

KARAKTERISTIK α Fe_2O_3 DALAM LIMBAH BIJIH MANGAN

Ridha Agustina^{1*}, Nurhakim², Adip Mustofa²

¹Mahasisiwa, Program Studi Teknik Pertambangan Universitas Lambung Mangkurat

²Program Studi Teknik Pertambangan Universitas Lambung Mangkurat

e-mail: * nurhakim@unlam.ac.id

ABSTRAK

Indonesia memiliki potensi sumberdaya mineral mangan dalam jumlah cukup besar namun tersebar di seluruh pelosok Indonesia dalam bentuk cadangan yang kecil dan beragam kualitas. Pemanfaatan bijih mangan lebih banyak diolah menjadi mangan sulfat maupun *electrolyte mangan dioxide* (EMD). Pengolahan bijih mangan ini menghasilkan produk samping atau limbah yang di dalamnya yang masih terdapat kandungan Fe, Fe ini dijadikan α Fe_2O_3 yang mana merupakan salah satu bahan baku campuran untuk baterai lithium.

Pada penelitian ini akan dilakukan kegiatan penelitian karakteristik α Fe_2O_3 dalam limbah bijih mangan. Metode yang digunakan untuk menghasilkan serbuk α Fe_2O_3 adalah metode presipitasi dengan berbagai variasi perlakuan pengujian. Pada proses pelarutan dengan HCl sehingga terbentuk larutan FeCl_3 . Kemudian dilanjutkan dengan proses hidrolisis yaitu pencampuran larutan FeCl_3 dengan larutan ammonium hidroksida (NH_4OH) yang menghasilkan endapan $\text{Fe}(\text{OH})_3$. endapan $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ini akan dipanaskan yang nantinya akan menghasilkan serbuk α Fe_2O_3 .

Hasil penelitian ini didapatkan bahwa untuk variasi konsentrasi HCl hasil massa optimum yaitu 4,81 gram (H-250) dengan konsentrasi HCl sebesar 6,06 N. Untuk variasi kedua yaitu variasi massa bahan baku, didapatkan hasil massa optimum yaitu 5,01% (M-3) dengan massa bahan baku sebanyak 200 gram. Sedangkan pada variasi temperatur pemanasan, didapatkan hasil massa optimum adalah pada 92,21% (M-100) dengan temperature pemanasan yaitu 100°C. Dari hasil karakteristik dengan Analisa *X-Ray Fluorescence* besar kandungan Fe_2O_3 pada limbah bijih mangan sebesar 5,35%. Hasil karakteristik dengan Analisa *X-Ray Diffraction* tidak ditemukan peak α Fe_2O_3 . Dari hasil karakteristik dengan Analisa *Ultraviolet-Visible* untuk perlakuan variasi temperatur pemanasan, intensitas yang dihasilkan paling besar adalah 30.000%.

Kata-kata kunci: α Fe_2O_3 , Mangan, Baterai Lithium, *X-Ray Fluorescence*, Analisa Bahan Galian

PENDAHULUAN

Pada umumnya bijih mangan berupa mineral *pyrolusite* (MnO_2) dengan warna hitam sampai coklat tua tergantung dari kadar MnO_2 yang terdapat di dalamnya. Bijih mangan di Indonesia pada umumnya mengandung pengotor unsur besi, kalsium dan silika. Unsur besi di dalam bijih mangan cukup bervariasi tergantung dari lokasi pengambilan bijih mangan, di beberapa lokasi kadar besi dalam bijih mangan lebih besar dibanding kadar mangan dalam bijih tersebut. Tetapi masih belum diketahui karakteristik Fisik dan Kimia bijih mangan untuk diolah sebagai α Fe_2O_3 . Sehingga perlu dilakukan penyelidikan yang lebih spesifik.

Setiap proses pengolahan bijih mangan menjadi produk mangan sulfat maupun *Electrolyte Mangan Dioxide* (EMD) dihasilkan limbah berupa sisa karbon dari proses reduksi, silika, Kalsium oksida dan besi oksida. Dari limbah hasil pengolahan bijih mangan tersebut maka dilakukan analisa – analisa untuk mengetahui karakteristik α Fe_2O_3 yang terdapat di dalamnya.

METODOLOGI

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini didasarkan pada metode peneliti di lapangan dan pengujian di laboratorium yang bertujuan untuk mendapatkan hasil karakterisasi α Fe_2O_3 dalam limbah bijih mangan.

Tahap pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data ini dimana data diperoleh dari pengamatan langsung di lapangan (data primer) dan literatur-literatur yang berhubungan dengan pengolahan limbah bijih mangan menjadi α Fe_2O_3 (data sekunder). Pengambilan data tergantung dari jenis data

yang dibutuhkan, yaitu :

a. Data Primer

1. Kesampaian daerah penelitian
2. Jenis peralatan pengolahan bahan galian (metallurgi ekstraksi)
3. Proses pengolahan limbah bijih mangan menjadi α Fe_2O_3
4. Data analisa limbah bijih mangan
5. Data analisa kimia α Fe_2O_3
6. Data analisa α Fe_2O_3 buatan China

b. Data Sekunder

1. Kesampaian daerah pengambilan sampel, Curah hujan dan proses penambangan bijih mangan
2. Teknik Pengambilan Sampel bijih mangan
3. Kondisi geologi daerah pengambilan sampel
4. Peta kesampaian daerah pengambilan sampel
5. Peta Geologi daerah pengambilan sampel

Tahap Pengolahan Data

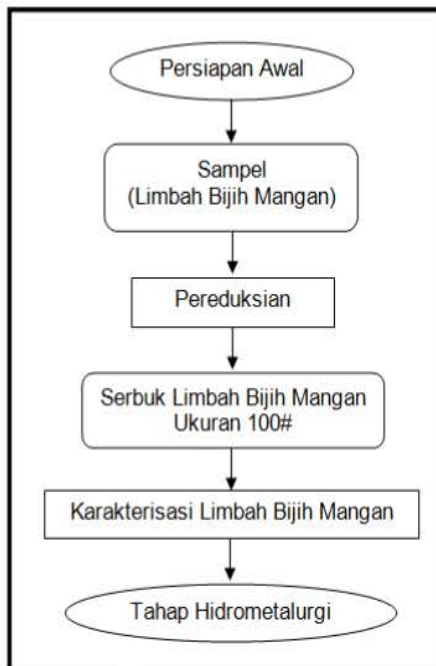
Tahap pengolahan data ini yaitu pengolahan data setelah pengumpulan data. Data yang telah diperoleh kemudian dikelompokkan sesuai dengan kegunaannya untuk lebih memudahkan dalam penganalisaan, yang selanjutnya disajikan dalam bentuk tabel, grafik, atau perhitungan penyelesaian.

- a. Pengolahan data mengenai pengaruh variasi pengujian konsentrasi HCl dengan massa serbuk α Fe_2O_3 yang dihasilkan.
- b. Pengolahan data mengenai pengaruh variasi pengujian jumlah bahan baku dengan massa serbuk α Fe_2O_3 yang dihasilkan.
- c. Pengolahan data mengenai pengaruh variasi pengujian temperatur pemanasan dengan massa serbuk α Fe_2O_3 yang dihasilkan.

Preparasi

Pada tahap ini, untuk mengetahui komposisi unsur suatu material dan juga % kadar dari serbuk limbah bijih mangan maka dilakukan pengkarakterisasian dengan metode XRF (*X-Ray Fluorescence*).

Adapun tahapan-tahapan yang dilakukan untuk preparasi sampel dapat dilihat pada Gambar-1



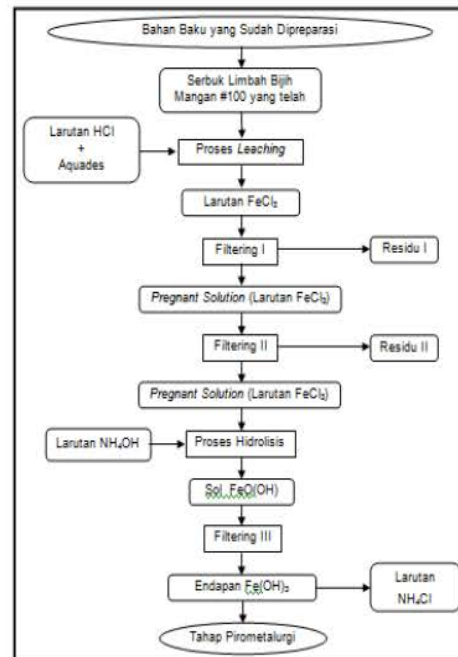
Gambar-1. Diagram alir tahapan preparasi

Hidrometalurgi

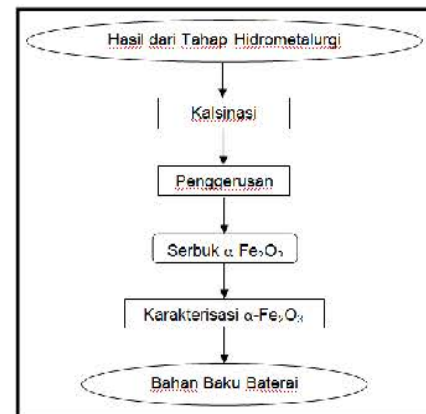
Hidrometalurgi adalah suatu proses pengolahan metalurgi ekstraksi dengan menggunakan pelarut berair (*aqueous solution*) atau menggunakan zat kimia yang cair untuk dapat melarutkan suatu partikel tertentu. Proses hidrometalurgi pada pengujian ini memiliki peranan yang amat penting karena pada tahap ini akan dihasilkan Fe_2O_3 yang bebas dari pengotornya sehingga kadar Fe_2O_3 dapat meningkat. Pada tahap ini proses yang dilakukan adalah proses *leaching* (pelarutan) dan proses hidrolisis (Gambar-2).

Pirometalurgi

Pirometalurgi adalah suatu proses ekstraksi dengan memakai energy panas atau dilakukan pada temperatur tinggi (Gambar-3).



Gambar-2. Diagram alir tahapan hidrometalurgi



Gambar-2. Diagram alir tahapan pirometalurgi

HASIL DAN DISKUSI

Perbandingan Konsentrasi HCl dengan Massa α - Fe_2O_3 yang Dihasilkan

Dari hasil pengujian variasi konsentrasi HCl dan Massa α Fe_2O_3 yang dilakukan didapatkan hasil yang berbeda – beda. Pada hasil pengujian laboratorium diketahui bahwa massa serbuk α Fe_2O_3 yang dihasilkan pada variasi konsentrasi HCl masing-masing dapat dilihat pada Tabel-1.

Tabel-1. Variasi Konsentrasi HCl dengan Massa Serbuk α Fe_2O_3

No	Kode Sampel	Berat Sampel Awal (gram)	Variasi Percobaan		Konsentrasi HCl (N)	Waktu Leaching (jam)	Suhu Leaching (°C)	Temperature Pemanasan (°C)	Massa Serbuk α Fe_2O_3
			Volume HCl (ml)	Volume Aquades (ml)					
1	H100	100	100	300	2,43	1	220	100	4,45
2	H150	100	150	250	3,64	1	220	100	3,87
3	H200	100	200	200	4,85	1	220	100	2,98
4	H250	100	250	150	6,06	1	220	100	4,81
5	H300	100	300	100	7,28	1	220	100	4,54
6	H350	100	350	50	8,49	1	220	100	2,79

Massa α Fe_2O_3 yang dihasilkan dari variasi konsentrasi HCl membentuk perulangan hasil massa α Fe_2O_3 dari konsentrasi HCl sebesar 2,43 N – 4,85 N, dan dari 6,06 N – 8,49 N. Secara teori memang semakin banyak HCl yang ditambahkan maka semakin besar hasil yang diperoleh, namun tren ini akan tercapai jika sampai batas konsentrasi tertentu, kemudian menjadi datar. Pada penelitian ini setelah dilarutkan dengan HCl kemudian diendapkan dengan ammonia, sehingga dengan konsentrasi asam yang lebih pekat diperlukan ammonia lebih banyak. Kemudian dengan asam yang banyak dan ammonia yang banyak maka larutan muncul garam dengan konsentrasi yang tinggi. Hal inilah yang menyebabkan penurunan pada massa α Fe_2O_3 yang dihasilkan. Kemungkinan lain adalah bahwa basa NH_4OH yang diberikan malah bereaksi

dengan NH_4Cl sehingga menyebabkan penurunan hasil massa α Fe_2O_3 .

Perbandingan Variasi Bahan Baku dengan Massa α - Fe_2O_3

Pada pengujian kali ini adalah memvariasikan massa bahan baku awal yang digunakan untuk mendapatkan massa serbuk α Fe_2O_3 yang paling optimum. Sedangkan konsentrasi HCl yang digunakan adalah konsentrasi HCl optimum yang telah diuji pada variasi konsentrasi HCl sebelumnya yaitu 6,06 N. Pada hasil pengujian laboratorium variasi bahan baku diketahui bahwa massa serbuk α Fe_2O_3 yang dihasilkan pada variasi massa bahan baku awal masing -masing dapat dilihat pada Tabel-2.

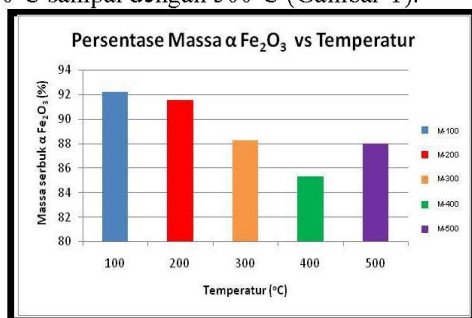
Tabel-2. Variasi Massa Bahan Baku dengan Hasil Massa Serbuk α Fe_2O_3

No.	Kode Sampel	Massa Bahan Baku (gram)	Volume HCl (ml)	Volume Aquades (ml)	Konsentrasi HCl (N)	Waktu Leaching (Jam)	Suhu Leaching ($^{\circ}\text{C}$)	Temperature Pemanasan ($^{\circ}\text{C}$)	Massa Serbuk α Fe_2O_3 (%)
1	M-1	100	500	300	6.06	1	220	100	1.7
2	M-2	150	500	300	6.06	1	220	100	4.73
3	M-3	200	500	300	6.06	1	220	100	5.01
4	M-4	250	500	300	6.06	1	220	100	4.71
5	M-5	300	500	300	6.06	1	220	100	2.39
6	M-6	350	500	300	6.06	1	220	100	2.61
7	M-7	400	500	300	6.06	1	220	100	3.11

Pada percobaan kedua yang dilakukan, variasinya adalah jumlah bahan baku awal yang digunakan. Hasil yang didapat adalah seperti pada grafik di atas. Semakin pekat penambahan padatan maka proses reaksi padatan dengan cairan semakin tidak efektif HCl dalam melarutkan unsur Fe, sehingga presentase massa hasil serbuk α Fe_2O_3 juga semakin turun. Hasil optimum adalah pada sampel M-3 dengan bahan baku 200 gram didapatkan persentase massa serbuk α Fe_2O_3 yaitu 5,01%.

Pengaruh Temperature Kalsinasi dengan Massa Serbuk α Fe_2O_3

Pada pengujian dengan variasi temperature saat proses kalsinasi, bahan baku yang digunakan adalah hasil optimum dari pengujian dengan variasi bahan baku yang dilakukan sebelumnya. Hasil optimum yang dipakai yaitu 200 gram bahan baku dengan konsentrasi HCl 6.06 N. Variasi tersebut kemudian dibuat skala besar sebanyak 1600 gram untuk kebutuhan bahan baku yang akan digunakan untuk variasi temperature kalsinasi. Setiap sampel yang dipakai terlebih dahulu ditimbang berat awalnya yang masih dalam bentuk gel α Fe_2O_3 . Kemudian dikalsinasi selama 1 jam dengan suhu yang berbeda – beda dari 100 $^{\circ}\text{C}$ sampai dengan 500 $^{\circ}\text{C}$ (Gambar-1).



Gambar-1. Grafik Perbandingan Antara % Massa α Fe_2O_3 dengan Temperatur Pemanasan (Kalsinasi).

Pada sampel M-100 ke sampel M-200 terjadi penurunan massa serbuk α Fe_2O_3 yang disebabkan oleh telah terurainya kandungan air atau hidroksida dalam endapan $\text{Fe}(\text{OH})_3$. Pada sampel M-300 dan M-400 juga telah terjadi penurunan massa serbuk α Fe_2O_3 , penyebabnya sama yaitu telah terurainya hidroksida yang terkandung dalam sampel. Namun pada saat pemanasan dengan temperature 500 $^{\circ}\text{C}$, terjadi kenaikan massa kembali sebanyak 2,67%. Hal ini terjadi karena adanya penghambatan proses penguraian hidroksida.

Penghambatan proses penguraian terjadi karena adanya ketidaksetimbangan kinetika termodinamika pada proses kalsinasi. Hal tersebut menyebabkan hasil penguraian yang melalui lapisan $\text{Fe}(\text{OH})_3$ yang terbentuk berlangsung lambat karena gas mengisi pori - pori sampel tersebut. Akibatnya terjadi kerusakan dan akumulasi pada sampel serta pori - pori yang naik lebih besar bersamaan dengan meningkatnya tekanan yang diberikan akibat temperature pemanasan yang terlalu tinggi. Dengan adanya hal tersebut membuat partikel padatan $\text{Fe}(\text{OH})_3$ tidak reaktif secara maksimal sehingga massa serbuk α Fe_2O_3 yang dihasilkan menjadi meningkat.

Pada variasi temperature pemanasan dapat disimpulkan bahwa hasil massa yang paling banyak adalah pada sampel M-100, dikarenakan temperature pemanasan 100 $^{\circ}\text{C}$ dihasilkan perolehan massa massa serbuk α Fe_2O_3 paling optimum yaitu 92,21%.

Perbandingan Hasil Analisa XRF Limbah Bijih Mangan dengan Standard Produk China

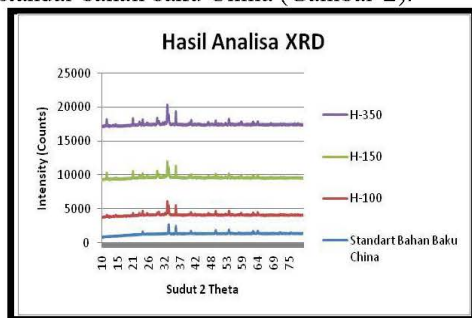
Dari hasil analisa XRF yang dilakukan pada limbah bijih mangan pada awal percobaan, didapatkan hasil bahwa kadar Fe_2O_3 di dalamnya hanya mencapai 5,35%. Hal ini memang jauh dari standar produk china yang jumlah kadarnya di atas 90%, sehingga perlu dilakukan pengolahan lebih lanjut sehingga kadarnya bisa meningkat.

Perbandingan Hasil Analisa XRD Produk α Fe_2O_3 dari Limbah Bijih Mangan dengan Standard Produk China

Pada sampel hasil pengujian dengan kode sampel H-100, H-150 dan H-350 dilakukan analisa XRD untuk mengetahui komposisi senyawa serta fasa yang terkandung pada masing - masing sampel. Hasil analisa XRD selengkapnya dapat dilihat pada penjelasan sebagai berikut :

Produk Awal

Produk awal adalah produk dari proses pengendapan kembali hasil proses pelarutan HCl pada limbah pengolahan bijih mangan. Hasil proses awal diperoleh beragam warna produk pada perndingan penggunaan pelarut HCl dengan limbah pengolahan bijih mangan. Adapun analisa XRD serbuk α Fe_2O_3 hasil variasi konsentrasi HCl yang dibandingkan dengan serbuk α Fe_2O_3 standar bahan baku China (Gambar-2).



Gambar-2. Grafik Perbandingan Hasil Analisa XRD Variasi Konsentrasi HCl

Hasil Analisa XRD variasi konsentrasi HCl dibandingkan dengan standar untuk bahan baku baterai lithium dari China. Pada sampel H-100 didapatkan peak – peak pada grafik, tetapi peak ini bukanlah peak - peak senyawa α Fe_2O_3 . Peak pada sampel H-100 ini adalah peak senyawa lain yaitu *Ammonium Chloride* (NH_4Cl), *Calcium Chloride Nitride Hydrate* ($\text{CaNClO}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$), *Ammonium Chloride Hydroxylamine* ($\text{NH}_4\text{Cl} \cdot \text{NH}_2\text{OH}$), *Calcium Chloride* (CaCl_2), *Asam Chloride* (HCl), *Calcium* (Ca), *Sulfur Nitrogen Chloride* ($(\text{S}_4\text{N}_3)\text{Cl}$), *Sulfonyl Amide Hydrogen Sulfate* ($\text{SO}_2\text{NH}_2\text{NH}_3\text{HSO}_4$), *Hidrokside* (H_2O), *Calcium Chloride Hydrate* ($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), *Calcium Sulfate Sulfite* ($\text{Ca}_3(\text{SO}_3)_2\text{SO}_4$), *Calcium Hydride* (CaH_2), *Calcium Azide Hydrate* ($\text{Ca}(\text{N}_3)_2 \cdot 0.5\text{H}_2\text{O}$), *Sulfur Nitride* (DCI), DCI , $\text{Ca}(\text{SO}_4)(\text{H}_2\text{O})0.5$, $\text{Ca}(\text{SO}_4)(\text{H}_2\text{O})_2$, dan *Calcium Sulfate Hydrate* ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$).

Pada sampel H-150 juga tidak ditemukan peak α Fe_2O_3 , tetapi senyawa lainnya seperti *Calcium Sulfate Hydrate* ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), *Asam Chloride* (HCl), *Ammonium Chloride Hydroxylamine* ($\text{NH}_4\text{Cl} \cdot \text{NH}_2\text{OH}$), dan *Ammonium Chloride* (NH_4Cl).

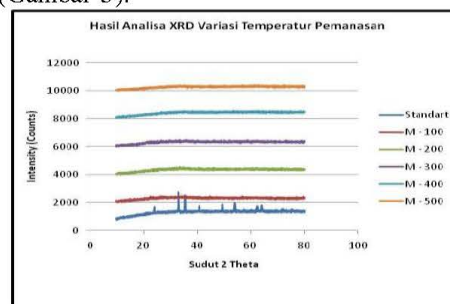
Sedangkan pada sampel terakhir yaitu H-350 juga tidak ditemukan peak α Fe_2O_3 , tetapi ada senyawa lainnya yaitu *Ammonium Chloride* (NH_4Cl), *Sodium Tungsten Oxide* (NaWO_3), *Thallium Chloride* (TlCl), *Molybdenum Fluoride* (MoF_3), dan *Lithium Chloride Hydrate* ($\text{LiCl} \cdot \text{H}_2\text{O}$).

Pada ketiga sampel tersebut tidak ditemukan adanya peak α Fe_2O_3 , hal ini dikarenakan pada sampel Fe yang ada tidak terikat membentuk α Fe_2O_3 tetapi Fe yang ada terikat dengan air yang masih menempel sebagai air kristal atau membentuk senyawa kompleks lain dengan sisa asam dan ammonia. Sehingga bisa dikatakan

ketiga sampel ini tidak memenuhi standar bahan baku baterai lithium dari china.

Produk Akhir

Produk akhir adalah produk besi oksida dari hasil proses yang paling optimal dengan telah mengalami proses pencucian berulang dan pemanasan dari 100°C sampai 500°C (Gambar-3).

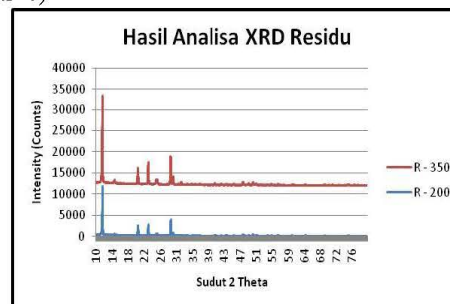


Gambar-3. Grafik Perbandingan Hasil Analisa XRD Variasi Bahan Baku

Dengan melihat hasil analisa XRD terlihat bahwa yang dihasilkan tidak terlihat adanya peak α Fe_2O_3 . sementara itu, ini dikarenakan pada sampel Fe yang ada tidak terikat membentuk α Fe_2O_3 tetapi Fe yang ada terikat dengan air yang masih menempel sebagai air kristal atau membentuk senyawa kompleks lain dengan sisa asam dan ammonia. Sehingga bisa dikatakan ketiga sampel ini tidak memenuhi standar bahan baku baterai lithium dari china. Kemungkinan yang kedua adalah proses kalsinasi (pemanasan) produk masih kurang tinggi temperatur dan waktunya.

Residu

Residu yang diperoleh pada produk ini juga dilakukan analisa XRD, dimana residu berupa kristal berwarna putih kehijauan. Adapun hasil analisa XRD (Gambar-4)



Gambar-4. Grafik Hasil Analisa XRD residu

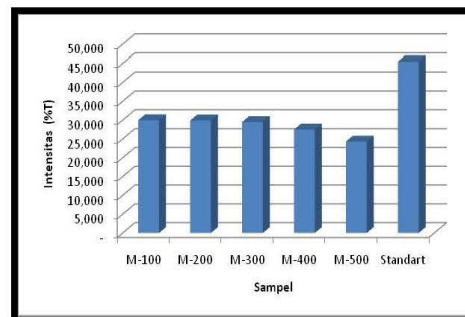
Dari hasil analisa residu berupa kristal putih kehijauan, terlihat bahwa senyawa dominan adalah *kalsium sulfat dihidrat* ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) dan *kalsium sulfat hidrat* ($\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$). Pada residu R-200 mengandung senyawa – senyawa seperti *Rubidium Germanium Iodide* (RbGeI_3), *Potassium Carbide* (K_2C_2), *Rubidium Iron Oxide* ($\text{Rb}_6\text{Fe}_2\text{O}_5$), *Potassium Uranium Oxide Chloride Hydrate* ($\text{K}_2\text{U}_3\text{O}_8\text{Cl}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), Be_5Pd , *Copper Indium Manganese Sulfide* ($\text{Cu}_{0.4}\text{In}_{0.4}\text{Mn}_{1.2}\text{S}_2$), *Potassium Cobalt Oxide* ($\text{K}_{10}\text{Co}_4\text{O}_9$), *Cobalt Titanium Sulfate* ($\text{CoSO}_4\text{Ti}(\text{SO}_4)_2$), *Neodymium Sulfate Hydrate* ($\text{Nd}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), *Sodium Tungsten Oxide Chloride* ($\text{Na}_4\text{W}_8\text{O}_{26}\text{Cl}_2$), $(\text{Na}_{81}\text{K}_{19})(\text{CN})$, *Titanium Phosphate* ($\text{Ti}_3(\text{PO}_4)_4$), *Cesium Zirconium Phosphate* ($\text{Cs}_2\text{Zr}(\text{PO}_4)_2$), *Cesium Potassium Ruthenium Oxide* ($\text{CsK}_5\text{Ru}_2\text{O}_9$), *Barium Iron Oxide* (Ba_2FeO_4), *Manganese Vanadium Oxide Hydrate* ($\text{Mn}_2\text{V}_2\text{O}_7 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$), *Cesium Iron Sulfate*

($\text{CsFe}(\text{SO}_4)_2$), *Scandium Hafnium Fluoride* ($\text{ScHf}_3\text{F}_{15}$), *Gallium Chloride Sulfite* ($\text{Ga}(\text{SO}_3\text{Cl})_3$), *Cesium Aluminum Silicate* ($\text{CsAlSi}_3\text{O}_8$), *Yttrium Molybdenum Oxide* ($\text{Y}_2\text{Mo}_2\text{O}_9$), *Terbium Phosphate Hydrate* ($\text{TbPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$), *Iron Molybdenum Fluoride* (FeMoF_7), H_2Se , *Calcium Chloryl Nitride Hydrate* ($\text{CaNClO}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$), *Holmium Titanium Oxide* (Ho_2TiO_5), *Ytterbium Rhenium Oxide* ($\text{Yb}(\text{ReO}_4)_3$), *Thallium Indium Lanthanum Telluride* ($\text{TlIn}_{0.9}\text{La}_{0.1}\text{Te}_2$), *Iron Titanium Sulfate* ($\text{FeTi}(\text{SO}_4)_3$), *Thallium Tellurium Bromide* (Tl_2TeBr_6), RbH , *Sodium Manganese Fluoride* ($\text{Na}_5\text{Mn}_3\text{F}_{14}$), *Potassium Zinc Molybdenum Oxide* ($\text{K}_4\text{Zn}(\text{MoO}_4)_3$), *Neodymium Sulfate* ($\text{Nd}_2(\text{SO}_4)_3$), D_2Se , *Ammonium Cobalt Chromium Fluoride* ($\text{CoNH}_4\text{CrF}_6$), *Dysprosium Phosphate Hydrate* ($\text{DyPO}_4 \cdot 1.5\text{H}_2\text{O}$), *Copper Tin Sulfide* (Cu_3SnS_4), *Calcium Vanadium Oxide Hydrate* ($\text{CaV}_6\text{O}_{16} \cdot x\text{H}_2\text{O}$), *Rubidium Gold Fluoride* (RbAuF_4), *Zirconium Arsenate* (ZrAs_2O_7), *Cesium Rhenium Bromide* (Cs_2ReBr_6), *Sodium Barium Lanthanum Fluoride Arsenate* ($\text{Ba}_4\text{La}_3\text{Na}_3(\text{AsO}_4)_6\text{F}_2$), *Samarium Phosphate Hydrate* ($\text{SmPO}_4 \cdot 0.5\text{H}_2\text{O}$), *Rubidium Nickel Iron Fluoride* (RbNiFeF_6), *Promethium Phosphate Hydrate* ($\text{PmPO}_4 \cdot 0.5\text{H}_2\text{O}$), *Cesium Borate Hydrate* ($\text{CsBO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$), *Germanium Vanadium Oxide* ($\text{V}_6\text{GeO}_{12}$), *Calcium Iron Hydrogen Phosphate Hydrate* ($\text{CaFe}_2(\text{HPO}_4)_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), *Sodium Antimony Oxide* (NaSb_3O_7), *Manganese Vanadium Oxide Hydrate* ($\text{MnV}_{12}\text{O}_{31} \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), *Barium Germanium Oxide* (BaGeO_3), *Calcium Osmium Oxide* (CaOsO_4), *Cobalt Manganese Yttrium* (YMn_6Co_6), *Uranyl Hydrogen Fluoride Hydrate* ($\text{UO}_2\text{HF}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), $(\text{NH}_4)_3(\text{SnF}_6)\text{F}$, *Yttrium Thiocyanate Hydrate* ($\text{Y}(\text{NCS})_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), *Calcium Strontium Aluminum Phosphate Hydro* ($((\text{Ca},\text{Sr})\text{Al}_3(\text{PO}_4)(\text{PO}_3\text{OH})(\text{OH})_6$), *Sodium Manganese Fluoride* (NaMn_3F_7), *Calcium Sulfate Hydrate* ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), dan $\text{Ca}(\text{SO}_4)(\text{H}_2\text{O})_{0.5}$.

Sedangkan pada residu R-350 terdapat senyawa - senyawa *Calcium Sulfate Hydrate* ($\text{CaSO}_4 \cdot 0.67\text{H}_2\text{O}$), *Calcium Sulfate Hydrate* ($\text{CaSO}_4 \cdot 0.15\text{H}_2\text{O}$), $\text{Ca}(\text{SO}_4)(\text{H}_2\text{O})_{0.5}$, dan *Calcium Sulfate Hydrate* ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Dari kedua residu tersebut terlihat bahwa bijih mangan memiliki kadar kalsium yang cukup tinggi, hal ini berbeda dengan bijih besi yang asli yang memiliki kadar kalsium rendah. Dengan kadar kalsium yang cukup tinggi ini sedikit menyulitkan pada proses pembuatan α Fe_2O_3 karena menghasilkan garam yang higroskopis.

Perbandingan Hasil Analisa UV-VIS Produk α Fe_2O_3 dari Limbah Bijih Mangan dengan Standard Produk China

Dari hasil analisis UV-VIS yang dilakukan terlihat bahwa produk yang dihasilkan masih dibawah standar puncak kurva. Produk standar material besi oksida sebagai bahan baku baterai lithium menunjukkan intensitas maksimal 45.500 sementara itu produk yang dihasilkan masih di bawah 30.000. Produk yang dipanaskan lebih tinggi ternyata memberikan intensitas yang paling pendek, dimana semakin tinggi proses pemanasan intensitas dari produk menurun (Gambar-5).



Gambar-5. Perbandingan Intensitas Produk Yang Dihasilkan Dengan Bahan Standar Pembuatan Baterai Lithium

KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut:

1. Untuk pengolahan limbah bijih mangan menjadi α Fe_2O_3 agar dapat dijadikan sebagai bahan baku baterai lithium itu dilalui dengan beberapa tahapan, yaitu tahap preparasi, tahap *hidrometalurgy* dan tahap *pyrometalurgy*. Tahap preparasi terdiri dari persiapan awal, pereduksian, dan karakterisasi sampel. Tahap *hidrometalurgy* terdiri dari persiapan awal, proses *leaching*, *filtering I*, *filtering II*, hidrolisis, dan *filtering III*. Sedangkan tahap *pyrometalurgy* terdiri dari persiapan awal, kalsinasi, penggerusan dan karakterisasi sampel.
2. Massa serbuk α Fe_2O_3 yang dihasilkan untuk variasi konsentrasi HCl yaitu 4,45 gram (H-100), 3,87 gram (H-150), 2,98 gram (H-200), 4,81 gram (H-250), 4,54 gram (H-300), dan 2,79 gram (H-350). Pada variasi massa bahan baku, 1,70% (M-1), 4,73% (M-2), 5,01% (M-3), 4,71% (M-4), 2,39% (M-5), 2,61% (M-6), dan 3,11% (M-7). Sedangkan pada variasi temperatur pemanasan, 92,21% (M-100), 91,51% (M-200), 88,25% (M-300), 85,33% (M-400), dan sampel 88,00% (M-500).
3. Berdasarkan Hasil karakteristik Kandungan Fe_2O_3 dari limbah bijih mangan dengan analisa XRF adalah sebesar 5,35%.
4. Berdasarkan dari hasil karakteristik α Fe_2O_3 dengan analisa XRD untuk hasil perlakuan variasi konsentrasi HCl dan variasi temperatur kalsinasi tidak ditemukan adanya peak α Fe_2O_3 .
5. Berdasarkan hasil karakteristik serbuk α Fe_2O_3 dengan analisa UV - VIS untuk hasil perlakuan variasi temperatur kalsinasi, nilai intensitas yang paling besar adalah 30.000% (M-100).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ajie, M.W dkk, 2001, *Metallurgi Dasar*, Universitas Pembangunan Nasional Veteran, Yogyakarta.
- [2] Ajie, M.W dan Sudaryanto, 2006, *Preparasi Pengolahan Bahan Galian*, Universitas Pembangunan Nasional Veteran, Yogyakarta, Hal 1-29, 62-75.
- [3] Anonim, 2007, *Modul Kuliah Spektroskopi*. Fakultas Farmasi Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta, Halaman 1-16.

- [4] Anonim, 2012, *Buku Putih Sanitasi Kabupaten Trenggalek Propinsi Jawa Timur*. Pokja Ppsp Kabupaten Trenggalek, Trenggalek, Halaman 7-8.
- [5] Handaru, 2008, *Laporan tugas Akhir Recovery Nikel dari Bijih Laterit*, Universitas Indonesia, Depok.
- [6] Kusuma, 2012, *Laporan Tugas Akhir Pegaruh Reduksi Roasting dan Konsentrasi Leaching Asam Sulfat Terhadap Recovery Nikel dari Bijih Limonite*, Universitas Indonesia, Depok.
- [7] Mustofa, 2005, *Genesa Bahan Galian*, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru, Halaman III-5 – III-6.
- [8] Nizar, 2012, *Studi Pengaruh Tekanan Kompaksi Dan Waktu Kalsinasi Terhadap Pellet Zeolit Alam Sebagai Desiccant*, Jurusan Teknik Metalurgi Dan Material, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Depok, Halaman 21.
- [9] Samodra, H dkk, 1992, *Geologi Lembar Jawa, Pusat penelitian dan Pengembangan Geologi*, Halaman 1-16.
- [10] Sukamto, U., 2010, *Diktat Kuliah Pengolahan Bahan Galian*, Universitas pembangunan Nasional Veteran, Yogyakarta, Hal 1-24.
- [11] Sulistiyono, Eko, 2005, *Peningkatan Kadar MnO_2 dari Mineral Mangan*, Pusat Penelitian Metalurgi-LIPI, Tangerang Selatan, Halaman 8-9.
- [12] Traybal, R.E., 1981, *Mass Transfer Operation 3.ed*, Mc. Graw Hill Book Company, New York.
- [13] Triwibowo, Anne Z. S., Etty M., 2012, *Pelapisan Karbon Pada $\text{Li}_3\text{TiO}_2\text{MnO}_2\text{Fe}_{1.6}(\text{PO}_4)_3$ Sebagai Material Katoda Pada Baterai Lithium*, Seminar Nasional Fisika, Pusat Penelitian Fisika LIPI, Serpong, Hal 841-855.
- [14] Wills, B. A., 1979, *Mineral Processing Technology*, Camborne School of Mines Cornwall, England, P-5.
- [15] Yunisa, 2011, *Evaluasi Ketidaktercapaian Target Produktivitas 2011 pada Unit Crushing Plant PT. KPP Site Rantau Pit BRE*, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru.