

Karakterisasi dan Potensi Pasir Besi Formasi Kabuh Daerah Mlale, Kecamatan Jenar, Kabupaten Sragen, Provinsi Jawa Tengah

Afri Tri Kristanto¹, Hiltrudis Gendoet Hartono¹, Al Hussein Flowers Rizqi¹

¹ Program Studi Teknik Geologi, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta
Korespondensi : 410016062@students.itny.ac.id

ABSTRAK

Daerah penelitian memiliki endapan pasir berwarna hitam keabu-abuan dengan sifat magnetik yang kuat, diinterpretasikan sebagai pasir besi. Penelitian mengenai karakterisasi dan potensi endapan pasir diharapkan dapat menambah nilai ekonomis dari bahan galian tersebut. Tujuan penelitian untuk mengetahui karakteristik dan potensi endapan pasir besi pada daerah penelitian. Metode penelitian yang digunakan berupa pengamatan rinci, pengambilan sampel batuan, kegiatan laboratorium untuk analisis petrologi dan geokimia XRF, serta kegiatan studio untuk interpretasi data primer maupun sekunder. Kondisi geologi lokasi penelitian menunjukkan endapan pasir setebal 1 – 3 meter dengan pelamparan \pm 20 meter berwarna abu-abu kehitaman. Analisis petrologi menunjukkan ukuran butir dari pasir halus – pasir kasar dengan bentuk membulat tanggung – menyudut. Dominasi mineral opak secara megaskopis 66% dan mikroskopis 23%. Endapan pasir diinterpretasikan sebagai endapan *placer alluvial* bersumber dari Formasi Nglanggran dan Formasi Kebobutak dari Zona Pegunungan Selatan, serta Anggota Banyak Formasi Kalibeng dan Formasi Pucangan dari Zona Kendeng. Faktor pengkayaan yang menunjang berupa batuan asal yang mengandung mineral magnetik dan topografi cekungan, namun faktor penghancuran belum berkembang dengan baik. Analisis geokimia XRF menunjukkan kadar Fe 4,41% dan kadar *hematite* (Fe_2O_3) 7,71%. Kadar tersebut belum memenuhi batasan pengolahan dan pemurnian tambang mineral logam di dalam negeri. Peningkatan nilai dapat dilakukan dengan penyaringan dan separasi.

Kata kunci: sragen, mlale, kabuh, pasir besi, *hematite*

ABSTRACT

The study area has gray-black sand deposits with strong magnetic properties, interpreted as iron sands. Research on the characterization and potential of sand deposits is expected to add to the economic value of these minerals. The purpose of this study was to determine the characteristics and potential of iron sand deposits. The research methods used are detailed observations, rock sampling, laboratory activities for petrology and XRF geochemical analysis, studio activities for data interpretation. The geological condition shows 1 – 3 meters gray-black sand deposits with \pm 20 meters layer. The petrological analysis shows the grain size fine – coarse sand, slightly rounded – angular shape, opaque minerals is 66% megascopically and microscopically 23%. Sand deposits are interpreted as alluvial placer deposits from Nglanggran Formation and Kebobutak Formation at the Southern Mountains Zone, as well as the Anggota Banyak Kalibeng Formation and Pucangan Formation from Kendeng Zone. The enrichment factor is from magnetic minerals on source rock and the basin topography, but the destruction factor is not well developed. XRF geochemical analysis showed 4.41% Fe content and 7.71% hematite (Fe_2O_3) content. This grade can't be processed and refined as metal mineral. Increasing the value can be better by filtering and separation.

Keyword : sragen, mlale, kabuh, iron sand, hematite

1. PENDAHULUAN

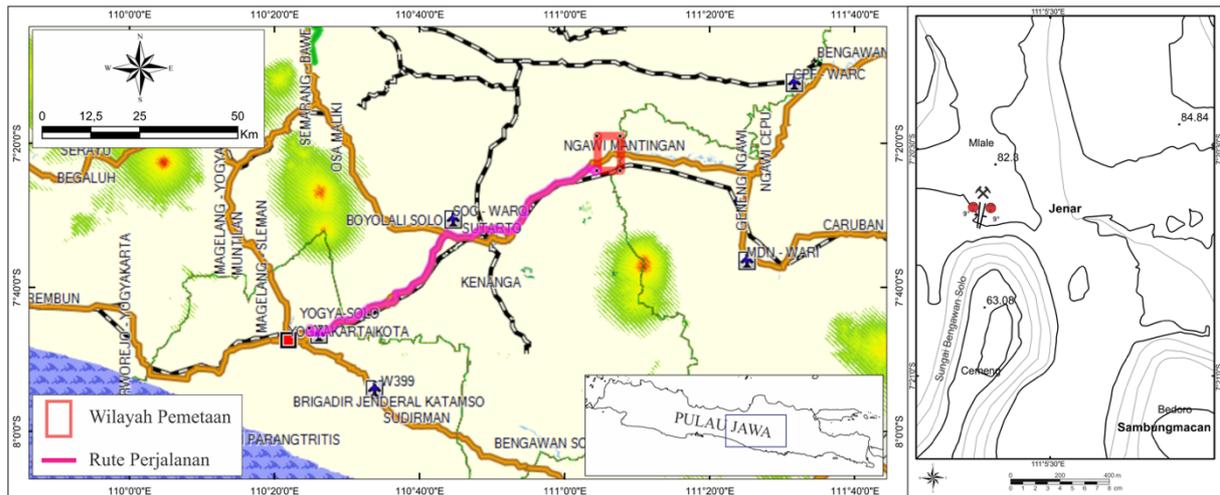
Lokasi penelitian memiliki endapan pasir berwarna kelabu gelap yang memiliki sifat magnetik diinterpretasikan sebagai pasir besi. Endapan pasir sebelumnya hanya digunakan sebagai bahan bangunan, penelitian mengenai karakter dan potensi endapan pasir diharapkan dapat meningkatkan nilai ekonomi dari bahan galian endapan pasir. Interpretasi tersebut dikuatkan oleh penelitian Formasi Kabuh memiliki pasir berwarna kelabu gelap dengan struktur silangsiur terendapkan pada kala Plistosen [2]. Penelitian Kusuma [5] mengenai struktur kristal dan sifat magnetik pasir besi Sungai Bengawan Solo di Daerah Trucuk, Bojonegoro, Jawa Timur. Penelitian tersebut menggunakan metode ekstraksi dengan pengayakan dan separasi menggunakan magnet. Hasil analisis geokimia XRD menunjukkan mineral *hematite* ukuran 52 – 84 nm. Hasil analisis geokimia XRF menunjukkan *hematite* 68,85%. Dari data tersebut endapan pasir Sungai Bengawan Solo memiliki potensi untuk dilakukan penelitian pada daerah dengan tataan yang sama. Maka dilakukan penelitian di daerah tepi Sungai Bengawan Solo.

Pasir besi adalah hasil erosi batuan yang terakumulasi dengan kandungan mineral magnetik seperti *magnetite* (Fe 72,4%), *hematite* (Fe 70%), *limonite* (Fe 59 – 63%), dan *siderite* (Fe 48,2%) [8]. Endapan pasir tersebut menarik untuk diteliti karakteristik dan potensinya karena memiliki nilai ekonomis. Kemajuan teknologi menuntut

ketersediaan bahan baku, termasuk bijih besi dalam industri baja, elektronika, energi, dan industri lain [4]. Untuk memenuhi kebutuhan industri diperlukan eksplorasi untuk mendapatkan lokasi baru guna kelancaran industri.

Untuk mengetahui karakteristik dan potensi dari endapan pasir dilakukan karakterisasi menggunakan analisis petrologi dan geokimia. Analisis petrologi secara megaskopis dan mikroskopis, tujuannya untuk mengetahui struktur, tekstur, dan komposisi mineral. Analisis geokimia menggunakan analisis *X-Ray Fluorescence* (XRF) dilakukan untuk mengetahui unsur utama dan senyawa oksida pada objek penelitian. Dari hasil karakterisasi tersebut diketahui potensi endapan pasir di Daerah Mlale, Kecamatan Jenar, Kabupaten Sragen, Provinsi Jawa Tengah.

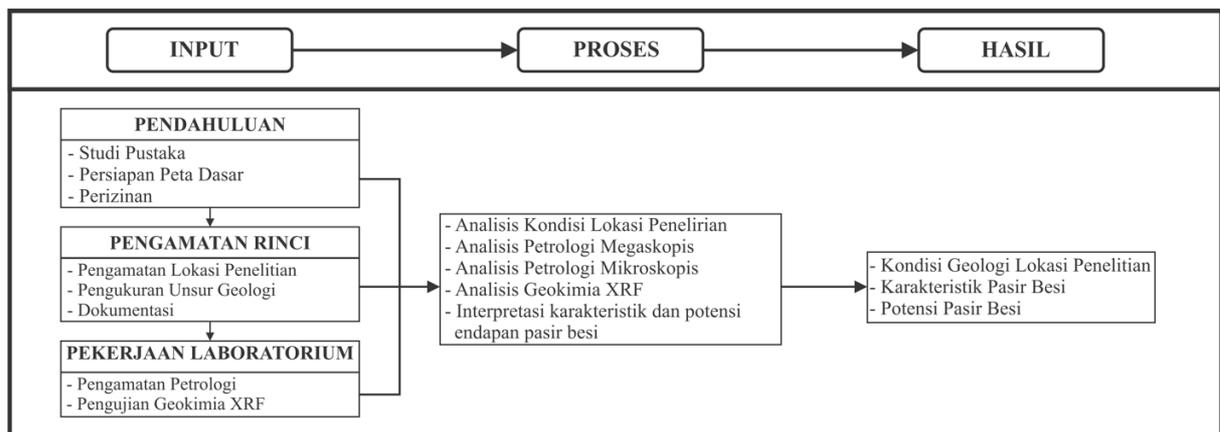
Lokasi penelitian terletak di Desa Mlale, Kecamatan Jenar, Kabupaten Sragen, Provinsi Jawa Tengah. Secara geografis lokasi penelitian berada pada koordinat $7^{\circ} 20' 39''$ LS dan $111^{\circ} 05' 21''$ BT (Gambar 1). Secara fisiografi terletak pada batas antara Zona Kendeng dan Zona Solo dengan topografi cekungan [10].



Gambar 1. Lokasi Penelitian di Desa Mlale, Kecamatan Jenar, Kabupaten Sragen, Provinsi Jawa Tengah (*Garmin Mapsource*, 2010; *Peta RBI Lembar Gesi*, 2001).

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini meliputi tahap input, proses, dan hasil (Gambar 2). Tahap input meliputi pendahuluan, pengamatan rinci dan pekerjaan laboratorium yang selanjutnya diproses dan menghasilkan karakter dan potensinya.



Gambar 2. Metode penelitian karakteristik dan potensi pasir besi pada daerah Mlale

2.1. Tahap Input

Tahapan input adalah tahap pengumpulan data primer dan data sekunder untuk selanjutnya diolah. Tahap input meliputi kegiatan pendahuluan, pengamatan rinci, dan pekerjaan laboratorium yang dilakukan secara runtut.

2.1.1. Pendahuluan

Pendahuluan meliputi studi pustaka, persiapan peta dasar dan proses perizinan untuk mengetahui gambaran awal dari objek penelitian. Studi pustaka digunakan untuk mendapat data sekunder meliputi kondisi geologi dan

konsep-konsep yang relevan digunakan untuk target penelitian. Persiapan peta dilakukan untuk menyiapkan peta yang akan digunakan di lapangan. Proses perizinan dilakukan untuk melegalkan penelitian pada instansi terkait.

2.1.2. Pengamatan Rinci

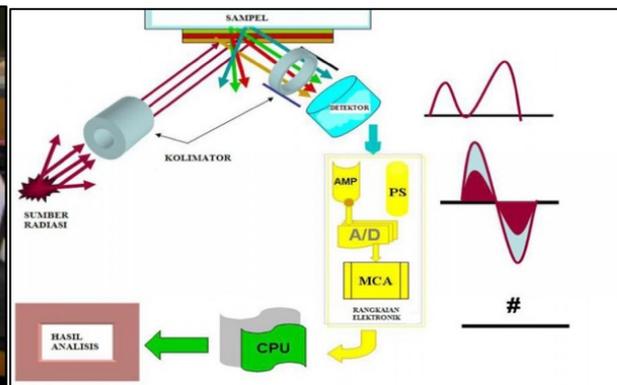
Pengamatan rinci meliputi pengamatan lokasi penelitian, pengukuran unsur geologi, dan dokumentasi. Pengamatan lokasi penelitian tujuannya untuk mengamati kondisi geologi objek penelitian, pengukuran unsur geologi untuk mengambil data primer, dan dokumentasi data lapangan serta sampel pasir besi untuk dianalisis.

2.1.3. Pekerjaan Laboratorium

Pekerjaan laboratorium dilakukan pada 2 sampel dengan kode 104A dan 104B. Pekerjaan laboratorium meliputi pengamatan petrologi dan pengujian geokimia XRF. Pengamatan petrologi meliputi pengamatan megaskopis dan mikroskopis untuk mengetahui karakter material. Pengujian geokimia XRF menggunakan XRF *spectrometer* memanfaatkan pantulan sinar-x untuk mengetahui kandungan unsur dan senyawa pada sampel penelitian (Gambar 3).



Gambar 3. Alat XRF *spectrometer*



Gambar 4. Prinsip kerja analisis geokimia XRF

2.2. Tahap Proses

Tahap Proses dilakukan dengan memproses data primer dan data sekunder untuk selanjutnya dianalisis dan diinterpretasi. Tahap proses meliputi analisis kondisi lokasi penelitian, analisis petrologi secara megaskopis dan mikroskopis, analisis geokimia XRF, dan interpretasi karakteristik dan potensi pasir besi.

2.3. Tahap Hasil

Tahap hasil adalah uraian hasil interpretasi dari data yang sudah diproses pada lokasi penelitian. Tahap hasil menguraikan interpretasi kondisi geologi lokasi penelitian serta karakteristik dan potensi endapan pasir besi.

3. HASIL DAN ANALISIS

3.1. Geologi Lokasi Penelitian

Target penelitian berupa endapan pasir kelabu gelap pada Formasi Kabuh dengan umur relatif Plistosen [2]. Struktur endapan berupa silang siur dengan kedudukan $N186^{\circ} E/9^{\circ}$ dan $N 13^{\circ} E/9^{\circ}$, diinterpretasikan terendapkan pada lingkungan fluvial. Tebal singkapan 1 – 3 meter, pelamparan ± 20 meter, kekompakan rendah. Pada endapan pasir besi juga terdapat lensa-lensa konglomerat dengan fragmen batupung (Gambar 4).



Gambar 5. Endapan pasir besi dengan struktur silang siur (koordinat $7^{\circ} 20' 39''$ LS ; $111^{\circ} 05' 21''$ BT). (1) Kenampakan pasir besi. (2) Kenampakan fragmen batupung. (lensa menghadap ke arah utara).

3.2. Analisis Petrologi

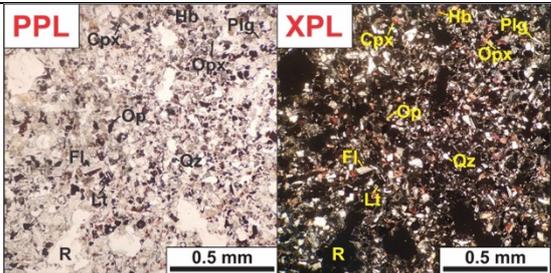
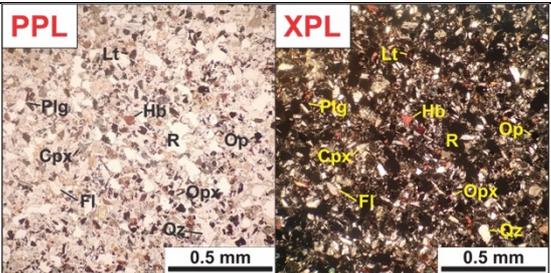
Analisis petrologi dilakukan dengan pengamatan megaskopis dan mikroskopis. Analisis petrologi megaskopis dilakukan dengan pengamatan langsung pada singkapan endapan pasir besi, hasil analisis petrologi megaskopis pada singkapan endapan pasir besi memiliki warna hitam keabu-abuan dengan warna lapuk abu-abu kehitaman. Tekstur klastika menunjukkan ukuran butir pasir sedang – pasir halus, bentuk butir membulat tanggung – menyudut tanggung, kemas tertutup, dan sortasi baik. Komposisi mineral berupa felspar, litik, dan didominasi mineral opak. Material pasir besi pada lokasi penelitian memiliki sifat kemagnetan yang cukup tinggi (Tabel 1).

Tabel 1. Analisis petrologi megaskopis sampel 104A dan 104B.

Nomor Sampel	104A	104B
Kode Sampel	PS BS 01	PS BS 02
Nama Batuan	Batupasir	Batupasir
Foto		
Deskripsi Batuan	Pasir besi berwarna hitam keabu-abuan, warna lapuk abu-abu kehitaman. Tekstur klastika ukuran butir pasir sedang – halus, bentuk butir membulat tanggung – menyudut tanggung, kemas tertutup – menengah, sortasi baik – menengah. Sifat kemagnetan feromagnetik.	Pasir besi berwarna hitam keabu-abuan, warna lapuk abu-abu kehitaman. Tekstur klastika ukuran butir pasir kasar – sedang, bentuk butir membulat tanggung – menyudut tanggung, kemas tertutup – menengah, sortasi baik – menengah. Sifat kemagnetan feromagnetik.
Komposisi Mineral	Mineral opak (72%), felspar (20%), litik tuf (8%).	Mineral opak (60%), felspar (35%), litik tuf (5%).

Hasil analisis petrografi menunjukkan warna abu-abu kecokelatan – coklat cerah, ukuran butir 0,007 – 0,107 mm, bentuk butir menyudut – membulat tanggung, kemas tertutup, dan sortasi baik. Komposisi berupa felspar (5%), plagioklas (4%), klinopiroksen (2%), ortopiroksen (16%), kuarsa (11%), litik (5%), mineral opak (39%) dan matriks silika (16%) dengan nama batuan *arkose* [7] (Tabel 2).

Tabel 2. Analisis petrologi mikroskopis sampel 104A dan 104B

Nomor Sampel	104A	104B
Kode Sampel	PS BS 01	PS BS 02
Nama Batuan	<i>arkose</i>	<i>arkose</i>
Foto		
Deskripsi Batuan	Warna abu-abu kecokelatan – coklat. Tekstur klastika ukuran butir 0,076 – 0,807 mm, bentuk butir menyudut – membulat tanggung, kemas tertutup – menengah, sortasi baik – menengah.	Warna abu-abu kecokelatan – coklat cerah. Tekstur klastika ukuran butir 0,028 – 0,892 mm, bentuk butir menyudut – membulat tanggung, kemas tertutup, sortasi baik.
Komposisi Mineral	Alkali felspar (17%), plagioklas (13%), klinopiroksen (6%), ortopiroksen (10%), kuarsa (13%), litik (9%), opak (24%), hornblende (3%), matriks silika (5%).	Alkali felspar (18%), plagioklas (14%), klinopiroksen (5%), ortopiroksen (8%), kuarsa (16%), litik (5%), opak (23%), hornblende (5%), matriks silika (6%).

3.3. Analisis Geokimia X-Ray Fluorescence (XRF)

Analisis Geokimia dilakukan di Laboratorium Penelitian dan Pengujian Terpadu Universitas Gadjah Mada (LPPT UGM). Pengujian menggunakan 2 sampel pasir besi dengan kode sampel 104A dan 104B yang ditujukan untuk memberi keakuratan data penelitian. Hasil dari analisis unsur utama menunjukkan sampel didominasi unsur oksigen (O) dan silika (Si), dengan kandungan Fe relatif rendah. Pada sampel 104A kadar O 63,67%, Si 19,09%, dan Fe 4,26%. Pada sampel 104B kadar O 58,17%, Si 23,36%, dan Fe 4,56% (Tabel 3). Rata-rata kadar unsur utama sampel pasir besi adalah O 60,92%, Si 21,22% dan Fe 4,41%.

Hasil analisis senyawa oksida menunjukkan sampel didominasi senyawa alumina (Al_2O_3) dan senyawa silika (SiO_2), dengan kandungan *hematite* (Fe_2O_3) relatif rendah. Pada sampel 104A kadar Al_2O_3 19,83%, SiO_2 62,62%, dan Fe_2O_3 7,82%. Pada sampel 104B kadar Al_2O_3 18,46%, SiO_2 64,45%, dan Fe_2O_3 7,61% (Tabel 4). Rata-rata kadar pada sampel pasir besi adalah Al_2O_3 19,14%, SiO_2 63,53%, dan Fe_2O_3 7,71%.

Tabel 3. Kandungan unsur pada sampel penelitian

No.	Kandungan Unsur	Konsentrasi (%)	
		104 A	104 B
1	O*	63.67	58.17
2	Al	7.50	8.02
3	Si	19.09	23.36
4	K	0.72	0.85
5	Ca	3.96	4.30
6	Ti	0.58	0.50
7	Mn	0.10	0.11
8	Fe	4.26	4.56
9	Ni	0.02	0.02
10	Cu	0.01	0.01
11	Zn	0.01	0.01
12	Rb	0.003	0.003
13	Sr	0.04	0.04
14	Zr	0.01	0.01
15	Ba	0.03	0.03

*) Analyzed as balance

Tabel 4. Kandungan senyawa oksida pada sampel penelitian

No.	Kandungan Oksida	Konsentrasi (%)	
		104 A	104 B
1	Al_2O_3	19.83	18.46
2	SiO_2	62.62	64.45
3	K_2O	1.14	1.19
4	CaO	6.96	6.95
5	TiO_2	1.25	0.99
6	MnO	0.17	0.17
7	Fe_2O_3	7.82	7.61
8	NiO	0.03	0.03
9	CuO	0.02	0.02
10	ZnO	0.02	0.02
11	Rb_2O	0.004	0.004
12	SrO	0.06	0.06
13	ZrO_2	0.02	0.01
14	BaO	0.06	0.05

3.4. Pembahasan

Lokasi penelitian berada pada Formasi Kabuh dengan umur relatif Pliosen [2] dengan lingkungan pengendapan sungai. Endapan pasir besi memiliki tebal 1 – 3 meter dengan lensa konglomerat fragmen batupung dan sisipan tuf. Pada pengamatan petrologi megaskopis endapan pasir besi memiliki warna abu-abu kehitaman, belum terkonsolidasi dengan baik, struktur silangsiur, butiran membulat tanggung – menyudut tanggung, kemas tertutup – menengah, sortasi baik – menengah, dengan dominasi mineral opak bersifat feromagnetik memiliki kelimpahan rata-rata 66%. Pada pengamatan mikroskopis menunjukkan warna abu-abu kecokelatan – cokelat, dengan ukuran pasir sangat halus – pasir sangat kasar, dengan bentuk butir menyudut – membulat tanggung, kemas tertutup, sortasi baik, dan mineral opak dengan bentuk relatif anedral diinterpretasikan sebagai *hematite* dengan kelimpahan 23%. Sedangkan pada analisis senyawa oksida memperlihatkan kadar Fe_2O_3 7,71%, dan pada analisis unsur utama memperlihatkan kadar Fe 4,41%.

Dari pengamatan lapangan endapan pasir besi diinterpretasikan sebagai endapan besi sekunder *placer alluvial* yang terkonsentrasi dalam media cair yang bergerak [8] (Tabel 5). Hal ini diinterpretasikan dari struktur silangsiur dan secara topografi berada di tepi Sungai Bengawan Solo. Proses pengkayaan pada lokasi penelitian didukung oleh tataan tektonik yang berada pada cekungan belakang busur [3], sehingga memungkinkan pengendapan dengan baik. Topografi di batas Zona Kendeng dengan topografi antiklinorium dan Zona Solo dengan topografi landai membentuk suatu cekungan yang dapat terisi endapan pasir besi. Mineral berwarna gelap diinterpretasikan bersumber dari batuan beku. Faktor yang kurang mendukung konsentrasi mineral magnetik adalah proses penghancuran yang belum maksimal, dilihat dari butirannya yang masih kasar dan menyudut pada analisis petrografi.

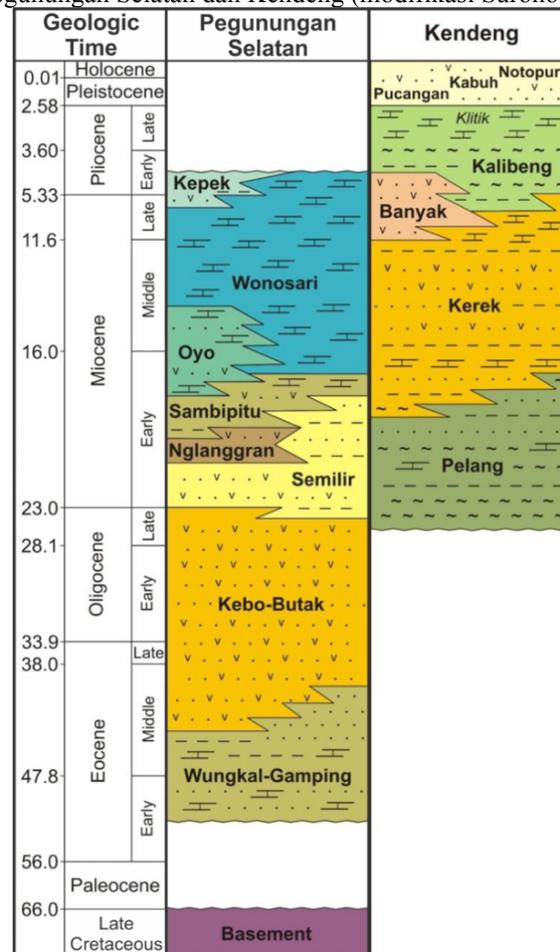
Tabel 5. Cebakan placer berdasarkan genesa (Prabowo, 2011)

Genesa	Jenis
Terakumulasi insitu selama pelapukan	<i>Placer Residual</i>
Terkonsentrasi dalam media padat yang bergerak	<i>Placer Eluvial</i>
Terkonsentrasi dalam media cair yang bergerak	<i>Placer aluvial dan Placer Coastal</i>
Terkonsentrasi dalam media gas/udara yang bergerak	<i>Placer Aeolian</i>

Dari pengamatan lapangan endapan pasir besi diinterpretasikan sebagai endapan besi sekunder yang terkonsentrasi dalam media cair yang bergerak (*placer alluvial*) dilihat dari struktur silangsiur dan secara topografi berada di tepi Sungai Bengawan Solo. Proses pengkayaan pada lokasi penelitian didukung oleh tataan tektonik yang berada pada cekungan belakang busur [3], sehingga memungkinkan pengendapan dengan baik. Topografi di batas Zona Kendeng dengan topografi antiklinorium dan Zona Solo dengan topografi landai membentuk suatu cekungan yang dapat terisi endapan pasir besi. Mineral berwarna gelap diinterpretasikan bersumber dari batuan beku. Faktor yang kurang mendukung konsentrasi mineral magnetik adalah proses penghancuran yang belum maksimal, dilihat dari butirannya yang masih kasar dan menyudut pada analisis petrografi.

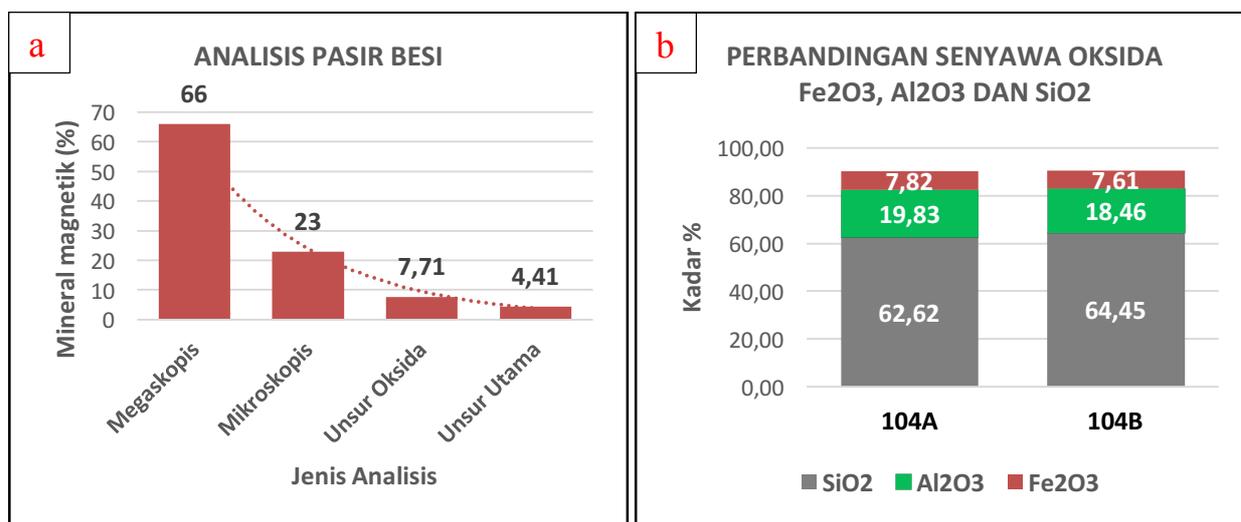
Sumber pasir besi diinterpretasikan dari batuan beku intermediet sampai basa dengan umur lebih tua dari Plistosen. Berdasarkan Fisiografi Regional Jawa Timur [10], diinterpretasikan batuan beku berasal dari Formasi Nglanggran dan Formasi Kebo Butak dari Zona Pegunungan Selatan serta Anggota Banyak Formasi Kalibeng dan Formasi Pucangan dari Zona Kendeng yang memiliki kedudukan yang lebih tinggi dan umur lebih tua (Tabel 6) [9][2]. Batuan Formasi Nglanggran yang diinterpretasikan sebagai sumber adalah breksi gunung api, aglomerat, dan lava andesit basal. Batuan Formasi Kebobutak yang diinterpretasikan sebagai sumber adalah aglomerat, dan lava basal yang menyisip di bagian bawah Formasi Kebobutak. Batuan dari Anggota Banyak Formasi Kalibeng yang diinterpretasikan sebagai sumber adalah breksi andesit. Batuan dari Formasi Pucangan yang diinterpretasikan sebagai sumber adalah breksi gunungapi. Batuan-batuan tersebut memiliki komposisi mineral dari magma intermediet hingga basa, sesuai dengan kenampakan dari analisis petrologi pada sampel pasir besi 104A dan 104B.

Tabel 6. Kolom Stratigrafi Pegunungan Selatan dan Kendeng (modifikasi Surono, dkk., 1992 ;Datun, dkk., 1996)



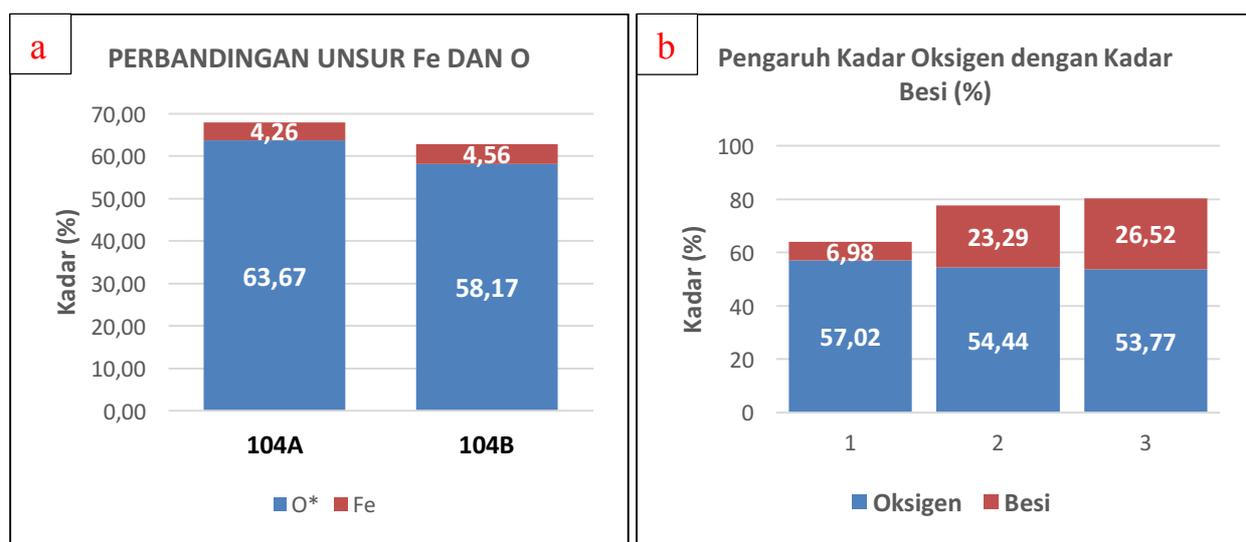
Dari data analisis petrologi dan geokimia menunjukkan secara megaskopis mineral opak relatif dominan, namun pada analisis yang lebih rinci pada petrografi dan geokimia terlihat konsentrasi mineral *hematite* ternyata rendah. Hal ini menunjukkan adanya mineral yang bersifat magnetik dengan warna gelap lain yang seperti litik atau mineral berwarna gelap lainnya. Nilai konsentrasi mineral magnetik pada setiap analisis ditampilkan pada diagram di bawah (Gambar 6.a).

Mineral *hematite* memiliki kadar yang rendah dikarenakan banyak senyawa pengotor seperti alumina (Al_2O_3) dan silika (SiO_2). Pada sampel 104A menunjukkan Al_2O_3 19,83%, SiO_2 62,62%, dan Fe_2O_3 7,82%, sedangkan pada sampel 104B menunjukkan Al_2O_3 18,46%, SiO_2 64,45%, dan Fe_2O_3 7,61%. Data menunjukkan pengotor mempengaruhi kadar mineral magnetik (Gambar 6.b).



Gambar 6. Konsentrasi mineral magnetik setiap analisis (a), Perbandingan senyawa oksida dominan (b)

Kadar *hematite* (Fe_2O_3) juga dipengaruhi proses oksidasi, yaitu reaksi suatu unsur dengan oksigen (O). Mineral *hematite* sampel 104A memiliki Fe 4,26% dan O 63,67%, pada sampel 104B memiliki Fe 4,56%, dan O 58,17%. Dari data tersebut karakter *hematite* pada daerah penelitian menunjukkan semakin besar konsentrasi O, maka semakin kecil kadar Fe. Jika dibandingkan dengan oksidasi FeO (Gambar 8.a.), oksidasi Fe_2O_3 memiliki perubahan kadar yang lebih kecil (Gambar 8.b.).



Gambar 8. Perbandingan unsur Fe dan O pada senyawa Fe_2O_3 (a), Grafik pengaruh kadar oksigen (O) dengan kadar besi (Fe) pada senyawa FeO (penggambaran ulang dari Juharni, 2016) (b).

Data senyawa Fe_2O_3 dengan kadar 7,71% dan unsur Fe dengan kadar 4,41%, belum sesuai dengan batasan minimum pengolahan dan pemurnian komoditas tambang mineral logam di dalam negeri [6] menyebutkan pemurnian konsentrat pasir besi harus memiliki kadar $\text{Fe} \geq 56\%$, sedangkan pellet konsentrat pasir besi harus memiliki kadar $\text{Fe} \geq 54\%$. Kadar endapan pasir besi pada daerah penelitian belum sesuai dengan standar tersebut. Hasil penelitian

memiliki perbedaan dengan penelitian Kusuma [5] yang mendapatkan nilai Fe_2O_3 yang tinggi (68,85%) pada endapan pasir besi Sungai Bengawan Solo di Daerah Trucuk, Bojonegoro, Jawa Timur. Perbedaan ini dikarenakan faktor pengkayaan seperti topografi dan proses penghancuran lebih maksimal dilihat dari ukuran butiran yang lebih kecil (52 – 84 nm).

4. KESIMPULAN (10 PT)

Karakteristik endapan pasir besi pada Formasi Kabuh di Desa Mlale, Kecamatan Jenar, Kabupaten Sragen, Provinsi Jawa Tengah adalah endapan *placer alluvial* diinterpretasikan dari batuan beku Formasi Nglanggran dan Formasi Kebobutak serta Anggota Banyak Formasi Kalibeng dan Formasi Pucangan dari Zona Kendeng. Proses pengkayaan kurang maksimal karena kurangnya faktor penghancuran, dilihat dari ukuran butir yang masih kasar dan relatif menyudut, serta kadar mineral magnetik yang rendah dengan *hematite* (Fe_2O_3) 7,71% dan Fe 4,41%. Berdasarkan batasan minimum pengolahan dan pemurnian komoditas tambang mineral dan logam dalam negeri [6], pasir besi pada lokasi penelitian belum berpotensi diolah atau dimurnikan.

UCAPAN TERIMAKASIH (10 PT)

Ucapan Terimakasih kepada Program Studi Teknik Geologi Fakultas Teknologi Mineral Institut Teknologi Nasional Yogyakarta atas dukungan yang diberikan. Bapak Dr. Hita Pandita, S.T., M.T. yang memberi masukan serta saran dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonim. Peta Rupa Bumi Indonesia Lembar Gesi: 1508-413 skala 1:25.000. *Bakosurtanal Edisi 1*, 2001.
- [2] Datun M, Sukandarrumidi, Hermanto B, Suwarna N. Peta Geologi Lembar Ngawi, Jawa; Second Edition. *Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi*. 1996.
- [3] Hall, R. Late Jurassic – Cenozoic Reconstruction of The Indonesian Region and The Indian Ocean. *Tectonophysic*. 2012: 570-571, pp. 1-41.
- [4] Juharni. Karakteristik Pasir Besi di Pantai Marina Kabupaten Bantaeng. Skripsi. Makassar: Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar; 2016.
- [5] Kusuma, R. Analisis Struktur Kristal dan Sifat Magnetik Pasir Besi Sungai Bengawan Solo Kecamatan Trucuk Kabupaten Bojonegoro. *Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sebelas Maret. Solo*. 2017.
- [6] Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. No. 25-2018. *Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia tentang Pengusahaan Pertambangan Mineral dan Batubara*. Jakarta; 2018.
- [7] Pettijohn, F.J. *Sedimentary Rocks*. New York: Harper & Row Publication, 1975.
- [8] Prabowo, H. Makalah : Bijih Besi. Sumatera Barat: Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang. 2011.
- [9] Surono, Toha B, Sudarno, I. Peta Geologi Lembar Surakarta – Giritontro. *Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi*. 1992.
- [10] van Bemmelen, R.W. *The Geology Of Indonesia, Vol. 1A (General Geology Of Indonesia)*. The Hauge: Government Printing Office. 1949: 545-657.