

**MINERALISASI BESI TIPE SKARN
DI DAERAH BUKIT GADANG LANGE, DESA TARUNG TARUNG, KECAMATAN RAO,
KABUPATEN PASAMAN, PROVINSI SUMATERA BARAT**

**SKARN TYPE IRON MINERALIZATION AT BUKIT GADANG LANGE,
TARUNG TARUNG VILLAGE, RAO DISTRICT, PASAMAN REGENCY,
WEST SUMATRA PROVINCE**

Bambang Nugroho Widi dan Sukaesih

Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi, Badan Geologi
Jalan Soekarno Hatta No. 444, Bandung
widizero@yahoo.com

ABSTRAK

Daerah penyelidikan terletak di Kecamatan Rao, Kabupaten Pasaman, Provinsi Sumatera Barat, secara geologi disusun oleh batuan metamorf (sabak, gneis), granodiorit, batuan vulkanik (lava andesit, breksi vulkanik), batuan sedimen dan endapan aluvium. Secara tektonik wilayah Rao berada dalam zona sesar Semangko yang berarah baratlaut-tenggara, sedangkan pola struktur lokal berarah timurlaut-baratdaya.

Alterasi yang teramati pada batugamping marmaran ditandai dengan hadirnya epidot, garnet, karbonat dan urat-urat kuarsa akibat dari adanya intrusi granodiorit. Kehadiran mineral tersebut menunjukkan bahwa mineralisasi yang terbentuk mempunyai tipe skarn.

Asosiasi mineralisasi logam berdasarkan analisis mineragrafi terdiri dari magnetit, hematit, kalkopirit, bornit, kovelit, kalkosit dan pirit dengan tekstur mineral yang beragam. Mineral mangan teridentifikasi secara megaskopis.

Hasil pengamatan dengan menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM) menunjukkan bahwa jenis mineral garnet di daerah Tarung Tarung diinterpretasikan berupa spessartit ($Mn_3Al_2(SiO_4)_3$) dan andradit ($Ca_3Fe(SiO_4)_3$). Di bagian barat intrusi dijumpai kandungan besi tinggi dengan Fe total antara 59,39% s.d. 64,04%, nilai P sangat rendah (0,1%), TiO_2 nilai tertinggi 0,84%.

Magnetit yang berasosiasi dengan garnet ditemukan pada zona kontak antara intrusi granodiorit dengan batugamping marmaran di Bukit Gadang Lange. Hal ini menunjukkan adanya pengaruh larutan hidrotermal bersuhu tinggi yang masuk ke dalam batuan karbonat sehingga terbentuk mineralisasi tipe skarn.

Kata kunci: besi, garnet, skarn, Pasaman, *Scanning Electron Microscope*

ABSTRACT

The Rao area, Pasaman Regency, Province of West Sumatera, is geologically composed of metamorphic rocks (phillite and gneiss) granodiorite, volcanic rocks (lava andesite, volcanic breccia), sedimentary rocks and alluvial deposits. Tectonically Rao area lies within Semangko zone trending NW-SE. While the local structure developed in this region has trending NE-SW.

Alteration mainly observed within marbelized limestone are indicated by the present of epidote, garnet, carbonate, and quartz-vein as effect of granodiorite intrusion. The presence of those mineral indicate that the mineralization form is skarn type.

Based on ore mineral analysis, mineral association consists of magnetite, hematite, chalcopyrite, bornite, covelite, chalcosite and pyrite with textures are varies. Manganese is also indentified megascopically.

Based on SEM analysis indicate that the type of garnet of Tarung Tarung was interpreted as spessartine ($Mn_3Al_2(SiO_4)_3$) dan andradite ($Ca_3Fe(SiO_4)_3$). In the western side of granodiorite intrusion was found high grade of iron with Fe total range of 59,39% to 64,04%, P is very low (0,1%), TiO_2 has highest grade 0,84%.

Magnetite which association with garnet are found in the contact zone between granodiorite and marbelized limestone at Bukit Gadang Lange. This is indicate that high temperature hydrothermal solution raise into carbonate rock to form skarn type mineralization.

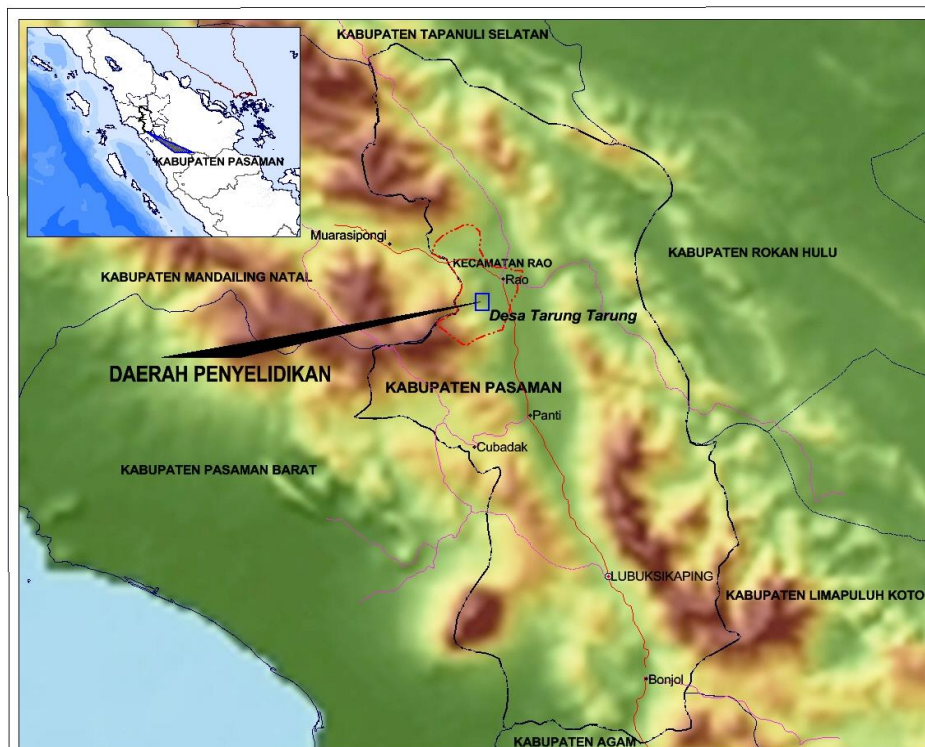
Keywords: iron, garnet, skarn, Pasaman, Scanning Electron Microscope

PENDAHULUAN

Cebakan bijih besi yang telah ditemukan di daerah Rao, Kabupaten Pasaman, Provinsi Sumatera Barat merupakan indikasi adanya daerah mineralisasi dalam Zona Sesar Semangko (Anonim 2015). Keterdapatn bijih besi primer dan logam dasar di wilayah Rao memberikan informasi baru tentang sebaran dan genesa mineralisasi besi primer dan sulfida di kawasan ini. Lokasi mineralisasi terletak di daerah Bukit Gadang Lange,

Desa Tarung-Tarung, Kecamatan Rao, Kabupaten Pasaman (Gambar 1).

Tulisan ini mengulas tentang kondisi mineralisasi besi dan sulfida di daerah tersebut yang berkaitan dengan pola jalur metalogeni dan penyebaran mineralisasi di wilayah Sumatera. Beberapa hal penting terutama berkaitan dengan geologi dan pembentukan mineralisasi berdasarkan data lapangan dan analisis laboratorium akan dibahas dalam tulisan ini.



Gambar 1. Lokasi daerah penyelidikan

GEOLOGI REGIONAL

Daerah penyelidikan terletak di sekitar wilayah Sesar Semangko yang memiliki berbagai indikasi mineralisasi logam. Sesar Semangko telah membentuk suatu zona perbukitan dengan ketinggian mencapai lebih dari 1000 meter di atas permukaan laut yang antar punggungannya dipisahkan oleh suatu depresi yang terisi endapan muda (Hamilton, 1979).

Rocks, dkk. (1983) menyatakan batuan tertua yang menyusun wilayah Sesar Semangko terdiri dari batusabak, sekis arenit, metakuarsa, wake filit, batugamping dan metabatugamping yang merupakan bagian dari Formasi Kuantan (Puku) dan batugamping (Pukul) berumur Permo-Karbon (Gambar 2). Kelompok batuan ini memiliki sebaran yang luas terutama menempati bagian timur Pasaman. Batuan tua lainnya adalah Batholit Tandungkumbang yang merupakan kompleks intrusi granit, granodiorit (MPitd) yang berumur Permo-Trias.

Batuan vulkanik Tersier berumur Miosen di kawasan ini adalah dari Formasi Gunungapi Saligaro (Tmvsg) yang terdiri dari lava andesit porfiritik, breksi dan Formasi Maninjau berupa lapisan batuan gunungapi tidak terpisahkan (Tmv). Sedangkan batuan sedimen dari Formasi Sihapas (Tms) disusun oleh batupasir kuarsa, serpih karbonan, batulanau dan konglomerat.

Kemudian batuan gunungapi Kuartar yaitu batuan gunung api Talamau (Qvta) berupa lava yang merupakan produk dari Gunung Talamau dan batuan gunungapi Pusat

Gajah (Qvga) yang terdiri dari andesit dan dasit bersifat vesikuler.

Struktur geologi yang mengontrol daerah Pasaman merupakan bagian yang dilalui oleh jalur Sesar Semangko dengan arah umum baratlaut-tenggara.

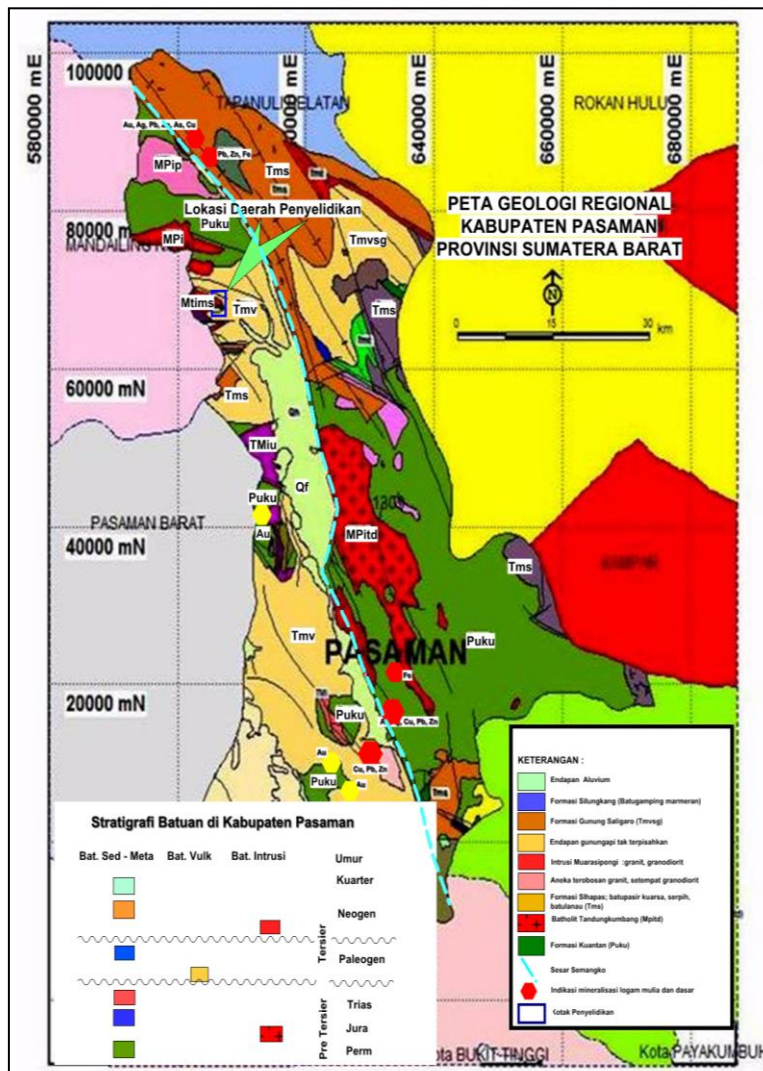
METODE

Metoda penyelidikan yang dilakukan yaitu pemetaan geologi dan pemetaan sebaran mineralisasi menggunakan peta dasar skala 1:5.000 di sepanjang Sungai Batang Tikarang dan punggung Bukit Gadang Lange, serta pengamatan singkapan pada parit uji dan sumur uji. Tiga parit uji dibuat masing-masing dengan panjang 10 meter dan kedalaman sekitar 1 meter sedangkan sumur uji dibuat dengan ukuran 1 meter x 1 meter dengan kedalaman sekitar 2 meter.

Contoh batuan dan tanah dilakukan analisis kimia dan fisika di Laboratorium Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi yang meliputi:

- Kimia besi (Fe_2O_3 , Fe total, Fe_3O_4 , FeO, SiO_2 , CaO, MgO, Al_2O_3 , TiO_2 , P, Mn, LOI),
- Kimia bijih sulfida (Au, Ag, Cu, Pb, Zn),
- Petrografi,
- Mineragrafi,
- X-Ray Defraction (XRD)
- *Scanning Electron Microscope* dan *Energy Disperse Spectrofotometry* (SEM-EDS)

Pengolahan data dilakukan secara terpadu baik data hasil analisis laboratorium sebagai bahan untuk interpretasi mineralisasi dan pembuatan model genesa cebakan bijih besi dan sulfida.



Gambar 2. Peta Geologi Regional Kabupaten Pasaman (Rocks, dkk., 1983)

GEOLOGI DAERAH PENYELIDIKAN

Geologi daerah penyelidikan dapat dibagi menjadi tiga satuan batuan terdiri dari satuan andesit, batugamping marmaran dan intrusi granodiorit (Gambar 3). Secara rinci dapat dijelaskan sebagai berikut.

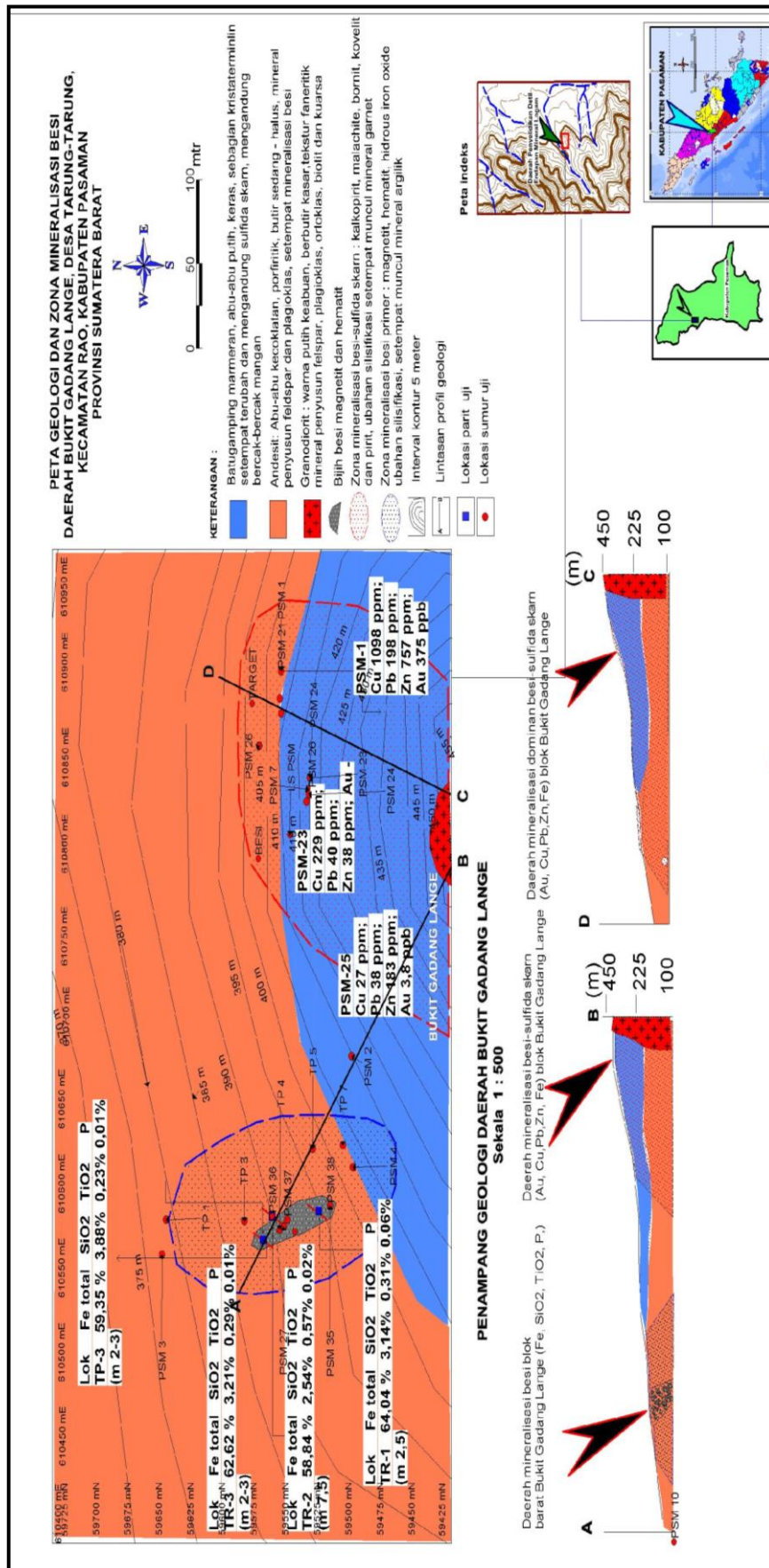
Satuan Batuan Andesit

Secara stratigrafi satuan batuan andesit menempati posisi paling bawah dibanding dengan satuan batuan lainnya. Singkapan batuan andesit dijumpai di Sungai Batang Tikarang dan memiliki sebaran luas. Satuan batuan andesit ini dapat dibandingkan dengan batuan vulkanik

tak terbedakan yang merupakan bagian Pusat Maninjau (Tmv) berumur berumur Miosen (Rocks, dkk., 1983).

Secara megaskopis andesit memiliki warna abu-abu kehitaman~kecoklatan, keras, berbutir halus hingga sedang, tekstur porfiritik, disusun oleh mineral batuan terdiri plagioklas, felspar dan sedikit piroksen dengan mikrolit plagioklas.

Secara mikroskopis bertekstur porfiritik, berbutir sangat halus hingga sedang, anhedral – euhedral, disusun oleh fenokris plagioklas, piroksen di dalam masadasar mikrolit plagioklas dan gelas.



Gambar 3. Peta geologi daerah penyelidikan

Satuan Batugamping Marmeran

Singkapan batugamping marmeran dijumpai di daerah Bukit Gadang Lange. Secara stratigrafi batuan ini menutupi secara tidak selaras di atas satuan andesit. Satuan batuan batugamping marmeran ini dapat dibandingkan dengan Anggota Batugamping Formasi Silungkang (Pspl) (Rocks, 1983).

Sebaran batugamping marmeran ini tidak seluas seperti sebaran batuan andesit. Batuan tersebut terdapat di bagian tengah yang membentuk sebuah bukit atau wilayah perbukitan (puncak bukit), berbentuk seperti kubah yang diperkirakan merupakan gamping terumbu.

Secara megaskopis batuan ini memiliki sifat fisik berwarna abu-abu keputihan hingga putih jernih, berbutir halus hingga kasar bersifat pasiran dan sebagian teroksidasi, getas (mudah pecah), masif dan keras sebagian dijumpai adanya kalsit kristalin, berbutir halus, setempat terlihat adanya fosil. Di beberapa lokasi terlihat adanya bintik-bintik hitam yang diperkirakan mineral mangan.

Secara mikroskopis menunjukkan tekstur granoblastik, berbutir halus hingga berukuran 0,5 mm, bentuk butir seragam, hubungan antar butir saling bertautan dan disusun oleh mineral kalsit.

Satuan Intrusi Granodiorit

Batuan granodiorit merupakan batuan intrusi yang singkapannya dijumpai di Bukit Gadang Lange. Secara megaskopis batuan berwarna abu-abu keputihan, keras, segar, berbutir kasar, tekstur faneritik, dengan mineral penyusun terdiri dari plagioklas, felspar, kuarsa dan sebagian mineral hitam. Intrusi granodiorit secara regional dapat disetarakan dengan mikrogranit Binail (Tmibi) berumur Tersier (Rocks, 1983).

Pengamatan secara mikroskopis tampak holokristalin, tekstur hipidiomorfik granular, berbutir halus hingga berukuran 4 μm ,

bentuk *anhedral* hingga *subhedral*, disusun oleh mineral mineral plagioklas, ortoklas, kuarsa, biotit, hornblende, opak, dan mineral asesoris zirkon serta mineral sekunder karbonat dan epidot.

Struktur Geologi

Struktur geologi yang ditemukan adalah adanya kekar-kekar yang dijumpai di Sungai Batang Tikarang pada batuan andesit. Kekar-kekar yang terdapat pada batuan tersebut memiliki arah timurlaut-baratdaya. Sesar regional di wilayah ini memiliki arah mendekati barat-timur (Rocks, 1983).

Hasil interpretasi dari peta topografi dan pola aliran sungai menunjukkan struktur yang nampak dan dapat diidentifikasi adalah berupa struktur sesar geser berarah timurlaut-baratdaya. Adanya perbedaan morfologi yang kontras dapat juga diinterpretasikan sebagai salah satu indikasi struktur sesar.

HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Indikasi mineralisasi primer ditemukan di daerah Bukit Gadang Lange berupa mineralisasi bijih besi primer dan sulfida yang terdapat pada satuan batugamping marmeran dan andesit.

Mineralisasi yang dijumpai pada batugamping marmeran terlihat adanya pengayaan mineral garnet. Secara megaskopis garnet berwarna hijau kekuningan hingga coklat muda, umumnya mengelompok, memiliki kilap lilin, sebaran garnet cukup dominan (Gambar 4).

Group garnet adalah silica dengan substitusi unsur kimia terdiri dari: *Pyrope* (Ca), *Almandite* (Fe), *Spessartine* (Mn), *Grossularite* (Ca), *Andradite* (Ca, Fe), *Uvavorik* (Ca, Cr). Berdasarkan analisis SEM-EDS diperoleh komposisi unsur kimia O, Mg, Al, Si, Ca, Mn, dan Fe (Tabel 1) diidentifikasi bahwa jenis garnetnya terdiri dari spessartine dan andradit (Betekthin, 1968).

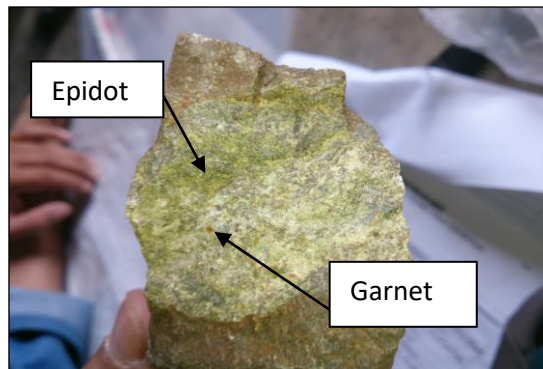
Hasil identifikasi SEM-EDS menunjukkan garnet yang dijumpai pada batugamping marmeran berjenis andradite ($\text{Ca}_3\text{Fe}(\text{SiO}_4)_3$) dan spessartine ($\text{Mn}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_4)$) (Gambar 5).

Conto bijih dari Bukit Gadang Lange menunjukkan adanya mineral sulfida dan mangan berupa *spot-spot* dalam batugamping marmeran. Di beberapa lokasi batugamping marmeran teramati terkonsentrasi kuat, setempat mengandung mineral epidot dan garnet. Secara mikroskopik mengacu dari Philips (1971), batuan memperlihatkan tekstur granoblastik, dengan ukuran kristal sangat halus hingga 2,5 μm , bentuk kristal xenoblast, disusun oleh plagioklas, garnet,

karbonat, klorit, opak dan sedikit, kuarsa. Garnet khususnya berasosiasi dengan kuarsa dan karbonat dalam batugamping marmer. (Gambar 6).

Hasil pemeriksaan mikroskopik bijih mengacu dari Craig, et al (1981) dan Rahmdor (1968) menunjukkan asosiasi mineralnya terdiri dari magnetit, hematit, pirit, kalkopirit, kovelit, dan *hidrous iron oxide* (Gambar 7) dengan paragenesa mineral sebagai berikut:

- Magnetit -----
- Pirit -----
- Kalkopirit -----
- Hematit -----
- Kovelit -----
- Hidrous Iron Oxide* ----



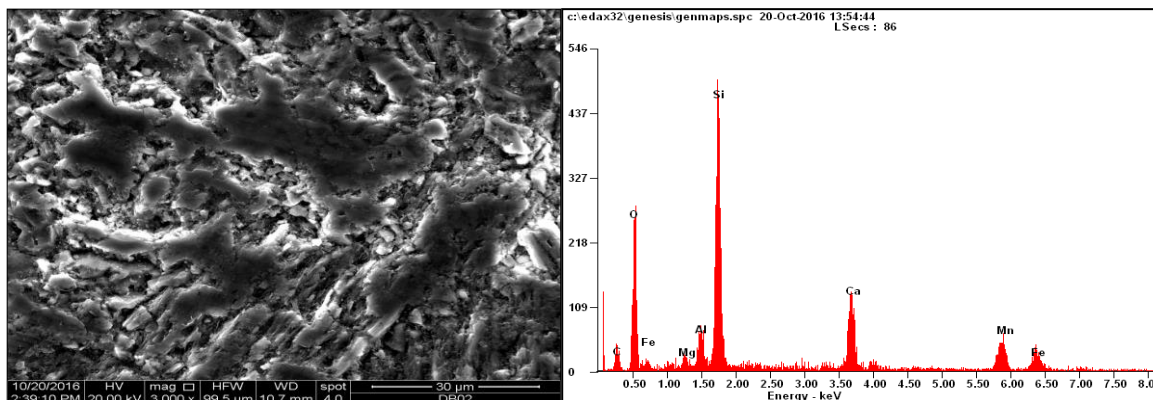
Gambar 4. Contoh batuan dengan mineralisasi skarn di Bukit Gadang Lange. Tampak mineral ubahan epidot (hijau) dan garnet (coklat) tersebar dalam masa batuan

Tabel 1. Komposisi mineral garnet berdasarkan SEM-EDS

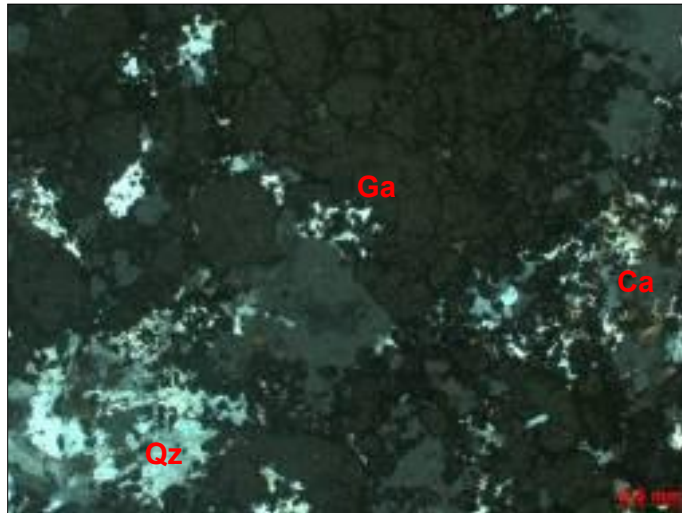
Element	Ck	Ok	MgK	AlK	SiK	CaK	MnK	FeK
Wt%	17,82	44,21	1,35	3,64	20,99	4,87	4,41	2,71
At%	27,3	50,85	1,02	2,48	13,75	2,24	1,48	0,89

Ket:

= unsur kimia andradite = unsur kimia spessatine K = kulit terluar atom



Gambar 5. Spektrum dari mineral garnet dari pemeriksaan SEM-EDS



Gambar 6. Fotomikrograf mineral garnet (Ga), Kuarsa (Qz) dan karbonat (Ca) yang menunjukkan adanya alterasi tipe skarn

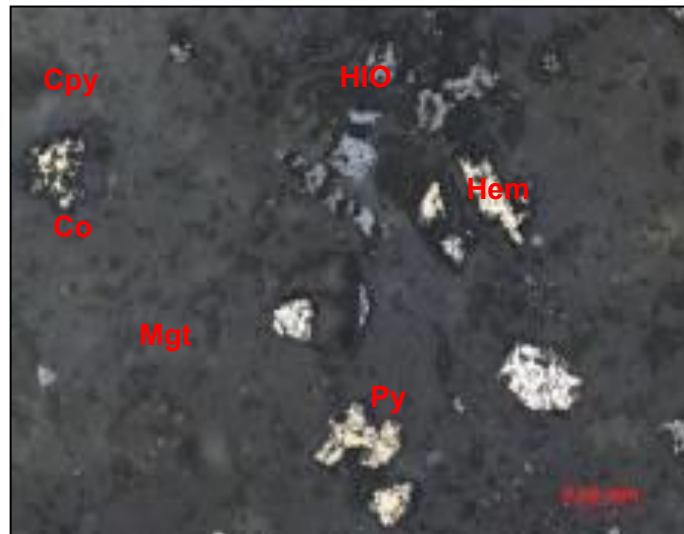
Secara megaskopis contoh batuan intrusi granodiorit memperlihatkan batuan berbutir kasar, tekstur faneritik, dengan mineral penyusun plagioklas, hornblende, dan biotit. Sedangkan hasil pemeriksaan mikroskopis mengacu dari Streckeisen (1978), menunjukkan tekstur hipidiomorfik granular, dengan ukuran kristal halus hingga 2 mm, *anhedral-euhedral*, mineral penyusun plagioklas (dominan), piroksen, kuarsa, amfibol, klorit, mineral opak, tremolit/aktinolit, K-felspar, disertai mineral-mineral sekunder yang merupakan mineral hasil alterasi. (Gambar 8). Selain itu pada kompleks Bukit Gadang Lange dijumpai batugamping marmiran dan mengandung kemagnetan yang kuat (Gambar 9). Berdasarkan tekstur mineral bijih mengacu dari Ramdohr (1968), hasil analisis sayatan poles dari batuan tersebut diketahui mengandung mineral logam yang terdiri dari magnetit, pirit dan Fe-oxide (Gambar 10) dengan paragenesa mineralnya sebagai berikut:

Magnetit -----
 Pirit -----
 Hidrous Iron Oxide -----

Di blok sebelah barat Lereng Bukit Gadang Lange dari pengamatan lapangan dan analisis laboratorium menunjukkan hasil sangat berbeda dibandingkan di Bukit Gadang Lange. Di daerah blok tersebut keterdapat bongkahan bijih besi memiliki arah kelurusan sekitar N345°E. Dalam paritan di beberapa tempat bijih besi dapat terlihat dipermukaan. Mineralisasi didominasi bijih besi magnetit dan hematit yang sebarannya mengelompok di suatu tempat. Secara megaskopis bijih besi berwarna abu-abu metalik hingga abu-abu kehitaman, keras, magnetik sangat kuat (Gambar 11).

Pemeriksaan mikroskopis yang mengacu dari Edwards (1954), menunjukkan asosiasi mineral yang teramati adalah magnetit, hematit dan *hidrous iron oxide* (Gambar 12) dengan paragenesa sebagai berikut:

Magnetit -----
 Hematit -----
 Hidrous Iron Oxide -----



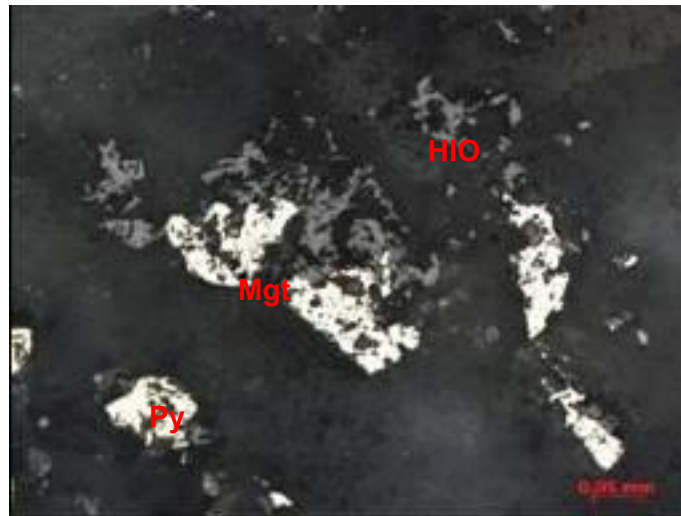
Gambar 7. Fotomikrograf bijih menunjukkan asosiasi mineralnya terdiri dari magnetit (Mgt), hematite (Hem), pirit (Py), kalkopirit (Cpy), kov (Co), dan Hidrous Iron Oxide (HIO)



Gambar 8. Fotomikrograf granodiorit terdiri dari plagioklas (Pl), orthoklas (Ortho), amfibol (Amf), dan mineral opak (Op)



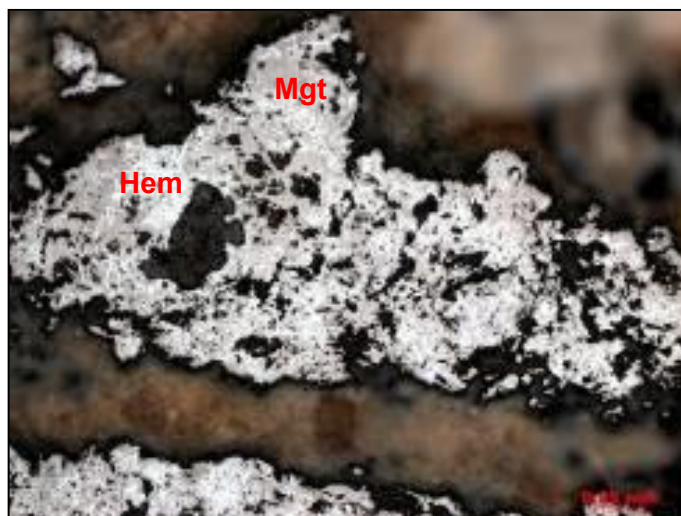
Gambar 9. Singkapan batugamping marmeran, bersifat magnet kuat di kawasan Bukit Gadang Lange



Gambar 10. Fotomikrograf bijih menunjukkan asosiasi mineralnya terdiri dari magnetit (Mgt), pirit (Py), dan Iron Oxide (HIO)



Gambar 11. Contoh bijih dengan asosiasi mineralnya terdiri dari magnetit dan hematit



Gambar 12. Fotomikrograf bijih menunjukkan asosiasi mineralnya terdiri dari magnetit, hematit dan *Hidrous Iron Oxide*

Dari hasil analisis kimia menggunakan metode *Atomic Absorption Spectrometry* (AAS) menunjukkan kandungan Fe total 58,02% s.d. 64,04% dengan kadar phosphor pada umumnya rendah rata-rata < 0,05%. Sedangkan kandungan TiO₂ rata-rata < 0,7%, Al₂O₃ rata-rata < 17% dan SiO₂ bervariasi rata-rata sekitar 25%. Kandungan mangan tidak memiliki nilai signifikan rata-rata dibawah 0,5% Mn Total.

Hasil analisis kimia untuk mineralisasi sulfida yang berada di sekitar Bukit Gadang Lange memiliki kandungan unsur logam paling tinggi yaitu 375 ppb Au, 1098 ppm Cu, 198 ppm Pb, dan 757 ppm Zn.

Hasil analisis XRD mengacu dari Anonim (1980), conto batuan (tanah) yang diambil dari sumur uji menunjukkan mineral *quartz-kaolinite-monmorilonite* dan *goethite* pada batuan di luar kompleks Bukit Lange. Sedangkan di Bukit Lange didominasi oleh mineral garnet.

Dalam upaya untuk mengetahui bentuk dan sebaran cebakan bijih besi di daerah ini maka dilakukan interpretasi model cebakan. Beberapa aspek yang diperhatikan dalam memberikan penafsiran model cebakan antara lain kontrol litologi dan struktur geologi. Kedua jenis ini menjadi suatu parameter yang menentukan dalam mengetahui tipe cebakan.

Berdasarkan data litologi yang ditemukan, di daerah penyelidikan menunjukkan kecenderungan mineralisasi dikontrol oleh batugamping marmeran dan batuan andesit. Pada batugamping marmeran dijumpai adanya mineral alterasi yaitu mineral garnet dan epidot. Selain itu batuan juga mengalami silisifikasi.

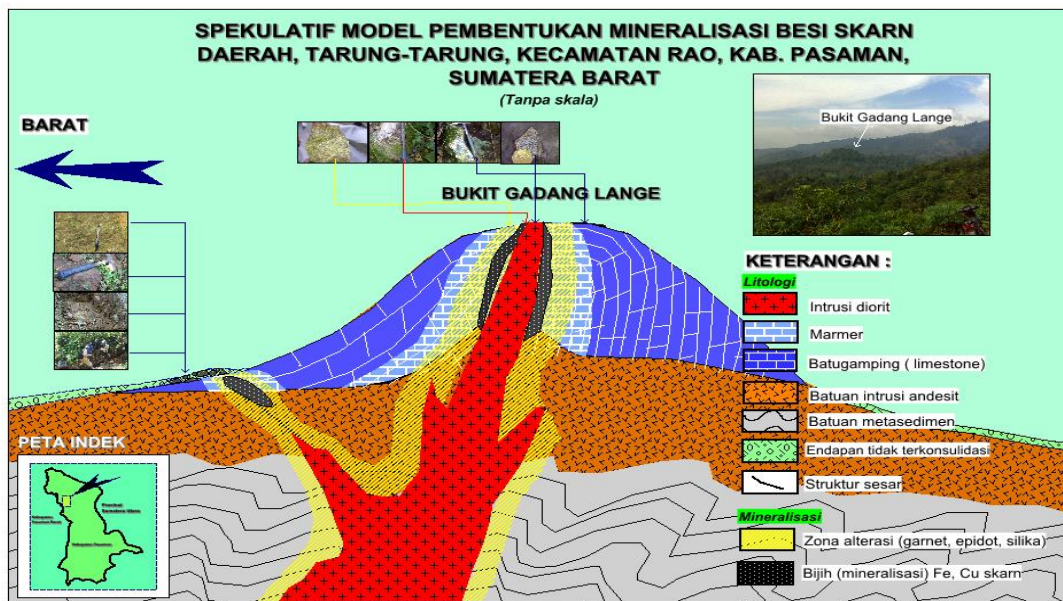
Struktur geologi yang memberikan pengaruh terhadap mineralisasi adalah orde kedua dari Sesar Semangko berarah timurlaut-baratdaya. Dari hasil pemetaan di lapangan cebakan bijih besi tidak terlihat singkapannya karena telah tertutup tanah. Namun dari bongkahan yang

ditemukan menunjukkan adanya suatu pola yang teratur.

Interpretasi berdasarkan pada data lapangan dan analisis laboratorium menunjukkan adanya dua daerah mineralisasi dengan tipe yang berbeda. Daerah blok barat lereng Bukit Gadang Lange bijih besi dengan mineral magnetit, dan hematit terdapat pada batuan andesit dan tidak ditemukan adanya mineral garnet. Sedangkan pada daerah Bukit Gadang Lange bijih besi berasosiasi dengan mineralisasi sulfida terdapat pada batugamping marmeran yang ditandai oleh hadirnya mineral garnet, epidot dan karbonat sebagai penciri mineralisasi tipe skarn. Mineralisasi sulfida yang teramati yaitu kalkopirit, pirit dan kovelit. Tipe mineralisasi ini sama seperti yang dijumpai pada mineralisasi besi di wilayah Tigo Nagari, Binjai, Sumatera Barat (Anonim, 2005) dan Lubuk Sikaping (Simangunsong, 2005).

Secara geologi, mineralisasi besi dan sulfida di wilayah ini diperkirakan diawali dari pengendapan oleh kelompok batuan metamorf (tidak tersingkap). Secara tidak selaras di atasnya diendapkan andesit. Fase berikutnya secara tidak selaras diendapkan batugamping terumbu. Pada periode selanjutnya terjadi proses orogenesis, kegiatan magmatisme ditandai oleh penerobosan granodiorit pada batugamping dan andesit menyebabkan mineralisasi pada kedua blok tersebut yang diperkirakan terjadi pada Tersier Akhir.

Magnetit yang berasosiasi dengan garnet ditemukan pada zona kontak antara intrusi granodiorit dengan batugamping marmeran di Bukit Gadang Lange. Hal ini menunjukkan adanya pengaruh larutan hidrotermal bersuhu tinggi yang masuk ke dalam batuan karbonat sehingga terbentuk mineralisasi tipe skarn. Rekonstruksi genesa berkaitan dengan sejarah geologi dan pembentukan mineralisasi di wilayah ini secara jelas dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Model cebakan bijih besi daerah penyelidikan (Widi, 2015)

Hasil pengamatan pada sumur uji maupun parit uji teramati bijih besi di permukaan berupa bongkah-bongkah yang diperkirakan berupa insitu, karena tidak ditemukan di tempat lain. Potensi sumber daya bijih besi di daerah penyelidikan sebanyak 7.800 ton dengan kadar Fe total berkisar antara 58,02 % s.d. 64,4%.

Dari hasil studi di lapangan dan analisis laboratorium menunjukkan bahwa wilayah ini memiliki dua tipe mineralisasi, yaitu mineralisasi besi pada batuan induk andesit dan mineralisasi besi tipe skarn mengandung sulfida pada batugamping marmmeran.

KESIMPULAN

Cebakan bijih besi yang berkembang di Bukit Gadang Lange terdapat pada batugamping marmmeran dengan mineralisasi tipe skarn yang dicirikan oleh mineral alterasi epidot, garnet dan karbonat dengan mineral logam magnetit, hematit, pirit, kalkopirit dan kovelit.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada tim editor yang telah membantu dalam penyempurnaan

makalah dan kepada dewan redaksi atas dimuatnya makalah dalam buletin ini.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim, 1980, Crystal Structure of Clay Mineral and Their identification, Mineralogical Society.

Anonim, 2005. Laporan Penyelidikan Umum Bijih Besi di Daerah Nagari Binjai, Tigo Nagari, Kabupaten Pasaman, Sumatera Barat, PT. Dempo Multi Mineral Magnetik, Padang.

Betekthin, A., 1968. A Course of Mineralogy. Peace Publisher

Craig, J.R., Vaughan, D.J., 1981. Ore Microscopy and Ore Petrography, John Wiley & Sons, New York, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapore.

Edwards, A.B., 1954. Texture of the Ore Minerals and Their Significance. Aust. Inst. Min. Metall, Melbourne.

Hamilton, W.B., 1979. Tectonics of the Indonesia region. USGS Professional Paper 1078, p. 1-345.

Phillips, W.R., 1971. Mineral Optics, Principles and Techniques, San Francisco; W.H Freeman and Company, p. 231-236.

- Ramdohr, P., 1968. *The Ore Minerals and Their Intergrowths*. Pergamon Press, Oxford.
- Rocks, N.M.S., Aldiss, D.T., Aspden, J.A., Clarke, M.C.G., Djunudin, A., Miswar, Thomson, S.J., dan Wandoyo, R., 1983. *Peta Geologi Lembar Lubuk Sikaping, Skala 1: 250.000*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Simangunsong, H., 2005, *Inventarisasi dan Evaluasi Mineral Logam di daerah Lubuk Sikaping, Kabupaten Pasaman dan Kabupaten Pasaman Barat, Provinsi Sumatera Barat*. Pusat Sumber Daya Geologi, Bandung.
- Streckeisen, 1978, *Classification of igneous rocks*, New York: John Willey & Sons, halaman 1 – 14.
- Widi, B.N., 2015, *Eksplorasi Bijih Besi di Daerah Tarungtarung, Rao, Pasaman, Sumatera Barat*, Pusat Sumber Daya Geologi, Badan Geologi, Bandung.

Diterima	: 22 September 2016
Direvisi	: 1 November 2016
Disetujui	: 16 November 2016