Model Genesa Endapan Besi di Kecamatan Kendawangan, Ketapang, Kalimantan Barat

Rian Andriansyah¹

^{1.} Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik dan Desain, Institut Teknologi Sains Bandung, Bekasi, Indonesia
Email: rian.andriansyah@gmail.com

Informasi naskah:

Diterima
31 Juni 2019
Direvisi
30 Juli 2019
Disetujui terbit
04 Juli 2019
Diterbitkan
07 Agustus 2019

Abstrak

Besi merupakan unsur yang cukup melimpah di kerak bumi, dari 300 mineral yang pada dasarnya mengandung besi hanya 6 mineral yang dapat terkumulasi dan memiliki nilai ekonomis (bijih besi), yaitu magnetit, hematit, gutit, siderit, pirit, pirotit, dan chamosit. Bahan baku besi dibutuhkan baik oleh pasar dalam negeri maupun luar negeri, sehingga kegiatan pencarian endapan besi terus dilakukan. Kegiatan eksplorasi endapan besi akan lebih efisien bila penentuan model genesa endapan besi dapat lebih awal diketahui. Daerah Kendawangan di Provinsi Kalimantan Barat merupakan salah satu daerah prospek endapan besi yang menarik untuk menjadi objek penelitian. Metode penelitian yang diterapkan untuk mengetahui genesa pembentukan endapan besi ini yaitu melalui proses pemetaan geologi dan analisis petrografi dan mineragrafi tanpa melakukan survei geofisika. Bijih besi masif hematit dan magnetit di daerah Bajal, Air Jamai, Bukit Kedijo terbentuk oleh proses hidrotermal. Diperkirakan pengendapan bijih besi hematit dan magnetit pada batuan sampling mikrogranit terjadi secara epigenetik pada fase mesothermal dan epitermal yang ditandai adanya mineral serisit dan mineral lempung sebagai mineral ubahan pada batuan induk. Selain bijih besi masif, terdapat juga endapan kolvium besi limonit dengan ketebalan kurang lebih 3m. Kualitas bijih besi masif daerah penelitian memiliki kadar rata-rata Fe total sekira 60% sedangkan bijih besi butiran memiliki kadar rata-rata Fe total sekira 30%.

Kata-kunci: *besi, epigenetik, hematit, hidrotermal, magnetit*

1. PENDAHULUAN

Endapan besi, baik sebagai endapan primer maupun sebagai endapan sekunder, kelimpahannya tersebar di beberapa daerah di Pulau Kalimantan, antara lain di Kenyala, Kotawaringin Timur, Kalimantan Tengah; Pulau Sebuk, Kotabaru, Kalimantan Selatan; Daerah Paloh, Sambas, Kalimantan Barat; Daerah Kukusan, Tanah Bumbu, Kalimantan Selatan; Daerah Plehari, Kalimantan Selatan; dan Daerah Kendawangan, Ketapang

Kalimantan Barat. Di dalam kegiatan eksplorasi endapan besi, pengetahuan mengenai proses pembentukan dan model genesa endapan besi menjadi faktor yang cukup mendukung untuk mengetahui penyebaran dan kuantitas potensi sumberdaya endapan besi. Berbekal pengetahuan tersebut maka metode dan teknik eksplorasi yang akan digunakan menjadi lebih mudah ditentukan sehingga kegiatan eksplorasi menjadi lebih efisien.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui proses pembentukan dan memperkirakan model endapan besi di daerah Kendawangan Kabupaten Ketapang, Propinsi Kalimantan Barat. Besi merupakan salah satu elemen yang cukup melimpah keberadaannya di dalam kerak bumi. Secara umum batuan kerak bumi mengandung 5% elemen besi. Kandungan besi di dalam batuan sedimen berkisar antara 2% – 3%, sedangkan di batuan basalt dan gabbro sekitar 8,5%. Batuan yang mengandung besi secara ekonomis dapat ditambang jika mengandung kadar besi antara 20%-69% atau dengan kata lain bahwa konsentrasi *clarke* besi adalah 4 – 14. Secara umum, endapan besi yang ekonomis untuk ditambang terbentuk melalui proses segregasi magmatik, hidrotermal, sedimentasi, dan pelapukan baik pelapukan di permukaan maupun bawah permukaan.

Terdapat kurang lebih 300 mineral yang pada dasarnya mengandung unsur besi dan hanya enam di antaranya yang dapat dikategorikan sebagai mineral bijih besi yaitu: (1) Magnetit (Fe_3O_4), berasosiasi dengan kuarsa dan sejumlah mineral besi karbonat dan besi silikat; (2) Hematit (Fe_2O_3), berasosiasi dengan gutit, kalsit, dan kuarsa klastik; (3) Gutit ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$), terutama berasosiasi dengan hematite dan mineral lempung; (4) Siderit (FeCO_3); (5) Pirit (FeS_2) dan Pirotit ($\text{Fe}(1-x)\text{S}$); (6) Chamosit ($\text{Fe}^{2+}, \text{Mg}, \text{Al}, \text{Fe}^{3+}$) $_6(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH}, \text{O})_8$, berasosiasi dengan gutit dan siderit.

Pembentukan genetik endapan primer mineral besi selalu berkaitan dengan proses endogen yaitu magmatik, pirometasomatik, dan hidrotermal, sedangkan endapan sekunder mineral besi berkaitan dengan proses eksogen yaitu sedimentasi, diagenesis dan pelapukan. Mineralisasi endapan mineral besi oleh proses hidrotermal dapat terbentuk berupa pods, lenses dan urat-urat (*veins*), dicirikan dengan dominan hadirnya mineral magnetit, dan hematit, serta sedikit pirit dan kalkopirit, yang menempati batuan vulkanik dan batuan beku terbreksikan. Empat klasifikasi endapan bijih besi berdasarkan proses pembentukan¹⁾ yaitu:

1. *Bedded Sedimentary Deposits.*

Konsentrasi besi di kerak bumi dihasilkan oleh sedimentasi kimiawi yang secara kimia dan mineralogi akan mengalami perubahan akibat gaya-gaya yang terjadi pada saat pengendapannya (proses diagenesa) dan juga mengalami perubahan secara mineralogi akibat induksi panas dan tekanan lingkungan pengendapan.

- a. *Banded iron-formation*, pada *precambrian*.
- b. *Ironstone*, pada *post precambrian*.

- c. Endapan sedimen lainnya seperti "*black band*" siderite, yaitu endapan siderit yang terbentuk sebagai lapisan tipis pada bagian lapisan batubara; *bog iron*, yaitu akumulasi besi oksida yang terbentuk di rawa atau danau dangkal.
2. Endapan yang berhubungan langsung dengan aktivitas pembekuan.
Konsentrasi besi yang terjadi selama proses pembentukan batuan beku terjadi dalam beberapa cara yaitu sebagai unsur pokok pada saat pembentukan mineral seperti Ilmenit yang terendapkan pada dasar ruang magma, sebagai tahap akhir dari fraksi magmatik yang terendapkan setelah semua mineral mengkristal, dan sebagai unsur fluida yang bergerak keluar ruang magma dan terendapkan pada batuan sekelilingnya.
3. Endapan yang terbentuk oleh proses hidrotermal.
Endapan yang terbentuk oleh proses hidrotermal dapat terbagi menjadi dua yaitu endapan yang bersumber dari tempat yang jauh yang kemudian tertransportasi dan terendapkan pada batuan nonferruginous sedangkan yang kedua yaitu endapan besi yang mengalami pengayaan relatif sehingga kadar besi menjadi meningkat.
4. Endapan yang terbentuk oleh proses pengayaan di permukaan maupun dekat permukaan.
Terdapat dua jenis endapan ini yaitu laterit dan residual enrichment. Endapan besi laterit umumnya berasal dari batuan ultrabasa serpentin yang dapat terbentuk hingga kedalaman beberapa meter. Umumnya mineral yang hadir adalah limonit (gutit) dengan kadar Fe 40-50%.

2. METODE

Penelitian diawali dengan kajian pustaka untuk mengetahui kondisi morfologi dan geologi regional. Morfologi daerah penelitian terbagi menjadi morfologi pebukitan landai-pedataran rendah (ketinggian <50 m dpl) diinterpretasikan tersusun oleh endapan alluvium dan atau rawa serta morfologi pebukitan landai bergelombang rendah-sedang (ketinggian sekitar 50 m – 450 m dpl) yang diinterpretasikan dominan dibentuk oleh litologi batuan beku dan sedimen Formasi Ketapang dan Formasi Kerabai Vulkanik. Sungai umumnya berpola dendritik, mengalir ke arah timur/barat menuju S. Kendawangan, S. Tangar dan akhirnya ke laut. Daerah kajian tersusun oleh litologi dari muda ke tua (Gambar 1) yaitu:

1. Aluvium, berumur Kuarter, terdiri dari empung, pasir, kerikil dan kerakal, pasir berlapis silang-siur, bentuk lensa memanjang tebal 10 cm, kerikil dan kerakal berkomposisi granit, diorit dan andesit. Satuan alluvium ini merupakan endapan sungai dan endapan pantai, dengan ketebalan lebih dari dua meter.
2. Endapan Rawa, berumur Kuarter, terdiri dari rombakan batuan tua berupa lempung, lumpur dan pasir halus, berkomposisi sisa tumbuhan menempati dataran rendah di bagian barat dan selatan.
3. Formasi Gunung Api Kerabai, berumur Kapur Atas, terdiri dari perselingan batulempung dan batupasir, tufa sela, tufa hablur dan lava vulkanik, tufa sela andesitan, terepidotkan, devitrifikasi, terkersikan, terlimonitisasi, tufa hablur dasitan,

terkersikan; lava, amygdaloidal, batupasir dan batulempung berlapis, setempat bersisipan breksi aneka bahan. yang terendapkan dalam lingkungan fluviatil-delta-paralik ketebalan mencapai 500 - 1000 m.

4. Formasi Ketapang, berumur Yura Tengah – Kapur Atas, terdiri batupasir kuarsa, batulanau, dan serpih, batupasir kuarsa kelabu muda tufaan, halus, berbutiran membundar tanggung, terpilah baik, setempat terkersikan dan terlimonitkan, batulanau dan serpih terdiri mineral kuarsa, felspar dan kepingan karbon, kersikan dan fosilan diendapkan pada lingkungan darat-laut dangkal, ketebalan mencapai 1000 m.

Gambar 1. Peta geologi regional daerah penelitian ²⁾

Kegiatan dilanjutkan dengan pemetaan langsung di lapangan meliputi pengamatan morfologi, pengamatan litologi dan struktur geologi, pengamatan singkapan batuan dan endapan besi, pengambilan conto batuan dan endapan besi, serta dokumentasi lapangan. Kemudian berlanjut dengan kegiatan laboratorium meliputi pengamatan petrografi dan mineragrafi, serta analisis kualitas kadar besi. Terdapat 28 titik pengamatan singkapan, 11 sampel untuk analisis petrografi dan mineragrafi (Gambar 2), dan 5 sampel untuk analisis kadar conto bijih besi.

Gambar 2. Foto mikrografi sayatan tipis sampel KDR 27.

Pada Gambar 2 terlihat mineral lempung, berbutiran sangat halus ukuran lempung, terdapat dominan penyusun batuan tufa; kuarsa, butiran sangat halus-halus, terdapat dominan tersebar dalam masa batuan, sebagian sebagai urat dan fragmen pada batuan (C8, foto kiri); felspar, sebagai fragmen mineral terdapat hanya sedikit pada masa batuan tufa; serisit, nampak berserabut, warna interferensi relatif tinggi (biru-kuning) terdapat sebagai mineral ubahan sekunder oleh proses hidrotermal, tersebar hanya sedikit pada masa batuan, sebagian sebagai urat halus “veinlet” (E,F 7 foto kiri); illit, bentuk seperti menjarum serabut halus warna kekuningan, terdapat tersebar tidak merata pada masa batuan (D6 foto kiri); hematit, terdapat sebagai urat hingga tebal 300 mikron – 500 mikron (M1-2 foto kanan), sebagian bersama kuarsa (E7 foto kiri); limonit/gutit, warna merah kecoklatan, terdapat sedikit, sebagian menempati bagian tepi dari mineral hematit (B3, F7, I6 foto kanan).

3. PEMBAHASAN

3.1. Litologi dan Stratigrafi

Litologi yang terdapat pada daerah penelitian terdiri dari: Mikrogranit, sebagian terubahkan kaolinisasi, sebagian retak-retak diisi urat hematite, berukuran mm hingga 10 cm; Ubahan Dioritik Porfiritik warna kelabu, ditandai dengan sub disemenasi butiran halus sulfida pirit; Ubahan Dioritik warna putih agak kekuningan, sebagian retak-retak diisi urat halus kuarsa dan urat hematite; Sedimen Batupasir dan Batupasir Kuarsa yang diperkirakan bagian dari Formasi Vulkanik Kerabai; Breksi Terubah Tersierkan yang diperkirakan sebagai bagian dari Formasi Vulkanik Kerabai, sebagian retak-retak diisi oleh urat hematite, berarah N 120° E / N 290° E dan N 20° E.

Stratigrafi unit batuan dari yang tua ke muda diinterpretasikan sebagai berikut: Breksi Terubah, dan Lava Andesitik, serta Sedimen Batupasir dan Batu Pasir Kuarsa adalah bagian dari Formasi Vulkanik Kerabai yang berumur Kapur; Mikrogranit, dibandingkan dengan intrusi batolit granit berumur Kapur Atas; Intrusi Andesitik/Dioritik Porfiritik Terubah berkomposisi mineral felspar terubah, masa dasar terubah, bermineral sub disemenasi sulfida pirit, dibandingkan dengan intrusi diorit-Sintang berumur Tersier;

Breksi Hidrotermal, polimik, dicirikan terdapat fragmen batuan mikro-granitik dan fragmen mineral hematite.

3.2. Struktur Geologi

Struktur geologi regional ditandai oleh kelurusan liniasi sesar berarah timur laut-baratdaya yang berada di sekitar pebukitan bukit Kediyo, sesar berarah baratlaut-tenggara yang menempati bukit Panjang, dan sesar timur-barat di bagian barat laut bukit Kediyo, serta liniasi pelipatan sinklin dan antiklin berarah timur-timurlaut yang tersesarkan arah timur-barat di daerah Bukit Besi Kelampai. Berdasarkan pengamatan data lapangan, maka dapat diinterpretasikan struktur sesar arah N 60° E terdapat di daerah Bajal. Di bagian timur yaitu di daerah Bukit Besi Kelampai terdapat singkapan endapan besi yang menunjukkan ciri adanya sesar berarah N 330° E/60°. Diperkirakan bahwa pola struktur sesar ada kaitannya dengan mineralisasi endapan mineral besi magnetit, hematite, dan endapan sulfida pirit.

3.3. Mineralisasi

Di daerah penelitian, ditemukan urat-urat hematite pada batuan mikro granitik dan pada batuan breksi berubah serta terdapat zonasi akumulasi bongkah-bongkah magnetit dan hematite di daerah Bajal. Bongkah ini diperkirakan berdimensi 100 m – 200 m lebar dan panjang 500 m, dengan tebal zonasi diperkirakan 6-8 m (vertikal), yang ditandai oleh distribusi endapan besi masif magnetit-hematit fragmental berukuran 1-2 m dan stockworks-vein hematite-magnetit pada bongkah-bongkah lapukan batuan ubahan, yang diperkirakan mempunyai perbandingan sekitar 40 : 60.

Berdasarkan pengamatan terhadap distribusi, posisi, ciri bentuk dan akumulasi endapan mineral besi magnetit dan hematite di lapangan, diinterpretasikan bahwa genetik pembentukan endapan besi magnetit dan hematite adalah oleh proses hidrotermal, yang terbentuk secara epigenetik menempati retakan-retakan pada batuan ubahan dioritik, retakan-retakan dengan ketebalan hingga 10 cm pada batuan mikrogranit, retakan-retakan hingga tebal 03cm pada batuan breksi berubah, dan sebagai lensa-lensa atau fragmen yang berukuran sekitar tebal 1m dan panjang 02 m pada batuan breksi berubah.

Selain itu, berdasarkan hasil analisis mikroskopi terdapat mineral serisit dan mineral lempung yang merupakan mineral akibat adanya alterasi hidrotermal. Mineral-mineral ini sebagian besar ditemukan hampir di seluruh conto batuan yang dianalisis. Batuan-batuan ini diperkirakan merupakan batuan induk yang menjadi tempat terjadinya mineralisasi hematit dan magnetit secara epigenetik.

Mineralisasi yang terbentuk secara epigenetik tersebut, ditandai pula oleh adanya urat-urat kuarsa halus (*veinlet*) yang memotong masa endapan mineral besi magnetit, dengan demikian diperkirakan bahwa terdapat proses mineralisasi lebih dari satu periode. Periode mineralisasi epigenetik pembawa endapan mineral besi magnetit dan hematite yang diduga

sebagai periode awal, kemudian berikutnya terdapat larutan hidrotermal epigenetic menempati masa endapan mineral besi magnetit-hematit.

3.4. Model Genesa Endapan

Di daerah bukit Air Jamai dan kaki Bukit Kedijo, diperkirakan hematit dan magnetit terbentuk secara epigenetik melalui proses hidrotermal. Hematit dan magnetit menempati batuan induk yaitu batuan mikrogranit dan batuan ubahan dioritik sebagai vein-veinlet yang berukuran 01 cm hingga 10 cm, dan juga sebagai fragmen dalam batuan breksi (Gambar 3).

Selain itu terdapat juga endapan besi berbentuk limonit, butiran berukuran kerikil-kerakal, diperkirakan merupakan endapan besi kolovium. Bijih besi hematit dan magnetit mengalami pelapukan secara mekanis yang kemudian terendapkan sebagai endapan kolovium. Endapan ini ditemukan di daerah Air Jamai dan tambang besi Bajal serta di selatan kaki bukit Kedijo. Sebaran endapan ini tidak luas dan berada di daerah dengan kemiringan landai (Gambar 4).

Tabel 1. Diagram proses pembentukan endapan besi di daerah penelitian.

Proses \ Umur	Kapur Atas	Tersier	Kuarter
Penerobosan batuan bersifat granit-diorit membentuk endapan batuan mikrogranit	-----		
Kegiatan tektonik seperti sesar	-----		
Intrusi magmatik yang disetarakan umurnya dengan intrusi sintang berumur tersier		-----	
Vein hematit/magnetit		-----	
Endapan besi magnetit/hematit		-----	
Pengangkatan		-----	
Pelapukan/laterisasi		-----

Gambar 3. Sketsa model genesa endapan besi Bukit Air Jamai dan Kaki Bukit Kediyo.

Gambar 4. Sketsa model genesa endapan besi Bukit Air Jamai dan sekitarnya.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa bijih besi hematit dan magnetit di daerah Bajal, Air Jamai, Bukit Kediyo terbentuk oleh proses hidrotermal. Diperkirakan pengendapan bijih besi hematit dan magnetit pada batuan sampling mikrogranit terjadi secara epigenetik pada fase mesothermal dan epitermal yang ditandai adanya mineral serisit dan mineral lempung sebagai mineral ubahan pada batuan induk. Endapan besi limonit yang terendapkan di daerah utara Air Jamai dan di daerah tambang Bajal merupakan endapan kolovium, diperkirakan memiliki ketebalan hingga tiga meter.

Survei geofisika dapat dilakukan untuk mengetahui kondisi bawah permukaan secara representatif. Selain itu, sumur uji di beberapa lokasi yang terindikasi terdapat endapan bijih besi butiran dapat dibuat untuk mengetahui dengan lebih baik kedalaman endapan dan variasi ukuran butir endapan bijih besi tersebut. Dengan dua hal tersebut, kegiatan eskplorasi endapan besi dapat memberikan informasi yang lebih representatif baik secara kualitatif maupun kuantitatif.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang sudah membantu dalam kelancaran penelitian yang dilakukan.

6. DAFTAR PUSTAKA

- 1) Brobst, Donald A. and Pratt, Walden P. (1973). United States Mineral Resources. Washington: United States Government Printing Office.
- 2) Sudana, D., Djamal, B. & Sukido. (1994). Peta Geologi Lembar Kendawangan Kalimantan Barat. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- 3) Van Bemmelen, R. W. (1970). The Geology of Indonesia, Vol. II. Economic Geology. Martinus Nijhoff, The Hague.
- 4) Pirajno, Franco. (1992). Hydrothermal Mineral Deposits-Principles and Fundamental Concepts for the Exploration Geologist. Springer-Verlag.

- 5) Cox, Dennis P. and Singer, Donald A. (1986). Mineral Deposits Models. U.S. Geological Survey Bulletin.
- 6) Evans, Anthony M. (1986). An Introduction to Ore Geology. Blackwell Scientific Publication, second Edition.
- 7) Edwards, Richard and Atkinson, Keith. (1986). Ore Deposit Geology. Chapman and Hall.