Bulletin of Scientific Contribution
GEOLOGY
Fakultas Teknik Geologi
UNIVERSITAS PADJADJARAN
homepage : http://jurnal.unpad.ac.id/bsc
p-ISSN : 1693 - 4873
e-ISSN : 2541 - 514X
Volume 15, No.2
Agustus 2017

# KARAKTERISTIK MINERALOGI ENDAPAN PASIR BESI DI DAERAH GALELA UTARA KABUPATEN HALMAHERA UTARA PROVINSI MALUKU UTARA

**Ahadi Ahmat Lamburu, Ildrem Syafri, Euis Tintin Yuningsih**
Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran
Email: ahdy_lamburu@yahoo.com

**ABSTRAK**

Daerah Galela Utara berada di pulau Halmahera Bagian Utara yang masuk ke dalam Kabupaten Halmahera Utara, provinsi Maluku Utara. Daerah penelitian ini berada pada daerah pantai dataran rendah di wilayah Halmahera Utara yang termasuk dalam Mandala Halmahera Barat. Morfologi dataran rendah yang berada di bagian timur pantai Halmahera membentang dari utara sampai selatan, yang memiliki potensi endapan pasir besi utamanya berada pada endapan aluvium. Mandala geologi Halmahera Barat sangat identik dengan sebaran batuan gunungapi dalam hal ini aktifitas vulkanisme, beberapa gunungapi yang masih aktif hingga sekarang ini. Formasi Bacan merupakan batuan yang terdiri dari breksi dengan komponen terdiri dari andesit dan basal serta batugamping dan lava sangat berkaitan dengan batuan sumber utama pembawa endapan pasir besi. Penelitian dilakukan berdasarkan metode analisis data dengan pendekatan statistik deskripsi univarian yang dinyatakan menggunakan tabel frekuensi dan histogram. Analisis parameter terdiri dari besar butir/ayak dan mineralogi butir. Sebaran endapan pasir besi di daerah penelitian yang diidentifikasi pada jumlah titik bor yang tersebar di bagian utara, blok tengah dan selatan. Penyebaran mineral magnetit sangat bervariasi yang tersebar banyak di bagian utara secara presentase sebesar 28.41%, dan di blok tengah sebaran magnetik sebesar 18.63% sedangkan yang ke arah bagian selatan sebesar 13.03%. Batuan ultramafik yang memiliki kandungan mineral-mineral berat yang kaya akan unsur-unsur Fe (besi/*iron*) dan Mg (magnesium) untuk kemungkinan berasal dari Formasi Bacan (Tomb) yang terdiri dari breksi dan lava dengan komponen andesitik serta basal dan Batuan Gunungapi Holosen (Qhva) terdiri dari lava dan breksi yang bersusunan andesit sampai basal.

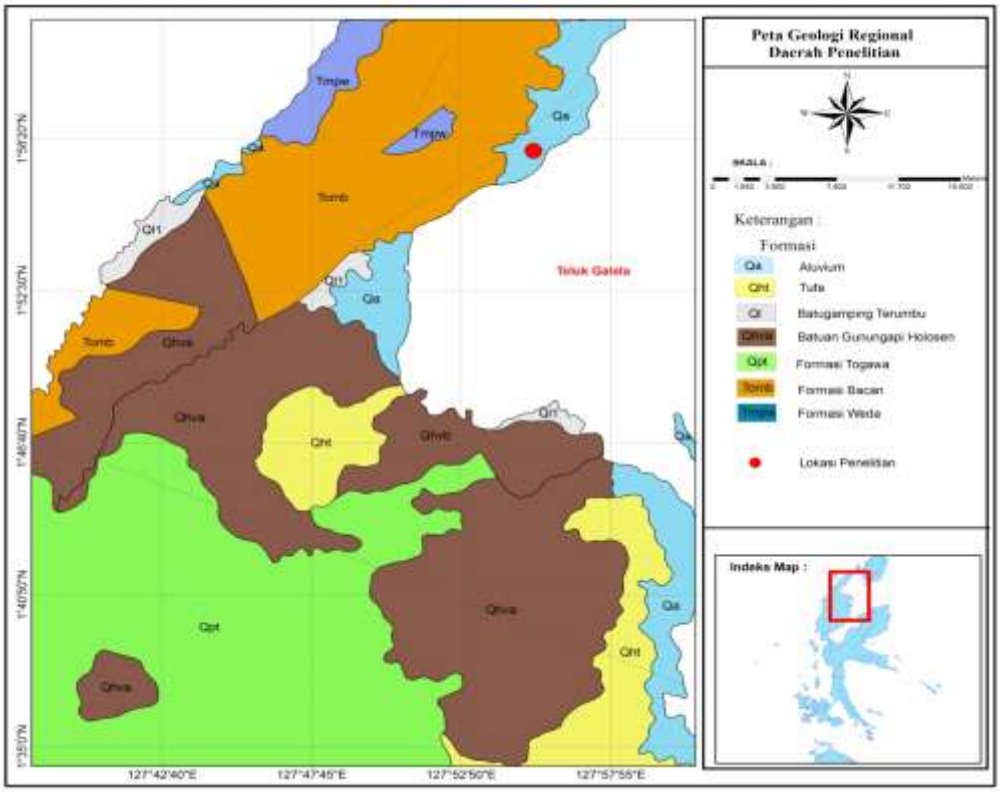
**Kata Kunci** : Magnetit, Mineralogi, Pasir Besi

## PENDAHULUAN

Endapan mineral pada suatu daerah dengan kondisi geologi tertentu sangat berhubungan dengan proses kejadian dan cara pengendapannya. Mineral biasanya produk deposit dari proses diferensiasi (pemisahan) dan kristalisasi magma (proses isotermik, dalam hal ini selama proses pembentukan berlangsung akan dilepaskan sejumlah tenaga panas). Produk yang terbentuk pada saat pembentukan batuan beku akan berakhir disertai dengan peningkatan konsentrasi mineral logam. Kemajuan teknologi yang semakin pesat menuntut tersedianya bahan baku yang memadai. Akhirnya, kebutuhan terhadap sumber daya mineral khususnya besi pun ikut meningkat, baik dalam jumlah maupun jenisnya. Konsumsi bijih besi sebagai bahan baku dasar dalam industri baja mengalami *booming* di pasaran. Untuk memenuhi kebutuhan yang semakin meningkat maka diperlukan eksplorasi guna mendapatkan lokasi cebakan/endapan baru untuk kelancaran siklus industri (Karyanto, 2009). Endapan pasir besi memiliki mineral-mineral magnetik seperti magnetit, titaniferous magnetit, ilmenit, limonit dan hematit. Selain mineral magnetik, pasir besi juga berasosiasi dengan butiran-butiran non logam seperti : kuarsa, kalsit, feldspar, ampibol, piroksen, biotit dan tourmalin ( Putra dkk, 2008 ). Secara nasional potensi sumberdaya mineral tersebut cukup besar tetapi menyebar di beberapa daerah dengan jumlah yang terbatas. Maluku utara merupakan salah satu daerah yang memiliki potensi sumber daya pasir besi yang cukup melimpah. Potensi tersebut memiliki karakteristik yang beragam, baik dari segi kualitas maupun jenis mineral besi yang terkandung di dalamnya. Sebagai contoh di daerah Galela Utara secara fisik endapan pasir besi terdapat pada endapan pantai yang relatif muda dari segi umur. Proses pelindihan dan pencucian yang berjalan cukup intensif sehingga endapan pasir besi menghasilkan konsentrat magnetit yang tinggi. Daerah Galela Utara memiliki

potensi sumberdaya pasir besi cukup baik yang dapat dilihat kandungan $Fet_{total}$ dan $TiO_2$. Kandungan Fetotal cukup tinggi berkisar antara 51.98 % - 62.73 % dan untuk kandungan $TiO_2$ sebesar 9.26 % ( Kisman, 2006).

Daerah Galela Utara berada di pulau Halmahera bagian utara dan secara administrasi terletak di kabupaten Halmahera utara Provinsi Maluku Utara. Daerah Halmahera Utara berada pada lembar Peta Geologi Morotai pada skala 1: 250.000. Lokasi penelitian berada pada daerah pantai dataran rendah di wilayah Halmahera Utara yang termasuk dalam mandala Halmahera Barat. Morfologi dataran rendah yang berada di bagian timur pantai Halmahera membentang dari utara sampai selatan, pasir besi utamanya berada pada endapan aluvium. Daerah penelitian yang termasuk ke dalam Mandala Halmahera Barat pada bagian utara yang tersusun oleh batuan gunungapi Kuarter. Mandala geologi Halmahera Barat sangat identik dengan sebaran batuan gunung api dalam hal ini aktivitas vulkanisme beberapa gunung api yang masih aktif hingga sekarang ini. Batuan tertua di dalam Mandala Halmahera Barat ialah batuan gunungapi dari Formasi Bacan (Tomb) yang berumur Oligosen-Miosen, yang tertindih secara tidak selaras oleh batuan dari Formasi Weda (Tmpw) (Supriatna, 1980) (Gambar 1).

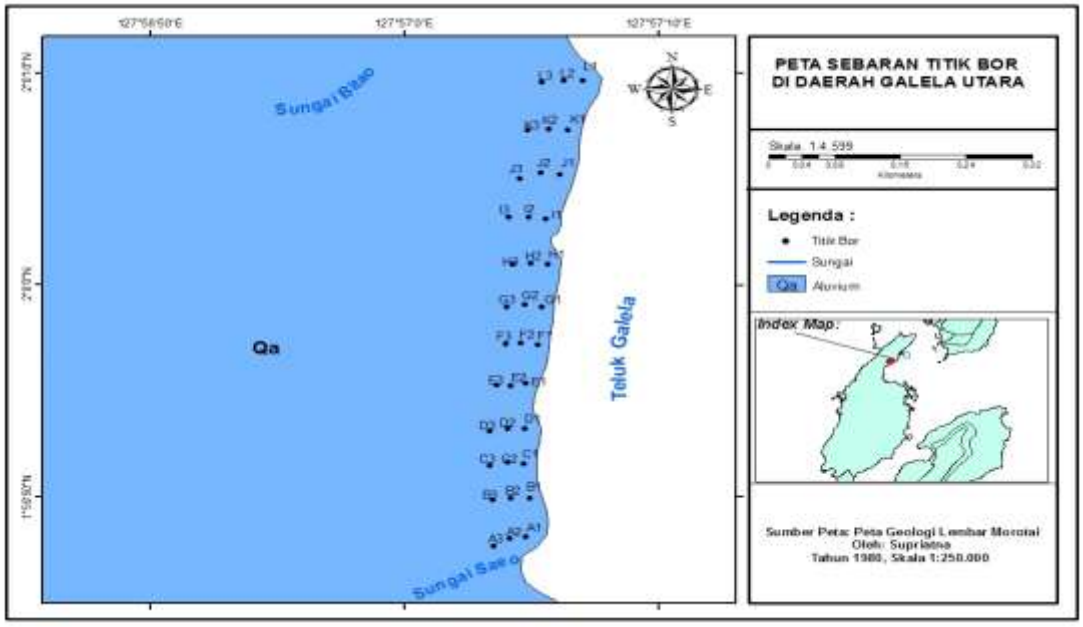



Gambar 1. Peta Geologi Regional Daerah Penelitian

Formasi Bacan merupakan Formasi yang terdiri dari breksi dan lava menjadi sumber utama batuan yang berkaitan dengan endapan pasir besi. Dalam hal ini komponen breksi terdiri dari andesit dan basal serta setempat batugamping. Batuan beku merupakan komponen utama seperti andesit piroksen, andesit porfiri dan basal. Daerah penelitian yang berada di dataran rendah dan pantai di kawasan Galela Utara yang menempati lingkungan pengendapan Aluvium yang terbentuk oleh akumulasi erosi, transportasi dan pelindihan oleh media air. Tatanan endapan Aluvium yang terdiri dari kerikil, pasir, lumpur dan bongkah andesit dan basal yang diendapkan dalam lingkungan sungai dan endapan pantai.

## BAHAN DAN METODE

Perolehan data didapat dari lapangan yang selanjutnya dianalisis di laboratorium. Pengambilan sampel di lapangan dilakukan melalui kegiatan pemboran dangkal dengan menggunakan alat bor tangan (*hand auger*) di 36 titik bor dengan interval titik utama sejajar garis pantai 50 m dan *cross line* 5 m (Gambar 2).




Gambar 2. Peta Sebaran Titik Bor

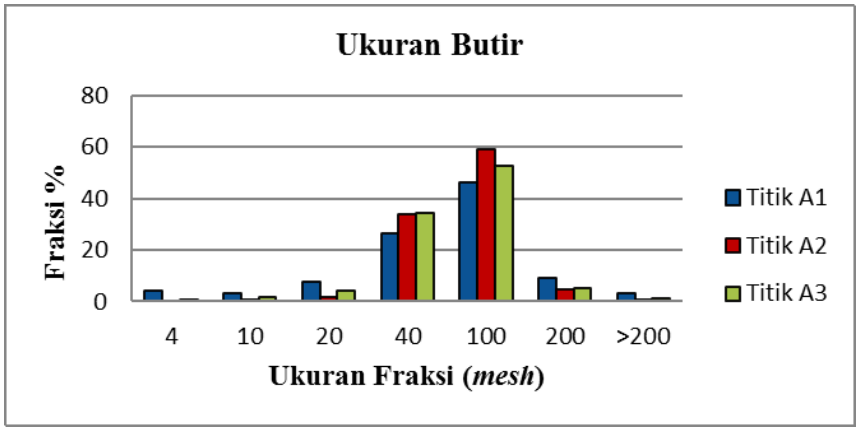
Analisis laboratorium menggunakan beberapa metode, diantaranya Analisis besar butir atau analisis ayak dimaksudkan untuk mengetahui ukuran butiran pasir besi yang dominan dimasing-masing fraksi, yaitu : 4#, 10#, 20#, 40#,100# dan >200#. Setiap fraksi jumlahnya dinyatakan dalam persen berat yang dapat digambarkan dalam bentuk diagram balok sehingga sebaran fraksi pasir besi dapat diketahui sebaran yang lebih dominan. Analisis mineralogi butir dilakukan untuk mengetahui komposisi mineral. Untuk mengetahui presentase mineral butir dalam melakukan perhitungan hasil analisis mineral butir. Formula yang digunakan yaitu:

Pn = x 100% Mn --> Km = x Pn M
T = Jumlah persentase mineral m terhadap persentase berat fraksi
n = Km1 + Km2 …. + Kmn .....(2.1)
M = Berat asal (gram)
Mn = Berat fraksi n (gram)
Pn = Persentase volume n (%)
Mm = Persentase volume mineral m (gram)
Km = Persentase berat m terhadap persentase berat fraksi n (%)
T = Persentase total (%)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

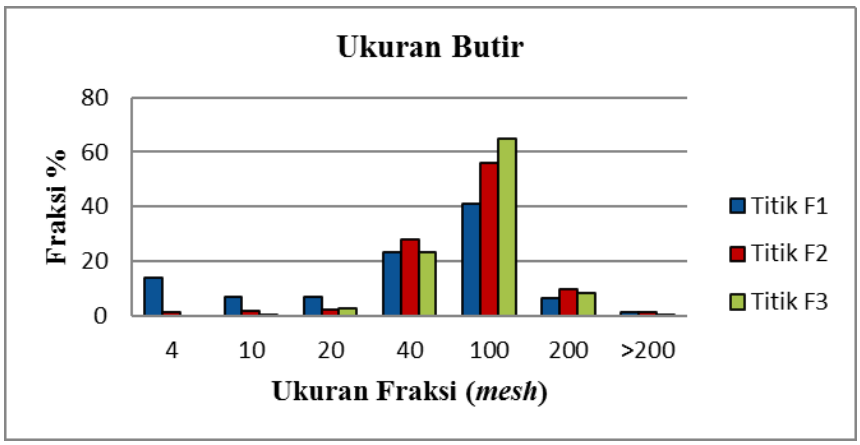
### Hasil

Ukuran butir dilakukan dengan analisis ayak *(screen)* untuk memberikan gambaran sebaran butiran yang dominan diendapkan. Analisis ayak dilakukan terhadap 9 sample yang diperoleh dari 9 titik bor masing-masing 3 sampel titik bor di bagian utara, 3 sampel titik bor di bagian selatan dan 3 sampel titik bor di tengah antara utara dan selatan baik secara memanjang searah garis pantai (*long section* ) untuk mengetahui sebaran secara sejajar garis pantai maupun *cross section* untuk mengetahui secara tegak lurus pantai. Hasil analisis ukuran butir pada bagian selatan dilakukan pada tiga titik pemercontohan, yaitu titik A1, A2 dan A3. Pada areal tersebut menunjukkan bahwa endapan pasir memiliki besar butir yang dominan pada fraksi 100# mesh. Distribusi ukuran pada titik A1 sebesar 46.2%, A2 sebesar 58.99% dan A3 sebesar 52.57 %. Sebaran butir di setiap titik sangat bervariasi dalam hal ini titik A1 memiliki sebaran butir mendominasi beberapa fraksi diantaranya 4#, 10#, 20#, 200# dan >200# sedangakan titik A2 dan A3 lebih dominan pada fraksi 40# dan 100# (Gambar 3).



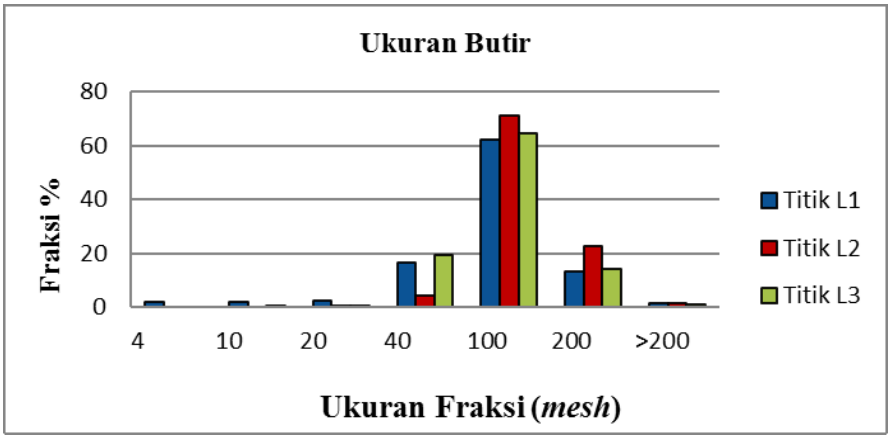

Gambar 3. Diagram Sebaran Butir Bagian Selatan

Titik pemercontohan yang sama dilakukan pada blok tengah antara selatan dan utara,yaitu titik F1, F2 dan F3. Perbedaan dominasi butir pada fraksi 100# lebih besar dibandingkan dengan ukuran fraksi yang lain. Pada titik F1 sebaran butir sedikit merata di setiap ukuran dari fraksi. Bahkan pada fraksi 4# mencapai 13.7% dibandingkan dengan titik F2 hanya sebesar 1.26% dan F3 0%. Ukuran fraksi pada titik F1 lebih dominan pada fraksi 100# sebesar 41.11%, kemudian pada fraksi 40# sebesar 23.32% dan yang terendah pada fraksi >200# hanya sebesar 1.41%. Pada titik F2 sebaran butir sangat dominan pada fraksi 100# sebesar 55.85% dan terendah terdapat pada fraksi >200# sebesar 1.25%. Pada fraksi 40# titik F2 sebesar 27.84% lebih besar dibandingkan dengan titik F1 dan F3. Berikutnya adalah titik F3 yang ukurannya lebih menyebar pada fraksi 100# sebesar 64.78% dan merupakan paling banyak bila dibandingkan dengan fraksi pada titik tersebut maupun pada titik F1 dan F2 (Gambar 4).



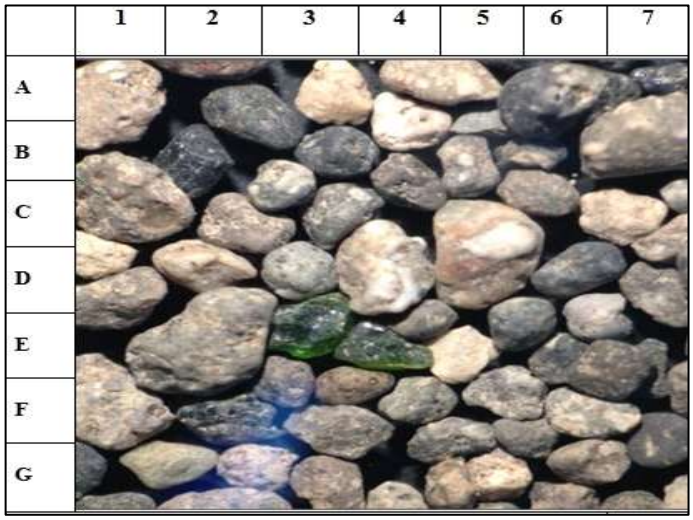

Gambar 4. Diagram Sebaran Butir Pada Blok Tengah antara Utara dan Selatan

Sebaran butir di bagian utara dilakukan pada tiga titik conto yaitu pada titik L1, L2 dan L3. Perbedaan ukuran butir sangat terlihat signifikan dari masing-masing fraksi, dalam hal ini hampir dari ketiga titik didominasi pada fraksi 100#. Perbedaan sangat terlihat pada fraksi 100# yang presentasenya mencapai 62.44% pada titik L1, sedangkan pada titik L2 mencapai 71.38% dan titik L3 sebesar 64.48%. Bahkan bila dilihat pada sektor selatan dan sektor tengah memiliki ukuran yang lebih dominan pada fraksi 100# pada setiap titik conto. Perbandingan ukuran pada titik L2 dan titik L3 yang lebih menyebar pada fraksi 40#, 100#, 200# sedangkan pada fraksi 4#, 10# dan 20# sangat minimum (Gambar 5). Penyebaran butir pada titik L1 merupakan ukuran butir yang lebih bervariasi di setiap fraksi pada sektor selatan.



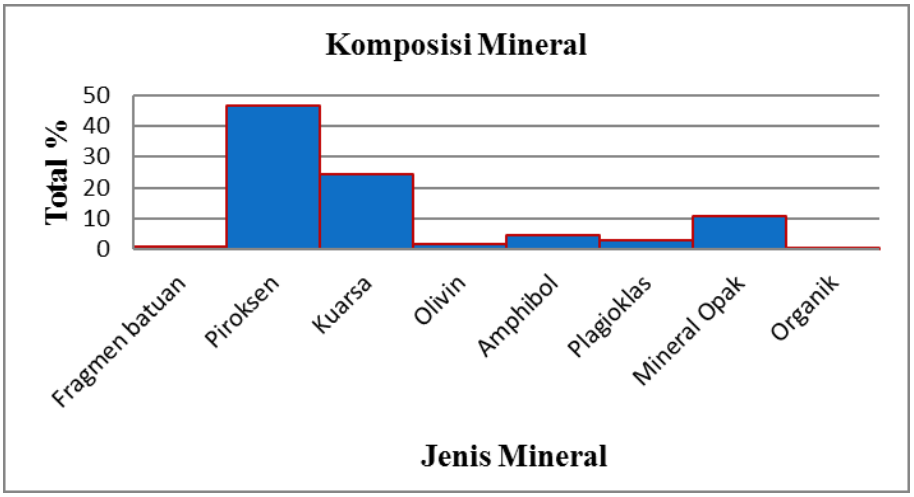

Gambar 5. Diagram Sebaran Butir Bagian Utara

Analisis mineralogi butir dilakukan untuk mengetahui komposisi mineral yang dilakukan pada 3 titik conto di masing-masing sektor diantaranya titik A2 di bagian Selatan , titik F2 di blok tengah dan L2 di bagian utara. Pasir hasil separasi ukuran butir pada ukuran fraksi 4#, 10#, 20#, 40#, 100#, 200# dan >200# ( Gambar 6). Analisis mineral dilakukan pada tiap-tiap fraksi di masing-masing titik dengan komposisi mineral diantaranya adalah piroksen, kuarsa, olivin, amphibol, plagioklas, mineral opak dan organik.

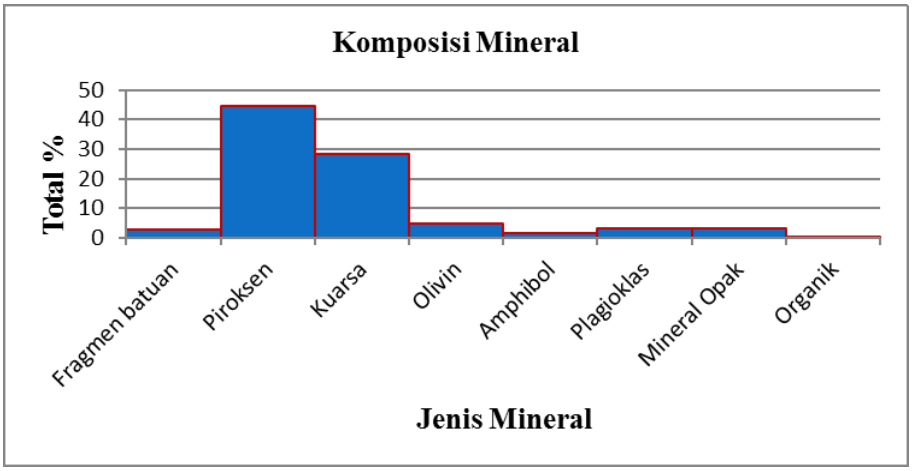



Gambar 6. Foto Mikrografi Mineral butir Menunjukan Piroksen (2B), Olivin (3E), kuarsa (4D) dan Fragmen Batuan (2E)

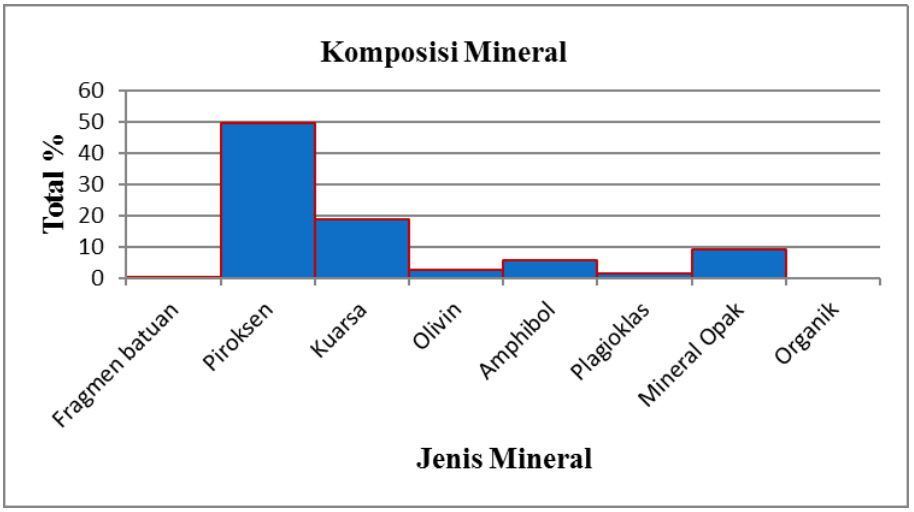
Hasil analisis mineral butir pada 3 titik conto pada tiap zonasi bor sudah dipisahkan antara mineral yang tertarik oleh magnet dan mineral yang tidak tertarik oleh magnet. Berikut ini merupakan identifikasi mineral butir yang dilakukan terhadap 3 titik conto (A2, F2 dan L2). Di sektor selatan hasil analisis butir pada titik conto A2 memiliki presentase mineral dalam endapan pasir besi diantaranya adalah fragmen batuan sebesar 1 %, piroksen 46.4 %, kuarsa 24.4 %, olivin 1.62 %, amphibol 4.46 %, plagioklas 2.87 %, mineral opak 10.82 % dan bahan organik yang terendapkan (Gambar 7). Hasil analisis butir pada titik conto F2 yang berada pada blok tengah antara utara dan selatan dengan presentase kandungan mineral dalam endapan pasir besi diantaranya adalah fragmen batuan sebesar 2.83 %, piroksen 44.74 %, kuarsa 28.53 %, olivin 4.71 %, amphibol 1.56 %, plagioklas 3.33 %, mineral opak 3.3 % dan bahan organik (Gambar 8). Pada sektor utara hasil analisis butir terhadap titik conto L2 dengan presentase kandungan mineral didominasi oleh mineral piroksen sebesar 49.49 % dalam endapan pasir besi. Ada beberapa mineral juga yang terkandung di dalam endapan pasir besi di bagian utara diantaranya fragmen batuan sebesar 0.2 %, kuarsa 18.82 %, olivin 2.43 %, amphibol 5.69 %, plagioklas 1.57 % dan mineral opak 9.12 % (Gambar 9).




Gambar 7. Diagram Komposisi Mineral Butir Sektor Selatan




Gambar 8. Diagram Komposis Mineral Butir Sektor Tengah

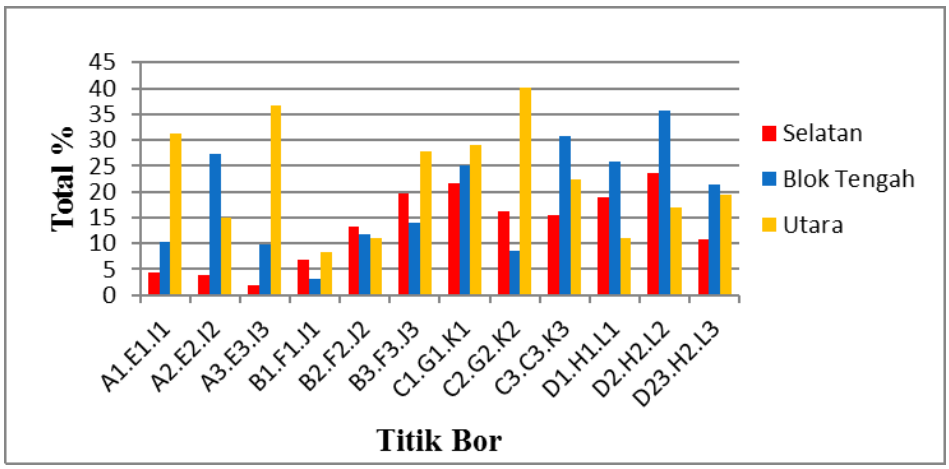



Gambar 9. Diagram Komposis Mineral Butir Bagian Utara

**Pembahasan**

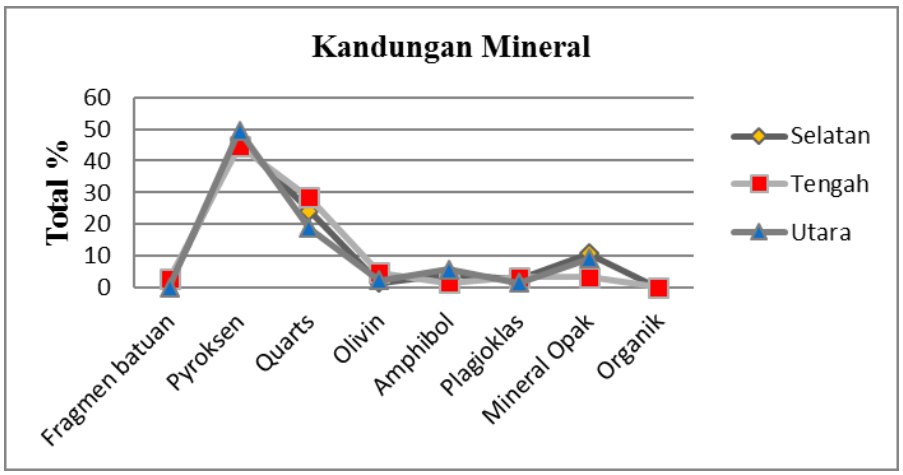
Pasir besi secara genesisnya merupakan endapan permukaan yang terbentuk oleh beberapa faktor utama yaitu batuan sumber dari endapan pasir besi melalui proses dekomposisi batuan, erosi, transportasi, abrasi pantai dan pencucian mineral akan menghasilkan pasir besi ( Anshori dkk, 2011). Dari proses tersebut maka endapan pasir besi di daerah penelitian dapat ditemukan dalam aluvium pantai dan sungai dengan beragam

sebaran mineral dengan perbedaan ketebalan dan kandungan mineral pada setiap lapisan. Sebaran endapan pasir besi di daerah penelitian yang diidentifikasi pada jumlah titik bor yang tersebar di bagian utara, blok tengah dan selatan. Magnetit merupakan komponen utama yang kaya akan kandungan unsur besi dan menjadi hal penting komoditas. Penyebaran mineral magnetit sangat bervariasi yang tersebar banyak di bagian utara secara presentase sebesar 28.41%, dan di blok tengah sebaran magnetik sebesar 18.63% sedangkan yang ke arah bagian selatan sebesar 13.03%. Pola penyebaran mineral magnetik dari tiap titik bor pada analisis *magnet degree* cenderung penyebarannya lebih baik di bagian utara (Gambar 10).




Gambar 10. Sebaran Endapan Mineral Magnetit

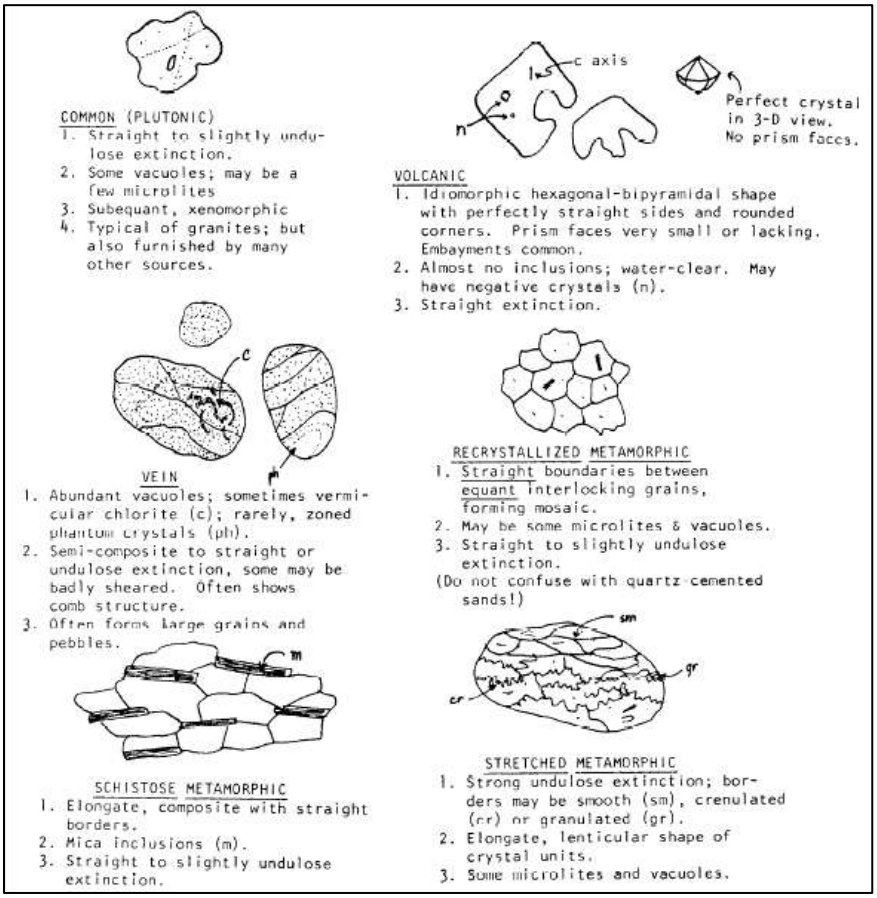
Selain mineral magnetit, endapan pasir besi berasosiasi dengan mineral-mineral non-magnetit yang diendapkan secara bersamaan oleh sedimen. Presentase mineral dalam endapan pasir besi selain dari mineral magnetik diantaranya adalah piroksen, kuarsa dan beberapa mineral lainnya. Mineral piroksen merupakan mineral yang paling dominan di semua area percontohan dengan presentase di bagian utara sebesar 49.49%, di bagian blok tengah sebesar 44.7% sedangkan di bagian selatan sebesar 46.4% sehingga dapat dipastikan bahwa penyebarannya lebih ke bagian utara (Gambar 11).




Gambar 11. Sebaran Kandungan Mineral Non-Magnetit

Batuan ultramafik yang memiliki kandungan mineral-mineral berat yang kaya akan unsur-unsur Fe(besi/*iron*) dan Mg(magnesium). Kehadiran mineral-mineral dengan unsur Fe(besi/*iron*) merupakan sumber utama endapan pasir besi. Batuan ultramafik merupakan batuan yang sangat tidak stabil dan mudah lapuk, karena mineral piroksen mudah bereaksi cepat dengan air pada temperatur tertentu akibat proses metamorfis atau hidrotermal. Kuarsa merupakan mineral yang paling stabil karena terbentuk pada temperatur lebih rendah. Kuarsa memiliki kekerasan dengan skala 7 (menurut skala Mohs). Batuan diorit terbentuk sebagai batuan intrusi dengan

komposisi antara granit sampai gabro ataupun basalt. Batuan ini tersingkap di daerah satuan Formasi Weda yang menerobos Formasi Bacan. Keberadaan mineral kuarsa diyakini berasal dari urat kuarsa (*quartz vein*) dengan adanya proses metamorfis atau hidrotermal berdasarkan kalsifikasi genetik menurut (krynine, 1940 dalam Folk, 1980) (Gambar 12).




Gambar 12. Klasifikasi Genetik Mineral Kuarsa dari Krynine (1940)

Dalam batuan ultrabasa terdapat beberapa unsur akan mengkristal pertama, termasuk beberapa mineral asesori seperti apatit, zirkon, ilmenit, magnetit dan kromit. Proses pembentukan kromit dan magnetit berasosiasi dengan batuan mafik-ultramafik selama proses *early magmatic – late magmatic* (Jensen dan Batemen, 1981). Kekayaan akan kandungan mineral tersebut merupakan sumber utama batuan dari Formasi Bacan (Tomb) yang terdiri dari breksi dan lava dengan komponen andesitik serta basal dan Batuan Gunungapi Holosen terdiri dari lava dan breksi yang bersusunan andesit sampai basal (Qhva).

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan pada daerah Galela Utara mengenai karakteristik mineralogi endapan pasir besi, maka dapat disimpulkan bahwa Penyebararan mineral sangat bervariasi baik logam maupun non logam, dalam hal ini mineral logam merupakan komponen utama yang kaya akan kandungan unsur besi dan menjadi hal penting komoditas. Pola penyebaran mineral logam sangat bervariasi yang tersebar banyak di bagian utara secara presentase sebesar 28.41%, dan di blok tengah sebaran magnetit sebesar 18.63% sedangkan yang ke arah bagian selatan sebesar 13.03%. Endapan pasir besi di daerah Galela Utara dengan kandungan mineral magnetit yang berasosiasi dengan beberapa mineral non-magnetik diantaranya piroksen, kuarsa, olivin, amphibol, plagioklas dan mineral opak. Batuan sumber utama berasal dari Formasi Bacan dan Batuan Gunungapi Holosen.

## DAFTAR PUSTAKA

Ansori, Chusni. Sudarsono dan Saefudin., 2011. Distribusi Mineralogi Pasir Besi Pada Jalur Pantai Selatan Kebumen – Kutoarjo. Buletin Sumber Daya Geologi Volume 6 Nomor 2 – 2011

Folk, R.L., 1980, Petrology of Sedi-mentary Rock, Hemphill Publishing Company Austin, Texas.

Jensen, M., & Bateman, A.M., 1981. Economic Mineral Deposits. Canada : Jhon Wiley and Sons Inc.

Karyanto. Haerudin, Nandi. Saputra, Iskandar dan Wahyuningrum, Rohima., 2009. Studi Tahanan Jenis Batuan Untuk Identifikasi Mineral Bijih Besi di Tegineneng Limau Tanggamus. Jurnal Sains MIPA, Vol. 15, No. 1, Hal.: 51 – 58

Kisman., 2006. Eksplorasi Pasir Besi Di Daerah Kecamatan Galela Utara, Kabupaten Halmahera Utara, Provinsi Maluku Utara. Bandung: Pusat Sumber Daya Geologi

Putra, Hendra. Satyarno, Iman dan Wijatna, A, B., 2008. Penggunaan Pasir Besi Dari Kulon Progo Dengan Berat Jenis 4,311 Untuk Mortar Perisai Radiasi Sinar Gamma. Forum Teknik Sipil No. XVIII/3

Supriatna, S., 1980. Peta Geologi Lembar Morotai – Maluku Utara. Bandung: Pusat Survey Geologi