



Karakteristik Endapan Bijih Besi Daerah Pakke Desa Langi, Kecamatan Bontocani, Kabupaten Bone, Provinsi Sulawesi

Harwan^{1*}, Irzal Nur², Adi Maulana³, Firdaus¹, Nurliah Jafar¹, Andi Fahdli Heriansyah¹

1. Program Studi Pertambangan, Universitas Muslim Indonesia, Makassar, Indonesia

2. Departemen Teknik Pertambangan, Universitas Hasanuddin, Indonesia

3. Departemen Teknik Geologi, Universitas Hasanuddin, Indonesia

*harwan.fti@umi.ac.id

SARI

Bijih besi di daerah Pakke ditemukan berupa bongkah-bongkah bijih besi magnetit dan hematit yang berasosiasi dengan intrusi granodiorit dan pegmatit granodiorit. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui kondisi geologi, jenis batuan dan mineral pembawa bijih besi, serta karakteristik endapan bijih besi daerah penelitian. Tahapan pengambilan data berupa Pengamatan Singkapan. Pengambilan sampel litologi, menggunakan metode Rock Sampling. Metode analisis yang digunakan untuk menentukan karakteristik endapan bijih besi yaitu analisis petrografi untuk mengetahui jenis litologi, analisis mineragrafi untuk mengetahui mineral pembawa bijih dan analisis XRD (*X-Ray Diffraction*) untuk mengetahui himpunan mineral alterasi dan himpunan mineral bijih. Berdasarkan tipe alterasi dan mineralisasi diketahui bahwa tipe endapan bijih besi pada daerah penelitian yaitu endapan skarn. Dimana endapan skarn ini terbentuk proses metamorfisme kontak yang bertemperatur tinggi. Magma yang kaya akan silika mengintrusi batuan sedimen yang kaya akan karbonat seperti batugamping. Jenis batuan pada daerah penelitian yaitu batuan beku berupa basal yang diindikasikan sebagai source rock dan batuan karbonat berupa wackstone yang diindikasikan sebagai host rock atau batuan penyimpan bijih besi dimana mineral pembawa bijih besi yaitu magnetit, hematit dan goetit.

Kata kunci: bijih; mineragrafi; petrografi; alterasi; mineralisasi.

ABSTRACT

Iron ore in the Pakke area was found in the form of chunks of magnetite and hematite iron ore associated with granodiorite intrusion and granodiorite pegmatite (Utoyo, 2008). This study aims to determine the geological conditions, types of rocks and minerals carrying iron ore, as well as the characteristics of the iron ore deposits in the study area. The data collection stage was in the form of outcrop observation. The lithology sample was taken using the Rock Sampling method. The analytical methods used to determine the characteristics of iron ore deposits are petrographic analysis to determine the type of lithology, mineral analysis to determine ore carrier minerals and XRD (X-Ray Diffraction) analysis to determine alteration minerals and ore minerals.

How to Cite: Harwan, Nur, I., Maulana, A., Firdaus, Jafar, N., Heriansyah, A.F., 2020. Karakteristik Endapan Bijih Besi Daerah Pakke Desa Langi, Kecamatan Bontocani, Kabupaten Bone, Provinsi Sulawesi. Jurnal Geomine, 8(3): 203-213.

Published By:

Fakultas Teknologi Industri
Universitas Muslim Indonesia

Address:

Jl. Urip Sumoharjo Km. 05
Makassar, Sulawesi Selatan

Email:

geomine@umi.ac.id

Article History:

Submit 10 Agustus 2020

Received in from 12 Agustus 2020

Accepted 10 Desember 2020

Lisensec By:

[Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)





Based on the type of alteration and mineralization, it is known that the type of iron ore deposits in the study area is skarn deposits. Where this skarn deposit is formed a high temperature contact metamorphism process. Magma rich in silica extrudes carbonate-rich sedimentary rocks such as limestone. The type of rock in the research area is igneous rock in the form of basalt which is indicated as source rock and carbonate rock in the form of wackstone which is indicated as host rock or iron ore storage rock where the carrying minerals of iron ore are magnetite, hematite and goethite.

Keyword: ore; mineragraphy; petrography; alteration; mineralization.

PENDAHULUAN

Selama kurun waktu periode 2000–2009 bijih besi termasuk bahan galian yang banyak dicari oleh perusahaan tambang BUMN dan perusahaan swasta nasional yang bekerja sama dengan perusahaan dari Cina, Singapura dan Hongkong, sehingga terjadi kenaikan jumlah sumber daya bijih besi yang mencapai 712.464.366 ton dan cadangan 65.579.500 ton. Pada tahun 2010, nilai pasar atau bilai jual bijih besi Indonesia sangat tinggi yakni mencapai \$216 miliar. Pada tahun 2009, nilai sumberdaya bijih besi Indonesia mencapai 393.195.567 ton dan cadangan 2.216.000 ton (Ishlah, 2014). Daerah di Indonesia yang memiliki potensi sumberdaya bijih besi (*ore*) adalah daerah Bontocani, Kabupaten Bone, Provinsi Sulawesi Selatan. Bijih besi di daerah ini ditemukan berupa bongkah-bongkah bijih besi magnetit dan hematit yang berasosiasi dengan intrusi granodiorit dan pegmatit granodiorit (Utoyo, 2008). Penelitian detail tentang bijih besi masih sangat kurang sehingga perlu dilakukan kajian mengenai keberadaan dan tipe endapan bijih besi yang ada di Kabupaten Bone khususnya di daerah Bontocani yang meliputi karakteristik, diagenesa dan faktor-faktor yang mempengaruhinya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui himpunan mineral alterasi dan bijih pada daerah penelitian serta karakteristik endapan bijih besi. Berdasarkan hal-hal tersebut, maka diharapkan penulis dapat memahami kondisi endapan bijih besi daerah Bontocani terutama karakteristik endapan bijih besi di daerah penelitian.

METODE PENELITIAN

Metode pengambilan data dilakukan dengan pengamatan kondisi geologi umum daerah penelitian, menyangkut geomorfologi, stratigrafi, dan struktur geologi, dengan metode lintasan berupa open polygon (poligon terbuka), dengan stasiun pengamatan bersifat random. Pengamatan geologi umum meliputi, penentuan titik pengambilan data (*Plotting*), dengan menggunakan GPS, pengamatan Singkapan, meliputi deskripsi singkapan dan pengambilan foto singkapan, deskripsi litologi, pengambilan sampel litologi (*Sampling*), metode yang digunakan hanya berupa Rock Sampling, yaitu pengambilan sampel pada batuan (singkapan) berukuran hand spacement tanpa interval tertentu.

Analisis petrografi pada sayatan poles dimaksudkan untuk mengetahui batuan pembawa dan batuan sampling endapan bijih besi yang terdapat di daerah Pakke Kecamatan Bontocani. Pada analisis petrografi sampel dibuat menjadi sayatan tipis dan di analisis di bawah mikroskop polarisasi Nikon Tipe LV 100ND Pol. Preparasi sampel dilakukan di Laboratorium Preparasi dan Analisis Petrografi dilakukan di Laboratorium Mineral Optik Departemen Geologi Universitas Hasanuddin.

Analisis mineragrafi pada sayatan poles dimaksudkan untuk mengetahui himpunan mineral bijih, tekstur mineral bijih dan menentukan paragenesis endapan bijih yang terjadi pada daerah penelitian. Pada analisis ini sampel dibuat menjadi sayatan poles dan diamati dibawah mikroskop bijih Nikon Tipe LV 100ND Pol. Preparasi sampel untuk sayatan poles dilakukan di Laboratorium Preparasi dan analisis mineragrafi dilakukan di Laboratorium Mineral Optik Departemen Geologi Universitas Hasanuddin.



Pengamatan terhadap mineral dengan mikroskop terkadang terkendala karena terbatasnya jenis mineral yang dapat diidentifikasi. Untuk mengatasi hal tersebut digunakanlah metode analisis XRD. Teknik ini dimaksudkan untuk menentukan mineral bijih dan mineral alterasi yang sangat halus yang tidak dapat dilihat secara petrografi dan mineragrafi. Pada analisis XRD, sampel yang diperoleh dilapangan di hancurkan menjadi bubuk halus dan selanjutnya di masukkan ke dalam alat XRD. Analisis XRD menggunakan XRD Shimadzu XRD-7000L dilakukan di Laboratorium Geokimia Mineral Departemen Geologi Universitas Hasanuddin.

HASIL DAN PEMBAHASAN

KONDISI GEOLOGI

Geomorfologi

Morfologi daerah Pakke, yaitu gabungan batuan vulkanik dan batuan sedimen (batugamping). Satuan morfologis yang berbukit di bagian selatan dengan kemiringan tidak curam. Elevasi morfologi di daerah ini berkisar dari 300 sampai 640 meter di atas permukaan laut (Widi *et al.*, 2007).

Stratigrafi

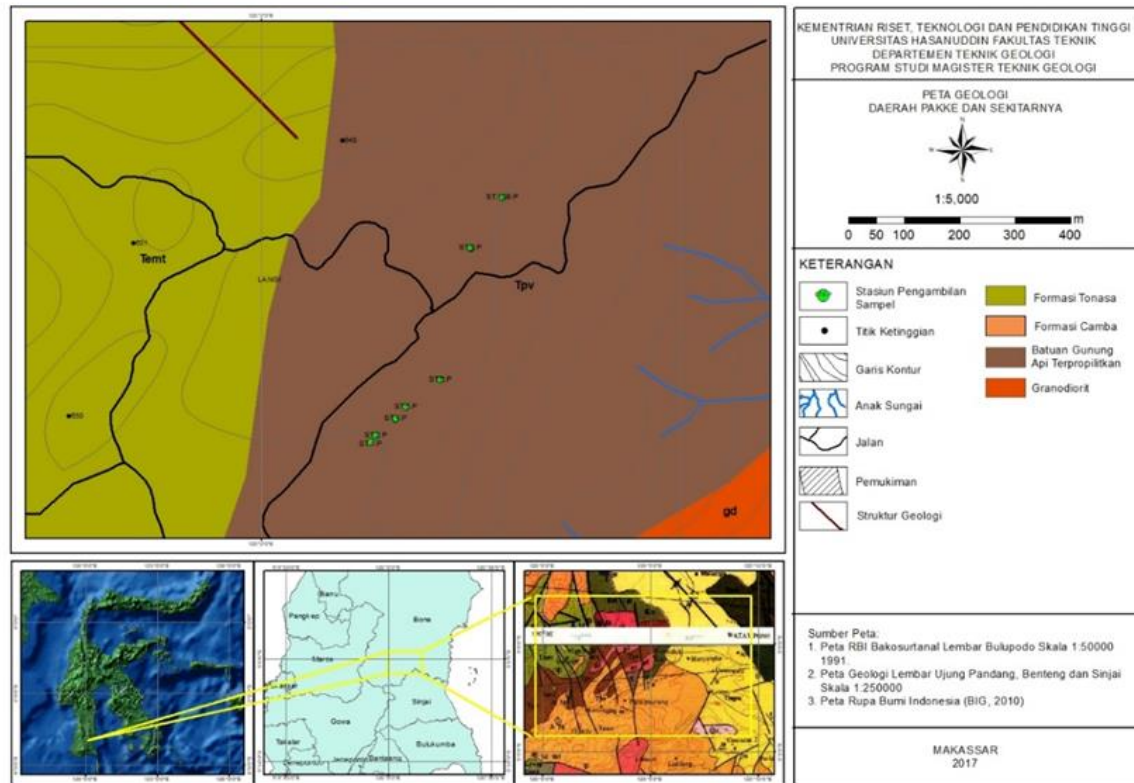
Berdasarkan Peta Geologi Lembar Ujung Pandang, Benteng, dan Sinjai (Sukanto dan Supriatna, 1982) diketahui bahwa batuan yang menyusun daerah penelitian dan sekitarnya terdiri dari satuan Batuan Gunungapi Langi (Tpv), Formasi Tonasa (Tmt), Granodiorit (gd), Anggota Batuan Gunungapi Camba (Tmcv).

Batuan Gunungapi Langi (Tpv); ini memiliki ketebalan sekitar 400 m, ditindih tidak selaras oleh batugamping Formasi Tonasa berumur Eosen, dan diterobos oleh batuan granodiorit (gd). Hasil penarikan umur berdasarkan sifat radioaktif dari contoh tufa dari bagian bawah batuan menghasilkan umur 63 juta tahun atau Paleosen.

Formasi Tonasa (Tmt); batugamping, sebagian berlapis dan sebagian pejal, koral, bioklastika dan kalkarenit, dengan sisipan napal globigerina. Formasi ini tebalnya ± 1750 m, tidak selaras menindih Batuan Gunungapi Langi (Tpv) dan ditindih oleh Formasi Camba (Tmc); di beberapa tempat diterobos oleh retas, sill dan stock bersusunan basal dengan diorit, berkembang baik di sekitar Tonasa pada daerah Lembar Pangkajene dan Watampone Bagian Barat (Sukanto dan Supriatna, 1982).

Granodiorit (gd); terobosan granodiorit, batumannya berwarna kelabu muda, di bawah mikroskop terlihat adanya feldspar, kuarsa, biotit, sedikit piroksin dan hornblende, dengan mineral pengiring zirkon, apatit dan magnetit; mengandung senolit bersifat diorit, diterobos retas aplit, sebagian yang lebih bersifat diorit dan mengalami kaolinisasi. Batuan terobosan ini tersingkap di sekitar daerah Biru, menerobos batuan dari Formasi Marada (Km) dan Batuan Gunungapi Terpropilitkan (Tpv), tetapi tidak ada kontak dengan batugamping Formasi Tonasa (Tmt). Umur berdasarkan sifat radioaktif dari contoh granodiorit yang menghasilkan umur 19 - 2 juta tahun diinterpretasikan terobosan batuan ini berlagsung pada Kala Miosen Awal.

Formasi Camba (Tmcv): batuan sedimen laut berselingan dengan batuan gunungapi, batupasir tufaan berselingan dengan tufa batupasir dan batulempung; bersisipan napal, batugamping, konglomerat dan breksi gunungapi. dan batubara.



Gambar 1. Peta Geologi Daerah Penelitian

Struktur Geologi

Struktur geologi yang dikembangkan di wilayah ini adalah lipatan dan patahan Struktur ini umumnya terbentuk bagian dari sistem patahan Palu - Koro, salah satu sistem struktur utama yang berkembang dengan baik di Sulawesi.

Kondisi Batuan

Kondisi batuan pada daerah penelitian berdasarkan analisis petrografi, diperoleh jenis batuan berupa Basal Porfiri dan Wackstone.

Basal Porfiri

Sayatan batuan beku warna absorpsi abu-abu, warna interferensi abu-abu kehitaman, tekstur kristalinitas hipokristalin, granularitas porfiroafanitik, bentuk euhedral – subhedral, relasi inequigranular, struktur masif, dan tekstur khusus porfiritik. Terdiri dari mineral dengan ukuran mineral $< 0,02 - 2,2$ mm dan massa dasar. Komposisi mineral berupa labradorit, piroksen, mineral opak, massa dasar (kristallit plagioklas, kristallit piroksen dan gelas). Indeks warna 50.

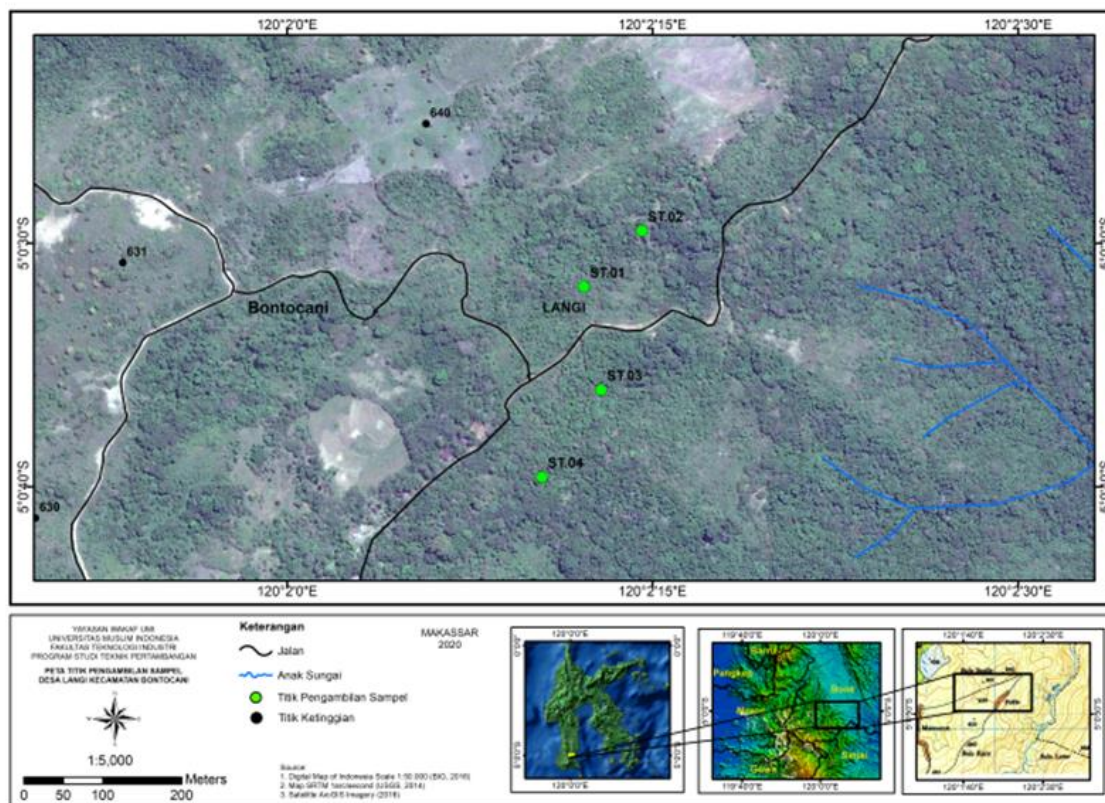


Gambar 2. a. Foto singkapan batuan pada stasiun 01; b. Foto mikrograf sampel batuan stasiun 01.

Wackstone

Sayatan batuan sedimen karbonat warna absorpsi coklat, warna interferensi maksimum coklat kemerahan. Tekstur batuan klastik kasar, ukuran butir $<0,02 - 1,6$ mm. Komposisi material terdiri dari grain, mud berupa mineral kalsit berukuran halus dan mineral opak.

Pengamatan langsung dilapangan pada daerah penelitian di dua stasiun pengamatan yaitu ST.02 (Gambar 2) memperlihatkan batuan karbonat kontak dengan bijih besi. Arah kontak pada batuan karbonat dengan bijih besi yaitu $N 280^{\circ} E$ sedangkan arah penyebaran batuan karbonat $N 10^{\circ} E$.



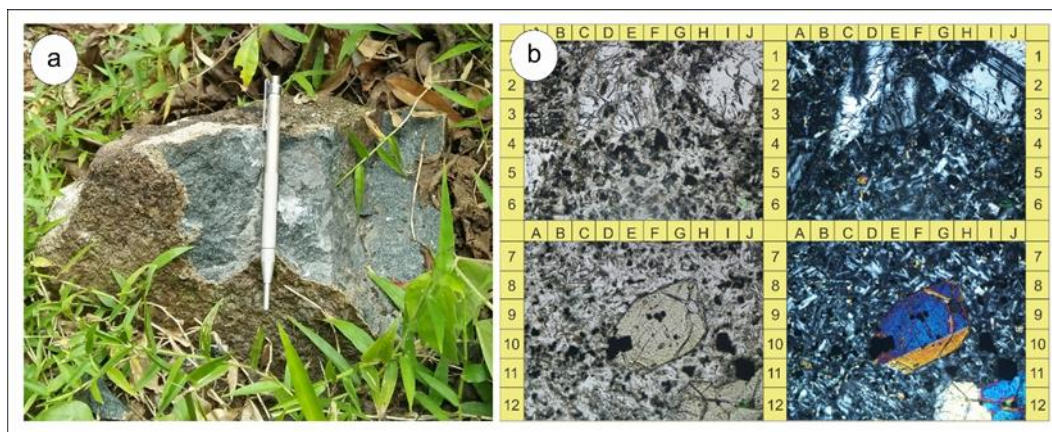
Gambar 3. Peta Titik Pengambilan Sampel

Mineralogi

Kondisi mineralogi pada daerah penelitian diketahui melalui proses analisis petrografi untuk mineral transparan atau mineral pembawa batuan, analisis mineragrafi untuk mineral pembawa bijih besi serta analisis XRD untuk mineral-mineral dengan kondisi yang tidak bisa diketahui dengan menggunakan petrografi dan mineragrafi.

Stasiun 01

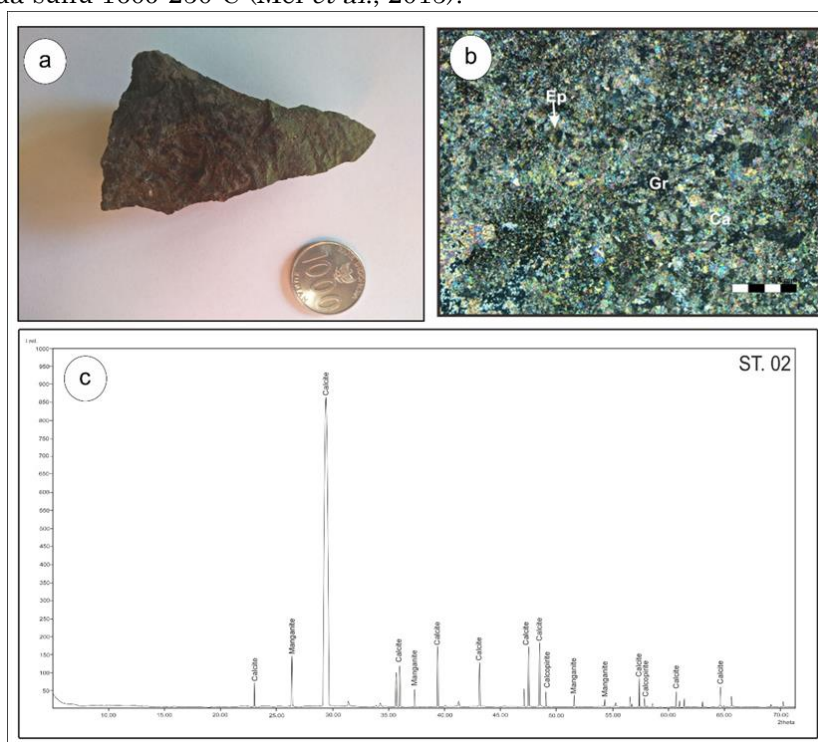
Pada stasiun 01 dijumpai batuan yang diindikasikan merupakan batuan sumber dari mineral bijih yang terdapat pada daerah penelitian sesuai dengan peta geologi daerah penelitian menurut sukanto dan supriatna, 1982. Komposisi mineral berupa labradorit, piroksen, mineral opak, massa dasar (kristallit plagioklas, kristallit piroksen dan gelas). Pada stasiun ini sampel yang diambil tidak mengindikasikan adanya mineral bijih besi.



Gambar 4. a. Foto singkapan batuan pada stasiun 01; b. Foto mikrograf sampel batuan stasiun 01.

Stasiun 02.A

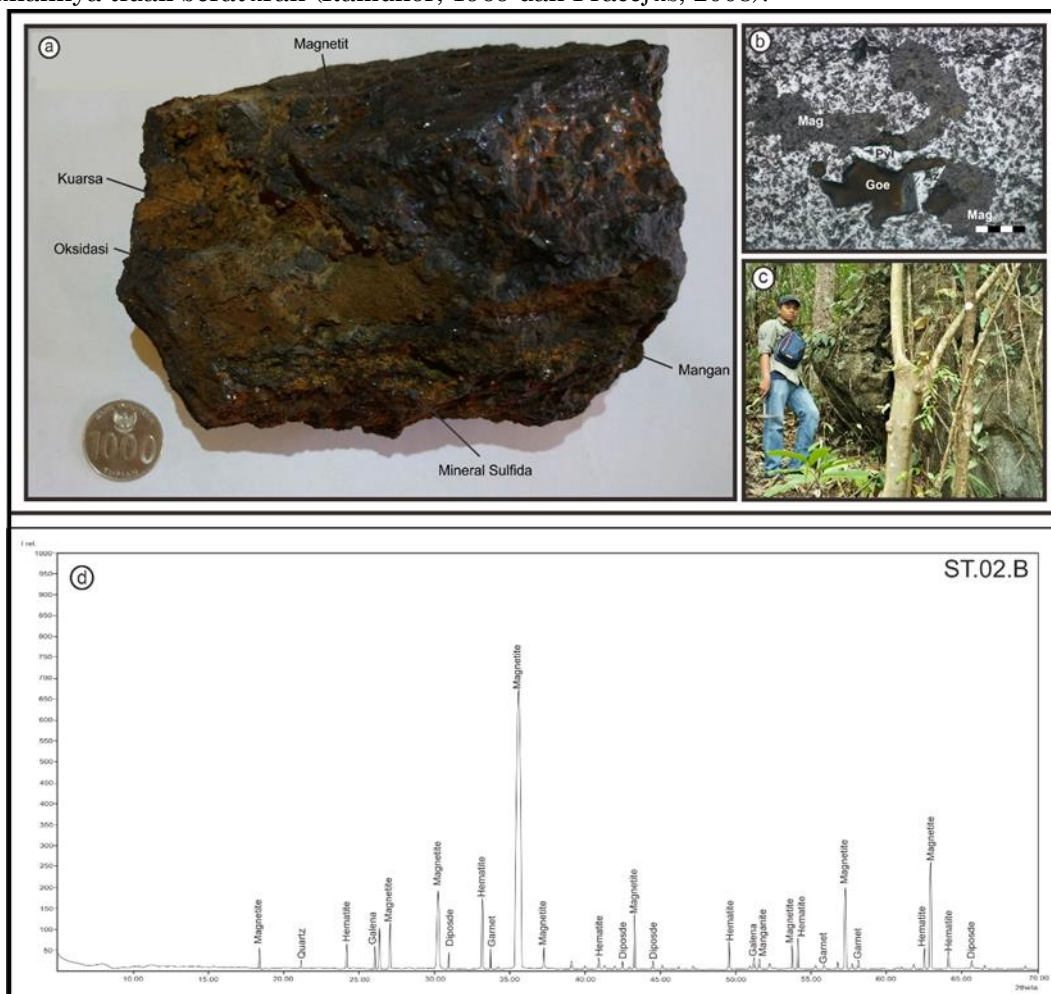
Pada stasiun 02.A dijumpai batuan yang diindikasikan sebagai host rock dari bijih besi. Batuan ini merupakan batuan karbonat yang telah mengalami alterasi. Berdasarkan hasil analisis petrografi komposisi mineral yang teridentifikasi berupa kalsit, epidot dan garnet (Gambar 5.a). Analisis XRD memperlihatkan hasil yang lebih bervariasi dimana mineral-mineral yang diidentifikasi berupa mineral utama penyusun batuan yaitu kalsit dan mineral-mineral penciri mineralisasi yaitu manganit dan kalkopirit (Gambar 5.c). mineral manganit merupakan mineral pembawa bijih mangan yang terbentuk pada suhu $>550^{\circ}\text{C}$ (Hawkins *et al.*, 2017) dan kalkopirit merupakan mineral pembawa bijih besi dan tembaga dimana mineral ini terbentuk pada suhu 160°C - 250°C (Mei *et al.*, 2015).



Gambar 5 a. Foto sampel batuan pada stasiun 02 berupa batugamping teralterasi; b. Fotomikrograf sayatan batuan yang memperlihatkan kehadiran mineral garnet (Gr), epidot (Ep) dan kalsit (Ca); c. Difraktogram XRD stasiun 02 memperlihatkan kehadiran mineral kalsit, manganit dan kalkopirit.

Stasiun 02.B

Pada stasiun 02.B dijumpai singkapan bijih besi yang kontak dengan batuan karbonat (Gambar 6.c). Sampel tersebut dianalisis menggunakan analisis mineragrafi. Pada analisis mineragrafi dijumpai mineral pembawa bijih besi yaitu magnetit, hematit dan goetit, mineral pembawa bijih mangan pyrolusit. Mineral bijih pada pengamatan mineragrafi memiliki tekstur intergrowth atau tumbuh bersama dapat diamati antara mineral magnetit dan pirolusit. Tekstur intergrowth terjadi akibat perubahan temperatur yang tinggi serta pengaruh jenis mineral yang menyebabkan penyimpangan struktur kristalografi atau dengan kata lain susunannya tidak beraturan (Ramdhor, 1969 dan Pracejus, 2008).

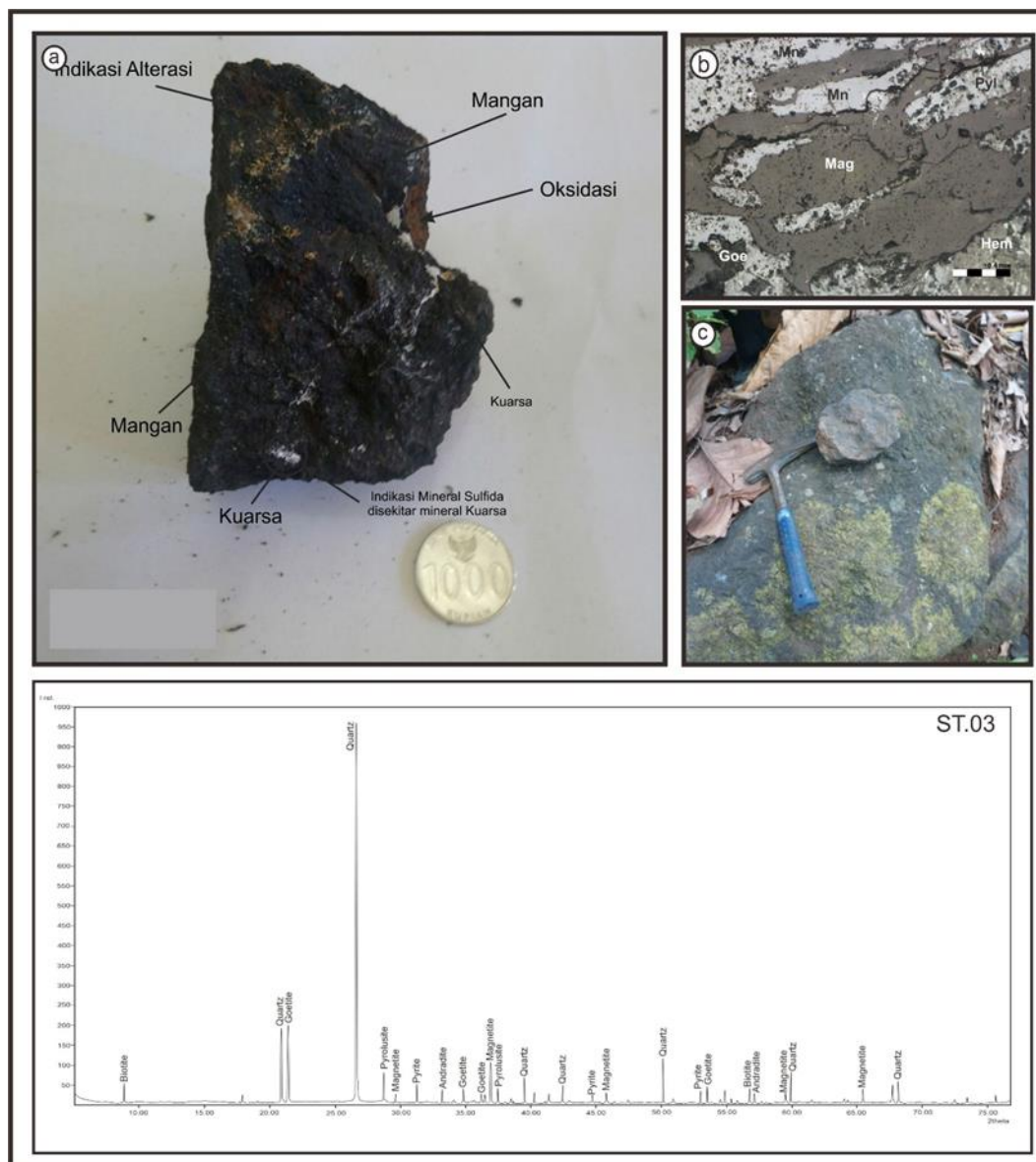


Gambar 6 a. Foto sampel pada singkapan stasiun 02 yang memperlihatkan kehadiran mineral sulfida, bijih besi, mangan dan kuarsa; b. Fotomikrograf sayatan poles sampel yang memperlihatkan kehadiran mineral magnetit, pyrolusit dan manganit; c. Foto lokasi stasiun 02 yang memperlihatkan kontak bijih besi dan batuan karbonat; d. Difraktogram sampel ST.02.B yang memperlihatkan kehadiran mineral bijih besi berupa magnetit, hematit, goetit dan mineral bijih mangan berupa pyrolusit dan manganit.

Berdasarkan analisis XRD memperlihatkan kehadiran mineral pembawa bijih besi berupa magnetit, hematit dan goetit. Mineral magnetit dan hematit merupakan mineral utama pembawa bijih besi dengan asosiasi berupa mineral pyrolusit dan manganit yang merupakan mineral pembawa bijih mangan.

Stasiun 03

Pada stasiun 03 dijumpai singkapan bijih besi yang berasosiasi dengan bijih mangan. Berdasarkan analisis mineragrafi sampel pada stasiun ini memperlihatkan kehadiran mineral magnetit, hematit, goetit dan manganit.



Gambar 7 a. Foto sampel pada singkapan stasiun 03 yang memperlihatkan kehadiran mineral sulfida dan indikasi alterasi; b. Fotomikrograf sayatan poles yang memperlihatkan kehadiran mineral magnetit dan manganit; c. Foto lokasi stasiun 03; d. Difraktogram sampel ST.03 yang memperlihatkan kehadiran mineral bijih besi berupa magnetit, hematit, goetit dan mineral bijih mangan berupa pyrolusit dan manganit.

Berdasarkan analisis XRD sampel stasiun 03 (Gambar 7.d) memperlihatkan kehadiran mineral pembawa bijih besi berupa magnetit, hematit dan goetit. Mineral magnetit dan hematit merupakan mineral utama pembawa bijih besi dengan asosiasi berupa mineral manganit yang merupakan mineral pembawa bijih mangan serta mineral sulfida berupa pirit.



Karakteristik Endapan Bijih Besi

Karakteristik endapan bijih besi dapat diketahui berdasarkan tipe alterasi dan mineralisasi pada daerah penelitian. Tipe alterasi diidentifikasi berdasarkan hasil analisis petrografi dan XRD sedangkan untuk mineralisasi diidentifikasi berdasarkan hasil analisis mineragrafi pada sampel yang diperoleh di lapangan.

Tipe alterasi pada daerah penelitian dari hasil analisis petrografi dijumpai mineral-mineral berupa kalsit, epidot dan garnet. Mineral garnet diperkirakan terbentuk pada suhu berkisar 400-600°C (Ugurcan dan Oyman, 2016). Sedangkan hasil analisis XRD memperlihatkan kehadiran mineral penciri alterasi yaitu diopsid dan wollastonit. Diopsid merupakan mineral grup piroksin yang terbentuk pada suhu sekitar 600°C, sedangkan wollastonit terbentuk pada suhu yang sama tetapi dengan tekanan yang berbeda (Hawkins et al., 2017). Berdasarkan himpunan mineral tersebut diketahui bahwa pada daerah penelitian tipe alterasi yang berkembang adalah tipe alterasi skarn (Pirajno, 2009).

Mineralisasi yang terbentuk pada daerah penelitian berdasarkan pengamatan lapangan dan megaskopis memperlihatkan kehadiran bijih besi mengisi rekahan pada batuan karbonat. Pada pengamatan sayatan poles dan analisis XRD mineral bijih memperlihatkan kehadiran mineral pembawa bijih besi berupa magnetit, mangan dan mineral sulfida. Menurut Yao et al (2015), magnetit pada endapan skarn terbentuk pada suhu sekitar 600°C-400°C. Sedangkan mineral asosiasinya berupa hematit terbentuk pada suhu berkisar 200°C-130°C (Zhou et al., 2017).

Berdasarkan tipe alterasi dan mineralisasi diketahui bahwa tipe endapan bijih besi pada daerah penelitian yaitu endapan skarn. Dimana endapan skarn ini terbentuk proses metamorfisme kontak yang bertemperatur tinggi (Meinert, 1993). Magma yang kaya akan silika mengintrusi batuan sedimen yang kaya akan karbonat seperti batugamping. Daerah atau zona yang dekat dengan intrusi tersebut akan mengalami proses pembakaran (*baked*) dan terjadi proses metamorfisme kontak yang selanjutnya akan terjadi penambahan unsur-unsur penyusun dari magma kedalam batugamping (metasomatisme), terutama penambahan unsur silika dan kalsium dan pengurangan unsur pada batugamping (Meinert, 2005). Unsur silika dan kalsium tersebut akan bergabung untuk membentuk mineral-mineral yang kaya akan calcium silica pada temperatur yang tinggi (Maulana A. 2017).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Jenis batuan pada daerah penelitian yaitu batuan beku berupa basal yang diindikasikan sebagai source rock dan batuan karbonat berupa wackstone yang diindikasikan sebagai host rock atau batuan penyimpan bijih besi.
- Mineral pembawa bijih besi pada daerah penelitian magnetit, hematit dan goetit. Selain mineral pembawa bijih besi dijumpai pula mineral pembawa bijih mangan berupa manganit dan pirolusit serta mineral sulfida berupa pirit dan kalkopirit.
- Tipe endapan bijih besi pada daerah penelitian berdasarkan hasil analisis alterasi dan mineralisasi yaitu endapan skarn.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis berterima kasih kepada Lembaga Penjaminan Mutu dan Sumber Daya (LP2S) Universitas Muslim Indonesia yang telah mendanai penelitian ini. Ucapan terimakasih juga kepada Pemerintah Kabupaten Bone yang telah memberikan kesempatan untuk mengambil data penelitian.



REFERENSI

- Hawkins, T., Smith, M.P, Herrington, R.J., Maslennikov, V., Boyce, A.J., Jeffries, T., Creaser, R.A. 2017. *The Geology and Genesis of The Iron Skarn of Turgai Belt, Northwestern Kazakhstan*. Ore Geology Reviews. Vol 85: 216-246.
- Ishlah, T. 2004. *Mineral Indonesia: Dari Pasar Mineral ke Strategi Eksplorasi*. Geomagz. 48-57.
- Maulana, A. 2017. Endapan Mineral. Penerbit Ombak. Yogyakarta. 179 Hal.
- Meinert, L.D. 1993. *Skarns and Skarn Deposits, In Sheahan P. A., Cherry M. E., Ore Deposit Models Volume II*. Love Printing Services Ltd. Stittsville: Ontario. pp. 117-134.
- Meinert, L.D., G.M. Dipple., Nicolescu. 2005. *World Skarn Deposits*. Economic Geology 100th anniversary. Vol : 299-366.
- Mei, W., Lu., Xinbiao., Cao, Xiaofeng., Liu, Z., Zhao, Y., Ai, Z., Tang, R., Abfaua, M.M. 2015. *Ore genesis and hydrothermal evolution of the Huanggang skarn iron-tin polymetallic deposit, southern Great Xing'an Range: Evidence from fluid inclusions and isotope analyses*. Ore Geology Reviews. Vol. 64 : 239-252.
- Pirajno, F. 2009. *Hyrothermal Processes and Mineral System*. Springer Science and Business Media: Australia.
- Pracejus, B. 2008. *The Ore Minerals Under the Microscope*. Atlases in Geoscience 3. Elsevier. Amsterdam.
- Ramdhor, P. 1969. *The Ore Minerals and Their Intergrowth*. Second Edition. Pergamon Press, Oxford.
- Sukamto, R. dan Supriatna, S. 1982. *Peta Lembar Ujung Pandang, Benteng dan Sinjai*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi: Bandung.
- Utoyo, H. 2008. *Bijih Besi Bontocani Kabupaten Bone Sulawesi Selatan*. Jurnal Sumber Daya Geologi. 18: 303 – 307.
- Ugurcan, O.G., Oyman, T. 2016. *Iron Mineralization and Associated Skarn Development Around South Contact of The Ergrigoz Pluton (North Menderes Massif-Turkey)*. Journal of African Earth Sciences. Vol 126: 308-337.
- Widi, B. N., Pardiarto, B., dan Mulyana. 2007. *Mineralization System Of The Iron Ore Deposits In Bontocani District And Its Adjacent Bone Regency, South Sulawesi Province*. Proceeding Joint Convention Bali 2007. Center for Geological Resources, Geological Agency.
- Yao, L., Xie. G., Mao, J., Lu, Z., Zhao, C., Zheng, X., Ding, N. 2015. *Geological, geochronological, and mineralogical constraints on the genesis of the Chengchao skarn Fe deposit, Edong ore district, Middle-Lower Yangtze River Valley metallogenic belt, eastern China*. Journal of Asian Earth Science. Vol. 101: 69-82.
- Zhou, Z. Mao, J. Che, H. Ouyang, H. Ma, Xinghua. 2017. *Metallogeny of the Handagai skarn Fe-Cu deposit, northern Great Xing'an Range, NE China: Constraints on fluid inclusions and skarn genesis*. Ore Geology Reviews. Vol. 80: 623-644.