanya chromium spinel atau khromit dengan 67.8 % Cr_2O_3 dan 32.2 % FeO . Rasio Khrom/Besi adalah 2, tetapi apabila ada inklusi MgO rasio khrom/besi berkisar 2.5 sampai dengan 5. Khromium terjadi juga di dalam semua grup silikat, dimana khromium mengganti Al^{3+} , Fe^{3+} , dan Mg^{2+} (Downing, 1962)

Secara genetik endapan Khrom dibagi menjadi dua :

1. Endapan berlapis tipis atau dikenal dengan sebutan endapan *stratiform* yang diwakili oleh Bushveld (Republik Afrika Selatan), Great Dike (Zimbabwe).
2. Endapan berbentuk kantong atau tabung atau dikenal dengan sebutan *podiform*, diwakili oleh Guleman (Turki), Barru (Indonesia).

Endapan *stratiform* merupakan lapisan pengkayaan khrom, yang ketebalannya berkisar dari beberapa centimeter sampai dengan beberapa decimeter, dimana lapisannya saling berselingan secara teratur dengan urutan lapisan tipis olivin atau piroksen.

Sebagai contoh adalah di Bushveld barat yang mencapai ketebalan 1.10 m sampai dengan 1.30 m dan dapat ditelusuri sampai beberapa kilometer tanpa ada perubahan yang berarti baik dalam komposisi mineral maupun ketebalannya. Secara umum batas antara pengkayaan kromit dan lapisan dibawahnya sangat tajam. Lapisan kromit makin keatas berubah menjadi bintik-bintik kromit sebagai akibat bertambahnya silikat.

Endapan *podiform* merupakan badan kromit yang berbentuk kantong sampai bentuk tabung, biasanya berhubungan dengan arah *magmatic stratification*, sebagai contoh bagian paling bawah bijih *kromit masif*, pada lapisan atasnya, merupakan bentuk jalur jalur papan atau bijih berbintik - bintik . Struktur dalam badan kromit bervariasi. Kristal kromit padat rapat di dalam formasi bijih masif mengandung 75% sampai dengan 85 % persen volume khromit.

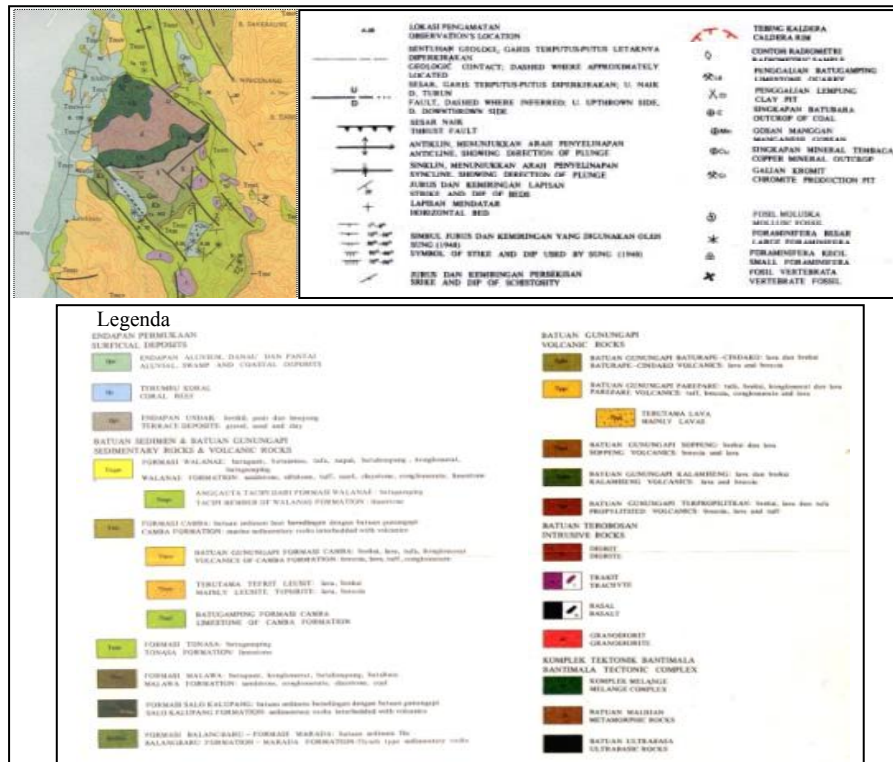
Bijih bulat atau berbintik bintik yang terdiri dari kristal bulat khromit berdiameter 0.5-2 cm di dalam massa dasar silikat seperti olivin, piroksen, serpentin, merupakan ciri khas dari endapan karung bijih khromit. Bijih berbentuk pita berhubungan erat dengan bijih masif , tetapi lebih kaya silikat dan kemudian membentuk mata rantai dengan bijih berbintik-bintik (belang).

Pada waktu serpentinisasi, kandungan silikat bijih kromit menghasilkan formasi yang rapuh dan getas yang berada di sekelilingnya, tidak hanya dekat permukaan, tetapi juga pada kedalaman beberapa ratus meter di bawah permukaan tanah. Pada waktu serpentinisasi kandungan silikat di dalam bijih kromit menghasilkan masa yang pecah-pecah dan hancur. Perubahan kromit akibat kegiatan tektonik yang lebih muda pada bagian atas di bawah kondisi pneumatolitik atau hidrotermal telah menghasilkan mineral-mineral *Uvarovite*, *Smaragdite*, dan *Kammererite* (Downing, 1962), dengan warna-warna yang khas, sebagai petunjuk untuk eksplorasi dan prospekting endapan –endapan khromit.

Penelitian Kromit di daerah Sulawesi selatan yang penulis teliti diarahkan terutama untuk mengetahui genesa endapan khromit, komposisi mineral bijih khromit, komposisi kimia bijih kromit. Genesa merupakan proses terjadinya endapan- endapan mineral yang dicirikan oleh komposisi mineral, hubungan antar mineral, besar butir, yang ada hubungannya dengan aktifitas magma, aktifitas tektonik, dan aktifitas geologi lainnya. Penekanan genesa pada penelitian ini adalah genesa mineral akibat

aktiftas magma seperti jebakan magmatis, jebakan pegmatitis, jebakan pneumatolitis, jebakan hidrotermal.

Bijih Kromit Barru berada pada batuan ultrabasa, yang posisinya dapat diperlihatkan pada peta geologi kabupaten Barru (Sukanto, 1982), yang diperlihatkan pada Gambar 1a. Pada peta geologi ini ada dua endapan batuan ultrabasa, yaitu sebelah utara dan sebelah selatan. Pada penelitian ini penulis mengambil contoh batuan dari endapan batuan ultrabasa sebelah selatan, berturut turut dari arah barat ke arah timur, yaitu Kamara, Lasitae, Kalumasa, dan Palaka.



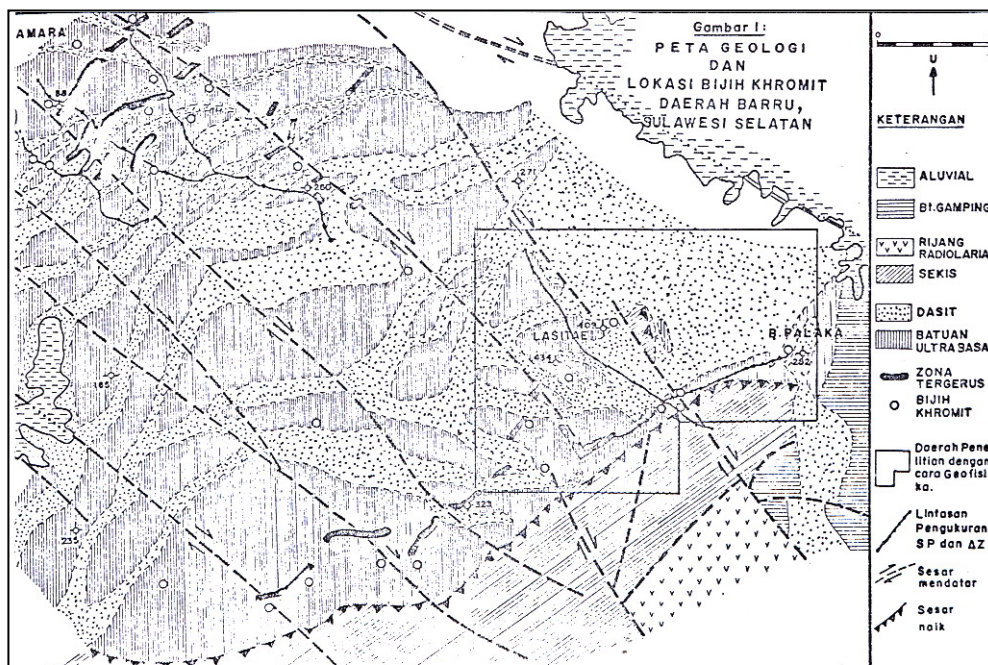
Gambar 1a. Peta Geologi Kabupaten Barru, Sulawesi Selatan

DAERAH PENELITIAN

Geologi umum Kabupaten Barru, Sulawesi Selatan

Batuan penyusun di daerah kabupaten Barru terdiri dari batuan ultrabasa, batuan metamorf, batuan melange, Formasi Balangbaru, Formasi mallawa, Formasi Tonasa, Batuan gunungapi, Batuan terobosan, serta endapan aluvium. Batuan terobosan Ultrabasa banyak ditemukan di daerah Sulawesi selatan, tetapi singkapan-singkapan besar banyak ditemukan di daerah Sulawesi tenggara. Laporan Koolhoven W.C.B. pada lembar peta Malili (Mark, 1961) menyebutkan bahwa batuan ultra basa ini dalam hal ini sebagai Peridotit berada dibawah anggota Matano bawah yang berumur Kapur bawah. Lokasi tipe formasi Matano ditemukan di daerah Sulawesi tenggara tepatnya di danau Matano, Soroako.

Bijih khromit di Barru terdapat di dalam batuan ultrabasa, yang mengalami serpentinisasi. Terbentuknya endapan khromit berhubungan erat dengan proses pembekuan magma ultrabasa, karena besarnya massa jenis, konsentrasi bijih khromit cenderung menempati tempat paling bawah. Kedudukan bijih khromit di beberapa tempat telah mengalami perubahan, disebabkan oleh proses orogenesis oleh kegiatan tektonik regional, bersamaan dengan itu pula terjadi penerobosan magma Diorit. Batuan ultrabasa termasuk kedalam kelompok tektonik Bantimala, yang mengalami kontak dengan batuan batuan metamorf (sekis), dan kelompok melange. Batuan ultrabasa ini juga kontak dengan batuan terobosan yang berumur tersier, yaitu batuan Diorit, sehingga pengaruh batuan terobosan yang berumur lebih muda akan mempengaruhi mineralisasi pada batuan peridotit tersebut. Lokasi pengambilan contoh batuan dilakukan di daerah Kecamatan Barru, yaitu di daerah bukit ultrabasa selatan. Daerah penelitian difokuskan di daerah Kamara, Lasitae, Kalumasa, dan Palaka (Gambar 1b).



Gambar 1b. Peta Geologi Kecamatan Barru, Sulawesi Selatan

Keadaan geologi daerah Barru dan sekitarnya, didasarkan peta geologi lembar Pangkajene dan Watampone, Skala 1:250.000, (Sukanto, 1982), menguraikan stratigrafi daerah Barru, Pangkajene, Pangkep, Propinsi Sulawesi Selatan dari tua ke muda sebagai berikut:

- Batuan tertua adalah **Komplek Tektonik Bantimala** yang terdiri dari batuan *Ultrabasa*, batuan *Metamorf*, dan kelompok *Melange*, yang masing-masing saling bersentuhan secara struktur.
- **Batuan Ultrabasa**, merupakan batuan Peridotit yang mengalami serpentinisasi, berwarna hijau tua, struktur foliasi, di beberapa tempat mengandung *nodul khromit*, *lensa khromit*, dan *besi*, diperkirakan berumur *Trias*.
 - **Batuan Metamorf**, disusun oleh sekis glaukofan, genes, kwarsa, felspar, mengalami sesar naik yang berarah baratdaya, kontak struktur dengan batuan sekitarnya. Berdasarkan

dating Kalium/ Argon , umur absolut 111 juta tahun, atau *Yura*. Batuan ini berhubungan erat dengan bahan galian *sekis dan mika* .

- **Komplek Melange** , merupakan batuan campur aduk secara tektonik, terdiri dari gres, breksi, konglomerat, abatupasir, serpih kelabu, serpih merah, rijang radiolaria merah, batusabak, sekis , basal ultramafik, diorit , dan lempung. Kelompok ini umumnya berstruktur mendaun, berumur *Yura*. Komplek melange ini berhubungan erat dengan *chert (rijang)* , *yasper* , dan *mangan* .

METODOLOGI

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian adalah bijih yang mengandung krom dari Kamara, Lasitae, Kalumasa, dan Palaka. Contoh bijih tersebut digerus dengan ukuran ASTM lolos saringan 80 mesh. Contoh batuan yang telah digerus digunakan untuk analisa *X ray Fluorescence* , dan analisa *X ray diffraction* . Pengujian dengan difraktometer sinar x pada contoh-contoh batuan dari Kamara, Lasitae, Kalumasa, dan Palaka, dilakukan di laboratorium analisa instrumen Pusat Penelitian Metalurgi LIPI Serpong, merk Shimadzu XD 7A, buatan Jepang. Pengukuran dilakukan pada kisaran 2θ dari 10° sampai dengan 90° , drive speed 4 menit target Cu Ka, acceleration voltage 20 KV. Dengan menggunakan rumus Bragg , yaitu $2d \sin \theta = n \lambda$, dengan mengetahui panjang gelombang (λ) target Cu Ka, 2θ bisa diukur, $n=1,2,3$, dst, maka akan diperoleh nilai d . Hasil dari d yang diperoleh dicocokkan dengan Tabel standar , sehingga dapat diketahui mineral-mineral yang terkandung didalam contoh batuan. Untuk pengujian dengan difraktometer sinar x, contoh batuan yang telah digerus tersebut diperhalus lagi dengan menggunakan agat mortar, kemudian ditaburkan kepada spesimen holder yang berukuran 25mm x 35mm x 1mm , sedangkan luas lapisan yang akan disinari adalah 22mm x 15 mm. Selanjutnya masukkan serbuk kedalam luas lapisan yang akan disinari tersebut dan ratakan dengan bilah spatula , gunakan penekanan dengan ibu jari agar serbuk tersebut menjadi padat dan ketebalan yang merata. Selanjutnya tempatkan spesimen holder pada shaft goniometer difraktometer sinar x, kemudian dilakukan pengukuran, sehingga dihasilkan kurva difraksi sinar x. Cocokkan 3 puncak d yang paling kuat intensitasnya terlebih dahulu dengan menggunakan Tabel standar (Jenkins, 1986, JCPDS) untuk menentukan jenis mineral, kemudian dilanjutkan mencocokkan d yang lainnya untuk menentukan jenis mineral yang lain. Untuk pengujian dengan x ray fluorescence, contoh batuan yang telah digerus halus tersebut ditempatkan pada spesimen holder untuk dilakukan pengukuran unsur-unsur , guna mengetahui kandungan unsur yang terdapat dalam contoh batuan. Pengujian dengan x ray fluorescence ini dilakukan di laboratorium analisa instrumen Pusat Penelitian Metalurgi LIPI Serpong, merk shimadzu VF320, buatan Jepang.

Untuk pengujian struktur mikro batuan digunakan *Scanning Electrone Microscope (SEM)* dari JEOL, jenis JSM-6390 A, buatan Jepang, dan dilakukan pada laboratorium analisa instrumen Pusat Penelitian Metalurgi LIPI di Serpong. Preparasi contoh dilakukan dengan cara memotong batuan dengan ukuran tertentu dan dilakukan pemolesan agar permukaan yang akan dianalisa merata. Selanjutnya dilakukan penyemprotan (*sputtering*) dengan platina agar permukaan batuan menjadi konduktor, sehingga citra dari contoh batuan nampak. Untuk memperoleh Gambar struktur mikro batuan cukup menggunakan scanning saja, sedangkan untuk pemetaan unsur harus ditambah dengan penggunaan nitrogen cair. Prinsip dasar dari pemetaan unsur adalah bahwa tiap-tiap bahan atau senyawa mengandung unsur-unsur kimia tertentu, yang sebanding dengan panjang gelombang tertentu. Pada prinsipnya panjang gelombang berbanding terbalik dengan energi. Dengan demikian citra SEM akan memberikan Gambaran tentang struktur bahan atau batuan dan komposisi bahan atau batuan. Dengan demikian ketiga pengujian yaitu XRD, XRF, dan SEM, akan memberikan Gambaran tentang struktur mikro , komposisi, jenis mineral pembentuk batuan, dan genesa.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pengujian dengan difraktometer sinar x pada contoh-contoh batuan dari Kamara, Lasitae, Kalumasa, dan Palaka, dilakukan pada kisaran 2θ dari 10° sampai dengan 90° , drive speed 4. /menit target Cu Ka, acceleration voltage 20 KV. Dengan menggunakan rumus Bragg, yaitu $2d \sin \theta = n\lambda$, dengan mengetahui panjang gelombang (λ) target Cu Ka, 2θ bisa diukur, $n=1,2,3$, dst, maka akan diperoleh nilai d . Hasil dari d yang diperoleh dicocokkan dengan Tabel standar, sehingga dapat diketahui mineral-mineral yang terkandung didalam contoh batuan dari Kamara, Lasitae, Palaka, Lasitae, dan Kalumasa. Hasil pengujian dan kurva difraksi dapat diperlihatkan pada Gambar 2,3,4, dan 5. Gambar 2, memperlihatkan kurva difraksi Kamara, Gambar 3, memperlihatkan kurva difraksi Palaka, Gambar 4, memperlihatkan kurva difraksi Lasitae, Gambar 5, memperlihatkan kurva difraksi Kalumasa.

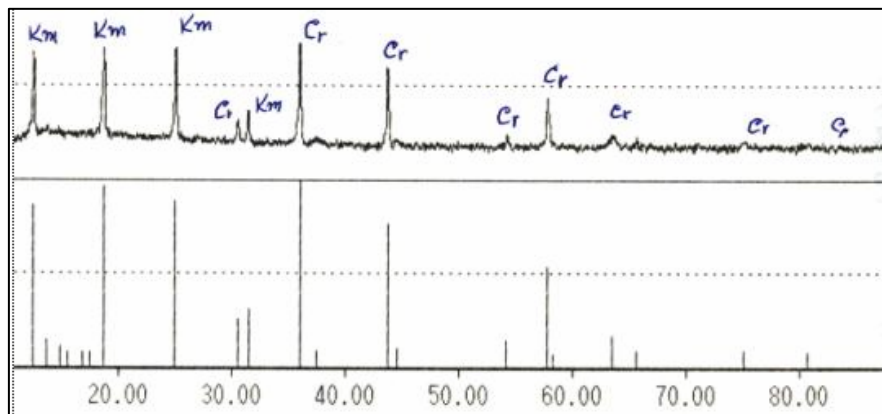
Contoh-contoh batuan dari Kamara, Lasitae, Kalumasa, Palaka, mengandung mineral-mineral yang dapat diperlihatkan pada kurva-kurva difraksi dibawah ini, yaitu :

Contoh batuan Kamara terdiri dari mineral-mineral :

Khromit, $\text{Fe}(\text{Cr, Al})_2\text{O}_4$, bertepatan dengan puncak-puncak difraksi pada $d = 2.50 \text{ \AA}$; $d = 1.60 \text{ \AA}$; $d = 1.42 \text{ \AA}$; $d = 2.07 \text{ \AA}$; $d = 2.94 \text{ \AA}$; $d = 2.40 \text{ \AA}$; $d = 1.26 \text{ \AA}$; $d = 1.20 \text{ \AA}$; dan $d = 1.69 \text{ \AA}$.

Kammeririte, yaitu klorit yang mengandung unsur khrom, bertepatan dengan puncak-puncak difraksi pada $d = 4.77 \text{ \AA}$; $d = 7.16 \text{ \AA}$; $d = 3.58 \text{ \AA}$; $d = 2.85 \text{ \AA}$; $d = 2.07 \text{ \AA}$; $d = 2.03 \text{ \AA}$; dan $d = 1.58 \text{ \AA}$.

Kurva difraksi sinar X, dapat diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Kurva difraksi sinar X dari contoh batuan Kamara.
Cr = Khromit ; Km= Kammeririte .

Contoh batuan Palaka terdiri dari mineral-mineral :

Kammeririte, yaitu klorit yang mengandung unsur khrom, bertepatan dengan puncak-puncak difraksi pada $d = 4.76 \text{ \AA}$; $d = 7.13 \text{ \AA}$; $d = 3.56 \text{ \AA}$; dan $d = 2.85 \text{ \AA}$;

Khromit, $\text{Fe}(\text{Cr, Al})_2\text{O}_4$, bertepatan dengan puncak-puncak difraksi pada $d = 2.51 \text{ \AA}$; $d = 1.60 \text{ \AA}$; $d = 1.46 \text{ \AA}$; $d = 2.07 \text{ \AA}$; $d = 2.94 \text{ \AA}$.

Serpentine, $\text{Mg}_4\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_8$, bertepatan dengan puncak difraksi $d = 3.56 \text{ \AA}$.

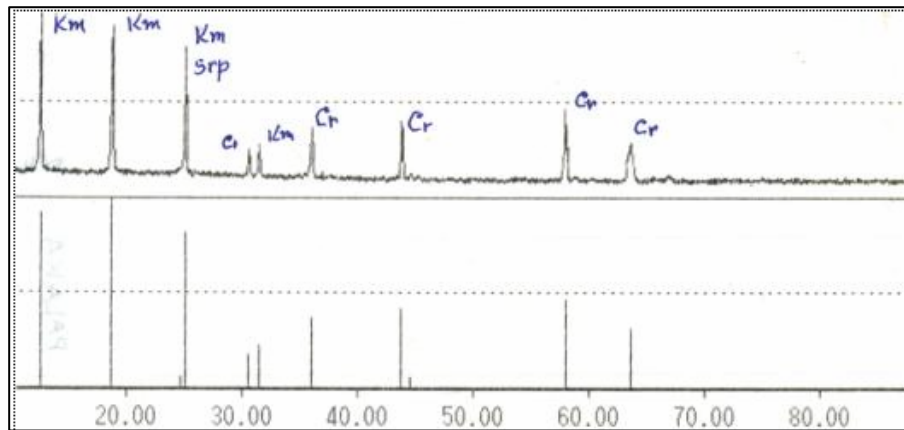
Kurva difraksi sinar X dapat diperlihatkan pada Gambar 3.

Contoh batuan Lasitae terdiri dari mineral-mineral :

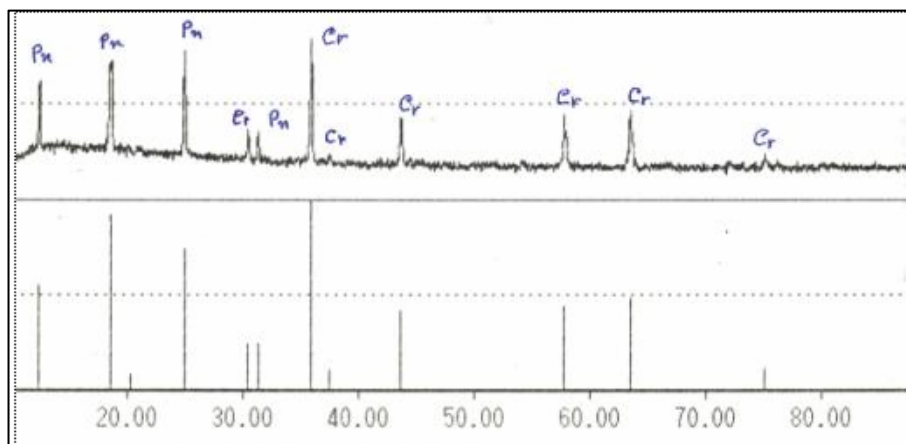
Khromit, $\text{Fe (Cr, Al)}_2\text{O}_4$, bertepatan dengan puncak-puncak difraksi pada $d = 2.51 \text{ \AA}$; $d = 1.60 \text{ \AA}$; $d = 2.07 \text{ \AA}$; $d = 2.40 \text{ \AA}$; $d = 2.94 \text{ \AA}$; $d = 1.31 \text{ \AA}$; $d = 4.81 \text{ \AA}$; $d = 1.69 \text{ \AA}$; dan $d = 1.26 \text{ \AA}$.

Penninite, $\text{Mg}_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_6$, bertepatan dengan puncak-puncak difraksi pada $d = 7.22 \text{ \AA}$; $d = 4.80 \text{ \AA}$; $d = 3.58 \text{ \AA}$; $d = 2.86 \text{ \AA}$; dan $d = 2.40 \text{ \AA}$.

Kurva difraksi sinar X dapat diperlihatkan pada Gambar 4.



**Gambar 3 . Kurva difraksi sinar X dari contoh batuan Palaka.
Cr = Khromit ; Km= Kammeririte ; Srp= Serpentine.**

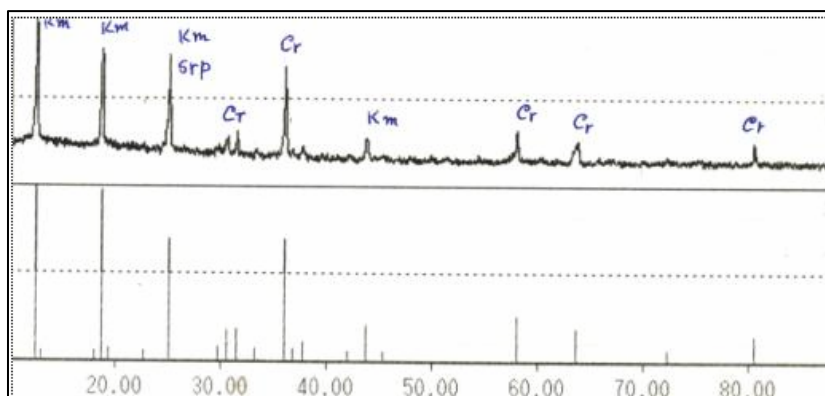


**Gambar 4 . Kurva difraksi sinar X dari contoh batuan Lasitae : Cr = Khromit ;
Pn= Penninite.**

Contoh batuan Kalumasa terdiri dari mineral- mineral :

Kammeririte, yaitu khlorit yang mengandung unsur khrom, bertepatan dengan puncak-puncak difraksi pada $d = 4.77 \text{ \AA}$; $d = 7.16 \text{ \AA}$; $d = 3.57 \text{ \AA}$; $d = 4.59 \text{ \AA}$; dan $d = 2.85 \text{ \AA}$;

d = 2.45 Å^o; d = 2.38 Å^o; d = 2.07 Å^o; d = 2.00 Å^o; d = 1.59 Å^o; d = 1.46 Å^o; dan d = 1.30 Å^o. **Khromit**, $\text{Fe}(\text{Cr}, \text{Al})_2\text{O}_4$, bertepatan dengan puncak-puncak difraksi pada d = 2.50 Å^o; d = 1.59 Å^o; d = 1.46 Å^o; d = 2.07 Å^o; d = 1.20 Å^o; dan d = 2.93 Å^o. **Serpentine**, $\text{Mg}_3\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}(\text{OH})_2$, bertepatan dengan puncak difraksi d = 3.58 Å^o. Kurva difraksi sinar X dapat diperlihatkan pada Gambar 5, dibawah ini :



Gambar 5 . Kurva difraksi sinar X dari contoh batuan Kalumasa : Cr = Khromit ; Km = Kammeririte ; Srp = Serpentinite .

Hadirnya mineral mineral kromit, merupakan mineral temperatur tinggi seperti olivin (krisotil). Olivin mengalami alterasi oleh larutan sisa magma menjadi serpentin, dimana serpentin tersebut mengalami alterasi selanjutnya menjadi kammeririte, penninit.

Penelitian karakterisasi bijih krom difokuskan pada daerah-daerah Palaka, Lasitae, Kalumasa dan Kamara. Hasil analisa kimia dengan X-Ray Fluorecens dari daerah Kamara , Palaka, Lasitae, dan Kalumasa dapat diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Analisa pendaflur sinar X (XRF) batuan krom dari Kamara, Palaka, Lasitae, dan Kalumasa.

	Kamara	Palaka	Lasitae	Kalumasa
ZnO	0.256	0.408	0.268	0.210
CuO	0.068	0.247	0.296	0.354
NiO	0.261	0.490	0.429	0.479
TiO ₂	0.486	0.487	0.432	0.5220
MgO	20.4	19.3	20.4	20.1
BaO	0.010	0.017	0.043	0.026
Fe ₂ O ₃	26.4	22.6	24.0	23.4
CaO	0.010	0.04	0.011	0.010
MnO ₂	0.682	0.587	0.648	0.537
Cr ₂ O ₃	24.0	21.7	20.4	20.6
SiO ₂	5.982	10.467	10.654	10.855
Al ₂ O ₃	19.8	22.2	20.7	20.8
P ₂ O ₅	0.018	0.005	0.019	0.011
LOI	1.58	1.80	1.66	2.08

Dari data-data pendaflur sinar X (X Ray Fluorescence-XRF), bahwa contoh batuan mengandung pula sejumlah kecil Zn, Cu, Si, Al, Mn, P, Ti, dan unsur- unsur lainnya.

Dengan menggunakan standar prosentase berat molekul terhadap mineral, maka diperoleh jenis-jenis mineral yang membentuk batuan dengan menggunakan data-data senyawa kimia yang diperoleh dari Tabel 1, sambil membandingkan dengan data-data dari difraktometer sinar x, karena beberapa data dari difraksi sinar x untuk mineral yang sedikit tidak terdeteksi, demikian juga mineral-mineral yang amorf tidak terdeteksi oleh difraktometer sinar x. Dari hasil perhitungan untuk daerah **Kamara**, diperoleh :

Kromit FeOCr_2O_3	35.29 %
Kammeririt $\text{H}_3\text{Mg}_5\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_8$	18.39 %
Spinel $\text{MgO Al}_2\text{O}_3$	22.86 %
Periklas MgO	7.31 %
Piropanit MnO TiO_2	0.94 %
Pirolusit MnO_2	0.11%
Apatit (CaF) Ca_4PO_4	0.02 %
Psilomelan $\text{BaMn}_8\text{O}_{16}(\text{OH})_8$	0.06 %
Mineral lain	15.02 %

Komposisi mineral yang membentuk batuan krom di **Palaka** adalah:

Kromit $\text{FeO Cr}_2\text{O}_3$	21.46 %
Kammeririt $\text{H}_3\text{Mg}_5\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_8$	32.18 %
Spinel $\text{MgO Al}_2\text{O}_3$	17.94 %
Periklas MgO	2.62 %
Piropanit MnO TiO_2	0.95 %
Apatit (CaF) Ca_4PO_4	0.01 %
Psilomelan $\text{BaMn}_8\text{O}_{16}(\text{OH})_8$	0.11 %
Mineral lain	24.73 %

Komposisi mineral yang membentuk batuan krom di **Lasitae** adalah :

Kromit $\text{FeO Cr}_2\text{O}_3$	31.32 %
Penninit $\text{H}_3\text{Mg}_5\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_8$	32.78 %
Spinel $\text{MgO Al}_2\text{O}_3$	21.26 %
Periklas MgO	2.57 %
Piropanit MnO TiO_2	0.84 %
Apatit (CaF) Ca_4PO_4	0.02 %
Psilomelan $\text{BaMn}_8\text{O}_{16}(\text{OH})_8$	0.21 %
Mineral lain	8.43 %

Komposisi mineral yang membentuk batuan krom di **Kalumasa** adalah:

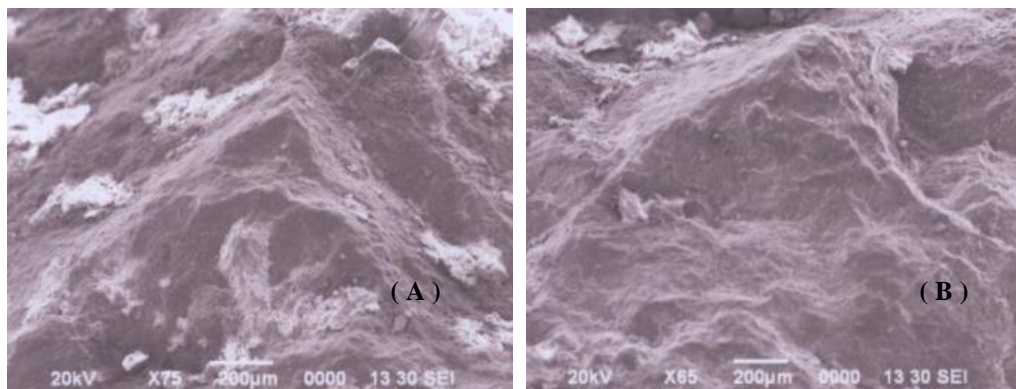
Kromit $\text{FeO Cr}_2\text{O}_3$	30.28 %
Kammeririt $\text{H}_3\text{Mg}_5\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_8$	33.40 %
Spinel $\text{MgO Al}_2\text{O}_3$	20.41 %
Periklas MgO	3.30 %
Piropanit MnO TiO_2	1.02 %
Pirolusit MnO_2	0.42 %
Apatit (CaF) Ca_4PO_4	0.02 %
Psilomelan $\text{BaMn}_8\text{O}_{16}(\text{OH})_8$	0.73 %
Hematit Fe_2O_3	1.77 %
Ilmenit FeOTiO_2	0.08 %
Mineral lain	8.57 %

Kromit, spinel, periklas, hematit, ilmenit, merupakan mineral-mineral temperatur tinggi, sedangkan mineral-mineral lainnya terbentuk pada temperatur yang lebih rendah.

Palaka, Lasitae dan Kalumasa memperlihatkan nilai anomali negatif dan anomali positif. Dari contoh batuan Kamara diperoleh nilai anomali negatif untuk CuO, NiO, SiO₂ dan Al₂O₃, sedangkan anomali positif untuk Fe₂O₃ dan Cr₂O₃. Contoh batuan Palaka diperoleh nilai anomali negatif untuk P₂O₅, sedangkan anomali positif untuk ZnO dan CaO. Contoh batuan Lasitae diperoleh nilai anomali positif untuk BaO. Contoh batuan Kalumasa diperoleh nilai anomali positif untuk TiO₂. Dari data data anomali diatas, dapat disimpulkan bahwa di daerah Kamara aktifitas hidrotermal kurang berkembang, dan bijih kromit merupakan bijih dominan. Di daerah Palaka, aktifitas hidrotermal sangat kuat, terjadi penambahan unsur-unsur zn, ca, pada batuan krom. Di daerah Lasitae, aktifitas hidrotermal cukup kuat, kromit merupakan mineral dominan, penambahan unsur Barium dari aktifitas hidrotermal. Di daerah Kalumasa aktifitas hidrotermal tidak cukup kuat, batuan krom dengan unsur titan dominan dibandingkan di daerah-daerah Kamara, Palaka dan Lasitae.

Di daerah kontak dengan batuan Diorit, batuan ultra basa yang telah mengalami serpentinisasi akan mengalami penambahan mineral yang mengandung unsur-unsur Cu, Zn, karena di kabupaten Barru, batuan terobosan *diorit* berhubungan erat dengan mineralisasi sulfida seperti logam tembaga, seng, emas dan perak (Falah., D., 2006). Adanya Al₂O₃ berasal dari mineral Felspar, demikian juga adanya SiO₂ berasal dari larutan hidrotermal., demikian juga adanya P₂O₅ disebabkan oleh mineral Apatit, yang kesemuanya berasal dari larutan magma asam. Unsur Titan berasal mineral besi yang berasosiasi dengan Khromit, berupa magnetite yang intergrowth dengan ilmenite dan sebagai mineral Rutil yang berasosiasi dengan batuan metamorf, yang dalam hal ini sebagai Sekis, maupun Genes.

Untuk mengetahui struktur mikro dari batuan krom, digunakan **Scanning Electron Microscope (SEM) dari JEOL, jenis JSM –6390 A, buatan jepang**, hasilnya dapat diperlihatkan pada foto SEM pada Gambar 6.

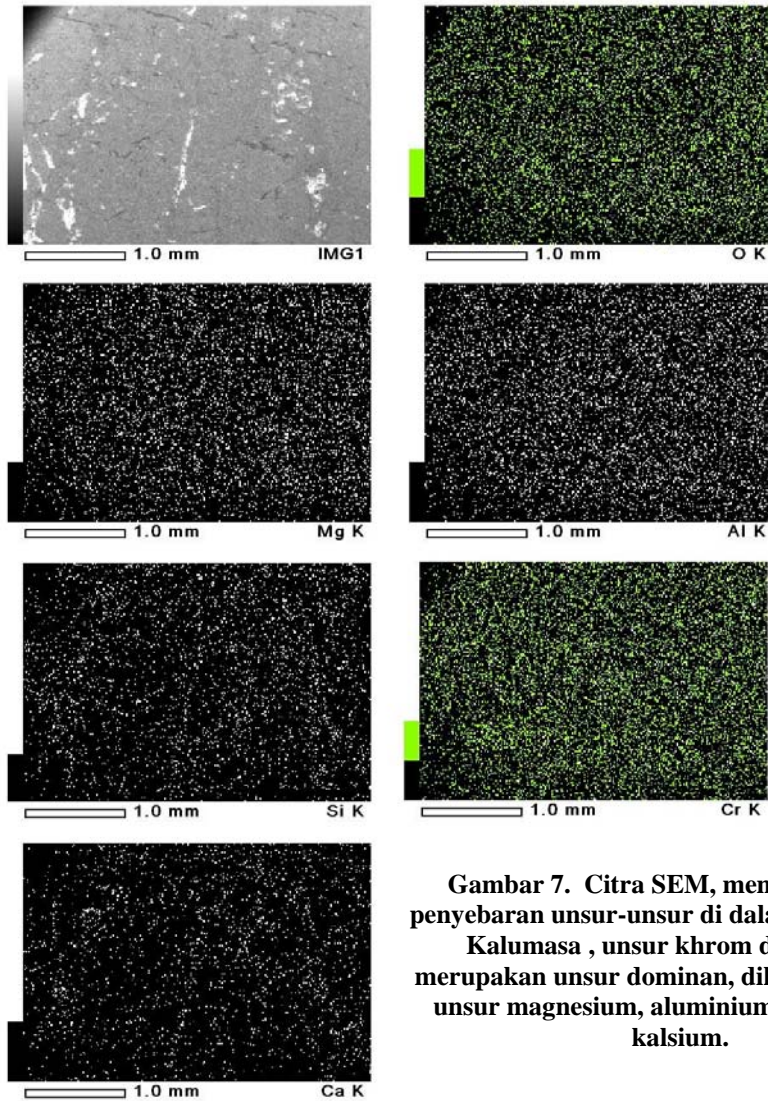


Gambar 6. Citra SEM dari Contoh bijih Khrom Kalumasa : (A) sayatan tegak lurus sumbu c, memperlihatkan serpentinisasi yang sangat kuat dari batuan ultrabasa, nampak mineral serpentine (Srp) berupa serabut-serabut halus disekitar batuan ultrabasa. (B) sayatan sejajar sumbu c, memperlihatkan mineral mengandung khrom (Cr) berada dibawah mineral serpentine (Srp).

Dari Gambaran foto SEM diatas nampak bahwa batuan ultrabasa hampir seluruhnya mengalami alterasi menjadi serpentine, dalam hal ini masih tampak sisa-sisa mineral olivin yang mengalami penggantian (*replacement*) oleh mineral serpentine. Pada sayatan sejajar sumbu c, nampak mineral mengandung khrom berada di dalam serpentine, yang menunjukkan bahwa

terbentuknya mineral mengandung khrom bersamaan dengan terbentuknya batuan ultrabasa. Pada pemetaan unsur dengan SEM, nampak kammeririte *exsolution intergrowth* dengan uvarovite $\text{Ca}_3\text{Cr}_2(\text{SiO}_4)_3$, dapat diperlihatkan pada citra SEM Gambar 7 dibawah ini :

View001



Gambar 7. Citra SEM, memperlihatkan penyebaran unsur-unsur di dalam bijih khrom Kalumasa , unsur khrom dan oksigen merupakan unsur dominan, diikuti oleh unsur-unsur magnesium, aluminium, silikon, dan kalsium.

PEMBAHASAN

Hasil analisa difraksi sinar X menunjukkan bahwa contoh batuan terdiri dari mineral-mineral, Khromit, Kammeririte, Serpentine, Penninite.

Pada contoh batuan **Kamara**, mineral khromit merupakan mineral dominan , sedang mineral-mineral lainnya merupakan mineral yang kurang dominan , seperti Kammeririte, menunjukkan bahwa mineral Khromit seara stratigrafi berada dibawah mineral Kammeririte , dan berada sekeliling mineral Kammeririte dan Serpentine.

Pada contoh batuan **Lasitae**, mineral khromit merupakan mineral dominan, yang diikuti oleh mineral Penninite. Pada contoh batuan **Kalumasa**, lokasinya dekat dengan sesar naik, dan berada dalam kawasan Lasitae, mineral yang dominan adalah Kammeririte, diikuti oleh mineral Khromit dan Serpentine. Pada contoh batuan **Palaka**, mineral yang dominan adalah Kammeririte, diikuti oleh Khromite dan Serpentine.

Genesa terbentuknya bijih krom dibagi menjadi tahapan-tahapan sebagai berikut :

Tahapan 1, yaitu pembentukan batuan ultrabasa yang dicirikan oleh mineral-mineral temperatur tinggi, yang merupakan endapan magmatis seperti olivin , piroksen, kromit, Periklas, Hematit, Ilmenit.

Tahapan 2, yaitu proses metasomatik replacement, merupakan proses pengisian dan penggantian oleh larutan sisa magma yang temperaturnya lebih rendah dari proses tahap pertama, dicirikan oleh krisotil (serpentin), Piropanit, Psilomelan, Pirolusit, Korundum.

Tahapan 3, yaitu proses hidrotermal, yang merupakan proses pengisian larutan sisa magma bertemperatur rendah, dicirikan oleh mineral-mineral Apatit, Sfalerit, Kalkopirit, dan Kammeririt.

Tahapan 4, yaitu proses oksidasi dan pengayaan (supergene enrichment) dicirikan oleh hadirnya oksida-oksida nikel, tembaga , seng, besi, dan lain-lain.

Terbentuknya mineral Kammeririte di Kalumasa dan Lasitae ada berhubungannya dengan aktifitas hidrotermal akibat terobosan batuan Diorit , Dasit.

Endapan-endapan Khromit di kecamatan Barru umumnya terdapat pada daerah-daerah dekat sesar, dan di daerah perbatasan antara batuan ultrabasa dan batuan terobosan diorite-granodiorite, maupun dasit (Sumarno, 1980) . Tersingkapnya endapan-endapan bijih khromit didaerah sesar, karena pada daerah sesar tersebut terjadi zona penggerusan, sehingga serpentine terkelupas dari Khromit.

Dari Gambaran foto SEM, Olivin hampir seluruhnya mangalami alterasi menjadi serpentine, struktur sisa Olivin akibat penggantian (replacement) oleh serpentin. Pada sayatan sejajar sumbu c , nampak mineral khromit berada di dalam serpentine, yang menunjukkan bahwa terbentuknya kromit bersamaan dengan terbentuknya batuan ultrabasa. Dengan melihat bentuk Serpentine dari foto SEM yang memperlihatkan struktur *asbestos fiber*, maka jenis Serpentine pada contoh batuan dari Kalumasa, adalah *Chrysotile* (Kerr, 1977).

KESIMPULAN

Struktur geologi Kabupaten Barru adalah lipatan, sesar, dan kekar. Sumbu lipatan berarah utara-selatan dan barat laut-tenggara berupa antiklin dan sinklin yang tidak simetri. Satuan batuan yang terlipat antara lain batuan sedimen Pra-Tersier yang terdiri dari Formasi Mallawa, Formasi Tonassa, Formasi Camba, dan batuan Metamorf Formasi Balangbaru. Perlipatan terbentuk oleh tekanan horisontal akibat tektonik regional pada kala Miosen Akhir-Pliosen.

Secara Stratigrafi dari daerah penyelidikan berada pada **Komplek Tektonika Bantimala**, yang terdiri dari batuan Peridotit terserpentinisasi , berumur *Trias*, berhubungan erat dengan bahan

galian besi dan Khromit. Batuan Metamorf sekis, genes, glaukofan, berumur Yura, berhubungan erat dengan bahan galian sekis dan mika, serta Komplek Melange (batuan campur aduk secara tektonik), berumur Yura, berhubungan erat dengan bahan galian chert, yasper, dan mangan.

Bentuk bijih khromit merupakan endapan podiform, yang ditutupi oleh mineral serpentine di bagian atasnya. Dibeberapa tempat bijih khromit mengalami altersasi oleh aktifitas hidrotermal dari magma diorit menjadi mineral Kammeririte dan uvarovite. Dari hasil analisa difraksi sinar X, Bijih Khromit dari Kamara dan Lasitae didominasi oleh mineral Khromit, karena daerah tersebut jauh dari sesar naik, dimana gaya grafitasi lebih berpengaruh dari pada gerak horisontal yang menyebabkan sesar naik. Hal yang sebaliknya terjadi pada bijih Khromit Kalumasa dan Lasitae, dimana mineral Kammeririte lebih dominan dari pada mineral Khromit. Hal ini disebabkan letak daerah tersebut relatif lebih dekat dengan sesar naik, sehingga gerak horisontal lebih dominan dari pada gaya gravitasi, terjadi percampuran mineral khromit dengan Kammeririte, Serpentine, dan Penninite.

Diketemukannya singkapan-singkapan Khromit pada daerah-daerah sesar, disebabkan karena penggerusan akibat gerak horisontal, demikian juga diketemukannya singkapan-singkapan bijih Khromit pada perbatasan dengan batuan Diorit, disebabkan karena *backing effect* terobosan Diorit.

Kammeririte merupakan zona alterasi untuk prospeking endapan-endapan Khromit. Dari hasil analisa SEM, bijih Khromit ditutupi oleh mineral Serpentine dari jenis Chrysotile. Pada pemetaan unsur dengan SEM Kammeririte *exsolution intergrowth* dengan Uvarovite, yang menunjukkan kammeririte terbetuk pada temperatur rendah pada kondisi hidrotermal.

Genesa terbentuknya batuan krom dimulai dengan terbentuknya batuan ultrabasa yang bersamaan dengan terbentuknya bijih kromit, periklas, spinel, piroksen, hematit, ilmenit. Pada tahap selanjutnya pembentukkan mineral krisotil, piropanit, psilomelan, pirolusit, korundum, oleh proses metasomatic replacement. Proses selanjutnya adalah prose hidrotermal yang dicirikan oleh mineral-mineral Kammeririt, apatit, sfalerit, kalkopirit, korundum. Tahap terakhir adalah proses oksidasi yang dicirikan oleh oksida nikel, tembaga, seng, dan besi.

DAFTAR PUSTAKA

- Downing., J.,H., Deeley., P., D., Fichte., R., M., 1962, *Chromium and Chromium alloys*, v.A.7.
- Falah, D; 2006, *Potensi dan Pertambangan bahan galian daerah Kabupaten Barru*, Pemerintah Kabupaten Barru, Dinas Pertambangan dan Energi.
- Jenkins., R., 1986, *JCPDS, The International Centre for Diffraction*, 1601, Parklane, Swarthmore, PA 19081, USA, 1986.
- Kerr., P.,F., 1977, *Optical Mineralogy*, Mc.Graw-Hill Publishing Company, USA, p.463-467.
- Marks., P 1961, *Stratigraphic Lexicon of Indonesia*, Publikasi Keilmuan No. 31, seri geologi, Republik Indonesia, Kementrian Perekonomian, Pusat Jawatan Geologi.
- Sukamto, RAB, 1982., *Geologi Lembar Pangkajene dan Watampone*, Pusat Penelitian Dan Pengembangan Geologi, Departemen dan Energi, Bandung.
- Sumarno., S.,1980, *Penyelidikan Geofisika pada Cebakan bijih khromit primer di Lasitae, Barru, Sulawesi selatan*.

Naskah masuk: 26 Mei2008
Naskah diterima: 9 Juli 2008