

ANALISIS SECARA FISIS DAN MEKANIS PASIR BESI DARI PANTAI SELATAN KULONPROGO BERGUNA BAGI MATERIAL PESAWAT TERBANG

Indreswari Suroso ¹⁾

¹⁾Program Studi Aeronautika, Sekolah Tinggi Teknologi Kedirgantaraan, Yogyakarta

Abstrak

Metalurgi didefinisikan sebagai ilmu dan teknologi untuk memperoleh bijih logam sampai pengolahan logam. Metalurgi mencakup tahapan dari pengolahan bijih mineral, ekstraksi logam, sampai ke proses pengolahan logam untuk menyesuaikan sifat-sifat dan perilakunya sesuai dengan yang dipersyaratkan dalam pemakaian untuk pembuatan produk rekayasa tertentu.

Analisis secara fisis dan kimiawi pasir besi di pantai selatan Kulonprogo untuk material pesawat terbang sangat cocok hal ini dikarenakan pasir besi di Kulonprogo mengandung titanium sebagai bahan dasar pesawat terbang dan pasir besi sebagai bahan dasar baja paduan yang ditreatment untuk menjadi material pesawat terbang.

Hasil pengujian pada penelitian ini adalah karakteristik pasir besi di pantai selatan Kulonprogo memiliki sumber daya alam pasir besi yang memiliki kandungan tinggi yaitu 76,346% di kedalaman empat meter dan terletak 200 meter dari pantai Kulonprogo menuju daratan, selain itu Kulonprogo memiliki kekayaan alam berupa Titanium dengan kandungan Titanium yaitu 12.87%.

Kata kunci : pasir besi, metalurgi, titanium, pesawat terbang

Pendahuluan

Metalurgi didefinisikan sebagai ilmu dan teknologi untuk memperoleh bijih logam sampai pengolahan logam. Metalurgi mencakup tahapan dari pengolahan bijih mineral, ekstraksi logam, sampai ke proses pengolahan logam untuk menyesuaikan sifat-sifat dan perilakunya sesuai dengan yang dipersyaratkan dalam pemakaian untuk pembuatan produk rekayasa tertentu.

Metalurgi ekstraksi yang banyak melibatkan proses-proses kimia, baik yang temperatur rendah dengan cara pelindian maupun pada temperatur tinggi dengan cara proses peleburan untuk menghasilkan logam dengan kemurnian tertentu. Pengolahan skala kecil pasir besi menjadi ingot besi dengan proses reduksi langsung menggunakan elektrik *muffle furnace* pada suhu 1350°C dengan variasi waktu 5, 10, 15, 20 menit sehingga akan diperoleh komposisi pasir besi, kapur, grafit, dan bentonit. Beberapa tahapan proses metalurgi ekstraksi sebagai berikut :

Tahapan proses pada metalurgi ekstraksi adalah :

- a. Pemisahan (*separation*), yaitu pembuangan unsur, campuran atau material yang tidak diinginkan dari bijih.
- b. Pembentukan campuran (*compound formtion*), yaitu cara memproduksi material yang secara struktur dan sifat-sifat kimianya berbeda dari bijihnya.
- c. Produksi logam (*metal production*), yaitu cara-cara memperoleh logam yang belum murni.
- d. Pemurnian logam (*metal purification*) yaitu pembersihan logam yang belum murni yakni membuang unsur-unsur pengotor dari logam yang belum murni, sehingga diperoleh logam

murni.

Sekitar + 5 % dari 2,5 juta ton pellet per tahun yang diimpor PT Krakatau Steel hancur / pecah pada saat transportasi dan bongkar muat dengan demikian setiap tahunnya dihasilkan sekitar 125.000 ton debu pellet yang berkadar besi tinggi (64% Fe). Debu pellet ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan besi dan baja berupa pelet baru. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan bahan pengikat bentonit 1 % dan 2 % terhadap sifat mekanis dari pelet baru yang terbentuk dari debu pelet, dengan harapan pelet yang dihasilkan dapat memenuhi standar industri. Pada penambahan bentonit 1 % pellet yang dihasilkan memiliki *thumber index* sebesar 67,8 %, indeks abrasi 23 %, sedangkan pada penambahan bentonit sebesar 2% terjadi peningkatan menjadi *thumber index* 92,6%, dan indeks abrasi 6,6%. Untuk sifat mekanis dan metalurgi lainnya seperti bulk density, distribusi ukuran pelet, porositas, dan basasitas, tidak menunjukkan perbedaan yang mencolok. (Soedarsono dkk, 2009).

Pemisahan besi dari pasir besi Surade, Sukabumi, Jawa Barat. Langkah yang dilakukan untuk memisahkan besi dari pasir besi tersebut adalah dibuat komposit pasir besi dengan campuran batubara sebagai bahan reduktor dan digunakan bentonit untuk bahan pengikat. Komposit pasir besi dengan ukuran – 100 mesh dibuat pellet, selanjutnya dilakukan reduksi untuk memisahkan logam Fe dari oksida pengotor terutama oksida titan. Reduksi dilakukan pada temperatur 1200°C dengan variabel bahan reduktor 15 %, 20 % dan 25 %, serta penahanan waktu 60 menit dan 1 jam. Komposit yang telah direduksi selanjutnya dilebur pada temperatur 1500°C.

Dari hasil peleburan menunjukkan besi yang dihasilkan tidak begitu maksimal atau *recovery* logam besi masih belum maksimal, untuk *recovery* besi tertinggi diperoleh sebesar 85 % dicapai dengan bahan reduktor 25 % dan penahanan waktu reduksi 60 menit. Hasil ini dihitung dari analisa slag yang masih mengandung besi sekitar 15 %. Hal ini ada beberapa kemungkinan yang bisa terjadi antara lain, metalisasi logam besi yang belum sempurna (rendah) atau *recovery* logam besi dari *slag* yang masih rendah, kondisi ini dapat disebabkan oleh temperatur peleburan yang kurang tinggi atau waktu peleburan yang kurang lama sehingga penelitian ini ada baiknya untuk peleburan komposit yang telah direduksi digunakan *Arc furnace*, mengingat di laboratorium Pusat Penelitian Metalurgi tidak memiliki tungku *Arc Furnace* (Sulfiandi, 2009).

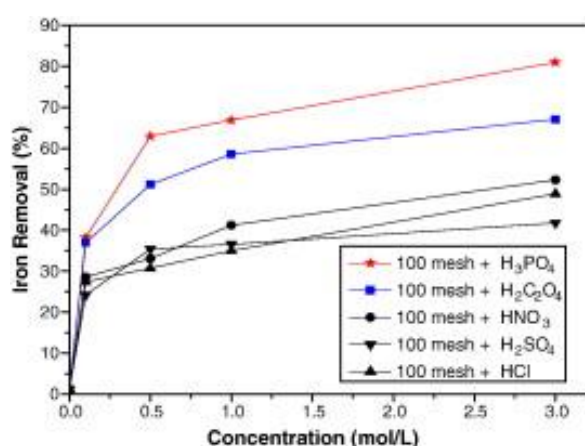
Tinjauan Pustaka dan Pengembangan Hipotesis

Pasir besi memiliki komposisi secara umum besi oksida (Fe_2O_3 dan Fe_3O_4), silikon oksida (SiO_2) dan senyawa lain dengan kadar lebih rendah. Komposisi pasir dapat diketahui setelah dilakukan pengujian XRD (*X-Ray Diffraction*) atau XRF (*X-Ray Fluorescence*). Penelitian ini di Pantai Jolosutro, Blitar menggunakan metode Sol Gel. Material yang disintesis adalah BiFeO_3 dengan variasi suhu kalsinasi antara 250°-500°C dengan waktu penahan selama 1 jam pada tabung yang dialiri gas nitrogen. Hasil sintesis dikarakterisasi dengan dengan uji XRD hasilnya memiliki kemurnian 93,13% dengan ukuran kristal antara 7,2 nanometer - 62,4 nanometer. (Arifiani, 2012). Pasir besi memiliki komposisi secara umum besi oksida, titanium oksida, silikon oksida dan senyawa lain dengan kadar lebih rendah. Komposisi pasir setelah dilakukan pengujian XRD (*X-Ray Diffraction*) atau XRF (*X-Ray Fluorescence*). Beberapa tahun terakhir magnetit (Fe_3O_4) dan hausmanit (Mn_3O_4), memiliki aplikasi bidang industri seperti keramik, katalis, *energy storage*, *passive coating*, dan biomedis pada sistem pengiriman obat-obatan (Taufiq, 2008).

Permasalahan dalam sintesis nanopartikel oksida logam, khususnya Fe_3O_4 adalah bagaimana memperoleh partikel berukuran nano yang monodisperse dan tak teraglomerasi. Penelitian ini bertujuan mengembangkan cara sintesis nanopartikel Fe_3O_4 dengan metode elektrokimia. Sintesis dilakukan dengan elektroda besi dan elektrolit air demineralisasi pada harga rapat arus yang

bervariasi pada suhu konstan. Produk yang diperoleh berupa *powder* hitam magnetis yang terdeposisi di anode. Karakterisasi produk dilakukan dengan XRD (*X-Ray Diffraction*) dan SEM (*Scanning Electron Microscopy*). Dari hasil karakterisasi disimpulkan bahwa: (1) sintesis nanopartikel Fe_3O_4 dapat dilakukan dengan metode elektrokimia sederhana, (2) Karakter nanopartikel Fe_3O_4 yang dihasilkan dipengaruhi oleh rapat arus. Nanopartikel Fe_3O_4 monodisperse yang memiliki morfologi sferik dan tak teraglomerasi diperoleh pada elektrolisis dengan rapat arus $325 \mu\text{A}/\text{cm}^2$ pada 30°C (Fauziatul, 2009).

H_2PO_4 atau asam fosfat petama kali digunakan untuk mengubah kemurnian besi dengan konsentrasi rendah dibawah iradiasi ultrasonik dan dihasilkan dengan efisiensi tinggi. Teori ini akan sedikit mengalami kerugian dibandingkan dengan metode yang lain yaitu H_2SO_4 (asam sulfat), HCl (asam klorida) dan HF (asam florida). Berikut ini grafik perbandingan *Iron removal* dengan kadar konsentrasi material :



Gambar 1 Perbandingan konsentrasi antara H_2PO_4 dengan asam lain

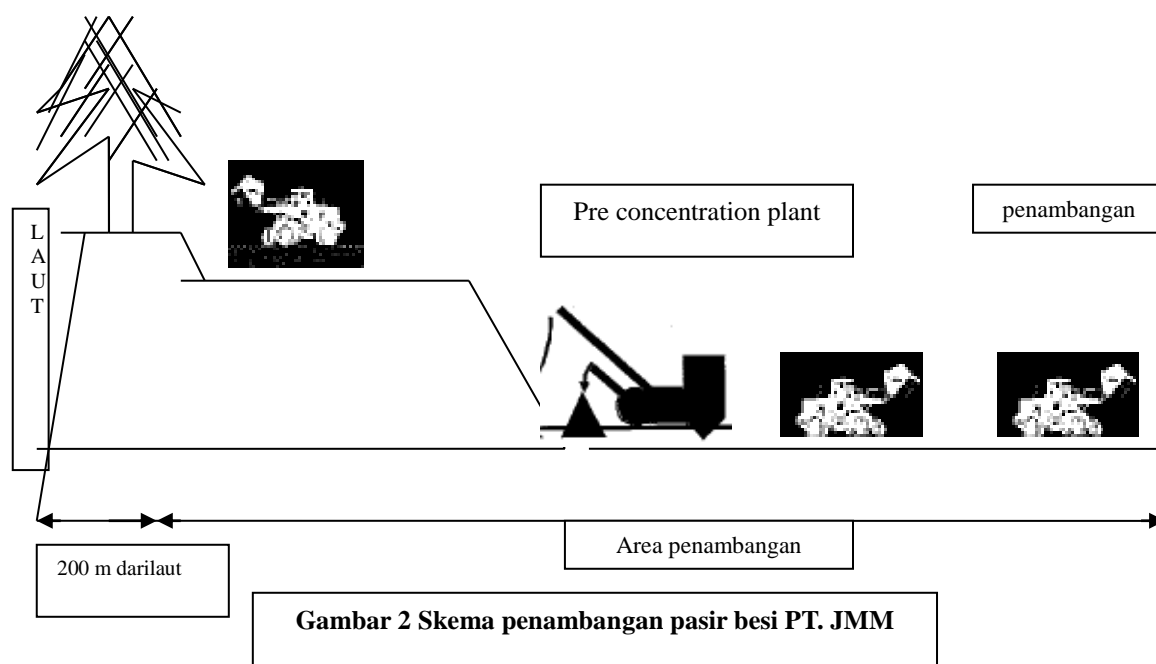
Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan H_3PO_4 sebagai *leaching* memiliki efisiensi tertinggi yaitu 77.1% dibandingkan dengan yang lain effisiensinya lebih rendah 30-40% (Zhang, 2012). Efek dari suhu dan udara pada proses sintering bijih besi adalah sebagai berikut: *melt* pada suhu eutektik pada $\text{CaO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$ dan $\text{CaO}\cdot 2\text{FeO}_3$ mengandung lebih kompleks Ca, Fe, Si, dan Al daripada binary *Calcium Ferrite* pemanasan. Komposisi mineral tersebut dipengaruhi oleh suhu yaitu mekanisme transisi dari hematit ke magnetik Sebelum berpindah ke magnetit maka Fe dan Ca akan berkurang dengan turunnya suhu namun *casing* magnetit bertambah maka Fe bertambah dan suhu juga naik namun oksigen berkurang (Zhang, 2012)

Agar proses sintering bijih besi berlangsung dengan baik maka diperlukan suhu yang sesuai. Proses sintering ini mengetahui komposisi kimia, granulasi, dan perlakuan pada suhu tinggi pada biji besi yang berasal dari China, Brazil dan Australia. Berdasarkan komposisi kimia bijih besi Brazilia memiliki Fe, Al_2O_3 rendah dan SiO_2 rendah untuk granulasi diameter bijih Brazilian paling tinggi, dan konsentrasi dari China paling rendah. Ukuran partikel dan dan struktur indeks *clay* paling tinggi setelah melalui proses sintering maka konsentrasi bijih besi di China 20%, Australia dan Brazilian sama yaitu 40% (Olievera, 2012).

Landasan Teori

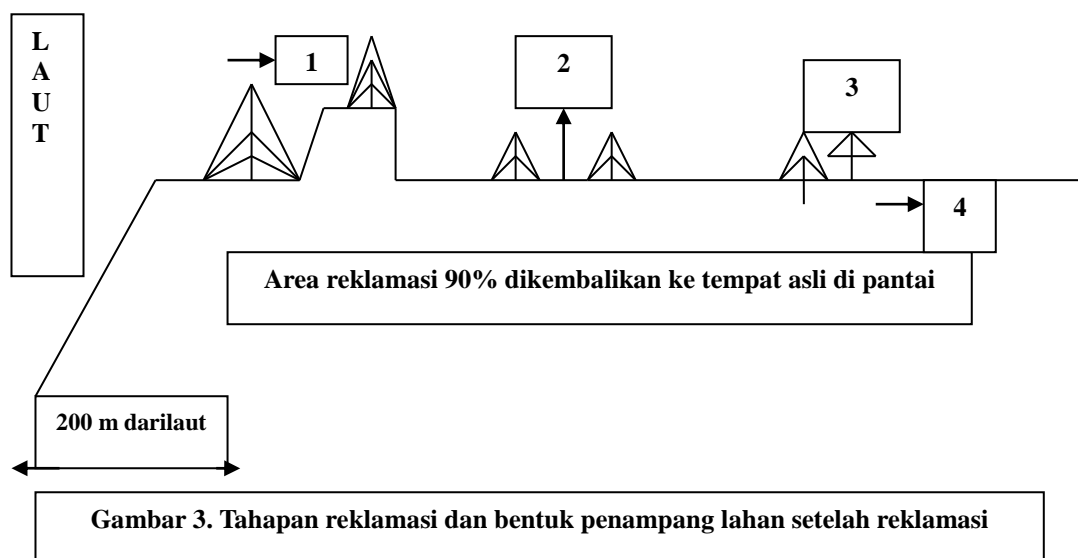
Penambangan Pasir Besi

Penambangan PT Jogja Magasa Mining (PT JMM) terletak di sepanjang pesisir pantai selatan Kulonprogo meliputi 4 kecamatan yaitu Galur, Panjatan, Wates, dan Temon. Luas konsensi Kuasa Penambangan kurang lebih 4000 hektar meliputi desa Jangkar, Sindutan, Palihan, Glagah, Karangwuni, Garongan, Pleret, Bugel, Karangsewu, dan Banaran. Kuasa penambangan dilakukan perubahan menjadi Kontrak Karya PT Jogja Magasa Mining bekerjasama dengan Indo Mines Ltd dengan luas Penambangan kurang lebih 3000 hektar meliputi desa Karangwuni, Garongan, Pleret, Bugel, Karangsewu, dan Banaran. Area penambangan dibuat berjarak 200 meter dari pantai hal ini disebabkan untuk mencegah adanya abrasi. Pencegahan abrasi dibuat dengan dibuat tanggul dan penanaman pohon cemara udang seperti pada gambar 2 dan tahapan reklamasi seperti pada gambar 3.



Sistem penambangan menggunakan metode pengupasan secara kering dengan cara dilakukan per blok dengan umur tambang 12 bulan dengan kedalaman 6 meter dan total penurunan lahan maksimal 0,8 meter. Penambangan berpindah ke blok lainnya, namun sebelum dipindah ke blok selanjutnya maka direklamasi dan pasir laut dikembalikan seperti semula agar tidak terjadi abrasi. Proses penggalian sebagai berikut :

1. Pasir besi diangkut dimasukkan dalam proses penyaringan dan pencucian menggunakan air tawar atau air laut.
2. Melalui proses penyaringan dengan gaya berat diperoleh 20% Fe dan 80% pasir halus dikembalikan ke laut.
3. Penyaringan 20% Fe pisahkan dengan magnet separator menghasilkan mineral Fe sebesar 10% Fe



Keterangan gambar :

1. Penanaman pohon cemara udang sepanjang 22 km untuk pencegahan abrasi.
2. Petani dapat menanam lahannya setelah 2 tahun pertama eksplorasi tambang.
3. Dapat dimanfaatkan sebagai lahan pertanian dan perkebunan.
4. Pelapisan tanah baru dan pemupukan.

Pemisahan Pasir Besi

Cadangan bijih besi yang banyak terdapat di Indonesia merupakan cadangan bijih besi kadar rendah. Proses peningkatan kadar Fe harus dilakukan untuk mendapatkan produk konsentrat yang dapat diproses lebih lanjut menjadi pellet. Salah satu pemisahan yang dapat dilakukan adalah proses pemisahan dengan metoda gravitasi. Proses pemisahan ini berjalan berdasarkan perbedaan berat jenis antara bijih besi dengan pengotornya. Konsentrat yang dihasilkan dari proses pemisahan kemudian dibuat pellet dengan tambahan perekat. Jumlah perekat yang ditambahkan akan menentukan karakteristik pellet yang dihasilkan.

Optimasi jumlah perekat yang ditambahkan menjadi sangat penting untuk menghasilkan pellet dengan karakteristik yang optimum. Proses ini untuk memisahkan bijih besi dengan metoda gravitasi dan kegiatan untuk menentukan jumlah perekat optimum yang ditambahkan pada bijih besi untuk mendapatkan pellet dengan karakteristik yang optimal. Proses kegiatan dimulai dengan penghancuran, karakterisasi bijih besi, uji pemisahan dengan metode gravitasi, uji penambahan perekat, karakterisasi produk antara, evaluasi dan analisis serta pelaporan kegiatan diakhir kegiatan.

Metode Penelitian

1. Alat yang digunakan

- a. Gelas ukur
- b. Gelas beker
- c. Kertas saring
- d. pH meter
- e. Kertas lakmus

- f. Magnet permanent
- g. Alat surface mechanical attrition treatment
- h. X-Ray Diffraction
- i. Transmission Electron Microscopy
- j. Scanning Electron Microscopy
- k. Hardness Vickers
- l. Mikroskop metalurgi

2. Bahan yang digunakan

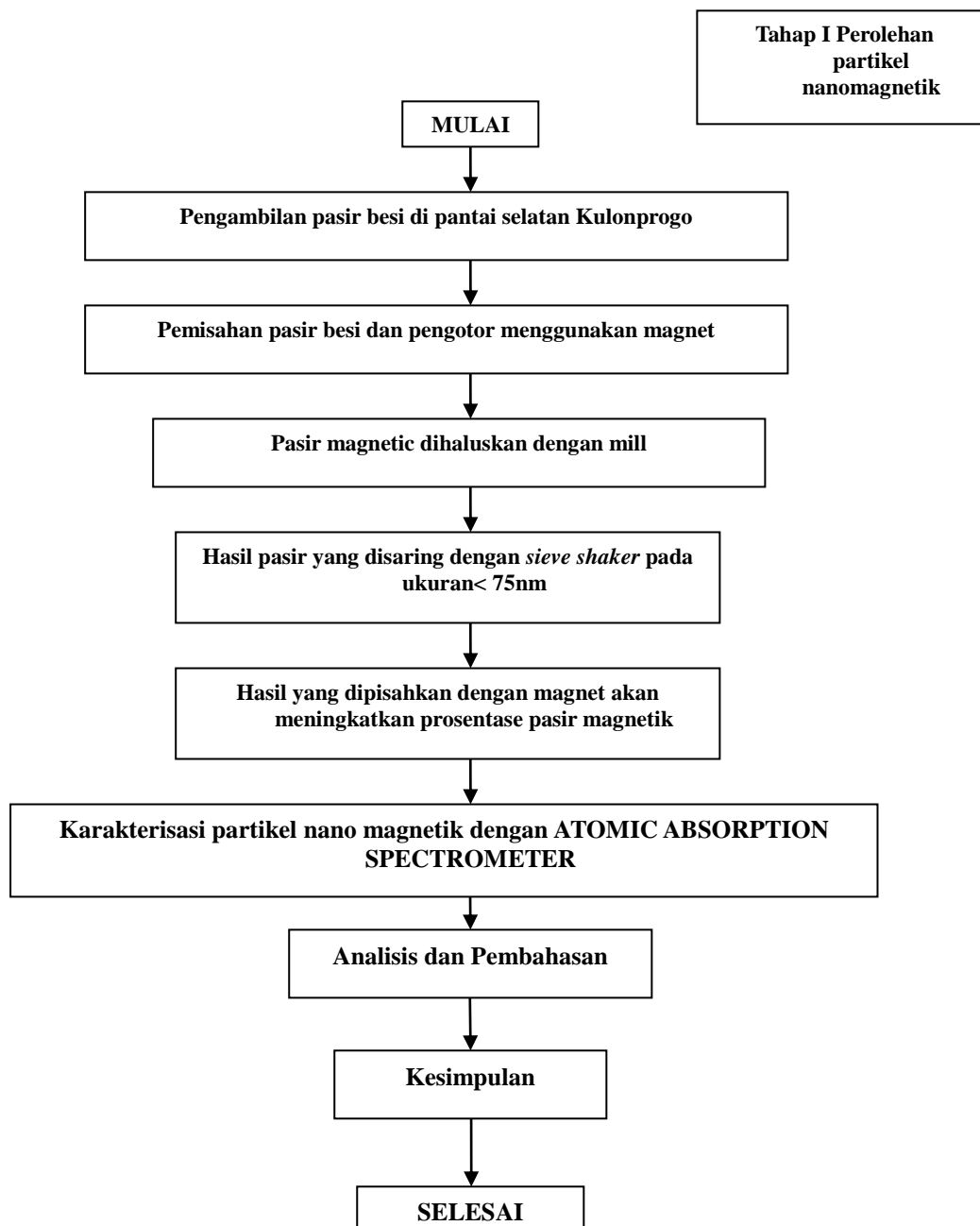
- a. Pasir besi pantai selatan Kulonprogo
- b. Larutan asam sulfat (H_2SO_4)
- c. Larutan asam klorida (HCl)
- d. Kalium Hidroksida (KOH)
- e. Natrium Hidroksida (NaOH)

3. Cara kerja penelitian

- a. Pasir besi diperoleh dari lokasi pengambilan sampel pantai selatan Kulonprogo.
- b. Karakteristik pasir magnetik menggunakan test uji EDAX.
- c. Pasir besi magnetik dihancurkan dengan *surface mechanical attrition treatment* sampai lolos ukuran $<75\mu m$.
- d. Hasil *treatment* kemudian dipisahkan dengan magnet permanen agar bahan pengotor non magnetik masih dapat dipisahkan lagi.
- e. Proses pemisahan pasir besi berjalan berdasarkan perbedaan berat jenis antara bijih besi dengan pengotornya. Konsentrat yang dihasilkan dari proses pemisahan kemudian dibuat pellet dengan tambahan perekat.
- f. Pengujian komposisi kimia dan terlihat karakteristik pasirbesi Kulonprogo.

4. Diagram Alir Penelitian

Berikut ini diagram alir penelitian sesuai dengan Gambar 4 Diagram Alir Jalannya Penelitian



Gambar 4 Rencana penelitian Tahap 1, perolehan partikel nanomagnetik

Hasil dan Pembahasan

Berikut ini proses pengambilan dan pemisahan pasir besi di pesisir pantai selatan Kulonprogo:

1. Pipa ditancapkan sedalam empat meter di pesisir pantai berjarak kurang lebih 200 meter seperti gambar 4.1 dan gambar 4.2.
2. Pipa diangkat untuk diambil pasirnya dan proses pengangkatan pasir seperti pada gambar 4.3.
3. Pipa berisi pasir dimasukkan dalam tempat yang disediakan seperti gambar 3.4
4. Proses pemisahan pasir besi magnetik dan non magnetik dengan magnet seperti pada gambar 4.5.



Gambar 5 Proses pipa ditancapkan ke pasir



Gambar 6 Pipa dimasukkan ke pasir sampai kedalaman empat meter



Gambar 7 Proses pengangkatan pasir



Gambar 8 Proses memasukkan pasir ke dalam tempat yang disediakan



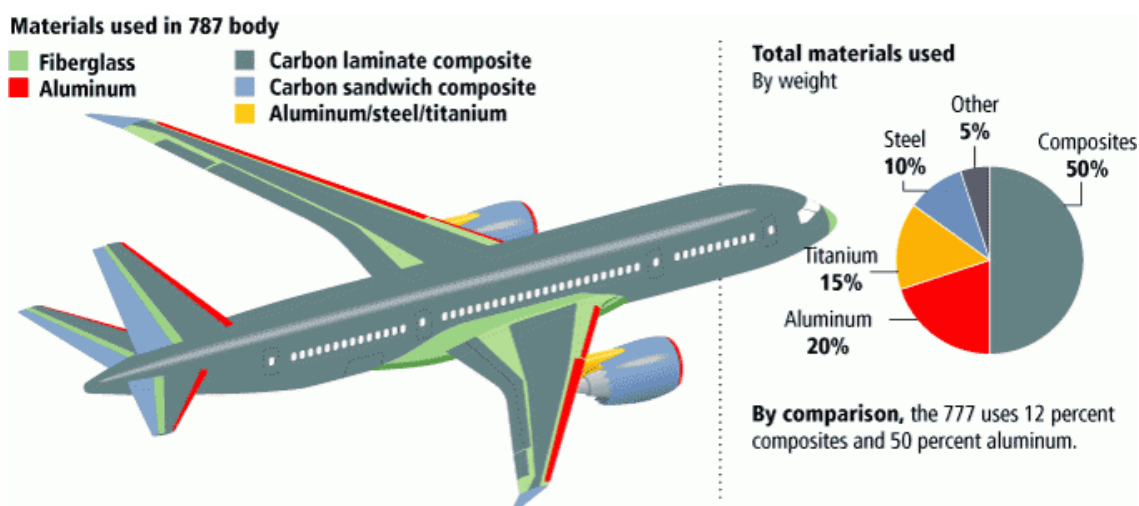
Gambar 9 Proses pemisahan pasir besi non magnetik dengan pasir besi magnet

Tabel 1. Hasil Pengujian komposisi kimia

Tabel 1. Hasil Pengujian Komposisi Kimia dengan Metode Atomic Absorption Spectrometry

No	Kode sampel	Parameter	HASIL PENGUKURAN (%)			METODE
			I	II	III	
1	Pasir besi dari Pantai Selatan Kulonprogo	Au	0.0019	0.0021	0.0022	Atomic Absorption Spectrometer
2		Fe ₂ O ₃	76.3585	77.0346	75.6824	Atomic Absorption Spectrometer
3		MnO ₂	0.55999	0.5381	0.5545	Atomic Absorption Spectrometer
4		TiO ₂	12.9887	12.8610	12.7333	Atomic Absorption Spectrometer
5		ZnO	0.1970	0.1997	0.2025	Atomic Absorption Spectrometer
6		Al ₂ O ₃	1.5064	1.5240	1.5327	Atomic Absorption Spectrometer
7		SiO ₂	7.5737	7.7580	7.6658	Atomic Absorption Spectrometer

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pantai selatan Kulonprogo memiliki sumber daya alam pasir besi yang memiliki kandungan tinggi yaitu 76,346% di kedalaman empat meter dan terletak 200 meter dari pantai Kulonprogo menuju daratan, selain itu Kulonprogo memiliki kekayaan alam berupa Titanium dengan kandungan Titanium yaitu 12,87%. Kandungan Titanium yang cukup tinggi dapat diolah menjadi material pencampur pembuatan pesawat terbang. Titanium adalah suatu unsur kimia biasanya ditandai dalam bentuk yang paling murni, dengan kilau dan warna metalik-putih. Titanium memiliki sifat tahan terhadap korosi pada suhu yang lebih tinggi karena lapisan oksida permukaannya sangat ulet, ringan sebagai bahan pembuat pesawat terbang, kuat seperti baja dan tahan terhadap korosi.



Gambar 10 Komposisi kimia material pesawat terbang

Aluminium alloy (Paduan)

Pada penerbangan komersial, aluminium digunakan hampir 80% dari keseluruhan penggunaan material struktur. Material aluminium disini tentu berbeda dengan aluminium yang kita temui pada kehidupan sehari-hari pada peralatan dapur maupun dekorasi, aluminium untuk struktur pesawat terbang dipadu dengan beberapa bahan campuran (seperti tembaga, magnesium, seng dan mangan) yang dapat meningkatkan kekuatan, kekakuan serta ketangguhannya.

Adapun aluminium alloy yang sering digunakan pada pesawat terbang antara lain:

- Aluminium 2024-T3, T42, T351, T81 : Untuk tegangan tarik yang tinggi, ketangguhan tinggi serta karakteristik perambatan retak yang baik. T42 memiliki kekuatan yang lebih rendah dari T3. Sedangkan T81 digunakan untuk temperatur tinggi
- Aluminium 2224-T3, 2324-T3 : memiliki kekuatan 8% lebih dari 2024-T3, ketangguhan dan ketahanan kelelahan lebih baik dari 2024-T3
- Aluminium 7075-T6, T651, T7351 : memiliki kekuatan lebih tinggi dari 2024, ketangguhan lebih rendah, digunakan untuk tegangan tarik yang tidak memerlukan ketangguhan tinggi. Memiliki karakteristik korosi yang baik.
- Aluminium 7079-T6 : Hampir sama dengan 7075, tetapi memiliki sifat potongan melintang yang lebih baik (>3in)
- Aluminium 7150-T6 : 11% lebih kuat dari 7075-T6, karakteristik kelelahan dan ketangguhan lebih baik dari 7075-T6
- Aluminium 7178-T6, T651 : Digunakan untuk beban tekan. Lebih kuat dari 7075, tapi tidak lebih tangguh.
- Aluminium-lithium : 10% lebih ringan dan kaku dari *aluminium alloy* konvensional
- Powder Metalurgy aluminium : Lebih kuat, tangguh, tahan suhu tinggi serta tahan korosi dari *aluminium alloy* konvensional.

1. Titanium

Material titanium belum diketahui pada awal perkembangan teknologi dirgantara karena reaktivitas kimianya yang ekstrim dan kesulitannya dalam memurnikannya dari tambang serta kesulitan dalam membentuknya dengan cetakan serta penempatan. Titanium juga memiliki biaya *machining* yang mahal, namun titanium memiliki nilai kekuatan per berat yang lebih tinggi dari material aluminium dan baja. selain itu, bahan ini juga memiliki karakteristik tahan korosi yang sangat baik serta tahan panas yang sangat baik. Mahalnya biaya manufaktur titanium membuatnya jarang dipakai dalam jumlah yang besar, sehingga hanya digunakan pada komponen-komponen tertentu saja. Titanium yang biasa dipakai dalam dunia dirgantara antara lain Ti-6Al-4V serta Ti-4Al-4Mo-2Sn-0.5Si. Berikut ini adalah keunggulan dari titanium:

- a. Salah satu karakteristik Titanium adalah titanium bersifat kuat.
- b. Kekuatan lelah (*fatigue strength*) yang lebih tinggi daripada paduan aluminium.
- c. Tahan suhu tinggi. Ketika temperatur pemakaian melebihi 150 C maka dibutuhkan titanium karena aluminium akan kehilangan kekuatannya secara nyata.
- d. Tahan korosi. Ketahanan korosi titanium lebih tinggi daripada aluminium dan baja.
- e. Rasio berat dengan kekuatan titanium yang lebih rendah daripada aluminium, maka komponen-komponen yang terbuat dari titanium membutuhkan ruang yang lebih sedikit dibanding aluminium.

Berikut ini adalah aplikasi titanium dalam berbagai bidang:

- a. Bidang kedokteran, titanium sebagai bahan baku untuk mengimplan gigi, penyambung tulang, pengganti tulang tengkorak, struktur penahan katup jantung.
- b. Bidang mesin seperti contoh sebagai material pengganti untuk batang piston.
- c. Bidang perikanan, dengan adanya sifat titanium yang kuat, ringan, dan tahan korosif air laut jadi untuk pembuatan pancingan.
- d. Bidang militer dengan titanium yang memiliki sifat kekuatan tinggi dan sifat yang ringan sehingga titanium sebagai bahan pembuatan pesawat.
- e. Bidang industri , titanium sebagai bahan *heat exchanger* karena sifat titanium tahan korosi dan tahan pada suhu tinggi.

2. Baja paduan

Baja paduan yang memiliki tegangan tarik yang tinggi, baja paduan masih dapat digunakan dibandingkan dengan titanium dan tentunya memiliki biaya yang lebih rendah. Berikut ini adalah baja paduan yang sering digunakan pada struktur pesawat terbang :

a. *Martensitic stainless steel*

Mengandung 12-18% kromium serta tanpa nikel dan dilakukan perlakuan panas dengan *quenching* dan temper. Memiliki ketahanan korosi yang relatif rendah.

b. *Ferritic stainless steel*

Mengandung 15-30% kromium, tanpa nikel dan tanpa perlakuan panas serta memiliki kekuatan yang relatif rendah. Ketahanan korosi tinggi pada suhu tinggi. Biasa digunakan untuk perpipaian, bejana serta pabrik kimia.

c. *Austenitic Stainless Steel*

Mengandung 18% atau lebih kromium dan 3,5 hingga 22% nikel. *Stainless steel* 321 dan 347 mengandung titanium dan columbium sebagai paduan penstabil terhadap korosi. Bahan ini sangat tahan terhadap korosi bahkan pada air laut. Biasa digunakan pada industri dirgantara, pabrik kimia, perpipaian serta penggunaan pada air laut.

d. Precipitation Hardened stainless steel

Mengandung karbon yang sangat sedikit, 15-17% kromium, 4-7% nikel dan beberapa bagian kecil logam paduan lain. Sangat tahan korosi, bahkan untuk kebutuhan pada air laut. Biasa digunakan pada pesawat terbang dimana kekuatan, ketahanan terhadap korosi serta suhu tinggi dibutuhkan.

e. High strength low alloy steels

Material dengan basis besi, yang dapat dikeraskan sampai kekuatan yang sangat tinggi. Bahan yang biasa digunakan pada kategori ini adalah 4130 dan 4340 *alloy*. Biasa digunakan untuk struktur kerangka serta komponen *landing gear*.

3. Komposit

Material komposit saat ini telah banyak digunakan dalam dunia dirgantara karena kekuatan serta kekakuannya terhadap beratnya yang lebih tinggi dibandingkan dengan baja dan aluminium, serta arah seratnya dapat diatur sedemikian rupa sesuai dengan pembebanan sehingga penggunaannya efisien. Selain itu, material komposit dapat dibentuk kontur yang aerodinamis dengan lebih fleksibel dibandingkan bahan lainnya karena dibentuk menggunakan cetakan. Material komposit yang sering digunakan pada industri dirgantara adalah *carbon fiber*, boron, *fiber glass* serta *kevlar*.

4. Diameter butiran pasir besi

Pengaruh diameter butiran pasir besi terhadap suhu yang digunakan dalam proses metalurgi ekstraksi dalam penelitian ini adalah semakin tinggi suhu yang dihasilkan maka ukuran partikel semakin kecil. Semakin besar diameter butiran maka kekerasan material semakin rendah dan bersifat lunak. Semakin kecil diameter butiran maka kekerasan material semakin tinggi dan bersifat getas.

Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah:

1. Karakteristik pasir besi di pantai selatan Kulonprogo memiliki sumber daya alam pasir besi yang memiliki kandungan tinggi yaitu 76,346% di kedalaman empat meter dan terletak 200 meter dari pantai Kulonprogo menuju daratan, selain itu Kulonprogo memiliki kekayaan alam berupa Titanium dengan kandungan Titanium yaitu 12.87%.
2. Analisis secara fisis dan kimiawi pasir besi di pantai selatan Kulonprogo untuk material pesawat terbang sangat cocok hal ini dikarenakan pasir besi di Kulonprogo mengandung titanium sebagai bahan dasar pesawat terbang dan pasir besi sebagai bahan dasar baja paduan yang ditreatment untuk menjadi material pesawat terbang.
3. Pengaruh diameter butiran besi terhadap suhu yang digunakan dalam proses metalurgi ekstraksi dalam penelitian ini adalah semakin tinggi suhu yang dihasilkan maka ukuran partikel semakin kecil. Semakin besar diameter butiran maka kekerasan material semakin rendah dan bersifat lunak. Semakin kecil diameter butiran maka kekerasan material semakin tinggi dan bersifat getas.

Daftar Pustaka

- [1] Arifiani, M., , "Sintesis Multiferoik BiFeO₃ Berbasis Pasir Besi dengan Metode Sol Gel", *Jurnal Sains dan Seni ITS*, Vol.1, ISSN : 2301-928X, September 2012
- [2] Fauziatul dkk, "Sintesis Nanopartikel Magnetite dengan Metode Elektrokimia Sederhana", *Jurnal Nanosains & Nanoteknologi*, ISSN: 1979-0880, Agustus 2009, page 22-25
- [3] Oliveira, D., et al, "Sintering Properties and Optimal Blending Schemes of Iron Ores", *Journal of Iron and Steel Research*, Vol.19 Issue 6 Juni 2012, Page 1-5
- [4] Sulfiandi, D., dan Herianto, E., " *Komposit Pasir besi sebagai Bahan Baku Pembuatan Besi dan Baja*", Pusat Penelitian Metalurgi LIPI
- [5] Taufik, A., Triwikantoro, Pratapa, S., Darminto, "Sintesis Partikel nano Fe₃-xMnxO₄ Berbasis Pasirbesi dan Karakterisasi Struktur serta Kemagnetannya", *Jurnal Nanosains dan Nanoteknologi*, Vol.1, No.2, Juli 2008, pp.67-73
- [6] Zhang, J., et al, " Effect of Temperature and Atmosphere on Sintering Process of Iron Ores", *Journal of Iron and Steel Research International*, Vol.19 Issue, 10 October 2012, Pages 1-6