



**TUGAS DESAIN PABRIK KIMIA - TK184803**

**PRA DESAIN PABRIK ALUMINIUM OKSIDA DARI  
BAUKSIT DENGAN PROSES BAYER**

**Maria Angelina Ariyanto  
NRP. 0221174600011**

**Ifada Zulfa  
NRP. 0221174600013**

**Dosen Pembimbing :  
Dr. Ir. Sumarno, M.Eng.  
NIP. 1964 06 08 1991 02 1001  
Prida Novarita T., S.T.,M.T.  
NIP. 1983 11 04 2015 04 2002**

**DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI DAN REKAYASA SISTEM  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2020**



**TUGAS DESAIN PABRIK KIMIA – TK184803**

**PRA DESAIN PABRIK ALUMINIUM  
OKSIDA DARI BAUKSIT DENGAN PROSES  
BAYER**

**Maria Angelina Ariyanto  
NRP. 0221174600011**

**Ifada Zulfa  
NRP. 0221174600013**

**Dosen Pembimbing :  
Dr. Ir. Sumarno, M.Eng.  
NIP. 1964 06 08 1991 02 1001  
Prida Novarita T., S.T.,M.T.  
NIP. 1983 11 04 2015 04 2002**

**DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI DAN REKAYASA  
SISTEM  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2020**



**PLANT DESIGN PROJECT – TK184803**

**PLANT DESIGN ALUMINUM OXIDE FROM  
BAUXITE BY THE BAYER PROCESS**

**Maria Angelina Ariyanto**  
**NRP. 02211746000011**

**Ifada Zulfa**  
**NRP. 02211746000013**

**Advisors :**

**Dr. Ir. Sumarno, M.Eng.**  
**NIP. 1964 06 08 1991 02 1001**  
**Prida Novarita T., S.T., M.T.**  
**NIP. 1983 11 04 2015 04 2002**

**DEPARTMENT OF CHEMICAL ENGINEERING  
FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY AND  
SYSTEMS ENGINEERING  
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY  
SURABAYA  
2020**

## LEMBAR PENGESAHAN

### “PRA DESAIN PABRIK ALUMINIUM OKSIDA DARI BAUKSIT DENGAN PROSES BAYER”

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik Kimia pada Program Studi S-1 Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Oleh :

**Maria Angelina Ariyanto**

**0221174600011**

**Ifada Zulfa**

**0221174600013**


Disetujui Oleh Tim Penguji Tugas Pra Desain Pabrik :

1. Dr. Ir. Sumarno, M.Eng.

.....  

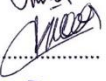

(Pembimbing I)

2. Prida Novarita Trisanti, S.T., M.T.

.....  


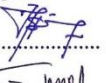
(Pembimbing II)

3. Ir. Ignatius Gunardi, M.T.

.....  


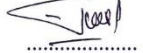
(Penguji I)

4. Siti Nurkhamidah, S.T., M.S., Ph.D.

.....  


(Penguji II)

5. Prof. Dr. Ir. Heru Setyawan, M.Eng.

.....  


(Penguji III)



## INTISARI

Aluminium oksida atau yang lebih dikenal dengan alumina atau korundum, yaitu senyawa yang terbentuk dari aluminium dan oksida dengan rumus kimia  $Al_2O_3$ . Ada 2 jenis produk alumina yang bisa dihasilkan yaitu *Smelter Grade Alumina* (SGA) dan *Chemical Grade Alumina* (CGA). Jenis alumina *Smelter Grade Alumina* (SGA) yang nantinya digunakan sebagai pembuatan aluminium sedangkan alumina *Chemical Grade Alumina* (CGA) yang nantinya digunakan untuk menghasilkan *Poly Aluminium Chloride*, tawas, pasta gigi, deterjen, kertas, semen, keramik, kaca dll.

Dari data Badan Pusat Statistik yang diolah oleh Kementerian Perindustrian Indonesia pada tahun 2012 hingga 2016, didapatkan rata – rata ekspor Alumina 12.605.972 kg dan impor Alumina 524.697.499 kg selama 5 tahun. Dan pada ATDAG KBRI (2014), tercatat Indonesia sebagai negara importir Aluminium Hydroxide terbesar nomor 10 di dunia. Berdasarkan pernyataan di atas, kebutuhan Alumina di Indonesia lebih tinggi dibanding dengan produksi yang dihasilkan sehingga belum bisa memenuhi kebutuhan Alumina dalam negeri yang ada. Sehingga pabrik Alumina ini untuk mengurangi ketergantungan impor alumina dan agar ada nilai tambah produk tambang yang bisa didapatkan di dalam negeri serta menciptakan lapangan kerja baru.

Dalam proses pembuatan alumina ada berbagai macam proses antara lain Proses Basa, dan Proses Asam. Proses Basa adalah proses ekstraksi alumina dengan larutan alkali, soda kaustik atau soda abu. Dalam Proses Basa terdapat pengembangan proses yang terbagi menjadi 2 yaitu Proses Sinter, dan Proses Bayer. Proses Sinter sendiri merupakan proses mengekstraksi alumina dari bauksit dengan pereaksi Natrium Karbonat atau dikenal sebagai soda abu. Proses ini menggunakan suhu yang tinggi pada tahap ekstraksi yaitu dengan suhu 1000–1100 °C, proses ini umumnya digunakan untuk bahan baku

bauksit yang mempunyai kadar silika tinggi dan konsumsi energinya 30-40 GJ/ton alumina. Proses Bayer merupakan proses ekstraksi alumina dengan menggunakan pereaksi natrium hidroksida. Dimana Proses ini menggunakan suhu operasi dalam mengekstraksi alumina 140-280 °C, digunakan untuk bahan baku bauksit yang mempunyai kadar silika yang rendah, dan konsumsi energi 11 GJ/ton alumina. Sedangkan Proses Asam yaitu dengan menggunakan pereaksi larutan HCl atau asam sulfat untuk mengekstraksi alumina dan pada suhu operasi sebesar 70-110 °C dan konsumsi energi sebesar 14-43 GJ/ton. Dari ketiga proses tersebut dipilihlah Proses Bayer karena dinilai lebih hemat energi, suhu yang digunakan tidak terlalu tinggi dan bisa digunakan untuk mengolah bauksit jenis Gibbsit yang mengandung kadar silika yang kecil, adapun tahapannya yaitu (1) Persiapan bahan baku meliputi pengecilan ukuran bauksit dengan Rod Mill dan pembuatan larutan NaOH 3M. (2) Proses pengestraksi alumina dengan cara mereaksikan bauksit dengan NaOH dan menghasilkan natrium aluminat, kemudian red mud yang tidak larut dipisahkan dari larutan natrium aluminat. (3) Proses pengendapan larutan natrium aluminat dengan ditambahkan bibit  $\text{Al}(\text{OH})_3$  untuk memicu pembentukan  $\text{Al}(\text{OH})_3$ . Kemudian dipisahkan antara  $\text{Al}(\text{OH})_3$  dengan mother liquornya. (4) Proses Kalsinasi,  $\text{Al}(\text{OH})_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  di kalsinasi dalam Kiln dan terbentuk Aluminium Oksida.

Adapun bahan baku yang dibutuhkan untuk menghasilkan produk Aluminium Oksida dengan kapasitas 34,090.909 kg/jam antara lain : (1) Bauksit sebanyak 90,265.116 kg, (2) NaOH sebanyak 35,243.807 kg, dan air sebanyak 292,450.308 kg. Peralatan yang digunakan dalam pembuatan Aluminium Oksida yaitu Rod Mill, Digester, Clarifier, Presipitator, Continuous Tunnel, Kiln dan Kiln Cooler. Pabrik Aluminium Oksida ini rencananya akan didirikan di Kabupaten Ketapang, Kalimantan Barat.

Dari perhitungan analisa ekonomi, *Internal Rate Return (IRR)* yang diperoleh sebesar 29,21% dimana dengan IRR tersebut

mengindikasikan bahwa layak untuk didirikan dengan suku bunga sebesar 9,95% dan diperoleh *Pay Out Time* (POT) sebesar 4,87 tahun. Nilai POT ini menunjukkan bahwa pabrik ini layak untuk didirikan karena POT yang didapatkan lebih kecil dari perkiraan usia pabrik yaitu 10 tahun. Perhitungan analisa ekonomi didasarkan pada *discounted cash flow*. Modal yang dibutuhkan untuk mendirikan pabrik sebesar Rp 830.876.003.126,2. Sedangkan *Break Even Point* (BEP) yang diperoleh sebesar 30,38%.

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Allah SWT, yang telah memberikan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Pra Desain Pabrik berjudul Pabrik **Aluminium Oksida dari Bauksit dengan Proses Bayer** dengan sebaik-baiknya sebagai salah satu tugas akhir di Teknik Kimia ITS.

Penulisan laporan ini dapat diselesaikan tidak lepas dari dukungan, bimbingan dan bantuan dari banyak pihak yang sangat berarti bagi penulis. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa yang senantiasa memberikan kemudahan dan petunjuk dalam menghadapi berbagai kesulitan.
2. Orang tua dan keluarga yang selalu memberikan dukungan baik moral maupun material, serta kasih sayang tulus, motivasi, bimbingan, dan doanya.
3. Bapak Juwari, S.T.,M.T selaku Ketua Departemen Teknik Kimia FTI-ITS Surabaya.
4. Bapak Dr. Ir. Sumarno, M.Eng dan Ibu Prida Novarita Trisanti, S.T.,M.T selaku dosen pembimbing kami di Laboratorium Teknologi Material, atas bimbingan dan saran yang telah diberikan.
5. Bapak Ir. Ignatius Gunardi, M.T. selaku Dosen Laboratorium Teknologi Material.
6. Bapak dan Ibu Dosen Pengajar serta seluruh karyawan Departemen Teknik Kimia FTI-ITS.
7. Teman - teman dari Laboratorium Teknologi Material khususnya yang berjuang bersama dalam menyelesaikan tugas pra desain pabrik kimia yang selalu memberi semangat dan dukungan.



8. Serta semua pihak lainnya yang tidak bisa disebutkan penulis satu persatu yang telah membantu selama penulisan laporan.

Penulis menyadari bahwa laporan pra desain pabrik ini masih terdapat kekurangan oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan oleh penulis. Kami selaku penulis memohon maaf kepada semua pihak, apabila dalam penyusunan laporan ini terdapat kesalahan.

Surabaya, 12 Januari 2020

Penulis

# DAFTAR ISI

INTISARI.....	iii
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR TABEL .....	x
BAB I PENDAHULUAN .....	I-1
I.1 Latar Belakang .....	I-1
BAB II BASIS DESAIN DATA .....	II-1
II.1 Kapasitas Produksi.....	II-1
II.2 Pemilihan Lokasi Pabrik .....	II-4
II.3 Kualitas Bahan Baku dan Produk .....	II-10
BAB III SELEKSI DAN URAIAN PROSES .....	III-1
III.1 Proses Basa .....	III-1
III.2 Proses Asam.....	III-5
III.3 Pemilihan Proses .....	III-6
III.5 Uraian Proses .....	III-8
BAB IV NERACA MASSA DAN ENERGI .....	IV-1
BAB V SPESIFIKASI ALAT .....	V-1
BAB VI ANALISIS EKONOMI.....	VI-1
VI.1 Struktur Organisasi.....	VI-2
VI.2 Sistem Utilitas.....	VI-8
VI.3 Analisis Ekonomi .....	VI-10
BAB VII KESIMPULAN .....	VII-1
DAFTAR PUSTAKA .....	xiii
RIWAYAT HIDUP PENULIS	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1	Lokasi Kabupaten Ketapang .....	II-5
Gambar III.1	Skema Proses Sinter .....	III-2
Gambar III.2	Skema Proses Bayer .....	III-5
Gambar IV.1	Blok Diagram Sistem Rod Mill .....	IV-2
Gambar IV.2	Blok Diagram Sistem Vibrating Screen .....	IV-3
Gambar IV.3	Blok Diagram Sistem Digester .....	IV-4
Gambar IV.4	Blok Diagram Sistem Clarifier .....	IV-5
Gambar IV.5	Blok Diagram Sistem Presipitasi Tank, Centrifuge, Splitter .....	IV-6
Gambar IV.6	Blok Diagram Sistem Presipitasi Tank .....	IV-7
Gambar IV.7	Blok Diagram Sistem Centrifuge .....	IV-8
Gambar IV.8	Blok Diagram Sistem Splitter .....	IV-9
Gambar IV.9	Blok Diagram Sistem Continuous Tunnels ..	IV-10
Gambar IV.10	Blok Diagram Sistem Rotary Kiln .....	IV-12
Gambar IV.11	Blok Diagram Sistem Kiln Cooler .....	IV-13
Gambar IV.12	Blok Diagram Sistem Ball Mill .....	IV-14
Gambar IV.13	Blok Diagram Sistem Screen .....	IV-15
Gambar IV.14	Blok Diagram Sistem Digester .....	IV-17
Gambar IV.15	Blok Diagram Sistem Cooler .....	IV-18
Gambar IV.16	Blok Diagram Sistem Presipitator .....	IV-19
Gambar IV.17	Blok Diagram Sistem Continuous Tunnels ..	IV-20
Gambar IV.18	Blok Diagram Sistem Rotary Kiln .....	IV-20
Gambar IV.19	Blok Diagram Sistem Kiln Cooler .....	IV-21
Gambar VI.1	Bagan Struktur Organisasi Perusahaan .....	VI-8
Gambar VI.2	Grafik BEP .....	VI-14

## DAFTAR TABEL

Tabel II.1	Data produksi dan pertumbuhan Alumina di Indonesia .....	II-1
Tabel II.2	Data Konsumsi dan Pertumbuhan Alumina di Indonesia.....	II-2
Tabel II.3	Data Ekspor dan Pertumbuhan Alumina di Indonesia.....	II-2
Tabel II.4	Data Impor dan Pertumbuhan Alumina di Indonesia.....	II-3
Tabel II.5	Prediksi Data Produksi, Konsumsi, Ekspor dan Impor.....	II-4
Tabel II.6	Sumber Daya dan Cadangan Bauksit di Indonesia .....	II-5
Tabel II.7	Jumlah penduduk dan Kepadatan.....	II-8
Tabel II.8	Komposisi Kimia Bauksit .....	II-10
Tabel II.9	Spesifikasi Natrium Hidroksida .....	II-11
Tabel II.10	Standar Kualitas Alumina.....	II-12
Tabel III.1	Perbandingan Proses.....	III-6
Tabel III.2	Perbandingan Bauksit.....	III-7
Tabel IV.1	Komposisi Bauksit .....	IV-1
Tabel IV.2	Neraca Massa Rod Mill.....	IV-2
Tabel IV.3	Neraca Massa Vibrating Screen.....	IV-3
Tabel IV.4	Neraca Massa Mixing Tank.....	IV-4
Tabel IV.5	Neraca Massa Digester.....	IV-5
Tabel IV.6	Neraca Massa Clarifier .....	IV-6
Tabel IV.7	Neraca Massa Overall .....	IV-7
Tabel IV.8	Neraca Massa Presipitation Tank.....	IV-8
Tabel IV.9	Neraca Massa Centrifuge.....	IV-9
Tabel IV.10	Neraca Massa Splitter.....	IV-10
Tabel IV.11	Neraca Massa Continuous Tunnels.....	IV-11
Tabel IV.12	Neraca Massa Rotary Kiln.....	IV-12
Tabel IV.13	Neraca Massa Kiln Cooler.....	IV-13
Tabel IV.14	Neraca Massa Ball Mill .....	IV-15
Tabel IV.15	Neraca Massa Screen.....	IV-16

Tabel IV.16	Neraca Energi Tangki Pelarutan .....	IV-17
Tabel IV.17	Neraca Energi Digester.....	IV-18
Tabel IV.18	Neraca Energi Cooler.....	IV-18
Tabel IV.19	Neraca Energi Presipitation Tank.....	IV-19
Tabel IV.20	Neraca Energi Continuous Tunnels.....	IV-20
Tabel IV.21	Neraca Energi Rotary Kiln.....	IV-21
Tabel IV.22	Neraca Energi Kiln Cooler.....	IV-21
Tabel V.1	Spesifikasi Digester .....	V-1
Tabel V.2	Spesifikasi Tangki Pelarutan NaOH.....	V-2
Tabel V.3	Spesifikasi Bauxite Storage.....	V-2
Tabel V.4	Spesifikasi Elevator.....	V-3
Tabel V.5	Spesifikasi Rod Mill.....	V-4
Tabel V.6	Spesifikasi Screener.....	V-4
Tabel V.7	Spesifikasi Bauxite Storage .....	V-5
Tabel V.8	Spesifikasi Screw Conveyor.....	V-5
Tabel V.9	Spesifikasi Bucket Elevator.....	V-6
Tabel V.10	Spesifikasi Screw Conveyor.....	V-7
Tabel V.11	Spesifikasi Clarifier.....	V-7
Tabel V.12	Spesifikasi Pump.....	V-8
Tabel V.13	Spesifikasi Screw Conveyor.....	V-8
Tabel V.14	Spesifikasi Pump.....	V-9
Tabel V.15	Spesifikasi Heat Exchanger .....	V-9
Tabel V.16	Spesifikasi Red Mud Storage.....	V-10
Tabel V.17	Spesifikasi Centrifuge.....	V-11
Tabel V.18	Spesifikasi Presipitation Tank.....	V-11
Tabel V.19	Spesifikasi Pump.....	V-13
Tabel V.20	Spesifikasi Rotary Kiln.....	V-13
Tabel V.21	Spesifikasi Continuous Tunnels.....	V-14
Tabel V.22	Spesifikasi Kiln Cooler.....	V-14
Tabel V.23	Spesifikasi Belt Conveyor.....	V-15
Tabel V.24	Spesifikasi Oxide Bin.....	V-15
Tabel V.25	Spesifikasi Ball Mill .....	V-16
Tabel V.26	Spesifikasi Vibrating Screener.....	V-16
Tabel V.27	Spesifikasi Alumina Storage.....	V-17
Tabel VI.1	Daftar Kebutuhan Karyawan Pabrik DEE.....	VI-10

----- Halaman ini sengaja dikosongkan -----

# BAB I

## LATAR BELAKANG

Salah satu indikator majunya sebuah Negara selain infrastrukturnya yang memadai adalah kekuatan ekonomi negara tersebut, kemakmuran masyarakat diukur berdasarkan kekuatan ekonomi mereka. Indonesia sebagai salah satu negara yang sedang berkembang, telah berhasil menurunkan angka kemiskinan penduduknya, angka kemiskinan Indonesia dari 9,66% pada tahun September 2018 menjadi 9,41% per Maret 2019 (Kominfo, 2019). Ini merupakan indikasi adanya peningkatan dalam perekonomian di Indonesia. Seiring dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi di Indonesia, pertumbuhan ekonomi ditunjang dari beberapa sektor industri seperti industri makanan, manufacturing, otomotif dan industri kimia. Dengan semakin meningkatnya pembangunan industri di Indonesia, maka kebutuhan alumina sebagai bahan baku pembuatan aluminium, yang merupakan salah satu logam yang paling banyak digunakan dalam transportasi, konstruksi (atap, pelapisan dinding, jendela dan pintu), kemasan (kaleng, aerosol, foil dan karton) dan di sektor kelistrikan juga mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Selain itu Aluminium Oksida (Alumina), juga merupakan bahan pembuatan industri kimia, industri otomotif, industri kosmetik dan sebagainya.

Aluminium Oksida adalah senyawa kimia berwujud padatan, berwarna putih, tidak berbau, tidak larut dalam air, dietil eter dan etanol. Aluminium oksida atau yang lebih dikenal dengan alumina atau korundum, yaitu senyawa yang terbentuk dari aluminium dan oksida dengan rumus kimia  $Al_2O_3$  (Devi, 2016). Ada 2 jenis produk alumina yang bisa dihasilkan yaitu *Smelter Grade Alumina* (SGA) dan *Chemical Grade Alumina* (CGA). Jenis alumina *Smelter Grade Alumina* (SGA) yang nantinya digunakan sebagai pembuatan aluminium sedangkan alumina *Chemical Grade Alumina* (CGA) yang nantinya digunakan untuk menghasilkan *Poly Aluminium Chloride*, tawas,

pasta gigi, deterjen, kertas, semen, keramik, kaca dll. Di Indonesia, terdapat beberapa perusahaan penghasil alumina yaitu PT. Indonesia Chemical Alumina, PT. Antam Tengah, PT. Harita, PT. Well Harvest Winning Alumina.

Pembuatan alumina dapat diproduksi dengan bermacam-macam proses antara lain proses basa, dan proses asam. Dimana proses basa terbagi menjadi dua proses yaitu proses bayer, dan proses sinter. Pada proses asam biasanya menggunakan pereaksi larutan asam klorida atau asam sulfat untuk mengekstraksi alumina (aluminium oksida). Pada proses basa dimulai oleh Henry Louis Le Chatelier dengan ditemukan proses sinter yang menggunakan pereaksi natrium karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) dan proses ini ditinggalkan setelah ditemukan proses bayer oleh Karl Bayer menggunakan pereaksi soda kaustik. (Husaini, 2016).

Pembuatan alumina berasal dari bermacam-macam bahan baku seperti : bauksit, korundum, tanah liat, kaolin, anortosit, dll. Bauksit adalah batuan tambang yang mempunyai mineral dengan susunan terutama dari alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) yaitu berupa mineral gibbsite, boehmite dan diaspore. Secara umum bauksit mengandung  $\text{Al}_2\text{O}_3$  sebanyak 45 – 65%,  $\text{SiO}_2$  1 – 12%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  2 – 25%,  $\text{TiO}_2 > 3\%$  dan  $\text{H}_2\text{O}$  14 – 36%. Indonesia memiliki sumber daya dan cadangan bauksit yang cukup besar. Pada tahun 2016, total keseluruhan sumber daya bauksit Indonesia sebesar 941,24 juta ton dan cadangan 381,35 juta ton dengan kadar  $\text{Al}_2\text{O}_3$  berkisar 27 – 55%. Pada tahun 2013, sumber daya bauksit dunia sebesar 43,80 miliar ton dan Indonesia menempati urutan ke 8 terbesar dunia dengan jumlah 1,322 miliar ton (2,96%) (Haryadi, 2016). Sumberdaya bauksit potensial terutama di Kalimantan Barat, dan juga di Pulau Bintan – Riau dan sekitarnya. Bijih bauksit Kalimantan Barat mengandung senyawa utama :  $\text{Al}_2\text{O}_3$  44,79%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  15,76%,  $\text{SiO}_2$  1,56%, dan  $\text{TiO}_2$  1,11% (Aziz, 2010). Bauksit Indonesia masih diekspor dalam bentuk raw material terutama ke Jepang dan China, namun di lain pihak Indonesia masih mengimpor produk lanjutan dari bauksit seperti alumina. Salah satunya PT.



Inalum, yang harus mengimpor alumina sebagai bahan baku untuk pembuatan aluminium dari negara lain seperti Australia, Cina, dan India.

Dari data Badan Pusat Statistik yang diolah oleh Kementerian Perindustrian Indonesia pada tahun 2012 hingga 2016, didapatkan rata – rata ekspor Alumina 12.605.972 kg dan impor Alumina 524.697.499 kg selama 5 tahun. Dan pada ATDAG KBRI (2014), tercatat Indonesia sebagai negara importir Aluminium Hydroxide terbesar nomor 10 di dunia. Berdasarkan pernyataan di atas, kebutuhan Alumina di Indonesia lebih tinggi dibanding dengan produksi yang dihasilkan sehingga belum bisa memenuhi kebutuhan Alumina dalam negeri yang ada. Sehingga untuk mengurangi ketergantungan impor alumina dan agar ada nilai tambah produk tambang yang bisa didapatkan di dalam negeri serta menciptakan lapangan kerja baru, maka perlunya didirikan pabrik Alumina dari bauksit dengan kapasitas yang memadai kebutuhan Alumina dalam negeri.

----- Halaman ini sengaja dikosongkan -----

## **BAB II**

### **BASIS DESAIN DATA**

#### **II.1 Kapasitas**

Salah satu faktor penting yang harus ditentukan dalam perencanaan pendirian Pabrik Alumina adalah kapasitas produksi pabrik. Dikarenakan Pabrik Alumina ini direncanakan akan mulai beroperasi pada tahun 2022, maka diperlukan data – data perkiraan produksi, konsumsi, ekspor, dan impor Alumina di Indonesia pada tahun tersebut. Data perkiraan tersebut mengacu pada data produksi, konsumsi, ekspor, dan impor tahun 2012 – 2016. Berikut data produksi, konsumsi, ekspor, dan impor Alumina :

**Tabel II.1** Data Produksi dan Pertumbuhan Alumina di Indonesia

Tahun	Produksi (kg)	Pertumbuhan Produksi (%)
2012	1.300.000	
2013	1.300.000	0,00
2014	1.300.000	0,00
2015	1.400.000	7,69
2016	1.500.000	7,14
Rata - rata		3,71

**Tabel II.2** Data Konsumsi dan Pertumbuhan Alumina di Indonesia

Tahun	Konsumsi (kg)	Pertumbuhan Konsumsi (%)
2012	1.814.872.302	
2013	1.801.838.214	- 0,72
2014	1.855.966.420	3,00
2015	1.895.130.326	2,11
2016	1.992.650.373	5,15
Rata - rata		2,39

**Tabel II.3** Data Ekspor dan Pertumbuhan Alumina di Indonesia

Tahun	Ekspor (kg)	Pertumbuhan Ekspor
2012	3.601.925	
2013	14.351.123	298,43
2014	13.992.057	- 2,50
2015	19.096.206	36,48
2016	11.988.550	- 37,22
Rata - rata		73,80

**Tabel II.4** Data Impor dan Pertumbuhan Alumina di Indonesia

Tahun	Impor (kg)	Pertumbuhan Impor (kg)
2012	518.474.227	
2013	516.189.337	- 0,44
2014	569.958.477	10,42
2015	514.226.532	- 9,78
2016	504.638.923	- 1,86
Rata – rata		- 0,42

Dari data diatas persentase perkembangan Alumina di Indonesia, dapat diprediksi perkembangan Alumina pada tahun 2022 berdasarkan persamaan :

$$F = P (1 + i)^n$$

Dimana :  
F = Nilai pada tahun ke – n  
P = Nilai pada tahun awal  
n = Selisih tahun n dikurangi tahun awal  
i = Rata – rata pertumbuhan

Dengan menggunakan persamaan persamaan tersebut dapat diprediksi produksi, konsumsi, ekspor, dan impor dalam ton/tahun pada tahun 2022 sebagai berikut :

**Tabel II.5** Prediksi Data Produksi, Konsumsi, Ekspor, dan Impor untuk Tahun 2022

Prediksi	Berat (kg)
Produksi	1.866.313.910
Konsumsi	2.295.413.508
Ekspor	330.379.011
Impor	492.152.208

Dari hasil prediksi perkembangan Alumina di Indonesia pada tabel diatas, kebutuhan pasar Indonesia dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan :

$$\begin{aligned} S &= (\text{Ekspor} + \text{Konsumsi}) - (\text{Produksi} + \text{Impor}) \\ &= (330.379.011 + 492.152.208) \text{ kg} - (1.866.313.910 + \\ &\quad 2.295.413.508) \text{ kg} \\ &= 267.326.400 \text{ kg} \end{aligned}$$

Dimana, S adalah kebutuhan nasional Alumina yang belum terpenuhi pada 2022, sehingga pabrik Alumina ini direncanakan memproduksi sebesar 270.000.000 kg/tahun (hasil pembulatan).

## **II.2 Lokasi**

Lokasi merupakan suatu aspek yang diperhatikan dalam perencanaan pendirian suatu pabrik karena akan berpengaruh pada kelangsungan dan keberhasilan suatu pabrik. Karena dapat memberikan informasi terhadap biaya sebelum mendirikan pabrik, meliputi sarana perpipaan, fasilitas bangunan, kelistrikan, jenis dan jumlah peralatan serta biaya bangunan. Lokasi yang dipilih diharapkan mampu memberikan keuntungan dalam jangka waktu yang panjang dan memungkinkan untuk perluasan pabrik. Lokasi pabrik Alumina ini ditetapkan berada di Kabupaten Ketapang, Kalimantan Barat.



**Gambar II.1** Lokasi Kabupaten Ketapang, Kalimantan Barat

### II.2.1. Faktor utama dalam Pemilihan Lokasi

#### 1. Ketersediaan Bahan Baku

Ketersediaan bahan baku adalah salah satu faktor penting dalam penentuan lokasi pabrik. Jika bahan baku yang dibutuhkan dalam jumlah besar maka dibutuhkan lokasi yang dekat dengan sumber bahan baku untuk mengurangi biaya transportasi atau pengangkutan bahan. Sumberdaya bauksit potensial terutama di Kalimantan Barat, dan juga di Pulau Bintan – Riau dan sekitarnya.

**Tabel II.6** Sumber Daya dan Cadangan Bauksit Indonesia

No	Kabupaten	Propinsi	Jumlah
1	Bintan	Kepulauan Riau	165.553.376,55
2	Lingga	Kepulauan Riau	5.595.647,00
3	Bengkayang dan Singkawang	Kalimantan Barat	2.199.858,00
4	Landak	Kalimantan Barat	122.853.000,00

5	Pontianak	Kalimantan Barat	33.879.500,00
6	Ketapang	Kalimantan Barat	552.559.518,79
7	Sanggau	Kalimantan Barat	305.925.158,00
8	Sintang	Kalimantan Barat	115.721.486,00
9	Kotawaringin Timur	Kalimantan Tengah	60.710.088,00

Berdasarkan **Tabel II.6** daerah dengan produktivitas bauksit terbesar yaitu Ketapang, sehingga pemilihan lokasi pabrik direncanakan di Kabupaten Ketapang, Kalimantan Barat.

## 2. Transportasi

Transportasi memiliki pengaruh yang cukup besar terhadap penentuan lokasi pabrik. Tersedianya fasilitas transportasi dapat melancarkan penyaluran produk perusahaan. lokasi pabrik harus berada di daerah yang mudah dijangkau oleh kendaraan-kendaraan besar, misalnya dekat dengan jalan raya yang menghubungkan kota-kota besar dan pelabuhan sehingga tidak perlu membuat jalan khusus. Jalur transportasi yang bisa dilakukan melalui jalur darat, laut, dan udara. Pada jalur darat, jalan di daerah Ketapang bisa dilalui kendaraan truk untuk mempermudah akses transportasi bahan baku dan juga pemasaran produk Alumina. Pada jalur laut, proses penyaluran bahan baku atau produk dapat dilakukan dengan menggunakan kapal laut melalui pelabuhan laut Kabupaten Ketapang, serta melalui Bandar Udara Rahadi Oesman untuk jalur udara.

## 3. Pemasaran

Peluang pemasaran Alumina cukup terbuka karena permintaan Alumina lebih banyak dan cenderung meningkat tiap tahunnya dibandingkan produksi dalam negeri, hal ini dapat dilihat pada **Tabel II.1 dan Tabel II.2**. Target pemasaran



Alumina yaitu di daerah Kalimantan. Di daerah Kalimantan terdapat industri kertas, industri minyak, industri air minum, industri kulit yang membutuhkan Alumina.

#### 4. Sumber Daya Manusia

Lokasi pabrik diusahakan berada pada daerah yang masyarakatnya tidak hanya memiliki SDM yang berlimpah tetapi juga memiliki latar belakang pendidikan yang memumpuni sehingga bisa meminimalkan upah tenaga kerja. Di daerah Kalimantan Barat terdapat 440 SMA, 165 SMK dan 46 perguruan tinggi yang merupakan gabungan dari Universitas, Institusi, Sekolah Tinggi, Politeknik, dan Akademi serta berdasarkan data BPS tahun 2016, jumlah penduduk yang belum atau tidak bekerja di Kalimantan Barat sebanyak 101.000 jiwa atau 4,23 % dari total penduduk produktif di Kalimantan Barat. Dengan melihat data tersebut dapat diketahui bahwa daerah Kalimantan Barat memiliki SDM yang cukup untuk direkrut menjadi pegawai perusahaan.

#### 5. Ketersediaan Air dan Listrik

Sarana-sarana pendukung seperti air, listrik juga harus diperhatikan agar proses produksi dapat berjalan dengan baik. Di Kabupaten Ketapang terdapat sumber air dari sungai Pawan yang merupakan sungai terpanjang di Kabupaten Ketapang, juga terdapat sungai-sungai besar yakni sungai Merawan, Kendawangan dan Jelai serta tersedia fasilitas seperti listrik dari PLN berupa PLTG di Kabupaten Pontianak dan PLTU di Kabupaten Ketapang.

#### 6. Kondisi Letak Geografis

Kondisi wilayah suatu daerah juga merupakan hal yang cukup penting dalam menentukan lokasi pendirian pabrik. Berdasarkan data Badan Meteorologi, Krimatologi dan Geofisika Provinsi Kalimantan Barat Kabupaten Ketapang pada tahun 2019. Data ini nantinya dapat dijadikan basis desain pabrik Alumina yang akan direncanakan mulai beroperasi pada tahun 2022 :

- Kelembaban udara rata-rata = 70 – 100 %
- Suhu udara rata-rata = 23 – 33 °C
- Curah hujan = 3696,1 mm/tahun
- Gempa = tidak ada data
- Kecepatan angin rata-rata = 3,1 knot

(Sumber : BMKG, Diakses pada : Rabu, 02-10-2019)

## II.2.2. Faktor Pendukung dalam Pemilihan Lokasi Pabrik

### 1. Harga Tanah dan Gedung

Daerah Kabupaten Ketapang bukan daerah metropolis sehingga harga tanah dan bangunan masih terjangkau.

### 2. Kemungkinan Perluasan Pabrik

Ketapang merupakan daerah yang tidak terlalu padat penduduk, daerahnya masih terdapat lahan kosong, sehingga masih banyak terdapat lahan yang dapat dimanfaatkan untuk perluasan area pabrik. Hal ini dibuktikan pada **Tabel II.7**

**Tabel II.7** Jumlah Penduduk dan Kepadatannya di Kabupaten Ketapang

No	Kecamatan	Luas Wilayah (Km <sup>2</sup> )	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Kepadatan (Jiwa/Km <sup>2</sup> )
1	Matan Hilir Utara	720	21.599	30
2	Marau	1.160	17.118	15
3	Manis Mata	2.912	36.964	13
4	Kendawangan	5.859	53.878	9
5	Sandai	1.779	33.064	19
6	Sungai Laur	1.651	19.234	12

7	Simpang Hulu	3.175	38.236	12
8	Nanga Tayap	1.728	36.345	21
9	Matan Hilir Selatan	1.813	42.421	23
10	Tumbang Titi	1.198	30.867	26
11	Jelai Hulu	1.358	21.219	16
12	Delta Pawan	74	94.949	1.283
13	Muara Pawan	611	18.553	30
14	Benua Kayong	349	46.715	134
15	Hulu Sungai	4.685	14.913	3
16	Simpang Dua	1.048	9.639	9
17	Air Upas	793	21.164	27
18	Singkup	227	8.032	35
19	Pemahan	326	6.163	19
20	Sungai Melayu Rayak	122	14.375	118
	Jumlah	31.588	585.468	1.854

Sumber: Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil 2018

## II.3 Kualitas Bahan Baku dan Produk

### II.3.1. Kualitas Bahan Baku

Kualitas bahan baku yang digunakan pada pembuatan Alumina yaitu:

#### 1. Bauksit

Bauksit adalah batuan tambang yang mengandung alumina ( $Al_2O_3$ ) relatif tinggi, kadar Fe rendah, sedikit atau tidak mengandung silika. Spesifikasi bauksit dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

**Tabel II.8** Komposisi Kimia Bauksit

No	Bahan	Kandungan (%)
1.	$Al_2O_3$	44,79
2.	$SiO_2$	1,56
3.	$Fe_2O_3$	15,76
4.	$MnO$	0,06
5.	$CaO$	0,02
6.	$TiO_2$	1,11
7.	$P_2O_5$	0,09
8.	$H_2O$	36,61

(Aziz, Muchtar. 2010)

2. Natrium Hidroksida (NaOH)

**Tabel II.9** Spesifikasi Natrium Hidroksida

Spesifikasi Natrium Hidroksida	
Bentuk	NaOH
Warna	Putih
Bersifat	Higrokopi
Berat Melekul	40,00 gr/mol
Specific gravity	2,130
Titik Didih	1390 °C
Titik Leleh	318,4 °C
Kelarutan	420 g/L H <sub>2</sub> O (0 °C) dan 3470 g/L H <sub>2</sub> O (100 °C)

(Perry, Robert H. 1997)

**II.3.2. Kualitas Produk**

Karakter utama yang dapat menjelaskan Alumina untuk pengolahan air sebagai produk komersial ditentukan oleh beberapa parameter fisik dan kimia. Standar yang mengatur mengenai hal ini adalah SNI 06-3040-1992 yang ditunjukkan pada **Tabel II.10**.

**Tabel II.10** Standar Kualitas Alumina (Aluminium Oksida)  
menurut SNI 06-3040-1992

No	Uraian	Syarat
1.	Aluminium oksida ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )	min. 97,5 %
2.	Silikon dioksida ( $\text{SiO}_2$ )	maks. 0,04 %
3.	Besi (III) oksida ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )	maks. 0,04 %
4.	Alkali dihitung sebagai $\text{Na}_2\text{O}$	maks. 0,7 %
5.	Titandioksida ( $\text{TiO}_2$ )	maks. 0,005 %
6.	Bagian yang hilang pada pemijaran	maks. 1,9 %
7.	Kehalusan $\pm$ 100 mesh (US mesh) $\pm$ 325 mesh (US mesh)	maks. 10 % maks. 12 %

----- Halaman ini sengaja dikosongkan -----

# BAB III

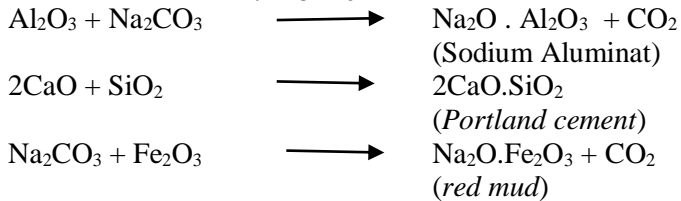
## SELEKSI DAN URAIAN PROSES

Dalam proses pembuatan alumina ada berbagai macam proses antara lain Proses Basa, dan Proses Asam. Proses Basa adalah proses ekstraksi alumina dengan larutan alkali, soda kaustik atau soda abu. Dalam Proses Basa terdapat pengembangan proses yang terbagi menjadi 2 yaitu Proses Sinter, dan Proses Bayer sedangkan Proses Asam yaitu dengan menggunakan pereaksi larutan HCl atau asam sulfat untuk mengekstraksi alumina.

### III.1. Proses Basa

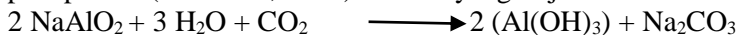
#### III.1.1. Proses Sinter

Proses Sinter adalah metode pertama mengekstraksi alumina dari bauksit dengan pereaksi Natrium Karbonat atau dikenal sebagai soda abu. Proses Sinter ditemukan oleh ilmuwan Perancis Luis de Le Chatelier pada tahun 1854. Implementasi industri pertama dari metode ini adalah pabrik Salendre di Perancis Selatan. Proses ini dapat digunakan untuk bauksit dengan kandungan silika tinggi 8-15 %. Metode ini adalah satu-satunya metode untuk produksi alumina pada waktu itu sebelum adanya Proses Bayer. Metode ini menjadi ekonomis karena harga dari soda abu yang lebih rendah dibandingkan dengan soda kaustik (Senyuta, Panov, Suss, & Layner, 2016). Pada proses ini bauksit direaksikan dengan natrium karbonat (soda abu) disintering pada suhu 1000-1100 °C yang menghasilkan larutan natrium aluminat. Reaksi yang terjadi adalah :





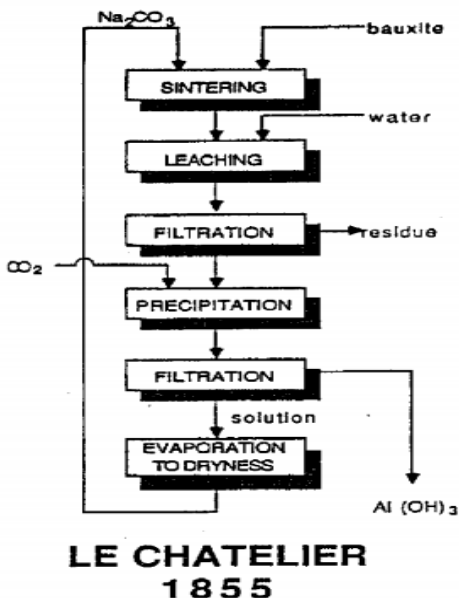
Kemudian larutan natrium aluminat dicuci dengan air dan di filtrasi sehingga padatan residu (*red mud*) akan terpisah dari larutan aluminat. Proses selanjutnya adalah pembentukan  $\text{Al(OH)}_3$  dengan diendapkan oleh karbonasi ( $\text{CO}_2$ ) di dalam presipitator (Baudet.G, 1977). Reaksi yang terjadi adalah :



$\text{Al(OH)}_3$  yang terbentuk selanjutnya masuk dalam proses filtrasi. Larutan hasil filtrasi yang mengandung soda abu memungkinkan untuk di recycle kembali dalam sintering sedangkan  $\text{Al(OH)}_3$  masuk dalam rotary kiln pada suhu maksimal sekitar 1215-1275 °C. Reaksi yang terjadi adalah :



Proses ini tidak digunakan lagi setelah Proses Bayer ditemukan. Hal ini dikarenakan proses ini memerlukan temperatur tinggi.



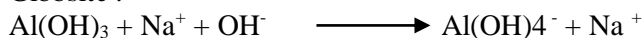
Gambar III.1 Skema Proses Sinter

### III.1.2 Proses Bayer

Proses Bayer ditemukan oleh ahli kimia bernama Karl Josef Bayer yang berasal dari Austria pada tahun 1888 ketika dia bekerja di Rusia di Pabrik Kimia Tentelev (St. Petersburg) dan pabrik kimia Elabuga di Sungai Kama. Proses ini mengalami pengembangan di tahun 1892 dengan penggantian soda abu menjadi soda kaustik sebagai pengekstrak. Proses Bayer dikembangkan untuk mensuplai alumina dalam industri tekstil (Senyuta, Panov, Suss, & Layner, 2016). Proses Bayer merupakan proses yang digunakan dalam mengekstraksi dari bauksit untuk menghasilkan alumina. Bauksit merupakan bijih aluminium yang mengandung 30 – 54% alumina dan sisanya adalah campuran silika, oksida besi dan titanium dioksida. Proses ini dapat digunakan untuk bauksit dengan kandungan silika rendah. Proses produksi alumina yang dikembangkan pada tahun 1888 prosesnya hampir sama dengan Proses Sinter, tetapi bedanya pada proses presipitation dimana proses sinter pada tahap presipitation dengan penambahan CO<sub>2</sub> sedangkan Proses Bayer dengan penambahan seed (bibit Al(OH)<sub>3</sub>) yang digunakan untuk memicu pembentukan Al(OH)<sub>3</sub> sedangkan proses produksi alumina yang dikembangkan pada tahun 1892 sebagai berikut:

Macam-macam mineral yang mengandung aluminium di bauksit yaitu Gibbsite, Bohmite, dan Diaspore. Langkah pertama adalah bijih bauksit dihancurkan dan ditumbuk pada Ball atau Rod Mill untuk memperkecil ukuran kemudian mereaksikan bauksit dengan larutan natrium hidroksida di dalam digester. Hasil reaksi menghasilkan natrium aluminat dan residu bauksit yang tidak larut yang mengandung zat besi, silikon dan titanium. Kondisi dalam digester diatur sesuai dengan sifat bijih bauksit. Bijih dengan mineral berupa Gibbsite pada 140 °C. pada Bohmite 240 °C dan pada Diaspore pada 280 °C. Reaksi yang terjadi yaitu

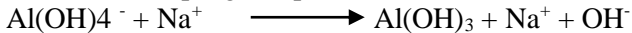
- Gibbsite :



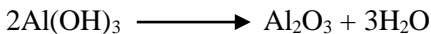
- Bohmite dan Diaspore :



Slurry didinginkan dengan cepat dan residu yang tidak larut, dikenal dengan *red mud*, dipisahkan dari larutan natrium aluminat. Natrium aluminat diendapkan dengan suhu 60-75 °C. Bijih  $\text{Al(OH)}_3$  ditambahkan untuk memicu pertumbuhan kristal hidrat alumina. Reaksi pengendapan :

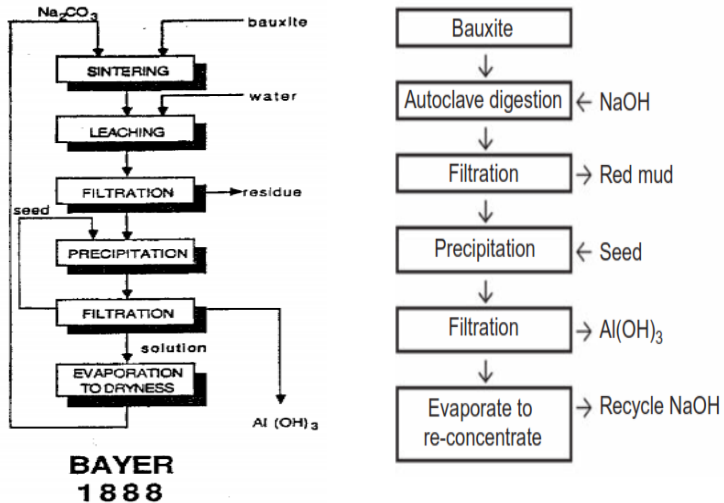


kemudian hidrat disaring dan dicuci dalam vacum filter untuk mengeluarkan dan merecycle cairan proses. Hidrat dikalsinasi dalam Rotary Kiln untuk membentuk alumina. Dalam proses kalsinasi terjadi pada suhu 1000-1250°C. Reaksi kalsinasi sebagai berikut:



Proses kalsinasi harus dikontrol dengan hati-hati karena menentukan sifat-sifat produk akhir (Liu et al., 1972). Ukuran alumina setelah kalsinasi 25 µm. Proses Bayer memiliki kelebihan yaitu konsumsi energi relatif rendah yaitu 11 GJ/ton alumina sedangkan proses sinter yaitu 30-40 GJ/ton alumina (Luo & Soria, 2008). Dengan konsumsi energi yang rendah, proses bayer dapat menghasilkan yield yang tinggi (>93%). Namun Proses Bayer akan tidak ekonomis jika menggunakan bahan baku bauksit yang memiliki kadar silika yang tinggi (Ruys, 2019).

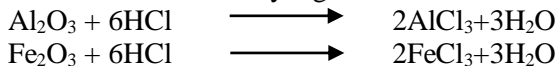
\



**Gambar III.2** Skema Proses Bayer

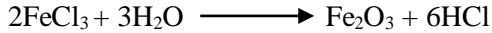
### III.2. Proses Asam

Proses Asam adalah proses mengekstraksi alumina dari bauksit dengan asam klorida. Pertama bauksit dihancurkan dalam crusher dan masuk dalam tangki untuk dicampur dengan larutan asam klorida encer dan menghasilkan slurry. Slurry dialirkan dalam reaktor dimana dipanaskan dengan cara tidak langsung dengan suhu 70-110°C. reaksi yang dihasilkan :



kemudian dilakukan pemisahan pada settler dimana residu yang tidak bereaksi terpisah dari larutan kemudian di flokulasi dengan penambahan flokulan 250 ppm dan diteruskan ke filter, lalu cake tersebut di cuci dan keluar berupa residu bauksit sebagai limbah, sedangkan larutan  $\text{AlCl}_3$  dari hasil pemisahan settler difilter kembali, padatan yang masih terikat dipisahkan lagi, kemudian

larutan di crystalisasi, hasil crystalisasi di filter kemudian dicuci dan dikeringkan dengan suhu 800 °C. reaksi yang terjadi:



dihasilkan 95%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  dan kurang dari 2,5% berat  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  diperoleh kembali. kemudian masuk dalam kiln dilakukan pengeringan lebih lanjut dengan suhu 1600 -1750 °C. Produk akhir dapat dikontrol ukuran partikel dengan memilih ukuran cetakan briket yang sesuai (Andrews, Waverley, Milne, Balwyn, & Moyle, 1984).

### III.3 Pemilihan Proses

Dari ketiga proses yang telah dipaparkan di atas, dilakukan analisa perbandingan antara Proses Asam, Proses Sinter dan Proses Bayer berdasarkan aspek-aspek sebagai berikut

**Tabel III.1** Perbandingan Proses

Uraian	Proses Asam	Proses Basa	
		Proses Sinter	Proses Bayer
Bahan baku utama	Bauksit	Bauksit (kadar silika tinggi)	Bauksit (kadar silika rendah)
Bahan baku pendukung	HCl	$\text{Na}_2\text{CO}_3$ , $\text{CO}_2$	NaOH
Kondisi Operasi			
• Suhu pada reaktor	70-110 °C	1000-1100 °C	140-280 °C
• Suhu pada Kiln	1600-1750 °C	1215-1275 °C	1000-1250 °C

Konsumsi energy	33.5 GJ/ton alumina	30-40 GJ/ton alumina	11 GJ/ton alumina
Yield	90%	89-90%	>93%
Produk Samping	Red Mud	Red Mud	Red Mud

Dari uraian aspek dan pertimbangan yang tertera diatas memberikan kesimpulan bahwa Proses Bayer lebih baik secara *safety*, proses, ekonomi, sehingga dipilih Proses Bayer menggunakan bahan baku bauksit. Setelah pemilihan proses, adapun analisa perbandingan dari type atau macam-macam bauksit :

**Tabel III.2** Perbandingan bauksit

Type Bauksit	Gibbsitic	Boehmite	Diasporic
Suhu saat ekstraksi (°C)	140	200-250	280
Konsentrasi dari NaOH yang dibutuhkan, g NaOH/L	155-175	150-250	260-390
Tekanan	Moderate	Higher	Higher

Dari uraian aspek dan pertimbangan yang tertera diatas memberikan kesimpulan bahwa bauksit type Gibbsitic lebih baik secara *safety*, proses, dan keseluruhan sehingga dipilih Gibbsitic. Bauksit Gibbsitic juga mempunyai kandungan silika yang rendah sehingga NaOH yang dibutuhkan tidak terlalu banyak.

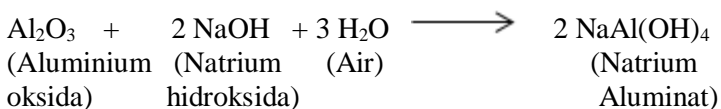
### III.4 Uraian Proses

Dalam proses produksi alumina, mulai dari bahan baku bauksit menjadi alumina, terdapat 3 tahap yaitu sebagai berikut :

1. Tahap Ekstraksi
2. Tahap Presipitasi
3. Tahap Kalsinasi

#### III.4.1 Tahap Ekstraksi

Tahap ini merupakan tahap proses dimana bauksit di ekstraksi dengan larutan alkali dan menghasilkan Natrium Aluminat ( $\text{NaAl}(\text{OH})_4$ ). Bauksit dengan ukuran 10 mm terlebih dahulu masuk dalam Rod Mill yang bertujuan untuk memperkecil partikel dari bauksit dan memperbesar luas permukaan. Bauksit keluar dari Rod Mill kemudian masuk dalam Screener untuk menyeragamkan ukuran menjadi 1 mm (18 mesh), jadi bauksit yang belum lolos dalam Screener akan dikembalikan lagi dalam Rod Mill. Bauksit yang lolos dari Screener dan larutan  $\text{NaOH}$  3M yang sudah dilarutkan dalam tangki pelarutan akan bersamaan masuk dalam Reaktor. Didalam Reaktor dikehendaki suhu operasi  $140^\circ\text{C}$  dan tekanan 4 bar dengan penambahan steam untuk mencapai suhu  $140^\circ\text{C}$  selama 45 menit. Didalam Reaktor terjadi reaksi sebagai berikut :

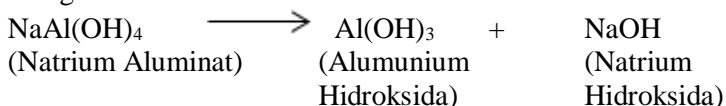


Hasil dari reaksi didalam Reaktor yaitu larutan natrium aluminat, yang akan diproses lebih lanjut ke dalam Cooler. Cooler ini bertujuan untuk menurunkan suhu larutan natrium aluminat dari suhu  $140^\circ\text{C}$  menjadi  $100^\circ\text{C}$ . Larutan natrium aluminat yang sudah didinginkan kemudian masuk dalam Clarifier, dimana di dalam Clarifier residu bauksit (*red mud*) yang tidak larut yang mengandung zat besi, silikon dan titanium dll terpisah dari larutan natrium aluminat. Residu bauksit (*red mud*) sebagai limbah yang

akan dilakukan pengolahan kembali pada unit pengolahan limbah sedangkan larutan natrium aluminat akan diproses lanjut dalam tahap presipitasi

### III.4.2 Tahap Presipitasi

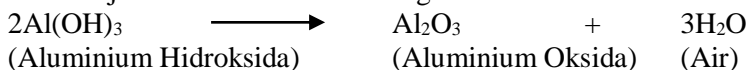
Tahap presipitasi dimulai dengan memasukkan larutan natrium aluminat dengan suhu 95°C hasil keluaran dari clarifier ke dalam presipitator. Dalam presipitator ini bertujuan untuk pengendapan natrium aluminat menjadi terbentuknya  $\text{Al}(\text{OH})_3$ , di dalam proses pengendapan ditambahkan dengan bibit  $\text{Al}(\text{OH})_3$  5% dari keluaran centrifuge. Fungsi bibit  $\text{Al}(\text{OH})_3$  adalah untuk memicu terbentuknya  $\text{Al}(\text{OH})_3$ . Reaksi pengendapan yaitu sebagai berikut :



Kemudian  $\text{Al}(\text{OH})_3$  dalam bentuk hidrat hasil keluaran dari Presipitator dengan suhu 80 °C dipisahkan dari mother liquornya dengan menggunakan Centrifuge untuk mendapatkan  $\text{Al}(\text{OH})_3$  hidrat yang lebih padat. Sebanyak 95%  $\text{Al}(\text{OH})_3$  yang akan masuk ke tahap kalsinasi dan 5%  $\text{Al}(\text{OH})_3$  di recycle dalam Presipitator sebagai bibit  $\text{Al}(\text{OH})_3$ .

### III.4.3 Tahap Kalsinasi

Tahap kalsinasi dimulai dengan pengeringan  $\text{Al}(\text{OH})_3$  hidrat dari suhu 80 °C di dalam Continuous Tunnels dengan menggunakan udara panas dari keluaran Cooler dan gas keluaran dari Kiln.  $\text{Al}_2\text{O}_3$  yang dihasilkan dari keluaran Continuous Tunnels dengan suhu 750 °C menuju Rotary Kiln. Di dalam Rotary Kiln terjadi penyempurnaan reaksi kalsinasi dengan menggunakan bahan bakar natural gas dan udara hasil keluaran dari Cooler. Proses ini beroperasi dari suhu 750 – 1050 °C dalam waktu 1 jam. Reaksi kalsinasi sebagai berikut :





Aluminium Oksida keluaran dari Rotary Kiln dengan ukuran 0,074 mm (200 mesh) selanjutnya masuk dalam Cooler yang bertujuan untuk mendinginkan Aluminium Oksida dari suhu 1050 °C menjadi 100 °C. Pendinginan di dalam cooler dengan menggunakan udara suhu 30 °C. Setelah Aluminium Oksida keluar dari Cooler di masukkan dalam Bin untuk ditampung yang selanjutnya akan masuk dalam Ball Mill yang bertujuan untuk mengecilkan dan menyeragamkan ukuran dari Aluminium Oksida. Keluaran Ball Mill yang diinginkan berukuran 0,044 mm (325 mesh) sehingga keluaran Ball Mill akan masuk dalam Screener sehingga Aluminium Oksida yang belum lolos akan dikembalikan lagi dalam Ball Mill sedangkan Aluminium Oksida yang lolos akan ditampung dan dikemas.

----- Halaman ini sengaja dikosongkan -----

## BAB IV

### NERACA MASSA DAN ENERGI

#### IV.1 NERACA MASSA

Ditetapkan 1 tahun	=	330	hari kerja
1 hari	=	24	jam
Basis perhitungan	=	1	jam operasi
	=	270.000,000	ton/tahun
Kapasitas produksi	=	818.181,818	kg/hari
	=	34.090,909	kg/jam
	=	90.265,116	kg/jam
Bauksit yang dibutuhkan (didapat dari goal seek)	=	2.166.362,779	kg/hari
	=	714.899,717	ton/tahun

#### Komposisi Bauksit

**Tabel IV.1** Komposisi Bauksit

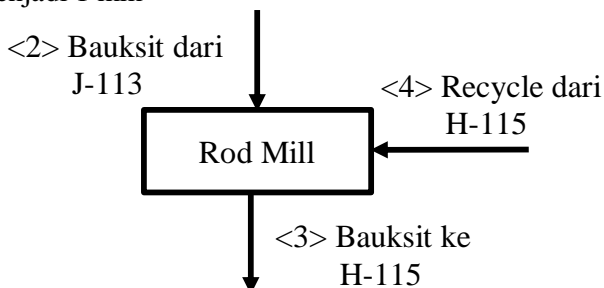
Komponen	%	Jumlah Feed (kg)
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	44,79	40.429,745
SiO <sub>2</sub>	1,56	1.408,136
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,76	14.225,782
MnO	0,06	54,159
CaO	0,02	18,053
TiO <sub>2</sub>	1,11	1.001,943
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,09	81,239
H <sub>2</sub> O	36,61	33.046,059
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>90.265,116</b>

(Sumber: Aziz Muchtar, 2010 )

## IV.1.1. TAHAP EKSTRAKSI BAUKSIT

### IV.1.3.4. Rod Mill (C-114)

Fungsi: Memperkecil ukuran bauksit dari ukuran 10 mm menjadi 1 mm



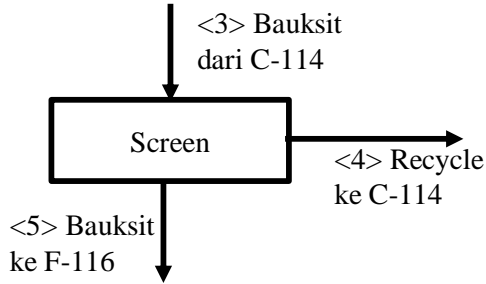
**Gambar IV.1** Blok Diagram Sistem Rod Mill

**Tabel IV.2** Neraca Massa Rod Mill

No.	Komponen	Aliran Masuk				Aliran Keluar	
		<2>		<4>		<3>	
		Fraksi	Massa (kg)	Fraksi	Massa (kg)	Fraksi	Massa (kg)
1.	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,4479	40.429,745	0,4479	10.107,436	0,4479	50.537,182
2.	SiO <sub>2</sub>	0,0156	1.408,136	0,0156	352,034	0,0156	1.760,170
3.	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,1576	14.225,782	0,1576	3.556,446	0,1576	17.782,228
4.	MnO	0,0006	54,159	0,0006	13,540	0,0006	67,699
5.	CaO	0,0002	18,053	0,0002	4,513	0,0002	22,566
6.	TiO <sub>2</sub>	0,0111	1.001,943	0,0111	250,486	0,0111	1.252,428
7.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,0009	81,239	0,0009	20,310	0,0009	101,548
8.	H <sub>2</sub> O	0,3661	33.046,059	0,3661	8.261,515	0,3661	41.307,574
Total		1,0000	90.265,116	1,0000	22.566,279	1,0000	112.831,395
Total Aliran		112.831,395				112.831,395	

### IV.1.3.5. Vibrating Screen (H-115)

Fungsi: Menyeleksi bauksit dengan ukuran 1 mm



**Gambar IV.2** Blok Diagram Sistem Vibrating Screen

**Tabel IV.3** Neraca Massa Vibrating Screen

No.	Komponen	Aliran Masuk		Aliran Keluar			
		<3>		<4>		<5>	
		Fraksi	Massa (kg)	Fraksi	Massa (kg)	Fraksi	Massa (kg)
1.	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,4479	50.537,182	0,4479	10.107,436	0,4479	40.429,745
2.	SiO <sub>2</sub>	0,0156	1.760,170	0,0156	352,034	0,0156	1.408,136
3.	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,1576	17.782,228	0,1576	3.556,446	0,1576	14.225,782
4.	MnO	0,0006	67,699	0,0006	13,540	0,0006	54,159
5.	CaO	0,0002	22,566	0,0002	4,513	0,0002	18,053
6.	TiO <sub>2</sub>	0,0111	1.252,428	0,0111	250,486	0,0111	1.001,943
7.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,0009	101,548	0,0009	20,310	0,0009	81,239
8.	H <sub>2</sub> O	0,3661	41.307,574	0,3661	8.261,515	0,3661	33.046,059
Total		1,0000	112.831,395	1,0000	22.566,279	1,0000	90.265,116
Total Aliran		112.831,395		112.831,395			

### IV.1.1.3 Tangki Pelarutan NaOH (F-111)

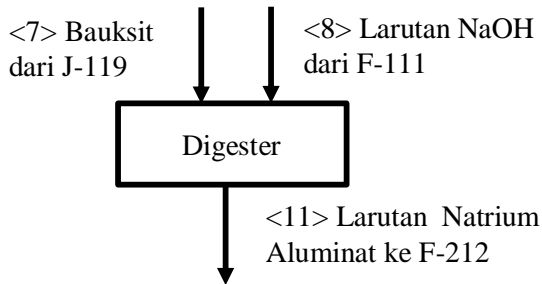
Fungsi: Sebagai tempat pelarutan NaOH 3M

**Tabel IV.4** Neraca Massa Mixing Tank

No.	Komponen	Aliran Masuk				Aliran Keluar	
		Massa NaOH solid		Massa Pelarut		Massa Larutan NaOH	
		Fraksi	Massa (kg)	Fraksi	Massa (kg)	Fraksi	Massa (kg)
1.	NaOH	1,0000	35.243,81	-	-	0,1076	35.243,807
2.	H <sub>2</sub> O	-	-	1,0000	292450,308	0,8924	292.450,308
Total		1,0000	35.243,81	1,0000	292.450,308	1,0000	327.694,115
Total Aliran		327.694,115				327.694,115	

### IV.1.1.4 Digester (R-110)

Fungsi: Mereaksikan bauksit dengan NaOH



**Gambar IV.3** Blok Diagram Sistem Reaktor Digester

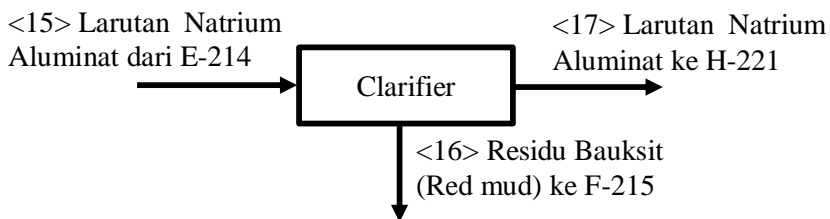
**Tabel IV.5 Neraca Massa Reaktor Digester**

No.	Komponen	Aliran Masuk				Aliran Keluar	
		<7>		<8>		<11>	
		Fraksi	Massa (kg)	Fraksi	Massa (kg)	Fraksi	Massa (kg)
1.	NaAl(OH) <sub>4</sub>	-	-	-	-	0,2239	93.579,548
2.	NaOH	-	-	0,1076	35243,807	0,0084	3.524,381
3.	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,4479	40429,745	-	-	-	-
4.	SiO <sub>2</sub>	0,0156	1408,136	-	-	0,0034	1.408,136
5.	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,1576	14225,782	-	-	0,0340	14.225,782
6.	MnO	0,0006	54,159	-	-	0,0001	54,159
7.	CaO	0,0002	18,053	-	-	0,0000	18,053
8.	TiO <sub>2</sub>	0,0111	1001,943	-	-	0,0024	1.001,943
9.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,0009	81,239	-	-	0,0002	81,239
10.	H <sub>2</sub> O	0,3661	33046,059	0,8924	292450,308	0,7275	304.065,991
Total		1,0000	90.265,116	1,0000	327.694,115	1,0000	417.959,231
Total Aliran		417.959,231				417.959,231	

## IV.1.2. TAHAP PEMBENTUKAN ALUMINIUM HYDROXIDE (Al(OH)<sub>3</sub>)

### IV.1.2.1 Clarifier (H-210)

Fungsi: Memisahkan NaAl(OH)<sub>4</sub> dari residu bauksit (red mud)

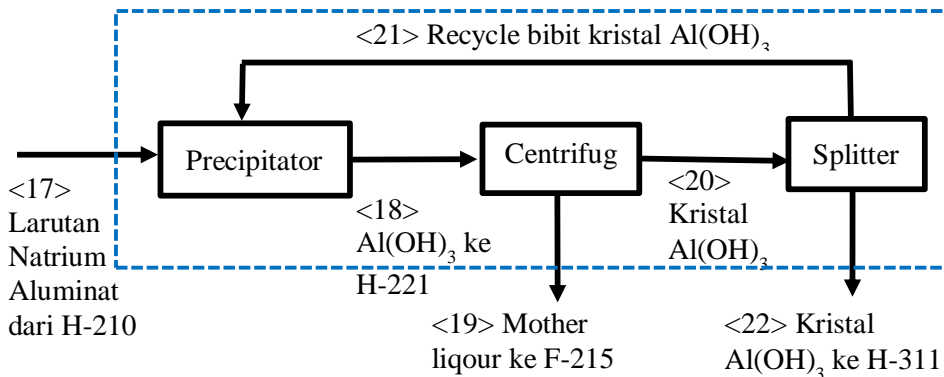


**Gambar IV.4** Blok Diagram Sistem Clarifier

**Tabel IV.6** Neraca Massa Clarifier

No.	Komponen	Aliran Masuk		Aliran Keluar			
		<15>		<16>		<17>	
		Fraksi	Massa (kg)	Fraksi	Massa (kg)	Fraksi	Massa (kg)
1.	NaAl(OH) <sub>4</sub>	0,2239	93.579,548	0,0307	584,872	0,2331	92.994,675
2.	NaOH	0,0084	3.524,381	0,0012	22,027	0,0088	3.502,353
3.	SiO <sub>2</sub>	0,0034	1.408,136	0,0728	1.387,014	0,0001	21,122
4.	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,0340	14.225,782	0,7358	14.012,396	0,0005	213,387
5.	MnO	0,0001	54,159	0,0028	53,347	2,E-06	0,812
6.	CaO	4,E-05	18,053	0,0009	17,782	7,E-07	0,271
7.	TiO <sub>2</sub>	0,0024	1.001,943	0,0518	986,914	4,E-05	15,029
8.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,0002	81,239	0,0042	80,020	3,E-06	1,219
9.	H <sub>2</sub> O	0,7275	304.065,99	0,0998	1.900,412	0,7575	302.165,579
Total		1,0000	417.959,231	1,0000	19.044,784	1,0000	398.914,447
Total Aliran		417.959,231		417.959,231			

**IV.1.2.2 Neraca Overall Precipitation Tank, Centrifuge dan Splitter**



**Gambar IV.5** Blok Diagram Sistem Precipitation Tank, Centrifuge dan Splitter

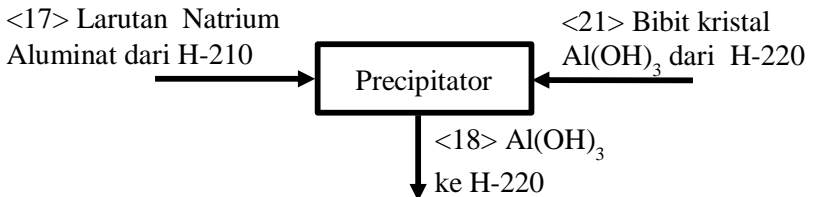


**Tabel IV.7** Neraca Massa Overall Sistem Precipitation Tank, Centrifuge dan Splitter

No.	Komponen	Aliran Masuk		Aliran Keluar			
		<17>		<19>		<22>	
		Fraksi	Massa (kg)	Fraksi	Massa (kg)	Fraksi	Massa (kg)
1.	Al(OH) <sub>3</sub>	-	-	-	-	0,6289	51.637,736
2.	NaAl(OH) <sub>4</sub>	0,2331	92.994,675	0,0470	14.879,148	-	-
3.	NaOH	0,0088	3.502,353	0,0946	29.980,145	-	-
4.	SiO <sub>2</sub>	5E-05	21,122	-	-	0,0003	21,122
5.	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,0005	213,387	-	-	0,0026	213,387
6.	MnO	2E-06	0,812	-	-	1,E-05	0,812
7.	CaO	7E-07	0,271	-	-	3,E-06	0,271
8.	TiO <sub>2</sub>	4E-05	15,029	-	-	0,0002	15,029
9.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3E-06	1,219	-	-	1,E-05	1,219
10.	H <sub>2</sub> O	0,7575	302.165,579	0,8584	271.949,021	0,3680	30.216,558
Total		1,0000	398.914,447	1,0000	316.808,314	1,0000	82.106,134
Total Aliran		398.914,447		398.914,447			

### IV.1.2.3 Precipitation Tank (H-221)

Fungsi: Mengkristalkan NaAl(OH)<sub>4</sub> menjadi Al(OH)<sub>3</sub>



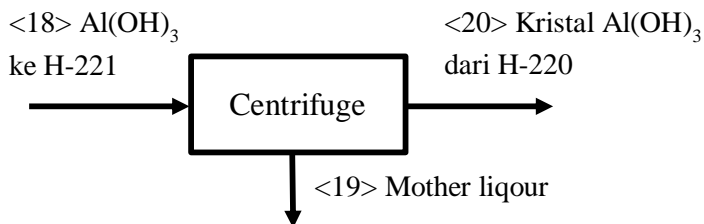
**Gambar IV.6** Blok Diagram Sistem Precipitation Tank

**Tabel IV.8** Neraca Massa Precipitator Tank

No.	Komponen	Aliran Masuk				Aliran Keluar	
		<17>		<21>		<18>	
		Fraksi	Massa (kg)	Fraksi	Massa (kg)	Fraksi	Massa (kg)
1.	Al(OH) <sub>3</sub>	-	-	0,6289	2.717,776	0,1348	54.355,512
2.	NaAl(OH) <sub>4</sub>	0,2331	92994,67549	-	-	0,0369	14.879,148
3.	NaOH	0,0088	3502,35335	-	-	0,0743	29.980,145
4.	SiO <sub>2</sub>	5E-05	21,12203709	0,0003	1,112	0,0001	22,234
5.	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,0005	213,3867337	0,0026	11,231	0,0006	224,618
6.	MnO	2E-06	0,812386042	1,E-05	0,043	2,E-06	0,855
7.	CaO	7E-07	0,270795347	3,E-06	0,014	7,E-07	0,285
8.	TiO <sub>2</sub>	4E-05	15,02914178	2,E-04	0,791	4,E-05	15,820
9.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3E-06	1,218579063	1,E-05	0,064	3,E-06	1,283
10.	H <sub>2</sub> O	0,7575	302165,5787	0,3680	1.590,345	0,7533	303.755,924
Total		1,0000	398.914,447	1,0000	4.321,375	1,0000	403.235,823
Total Aliran		403.235,823				403.235,823	

#### IV.1.2.4 Centrifuge (H-220)

Fungsi: Memisahkan NaOH dengan kristal Al(OH)<sub>3</sub>



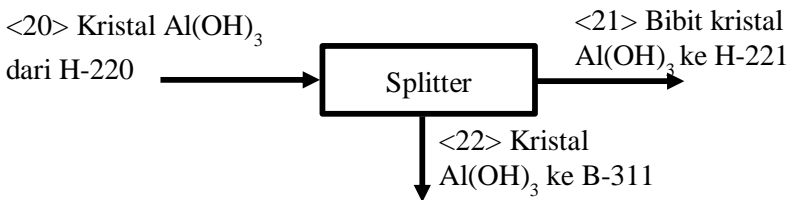
**Gambar IV.7** Blok Diagram Sistem Centrifuge

**Tabel IV.9** Neraca Massa Centrifuge

No.	Komponen	Aliran Masuk		Aliran Keluar			
		<18>		<19>		<20>	
		Fraksi	Massa (kg)	Fraksi	Massa (kg)	Fraksi	Massa (kg)
1.	Al(OH) <sub>3</sub>	0,1348	54.355,512	-	-	0,6289	54.355,512
2.	NaAl(OH) <sub>4</sub>	0,0369	14.879,148	0,0470	14.879,15	-	-
3.	NaOH	0,0743	29.980,145	0,0946	29.980,14	-	-
4.	SiO <sub>2</sub>	6E-05	22,234	-	-	0,0003	22,234
5.	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,0006	224,618	-	-	0,0026	224,618
6.	MnO	2E-06	0,855	-	-	1,E-05	0,855
7.	CaO	7E-07	0,285	-	-	3,E-06	0,285
9.	TiO <sub>2</sub>	4E-05	15,820	-	-	0,0002	15,820
10.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3E-06	1,283	-	-	1,E-05	1,283
11.	H <sub>2</sub> O	0,7533	303.755,924	0,8584	271.949,02	0,3680	31.806,903
Total		1,0000	403.235,823	1,0000	316.808,314	1,0000	86.427,509
Total Aliran		403.235,823		403.235,823			

#### IV.1.2.5 Splitter

Fungsi: Membagi aliran antara menuju ke rotary kiln dan sebagai bibit kristal



**Gambar IV.8** Blok Diagram Sistem Splitter

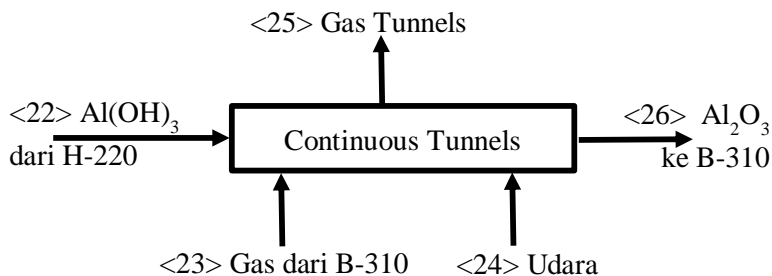
**Tabel IV.10** Neraca Massa Splitter

No.	Komponen	Aliran Masuk		Aliran Keluar			
		<20>		<21>		<22>	
		Fraksi	Massa (kg)	Fraksi	Massa (kg)	Fraksi	Massa (kg)
1.	Al(OH) <sub>3</sub>	0,6289	54.355,512	0,6289	2.717,776	0,6289	51.637,736
2.	SiO <sub>2</sub>	0,0003	22,234	0,0003	1,112	0,0003	21,122
3.	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,0026	224,618	0,0026	11,231	0,0026	213,387
4.	MnO	1E-05	0,855	1,E-05	0,043	1,E-05	0,812
5.	CaO	3E-06	0,285	3,E-06	0,014	3,E-06	0,271
6.	TiO <sub>2</sub>	0,0002	15,820	0,0002	0,791	0,0002	15,029
7.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1E-05	1,283	1,E-05	0,064	1,E-05	1,219
8.	H <sub>2</sub> O	0,3680	31.806,903	0,3680	1.590,345	0,3680	30.216,558
Total		1,0000	86.427,509	1,0000	4.321,375	1,0000	82.106,134
Total Aliran		86.427,509		86.427,509			

**IV.1.3. TAHAP KALSINASI Al(OH)<sub>3</sub> menjadi Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>**

**IV.1.3.1. Continuous Tunnels (B-311)**

Fungsi: Mengeringkan cake Al(OH)<sub>3</sub>



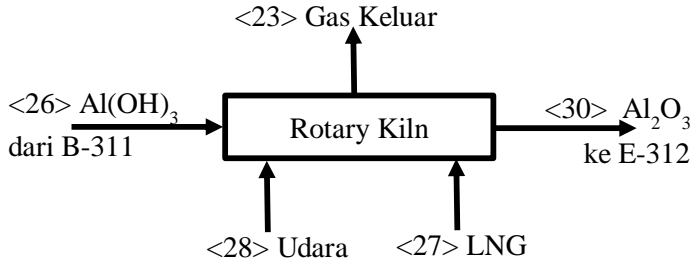
**Gambar IV.9** Blok Diagram Sistem Continuous Tunnels

**Tabel IV.11** Neraca Massa Continuous Tunnels

Aliran Masuk				Aliran Keluar			
No.	Komponen	<22>		No.	Komponen	<26>	
		Fraksi	Massa (kg)			Fraksi	Massa (kg)
1.	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	-	1.	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,8473	30.340,108
2.	Al(OH) <sub>3</sub>	0,6289	51.637,736	2.	Al(OH) <sub>3</sub>	0,1457	5.215,411
3.	SiO <sub>2</sub>	0,0003	21,122	3.	SiO <sub>2</sub>	0,0006	21,122
4.	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,0026	213,387	4.	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,0060	213,387
5.	MnO	0,0000	0,812	5.	MnO	2,E-05	0,812
6.	CaO	0,0000	0,271	6.	CaO	8,E-06	0,271
7.	TiO <sub>2</sub>	0,0002	15,029	7.	TiO <sub>2</sub>	0,0004	15,029
8.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,0000	1,219	8.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3,E-05	1,219
9.	H <sub>2</sub> O	0,3680	30.216,558	9.	H <sub>2</sub> O	-	-
Total		1,0000	82.106,134	Total	1,0000	35.807,359	
No.	Komponen	<23>		No.	Kmp onen	<25>	
		Fraksi	Massa (kg)			Fraksi	Massa (kg)
1.	N <sub>2</sub>	0,7240	462,257	1.	O <sub>2</sub>	0,0030	140,396
2.	H <sub>2</sub> O	0,1193	76,140	2.	N <sub>2</sub>	0,0194	924,514
3.	CO <sub>2</sub>	0,1568	100,090	3.	H <sub>2</sub> O	0,9755	46.374,915
Total		1,0000	638,487	4.	CO <sub>2</sub>	0,0021	100,090
				Total	1,0000	47.539,915	
No.	Komponen	<22>					
		Fraksi	Massa (kg)				
1.	O <sub>2</sub>	0,2330	140,396				
2.	N <sub>2</sub>	0,7670	462,257				
Total		1,0000	602,653				
Total Aliran		83.347,274		Total Aliran	83.347,274		

### IV.1.3.2. Rotary Kiln (B-310)

Fungsi: Mereaksikan  $\text{Al}(\text{OH})_3$  menjadi  $\text{Al}_2\text{O}_3$



**Gambar IV.10** Blok Diagram Sistem Rotary Kiln

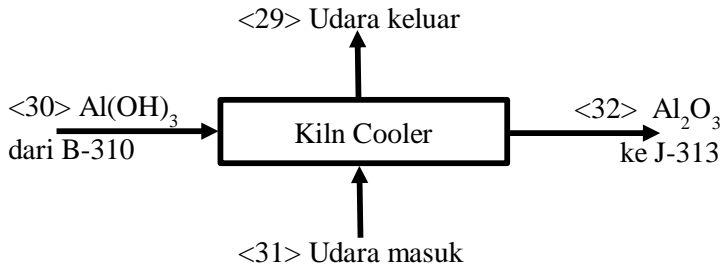
**Tabel IV.12** Neraca Massa Rotary Kiln

Aliran Masuk				Aliran Keluar			
No.	Komponen	<26>		No.	Komponen	<30>	
		Fraksi	Massa (kg)			Fraksi	Massa (kg)
1.	$\text{Al}_2\text{O}_3$	0,8473	30.340,108	1.	$\text{Al}_2\text{O}_3$	0,9850	33.578,299
2.	$\text{Al}(\text{OH})_3$	0,1457	5.215,411	2.	$\text{Al}(\text{OH})_3$	0,0076	260,771
3.	$\text{SiO}_2$	0,0006	21,122	3.	$\text{SiO}_2$	0,0006	21,122
4.	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	0,0060	213,387	4.	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	0,0063	213,387
5.	$\text{MnO}$	2,E-05	0,812	5.	$\text{MnO}$	2,E-05	0,812
6.	$\text{CaO}$	8,E-06	0,271	6.	$\text{CaO}$	8,E-06	0,271
7.	$\text{TiO}_2$	0,0004	15,029	7.	$\text{TiO}_2$	0,0004	15,029
8.	$\text{P}_2\text{O}_5$	3,E-05	1,219	8.	$\text{P}_2\text{O}_5$	4,E-05	1,219
Total		1,0000	35.807,359	Total	1,0000	34.090,909	
No.	Komponen	<27>		No.	Komponen	<23>	
		Fraksi	Massa (kg)			Fraksi	Massa (kg)
1.	$\text{CH}_4$	0,7865	28,187	1.	$\text{N}_2$	0,1963	462,257
2.	$\text{C}_2\text{H}_6$	0,0819	2,935	2.	$\text{H}_2\text{O}$	0,7612	1.792,590

3.	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	0,0841	3,013	3.	CO <sub>2</sub>	0,0425	100,090
4.	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0,0475	1,702	Total		1,0000	2.354,938
Total		1,0000	35,837				
No.	Komponen	<28>					
		Fraksi	Massa (kg)				
1.	O <sub>2</sub>	0,2330	140,396				
2.	N <sub>2</sub>	0,7670	462,257				
Total		1,0000	602,653				
Total Aliran		36.445,85		Total Aliran		36.445,85	

#### IV.1.3.3. Kiln Cooler (E-312)

Fungsi: Mendingkan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> keluaran rotary kiln.



**Gambar IV.11** Blok Diagram Sistem Kiln Cooler

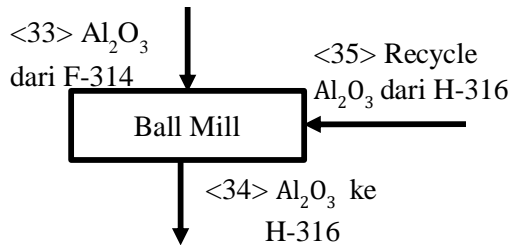
**Tabel IV.13** Neraca Massa Kiln Cooler

Aliran Masuk				Aliran Keluar			
No.	Komponen	<30>		No.	Komponen	<32>	
		Fraksi	Massa (kg)			Fraksi	Massa (kg)
1.	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,9850	33.578,299	1.	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,9850	33.578,299
2.	Al(OH) <sub>3</sub>	0,0076	260,771	2.	Al(OH) <sub>3</sub>	0,0076	260,771

3.	SiO <sub>2</sub>	0,0006	21,122	3.	SiO <sub>2</sub>	0,0006	21,122
4.	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,0063	213,387	4.	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,0063	213,387
5.	MnO	2,E-05	0,812	5.	MnO	2,E-05	0,812
6.	CaO	8,E-06	0,271	6.	CaO	8,E-06	0,271
7.	TiO <sub>2</sub>	0,0004	15,029	7.	TiO <sub>2</sub>	0,0004	15,029
8.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	4,E-05	1,219	8.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	4,E-05	1,219
Total		1,0000	34.090,909	Total		1,0000	34.090,909
No.	Komponen	<31>		No.	Komponen	<30>	
		Fraksi	Massa (kg)			Fraksi	Massa (kg)
1.	O <sub>2</sub>	0,2330	561,585	1.	O <sub>2</sub>	0,2330	561,585
2.	N <sub>2</sub>	0,7670	1.849,028	2.	N <sub>2</sub>	0,7670	1.849,028
Total		1,0000	2.410,613	Total		1,0000	2.410,613
Total Aliran		36.501,523		Total Aliran		36.501,523	

#### IV.1.3.4. Ball Mill (C-315)

Fungsi: Memperkecil ukuran produk Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> menjadi 325 mesh



**Gambar IV.12** Blok Diagram Sistem Ball Mill

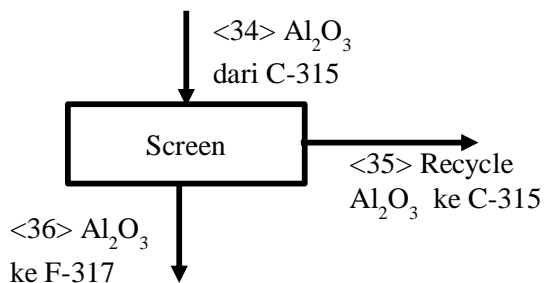


**Tabel IV.14** Neraca Massa Ball Mill

No.	Komponen	Aliran Masuk				Aliran Keluar	
		<33>		<35>		<34>	
		Fraksi	Massa (kg)	Fraksi	Massa (kg)	Fraksi	Massa (kg)
1.	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,9850	33.578,299	0,9850	8.394,575	0,9850	41.972,874
2.	Al(OH) <sub>3</sub>	0,0076	260,771	0,0076	65,193	0,0076	325,963
3.	SiO <sub>2</sub>	0,0006	21,122	0,0006	5,281	0,0006	26,403
4.	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,0063	213,387	0,0063	53,347	0,0063	266,733
5.	MnO	2,E-05	0,812	2,E-05	0,203	2,E-05	1,015
6.	CaO	8,E-06	0,271	8,E-06	0,068	8,E-06	0,338
7.	TiO <sub>2</sub>	0,0004	15,029	0,0004	3,757	0,0004	18,786
8.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	4,E-05	1,219	4,E-05	0,305	4,E-05	1,523
Total		1,0000	34.090,909	1,0000	8.522,727	1,0000	42.613,636
Total Aliran		42.613,636				42.613,636	

**IV.1.3.5. Vibrating Screen (H-316)**

Fungsi: Menyeleksi produk Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dengan ukuran 325 mesh



**Gambar IV.13** Blok Diagram Sistem Vibrating Screen

**Tabel IV.15** Neraca Massa Vibrating Screen

No.	Komponen	Aliran Masuk		Aliran Keluar			
		<34>		<35>		<36>	
		Fraksi	Massa (kg)	Fraksi	Massa (kg)	Fraksi	Massa (kg)
1.	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,9850	41.972,874	0,9850	8.394,575	0,9850	33.578,299
2.	Al(OH) <sub>3</sub>	0,0076	325,963	0,0076	65,193	0,0076	260,771
3.	SiO <sub>2</sub>	0,0006	26,403	0,0006	5,281	0,0006	21,122
4.	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,0063	266,733	0,0063	53,347	0,0063	213,387
5.	MnO	2,E-05	1,015	2,E-05	0,203	2,E-05	0,812
6.	CaO	8,E-06	0,338	8,E-06	0,068	8,E-06	0,271
7.	TiO <sub>2</sub>	0,0004	18,786	0,0004	3,757	0,0004	15,029
8.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	4,E-05	1,523	4,E-05	0,305	4,E-05	1,219
Total		1,0000	42.613,636	1,0000	8.522,727	1,0000	34.090,909
Total Aliran		42.613,636		42.613,636			

## IV.2 NERACA ENERGI

Perhitungan neraca energi menggunakan neraca energi komponen dan neraca energi *overall*. Dalam teori ini, berlaku hukum kekekalan energi dengan asumsi aliran *steady state*, dan satuan yang digunakan ada kJ, maka rumus yang digunakan

$$[\text{Akumulasi}] = [\text{Aliran panas masuk}] - [\text{Aliran panas keluar}]$$

Sehingga neraca energi proses pembuatan Alumina dapat dihitung sebagai berikut:

Kapasitas Produksi	= 270.000 ton Alumina/tahun
	= 34.090,909 kg Alumina/jam
Kebutuhan bauksit	= 90.265,116 kg/jam
Waktu Operasi	= 330 hari/tahun
Basis Perhitungan	= 1 jam operasi
Tref	= 25 °C = 298,15 K
Satuan Panas	= kJ

#### IV.2.1 Tangki Pelarutan NaOH (F - 111)

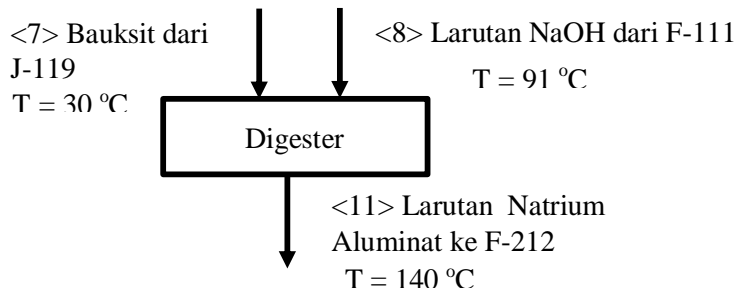
Fungsi : Untuk Pelarutan NaOH 3 M

**Tabel IV.16** Neraca Energi Tangki Pelarutan

Masuk		Keluar	
Aliran	kJ	Aliran	kJ
$\Delta H$ NaOH	263061.816	$\Delta H$ Lar NaOH	4076359.516
$\Delta H$ Air	3813297.700	$\Delta H_s$	-38947162.576
H air pendingin	10583805.305	H air pendingin	49530967.881
Total	14660164.821		14660164.821

#### IV.2.2 Digester (R-110)

Fungsi : Mereaksikan bauksit dengan larutan NaOH



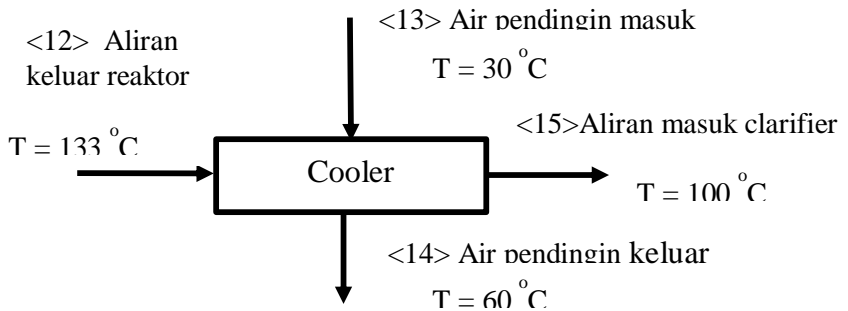
**Gambar IV.14** Blok Diagram Sistem Digester

**Tabel IV.17** Neraca Energi Digester

Masuk		Keluar	
Aliran	kJ	Aliran	kJ
$\Delta H <7>$	4026765.022	$\Delta H <11>$	78235217.999
$\Delta H <8>$	43023522.092	Hkondensat	9748548.197
$\Delta H <9>$	42574791.234	Qloss	1641312.152
$\Delta H_{rx}$	7960716.356		
Total	89625078.348		89625078.348

**IV.2.3 Cooler (E - 214)**

Fungsi : Menurunkan suhu  $\text{NaAl}(\text{OH})_4$  dari  $133\text{ }^\circ\text{C}$  menjadi  $100\text{ }^\circ\text{C}$



**Gambar IV.15** Blok Diagram Cooler

**Tabel IV. 18** Neraca Energi Cooler

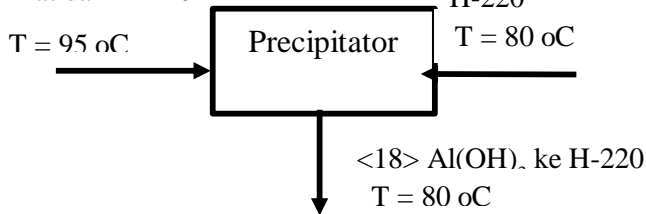
Masuk		Keluar	
Aliran	kJ	Aliran	kJ
$\Delta H <12>$	73436038.792	$\Delta H <15>$	50559380.301
$\Delta H <13>$	4308991.473	$\Delta H <14>$	27185649.963
Total	77745030.265		77745030.265

#### IV.2.4 Precipitation Tank (H-221)

Fungsi: untuk mencampurkan liquor dengan bibit dan mengkristalkan  $\text{NaAl(OH)}_4$  menjadi  $\text{Al(OH)}_3$

<17> Larutan Natrium  
Aluminat dari H-210

<21> Bibit kristal  $\text{Al(OH)}_3$  dari  
H-220



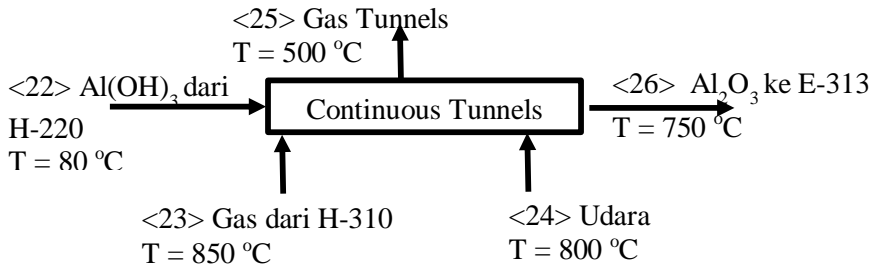
**Gambar IV.16** Blok Diagram Sistem Precipitation Tank

**Tabel IV.19** Neraca Energi Presipitation Tank

Masuk		Keluar	
Aliran	kJ	Aliran	kJ
$\Delta H$ <17>	47471097.100	$\Delta H$ <18>	42349391.407
$\Delta H$ <21>	162482.359	H air pendingin	116839632.998
$\Delta H_r$	86589085.910		
H air pendingin	24966359.037		
Total	159189024.405		159189024.405

#### IV.2.5 Continuous Tunnels (B - 311)

Fungsi : Untuk memanaskan  $\text{Al(OH)}_3$  sebelum masuk dalam rotary kiln



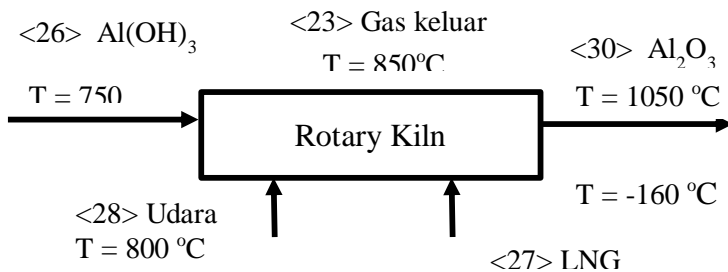
**Gambar IV.17** Blok Diagram Sistem Continuous Tunnels

**Tabel IV.20** Neraca Energi Continuous Tunnels

Masuk		Keluar	
Aliran	kJ	Aliran	kJ
$\Delta H$ <22>	6679163.188	$\Delta H$ <26>	28009290.256
$\Delta H$ <24>	2923.770	$\Delta H$ <25>	45115711.139
$\Delta H$ <23>	635141.417	H penguapan	104670964.909
$\Delta H_r$ kalsinasi	94393924.431		
Q serap	76084813.498		
Total	177795966.304		177795966.304

#### IV.2.6 Rotary Kiln (B-310)

Fungsi: Mereaksikan  $\text{Al}(\text{OH})_3$  menjadi  $\text{Al}_2\text{O}_3$



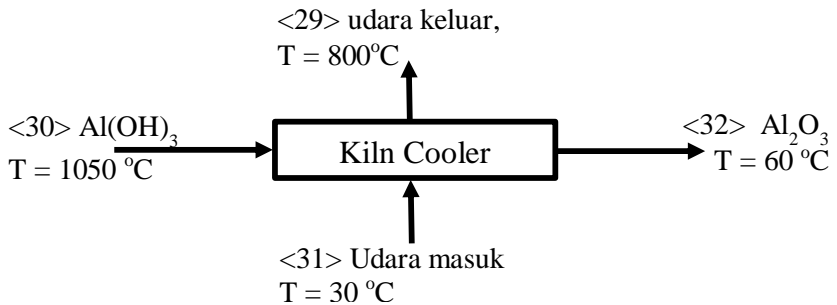
**Gambar IV.18** Blok Diagram Sistem Rotary Kiln

**Tabel IV.21** Neraca Energi Rotary Kiln

Masuk		Keluar	
Aliran	kJ	Aliran	kJ
$\Delta H <25>$	28009290.256	$\Delta H <30>$	40127695.811
$\Delta H <26>$	-9347.792	$\Delta H <28>$	3621130.746
$\Delta H <32>$	496401.370	$\Delta H_r$ kalsinasi	41094823.170
$H_{LNG}$	3431.590		
Qserap	56343874.302		
Total	84843649.727		84843649.727

**IV.2.7 Kiln Cooler (B - 312)**

Fungsi : Untuk mendinginkan  $Al_2O_3$  keluaran dari rotary



**Gambar IV.19** Blok Diagram Sistem Kiln Cooler

**Tabel IV.22** Neraca Energi Kiln Cooler

Masuk		Keluar	
Aliran	kJ	Aliran	kJ
$\Delta H <30>$	40127695.811	$\Delta H <32>$	963655.625
$\Delta H <31>$	232150.196	$\Delta H <29>$	39396190.381
Total	40359846.006		40359846.006

----- Halaman ini sengaja dikosongkan -----



# BAB V

## DAFTAR DAN HARGA PERALATAN

### 1. Digestion Reactor (R-110)

**Tabel 5.1** Spesifikasi Digestion Reactor

Spesifikasi Alat	Keterangan
Nama	Digestion Reactor (R-110)
Fungsi	Mereaksikan bauksit dengan NaOH
Tipe	Silinder tegak dengan tutup atas dan tutup bawah berbentuk conical
Kapasitas	$16745,943 \text{ ft}^3 = 474,195 \text{ m}^3$
Bahan Konstruksi	High Alloy Steel SA-167 Grade 10 Tipe 310
Jumlah tangki	1 buah
Spek. Tangki	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Diameter (OD) = 3,00 ft</li> <li>✓ Diameter (ID) = 2,97 ft</li> <li>✓ Tinggi : shell = 4,45 ft</li> <li style="padding-left: 20px;">tutup atas = 0,40 ft</li> <li style="padding-left: 20px;">tutup bawah = 0,40 ft</li> <li>✓ Tebal : shell = 3/16 in</li> <li style="padding-left: 20px;">tutup atas = 5/16 in</li> <li style="padding-left: 20px;">tutup bawah = 5/16 in</li> </ul>
Spek. Pengaduk	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Jenis = <i>Three blade propeller</i></li> <li>- Jumlah = 1 buah</li> <li>- Diameter = 0,89 ft</li> <li>- Lebar <i>blade</i> (W) = 0,18 ft</li> <li>- Panjang <i>blade</i> (L) = 0,22 ft</li> <li>- Lebar <i>Baffle</i> (J) = 0,30 ft</li> <li>- Power = 0,72 HP = 0,53 kWh</li> </ul>
Spek. Nozzle Aliran Utama	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diameter (OD) = 1,05 in</li> <li>- Jenis pipa = Pipa 3/4 in sch 80</li> </ul>
Spek. Nozzle Aliran Larutan NaOH	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diameter (OD) = 1,05 in</li> <li>- Jenis pipa = Pipa 3/4 in Sch 80</li> </ul>

Spek. Nozzle Aliran Bauksit	- Diameter (OD) = 0,405 in - Jenis pipa = Pipa 1/8 in Sch 80
Harga	US \$ 198.250

## 2. Tangki Pelarutan NaOH (F-111)

**Tabel 5.2** Spesifikasi Tangki Pelarutan NaOH

Spesifikasi Alat	Keterangan
Nama	Tangki Pelarutan NaOH (F-111)
Fungsi	Menampung larutan NaOH 3M
Jenis Tutup Atas dan Bawah	Tutup atas standard dished head dan tutup bawah conical dengan sudut puncak 120°
Jenis Material	Carbon Steel SA-285 A
Tipe Las	Double welded butt joint
Kapasitas	2621552,922 kg
Jumlah	1 buah
Tinggi Bin	38,222 m
Diameter Luar	440 in
Diameter Dalam	11,054 m
Tebal Silinder	0,88 in
Tebal tutup bawah	1,619 in
Harga	US \$ 113.286

## 3. Bauxite Storage (F-112)

**Tabel 5.3** Spesifikasi Bauxite Storage

Spesifikasi Alat	Keterangan
Nama	Bauxite Storage (F-112)
Fungsi	Menampung bauksit sebagai raw material
Bentuk	Fixed roof (Conical)
Bahan Konstruksi	Dinding beton bertulang
Jumlah	1 buah

Panjang	97,746 ft = 29,793 m
Lebar	69,819 ft = 21,281 m
Tinggi bangunan bawah	41,891 ft = 12,768 m
Tinggi atas	11,969 ft = 3,648 m
Harga	US \$ 168.665

#### 4. Bucket Elevator (J-113)

**Tabel 5.4** Spesifikasi Bucket Elevator

Spesifikasi Alat	Keterangan
Nama	Bucket Elevator (J-113)
Fungsi	Untuk mengangkut raw material bauksit ke rod mill.
Rate maksimum	2340 ft <sup>3</sup> /jam
Kapasitas	85,091 ton/jam
Lebar Bucket	8 in = 0,667 ft
Kedalaman Bucket	11,625 in = 0,969 ft
Panjang Bucket	18 in = 1,500 ft
Volume Bucket	1674 in <sup>3</sup> = 0,969 ft <sup>3</sup>
Bucket spacing	12 in = 0,999996 ft
Kecepatan Bucket	1,355 ft/s
Bucket Load Factor (f)	0.45 - 0.65
Tinggi Elevator	80 m = 262,4 ft
Sudut Inklinasi	0 <sup>o</sup>
Power yang Dibutuhkan	6,0963402 HP = 4,546041 kW
Jumlah	1 buah
Harga	US \$ 64.223

## 5. Rod Mill (C-114)

**Tabel 5.5** Spesifikasi Rod Mill

Spesifikasi Alat	Keterangan
Nama	Rod Mill (C-114)
Fungsi	Memperkecil ukuran raw material bauksit dari 10mm hingga 1mm
Type	Marcy Rod Mill
Jumlah	1 buah
Kapasitas maksimum	2240 ton/hari
Power	310 Hp
Mill speed	12,5 rpm
Harga	US \$ 856.803

## 6. Screener (H-115)

**Tabel 5.6** Spesifikasi Screener

Spesifikasi Alat	Keterangan
Nama	Screener (H-115)
Fungsi	Menyeragamkan ukuran garam industri hingga 1 mm (18 mesh)
Type	Vibrating screen
Jumlah	1 buah
Kapasitas maksimum	112.831,395 kg
Bahan Konstruksi	Carbon Steel
Kecepatan putar	12,5 rpm
Luas Ayakan	15,964 ft <sup>2</sup>
Harga	US \$ 61.065

## 7. Powdered Bauxite Storage (F-115)

**Tabel 5.7** Spesifikasi Powdered Bauxite Storage

Spesifikasi Alat	Keterangan
Nama	Powdered Bauxite Storage (F-115)
Fungsi	Memperkecil ukuran raw material bauksit dari 10mm hingga 1mm
Jenis Tutup Atas dan Bawah	Tutup atas standard dished head dan tutup bawah conical dengan sudut puncak 60°.
Jenis Material	Carbon Steel SA-285 A
Tipe Las	Double welded butt joint
Kapasitas	722.120,926 kg
Jumlah	1 buah
Tinggi Bin	19,1 m
Diameter Luar	271 in
Diameter Dalam	6,3 m
Tebal Silinder	0,25 in
Tebal tutup bawah	1 in
Harga	US \$ 829.956

## 8. Screw Conveyor (J-117)

**Tabel 5.8** Spesifikasi Screw Conveyor

Spesifikasi Alat	Keterangan
Nama	Screw Conveyor (J-117)
Fungsi	Memperkecil ukuran raw material bauksit dari 10mm hingga 1mm
<i>Loading area</i>	15% dari total area
Diameter Conveyor	20 inch
Jarak Tempuh Conveyor	15 m = 49,2126 feet
Factor, F	1,8
Tipe Bearing	SEALMASTER Bearing

Rotasi Screw	40,116 rpm
Power	13,226 HP = 9,863 kWh
Jumlah	2 buah
Kapasitas maksimum	2240 ton/hari
Power	1.240 ft <sup>3</sup> /jam
Mill speed	40 rpm
Harga	US \$ 78.016

## 9. Bucket Elevator (J-118)

**Tabel 5.9** Spesifikasi Bucket Elevator

Spesifikasi Alat	Keterangan
Nama	Bucket Elevator (J-118)
Fungsi	Untuk mengangkat raw material bauksit ke screw conveyor.
Rate maksimum	2340 ft <sup>3</sup> /jam
Kapasitas	85,091 ton/jam
Lebar Bucket	8 in = 0,667 ft
Kedalaman Bucket	11,625 in = 0,969 ft
Panjang Bucket	18 in = 1,500 ft
Volume Bucket	1674 in <sup>3</sup> = 0,969 ft <sup>3</sup>
Bucket spacing	12 in = 0,999996 ft
Kecepatan Bucket	1,355 ft/s
Bucket Load Factor (f)	0.45-0.65
Tinggi Elevator	80 m = 262,4 ft
Sudut Inklinasi	0 <sup>o</sup>
Power yang Dibutuhkan	6,0963402 HP = 4,546041 kW
Jumlah	1 buah
Harga	US \$ 64.223

## 10. Screw Conveyor (J-119)

**Tabel 5.10** Spesifikasi Screw Conveyor

Spesifikasi Alat	Keterangan
Nama	Screw Conveyor (J-117)
Fungsi	Memperkecil ukuran raw material bauksit dari 10mm hingga 1mm
<i>Loading area</i>	15% dari total area
Diameter Conveyor	20 inch
Jarak Tempuh Conveyor	15 m = 49,2126 feet
Factor, F	1,8
Tipe Bearing	SEALMASTER Bearing
Rotasi Screw	40,116 rpm
Power	13,226 HP = 9,863 kWh
Jumlah	2 buah
Kapasitas maksimum	2240 ton/hari
Power	1.240 ft <sup>3</sup> /jam
Mill speed	40 rpm
Harga	US \$ 66.013

## 11. Clarifier (H-210)

**Tabel 5.11** Spesifikasi Clarifier

Spesifikasi Alat	Keterangan
Nama	Clarifier (H-210)
Fungsi	Memisahkan memisahkan natrium aluminat dari residunya (red mud)
Tipe	<i>Sludge Recirculation</i>
Bahan Konstruksi	<i>Carbon steel SA 302</i>
Dimensi	Tinggi = 9,212 m Diameter = 11,054 m
Waktu tinggal	2 jam
Kapasitas	530 m <sup>3</sup>

Kondisi operasi	Suhu = 100 °C Tekanan = 1 atm
Jumlah	1 buah
Jumlah	US \$ 168.665

## 12. Pump (L-211)

**Tabel 5.12** Spesifikasi Pump

Spesifikasi Alat	Keterangan
Nama	Pump (L-211)
Fungsi	Memompa natrium aluminat dari digester menuju tangki penampung
Tipe Las	Piston pump
Kapasitas	417.959,231 kg/jam
Jumlah	1 buah
Power	1356245155 hp
Head	297902654 head
Harga	US \$ 366.073

## 13. Tangki Penampung (F-212)

**Tabel 5.13** Spesifikasi Screw Conveyor

Spesifikasi Alat	Keterangan
Nama	Screw Conveyor (J-117)
Fungsi	Memperkecil ukuran raw material bauksit dari 10mm hingga 1mm
Jenis Tutup Atas dan Bawah	Tutup atas standard dished head dan tutup bawah conical dengan sudut puncak 120°
Jenis Material	Carbon Steel SA-285 A
Tipe Las	Double welded butt joint
Kapasitas	3.343.673,848 kg
Jumlah	1 buah



Tinggi Bin	42,6 m
Diameter Luar	520 in
Diameter Dalam	12,3 m
Tebal Silinder	0,88 in
Tebal tutup bawah	2,84 in
Harga	US \$ 476.306

#### 14. Pump (L-213)

**Tabel 5.14** Spesifikasi Pump

Spesifikasi Alat	Keterangan
Nama	Pump (L-213)
Fungsi	Memompa natrium aluminat dari tangki penampung menuju cooler
Tipe Las	Piston pump
Kapasitas	417.959,231 kg/jam
Jumlah	1 buah
Power	1166258391 hp
Head	297902654 head
Harga	US \$ 339.963

#### 15. Heat Exchanger (E-214)

**Tabel 5.15** Spesifikasi Heat Exchanger

Spesifikasi Alat	Keterangan
Nama	Heat Exchanger (E-214)
Fungsi	Menurunkan temperatur natrium aluminat sebelum masuk ke clarifier
Tipe	1-2 <i>Shell and Tube Heat Exchanger</i>
Jumlah	1 buah
Suhu (T)	air pendingin in = 30 °C air pendingin out = 60 °C

Luas Area Kontak	$3370,0055 \text{ ft}^2 = 313,0836 \text{ m}^2$
Shell	- Diameter (ID) = 10 - Baffle = 16 - Passes = 1 - Bahan = Carbon steel SA-212 grade A
Tube	<i>cooling water</i> - Jumlah tube, $N_t = 18$ - Panjang, $L = 12 \text{ ft}$ - OD = 0,75 - ID = 0,87 - BWG = 16 - Pitch, $P_T = 1,25$ - Passes, $n_t = 8$ - $a'_t = 0,594$ - $a''_t = 0,1963$ - $C' = P_t - OD = 0,5$ - Bahan = Carbon steel SA-212 grade A
Harga	US \$ 225.203

## 16. Red Mud Storage (F-215)

**Tabel 5.16** Spesifikasi Red Mud Storage

Spesifikasi Alat	Keterangan
Nama	Red Mud Storage (F-215)
Fungsi	Memperkecil ukuran raw material bauksit dari 10mm hingga 1mm
Jenis Tutup Atas dan Bawah	Tutup atas standard dished head dan tutup bawah conical dengan sudut puncak $60^\circ$ .
Jenis Material	Carbon Steel SA-285 A
Tipe Las	Double welded butt joint
Kapasitas	13.712.244,378 kg

Jumlah	1 buah
Tinggi Bin	34,840 m
Diameter Luar	400 in
Diameter Dalam	10,076 m
Tebal Silinder	0,875 in
Tebal tutup bawah	3,575 in
Harga	US \$ 259.841

## 17. Centrifuge (H-220)

**Tabel 5.17** Spesifikasi Centrifuge

Spesifikasi Alat	Keterangan
Nama	Centrifuge (H-220)
Fungsi	Memisahkan kristal $\text{Al}(\text{OH})_3$ dari pelarutnya
Tipe	Disk Bowl Centrifuge
Jumlah	1 buah
Rate volumetric feed	$352 \text{ m}^3/\text{jam}$
Diameter bowl	24 inch
Diameter disk	22,9 inch
Jumlah disk	151 unit
Kecepatan Putar	4000 rpm
Settling Velocity	0,2 m/s
Residence Time	0,76 s
Power Motor	7,5 hp
Harga	US \$ 246681

## 18. Precipitation Tank (H-221)

**Tabel 5.18** Spesifikasi Precipitation Tank

Spesifikasi Alat	Keterangan
Nama	Precipitation Tank (H-221)
Fungsi	Mengkristalkan $\text{NaAl}(\text{OH})_4$ menjadi $\text{Al}(\text{OH})_3$
Tipe	Silinder tegak dengan tutup atas dan

	tutup bawah berbentuk conical
Kapasitas	15632,680 ft <sup>3</sup> = 443,000 m <sup>3</sup>
Bahan Konstruksi	High Alloy Steel SA-167 Grade 10 Tipe 310
Jumlah tangki	1 buah
Spek. Tangki	Diameter (OD) = 3,00 ft Diameter (ID) = 2,97 ft Tinggi : shell = 4,45 ft tutup atas = 0,40 ft tutup bawah = 0,40 ft Tebal : shell = 3/16 in tutup atas = 5/16 in tutup bawah = 5/16 in
Spek. Pengaduk	- Jenis = <i>Three blade propeller</i> - Jumlah = 1 buah - Diameter = 0,89 ft - Lebar <i>blade</i> (W) = 0,18 ft - Panjang <i>blade</i> (L) = 0,22 ft - Lebar <i>Baffle</i> (J) = 0,30 ft
Spek. Nozzle Aliran Utama	- Diameter (OD) = 1,05 in - Jenis pipa = Pipa 3/4 in sch 80
Spek. Nozzle Aliran Bauksit	- Diameter (OD) = 0,405 in - Jenis pipa = Pipa 1/8 in Sch 80
Spek. Nozzle Aliran Larutan NaOH	- Diameter (OD) = 1,05 in - Jenis pipa = Pipa 3/4 in Sch 80
Harga	US \$ 267738

## 19. Pump (L-222)

**Tabel 5.19** Spesifikasi Pump

Spesifikasi Alat	Keterangan
Nama	Pump (L-222)
Fungsi	Memompa aluminium hidroksida menuju centrifuge
Tipe Las	Piston pump
Kapasitas	417.959,231 kg/jam
Jumlah	1 buah
Power	1047298157 hp
Head	277283958 head
Harga	US \$ 234.679

## 20. Rotary Kiln (B-310)

**Tabel 5.20** Spesifikasi Rotary Kiln

Spesifikasi Alat	Keterangan
Nama	Rotary Kiln (B-310)
Fungsi	Untuk membakar <i>kiln feed/raw meal</i> berubah $Al(OH)_3$ menjadi $Al_2O_3$ .
Diameter Shell	2,95 m
Panjang Shell	29,25 m
Sudut inklinasi	3°
Kecepatan Putar	0,1 Rpm
Waktu Tinggal	1,5 jam
Tebal Shell	30 mm
Tebal Brick	225 mm
Bahan Shell	<i>Mild Steel</i>
Bahan Brick	<i>High Alumina Fire Brick</i>
Power	28,24 KWh
Jumlah	1 buah
Harga	US \$ 5.475.201

## 21. Continuous Tunnels (B-311)

**Tabel 5.21** Spesifikasi Continuous Tunnels

Spesifikasi Alat	Keterangan
Nama	Continuous Tunnels (B-311)
Fungsi	Mengeringkan cake $\text{Al}(\text{OH})_3$
Kedalaman bed	1,5 in
Loading	0,332 lb produk/ft <sup>2</sup>
Kecepatan udara	220 ft/min
Waktu tinggal	150 min
Jumlah	1 buah
Harga	US \$ 591.066

## 22. Kiln Cooler (E-312)

**Tabel 5.22** Spesifikasi Kiln Cooler

Spesifikasi Alat	Keterangan
Nama	Kiln Cooler (E-312)
Fungsi	Mendinginkan klinker panas dari kiln.
Jumlah	1 buah
Tipe	Rotary cooler
Panjang	1,8 m
Lebar	9,0 m
Kebutuhan Daya	18,5 - 30 kWh
Jenis Rotary Cooler	Direct rotary cooler
Material Cooler	Stainless dan explosion bonded
Aliran udara	Counter - current
Slope	4 – 7°
Kecepatan putar	0 – 8 rpm
Harga	US \$ 265.106

### 23. Belt Conveyor (J-313)

Tabel 5.27 Spesifikasi Belt Conveyor

Spesifikasi Alat	Keterangan
Nama	Belt Conveyor (J-313)
Fungsi	Mengangkut aluminium oksida menuju bin.
Kapasitas	34,09 Ton/jam
Tipe	Through belt idler 45°
Lebar belt	16 in
Jarak yang ditempuh	65,617 in
<i>Bulk density</i>	63,1 lbm/ft <sup>3</sup>
Kecepatan Belt	64,935 ft/menit
Sudut Inklinasi	20°
<i>Power Total</i>	0,9 KWh
Jumlah	1 buah
Harga	US \$ 255.104

### 24. Aluminium Oxide Bin (F-314)

Tabel 5.24 Spesifikasi Aluminium Oxide Bin

Spesifikasi Alat	Keterangan
Nama	Bin (F-314)
Fungsi	Sebagai tempat penampungan aluminium oksida sebelum penggerusan
Jenis Tutup Atas dan Bawah	Tutup atas standard dished head dan tutup bawah conical dengan sudut puncak 60°.
Jenis Material	Carbon Steel SA-285 A
Tipe Las	Double welded butt joint
Kapasitas	3343673,848 kg
Jumlah	1 buah
Tinggi Bin	42,620 m

Diameter Luar	520 in
Diameter Dalam	12,32 m
Tebal Silinder	0,875 in
Tebal tutup bawah	2,837 in
Harga	US \$ 265.527

## 25. Ball Mill

**Tabel 5.25** Spesifikasi Ball Mill

Spesifikasi Alat	Keterangan
Nama	Ball Mill (C-316)
Fungsi	Memperkecil ukuran produk aluminium oksida hingga 325 mesh
Type	Mercy Ball Mill
Jumlah	1 buah
Kapasitas maksimum	850 ton/hari
Berat total bola baja	56.500,000 kg
Ukuran ball mill	10 x 10 ft
Mill speed	35 rpm
Power	700 HP
Bola baja	- Ball Charge - Jumlah bola baja *Bola baja 5 in = 55 buah *Bola baja 3,5 in = 160 buah *Bola baja 2,5 in = 440 buah
Berat sisa	0,329 kg
Harga	US \$ 5.406.240

## 26. Vibrating Screener (H-316)

**Tabel 5.26** Spesifikasi Vibrating Screener

Spesifikasi Alat	Keterangan
Nama	Vibrating Screener (H-316)
Fungsi	Untuk menyeragamkan ukuran garam



	industri hingga 325 mesh
Type	Vibrating screen
Jumlah	1 buah
Bahan Konstruksi	Carbon Steel
Kapasitas	42.614 kg
Luas Ayakan	18,087 ft <sup>2</sup>
Harga	US \$ 127.183

## 27. Alumina Storage (F-317)

**Tabel 5.27** Spesifikasi Alumina Storage

Spesifikasi Alat	Keterangan
Nama	Alumina Storage (F-317)
Fungsi	Sebagai tempat penampungan produk aluminium oksida
Jenis Tutup Atas dan Bawah	Tutup atas standard dished head dan tutup bawah conical dengan sudut puncak 120°.
Jenis Material	Carbon Steel SA-285 A
Tipe Las	Double welded butt joint
Kapasitas	24.545.454,545 kg
Jumlah	1 buah
Tinggi Bin	17,4 m
Diameter Luar	250 in
Diameter Dalam	5,04 m
Tebal Silinder	1 in
Tebal tutup bawah	1 in
Harga	US \$ 158.347

----- Halaman ini sengaja dikosongkan -----

## **BAB VI**

### **ANALISA EKONOMI**

Analisa ekonomi merupakan salah satu parameter apakah suatu pabrik tersebut layak didirikan atau tidak. Untuk menentukan kelayakan suatu pabrik secara ekonomi, diperlukan perhitungan bahan baku yang dibutuhkan dan produk yang dihasilkan berdasarkan neraca massa yang telah tercantum di Bab 4. Harga peralatan untuk proses berdasarkan spesifikasi peralatan yang dibutuhkan seperti yang tercantum dalam appendix C dihitung berdasarkan pada neraca massa dan energi. Selain yang telah disebutkan di atas, juga diperlukan analisa biaya yang diperlukan untuk beroperasi dan utilitas, jumlah dan gaji karyawan serta pengadaan lahan untuk pabrik. Faktor-faktor yang perlu ditinjau antara lain :

- Laju Pengembalian Modal (*Rate of Return*)
- Lama Pengembalian Modal (*Pay Out Period*)
- Titik Impas (*Break Even Point / BEP*)

Dalam meninjau faktor di atas perlu dilakukan penaksiran beberapa aspek, yaitu :

- a. Penaksiran Modal Industri (*Total Capital Investment / TCI*)
  - Modal Tetap (*Fixed Capital Investment / FCI*)
  - Modal Kerja (*Working Capital Investment / WCI*)
- b. Penentuan Biaya Produksi Total (*Total Production Cost / TPC*)
  - Biaya Fabrikasi (*Manufacturing Cost / MC*)
  - Biaya *Plant Overhead* (*Plant Overhead Cost / POC*)
  - Biaya Pengeluaran Umum (*General Expenses / GE*)
- c. Total Pendapatan

## **VI.1 STRUKTUR ORGANISASI**

### **VI.1.1 Umum**

Bentuk Perusahaan	: PT (Perseroan Terbatas)
Status Perusahaan	: PMDN (Swasta)
Lapangan Usaha	: Pabrik Alumina
Lokasi	: Kabupaten Ketapang, Kalimantan Barat
Kapasitas Produksi	: 270.000 ton/tahun

Pada awal berdiri, suatu perusahaan maupun bentuk organisasi lainnya pasti memiliki tujuan organisasi. Proses pengorganisasian (*organization process*) merupakan suatu upaya pembagian langkah-langkah (aktivitas) dalam membentuk pekerjaan yang harus dilakukan demi tercapainya tujuan organisasi. Pembagian secara cepat dan tepat yang diterapkan kepada seluruh karyawan perusahaan akan menghasilkan suatu mekanisme sebagai pengkoordinasi setiap aktivitas-aktivitas perusahaan yang telah ditetapkan sebelumnya. Salah satu hasil dari proses ini adalah struktur organisasi. Secara fisik, struktur organisasi suatu perusahaan dapat dinyatakan dalam bentuk gambaran grafik atau bagan yang memperlihatkan hubungan unit-unit organisasi dan garis-garis wewenang yang ada.

### **VI.1.2 Bentuk Perusahaan**

Pabrik Alumina (Aluminium Oksida) adalah perusahaan swasta nasional direncanakan berbentuk Perseroan Terbatas (PT). Perseroan Terbatas merupakan suatu persekutuan yang menjalankan perusahaan dengan modal usaha yang terbagi beberapa saham, dimana tiap sekutu (disebut juga persero) turut mengambil bagian sebanyak satu atau lebih saham. Dasar-dasar kepemilikan bentuk perusahaan ini sebagai berikut :

1. Terbatasnya tanggung jawab Perseroan Terbatas sebagai badan hukum dan tanggung jawab pemegang saham. Tiap

- pemegang saham mungkin hanya menderita kerugian sebesar jumlah uang yang ditanamnya.
2. Pemilik dan pengusaha adalah terpisah satu sama lain. Pemilik Perseroan Terbatas adalah para pemegang saham, sedangkan pengurus adalah jajaran Direksi. Pelaksanaan suatu Perseroan Terbatas diberikan kepada orang-orang yang sanggup untuk melaksanakan tugas itu. Dengan demikian, kemampuan perusahaan untuk mendapatkan keuntungan semakin besar. Tanggung jawab pemegang saham terbatas oleh pemimpin perusahaan.
  3. Mudah mendapatkan modal, yaitu dengan memperoleh modal dari bank dan penjualan saham-saham, dengan membagi modal atas jumlah saham-saham. Perseroan Terbatas dapat menarik modal dari banyak uang.
  4. Kehidupan Perseroan Terbatas lebih terjamin. Ini berarti suatu Perseroan terbatas mempunyai potensi hidup yang lebih permanen dari bentuk perusahaan lainnya. Meninggalkan seorang pemilik saham, seorang direksi, seorang anggota komisaris, atau pegawai/karyawan tidak begitu mempengaruhi jalannya suatu perusahaan.
  5. Adanya efisiensi jalannya suatu perusahaan. Tiap bagian dalam Perseroan Terbatas dipegang oleh orang ahli di bidangnya dan mempunyai tugas jelas sehingga ada dorongan untuk mengerjakan dengan sebaik-baiknya.
  6. Kekayaan perusahaan terpisah dari kekayaan pemegang saham.

### **VI.1.3 Struktur Organisasi**

Gerak majunya sistem perindustrian menuntut adanya keterpaduan antara sistem organisasi kerja dengan sistem manajemen. Hal ini berkaitan dengan kebijaksanaan/pengaturan dalam mencapai hasil yang baik dan efektif. Hal ini perlu didukung oleh adanya organisasi yang mantap.

Struktur organisasi merupakan tatanan kerangka kerja dalam menjalankan semua aktifitas perusahaan. Struktur menjadi

pedoman bagi pimpinan dalam mengatur posisi karyawan sesuai dengan kemampuan, pengalaman, dan kecakapannya. Struktur organisasi perusahaan, menunjukkan bagaimana perusahaan dikelola, yaitu bagaimana pendelegasian kekuasaan dan tingkat pengawasannya.

Sistem organisasi perusahaan adalah sistem garis dan staf. Dalam hal ini, pimpinan pabrik atau pimpinan perusahaan dipegang oleh direktur utama yang bertanggung jawab langsung pada dewan komisaris. Anggota-anggota dewan komisaris ini merupakan wakil-wakil dari para pemegang saham. Alasan pemilihan dan penggunaan sistem tersebut adalah sebagai berikut :

1. Bentuk organisasi mudah dipahami dan dilaksanakan karena sederhana
2. Sering digunakan dalam perusahaan yang memproduksi secara massal
3. Biasanya digunakan oleh organisasi yang cukup besar dengan produksi kontinyu
4. Terdapat kesatuan dalam pelaksanaan dan perintah, sehingga mempermudah pemeliharaan disiplin dan tanggung jawab kerja lebih baik
5. Pengambilan keputusan dapat dilaksanakan secara cepat karena komunikasi menjadi lebih mudah
6. Masing-masing kepala bagian atau kepala manager secara langsung bertanggung jawab atas suatu aktivitas yang diperlukan untuk mencapai tujuan perusahaan
7. Pimpinan tertinggi pabrik atau perusahaan dipegang oleh seorang direktur utama yang bertanggung jawab kepada dewan komisaris. Anggota dewan komisaris merupakan wakil-wakil daripada pemegang saham

#### **VI.1.4 Pembagian Tugas dan Tanggung Jawab**

##### **1. Pemegang Saham**

Pemegang saham adalah pemilik perusahaan yang mempunyai kekuasaan dalam perusahaan, sesuai jumlah yang

dimiliki dan tergantung besarnya penyertaan modal saham yang dimilikinya. Sedangkan kekayaan pribadi dari pemegang saham tidak dipertanggung-jawabkan sebagai jaminan atas hutang-piutang perusahaan. Pemegang saham harus menanamkan saham-sahamnya paling sedikit satu tahun dan dapat diperpanjang. Kekuasaan yang tertinggi terletak pada pemegang saham, dan merekalah yang memilih dewan komisaris melalui Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS) serta menentukan gaji direktur tersebut. Tugas dan wewenang pemegang saham adalah :

- Memilih, mengangkat, dan memberhentikan Dewan Komisaris yang dilaksanakan dalam rapat tahunan
  - Menetapkan gaji direktur
  - Meminta pertanggung-jawaban kepada Dewan Komisaris
  - Mengadakan Rapat Umum sedikitnya satu kali dalam setahun
2. Dewan Komisaris

Dewan Komisaris adalah wakil dari pemegang saham. Semua keputusan ditentukan oleh rapat persero. Komisaris diangkat sesuai ketentuan perjanjian dan diberhentikan setiap waktu RUPS, jika ia bertindak bertentangan dengan kepentingan perseroan. Ketua Dewan Komisaris adalah pemegang saham yang mempunyai modal mayoritas dan dipilih dari RUPS. Tugas dan wewenang Dewan Komisaris adalah :

- Memilih dan memutuskan siapa yang menjabat sebagai direktur utama dan menetapkan kebijakan perusahaan (*Organizing*)
- Mengawasi kinerja direktur agar tidak merugikan perusahaan (*Controlling*)
- Mengawasi kinerja hasil yang diperoleh perusahaan (*Analizing*)
- Menyetujui ataupun menolak rancangan kerja yang diajukan direktur (*Planning*)
- Memberikan nasehat pada direktur utama bila ingin mengadakan perubahan dalam perusahaan (*Staffing*)
- Mengadakan rapat berkala atau pertemuan (*Doing*)
- Menentukan besarnya *divident* (*Directing*)

### 3. Direktur Utama

Direktur utama adalah pemegang kepengurusan perusahaan, merupakan pimpinan perusahaan yang bertanggung jawab langsung pada dewan komisaris. Tugas dan wewenang Direktur Utama adalah :

- Menetapkan strategi perusahaan, merumuskan rencana dan cara pelaksanaannya
- Memberikan instruksi kepada bawahan untuk melaksanakan tugasnya
- Bertanggung jawab kepada Dewan Komisaris mengenai segala pelaksanaan dari anggaran belanja dan pendapatan perusahaan
- Mengatur dan mengawasi keuangan perusahaan
- Mengangkat dan memberhentikan pegawai atau karyawan
- Bertanggung jawab atas kelancaran perusahaan

### 4. Direktur

Direktur bertanggung jawab kepada Direktur Utama. Direktur bertugas untuk mengarahkan dan menyelenggarakan kegiatan sesuai bidang yang dibawahinya. Selain itu, direktur juga harus berkoordinasi dengan Direktur lain agar tercipta keselarasan dalam pekerjaan. Dalam pabrik Alumina ini terdapat dua direktur yaitu direktur produksi dan pengembangan serta direktur keuangan dan pemasaran. Tugas dan wewenang Manager adalah :

- Mengkoordinasikan aktivitas baik intra & antar bidang yang dibawahinya
- Melaksanakan kebijaksanaan Direktur Utama
- Menjabarkan kebijaksanaan dan langkah yang diambil Direktur Utama

### 5. Manager

Manager bertanggung jawab kepada Direktur Utama. Selain sebagai pengontrol aktivitas departemen yang dibawahinya, juga harus berkoordinasi dengan Manager lain agar tercipta keselarasan dalam pekerjaan. Dalam pabrik Biogas dari Vinnase ini terdapat tiga manager yaitu, manager produksi,



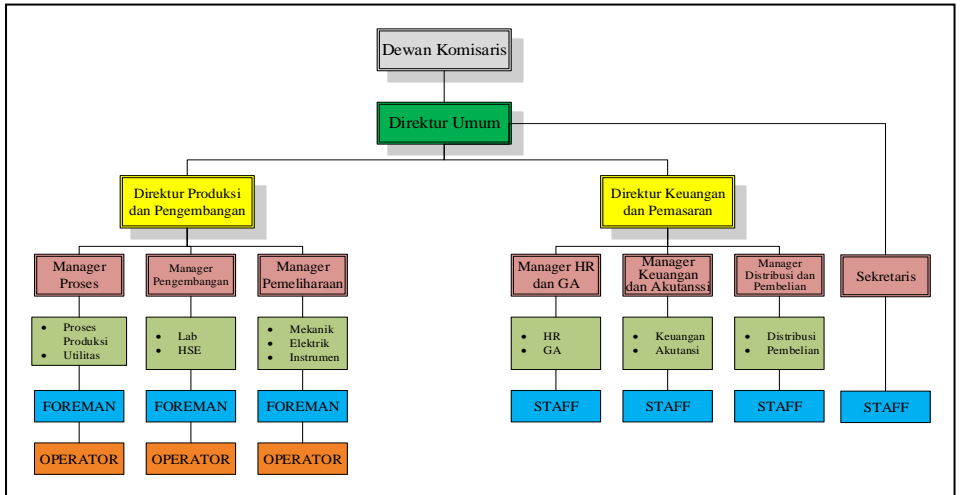
manager keuangan dan pemasaran dan manager SDM. Tugas dan wewenang Manager adalah :

- Mengkoordinasikan aktivitas baik intra & antar departemen yang dibawahinya
- Mempertinggi efektivitas dan efisiensi kerja seluruh karyawannya
- Melaksanakan kebijaksanaan Direktur
- Menjabarkan kebijaksanaan dan langkah yang diambil Direktur

#### 6. Kepala Bagian

Bertanggung jawab kepada manager. Tugas dan wewenang Kepala Bagian adalah :

- Membantu Manager dalam perencanaan dan pelaksanaan aktivitas di tiap seksi
- Memberi pengawasan dan pengarahan terhadap supervisor di bawahnya
- Memberikan saran-pertimbangan, melaksanakan tugas yang diberikan Manager
- Membantu Manager dalam mempersiapkan dan menyusun laporan



**Gambar VI.1** Bagan Sruktur Organisasi Perusahaan

## VI.2 SISTEM UTILITAS

Utilitas merupakan suatu sarana penunjang suatu industri, karena utilitas merupakan penunjang proses utama dan memegang peranan penting dalam pelaksanaan operasi dan proses. Sistem utilitas pabrik juga sebagai sarana penunjang agar proses produksi pabrik dapat berjalan sesuai target produksi. Sarana utilitas pada Pabrik Alumina ini meliputi :

### VI.2.1 Unit Pengolahan Air

Kebutuhan air untuk pabrik diambil dari air sungai, dimana sebelum digunakan air sungai perlu diolah lebih dulu, agar tidak mengandung zat-zat pengotor, dan zat-zat lainnya yang tidak layak untuk kelancaran operasi. Air pada pabrik Alumina ini digunakan untuk kepentingan :

- Air Sanitasi, meliputi laboratorium dan karyawan.  
Untuk unit penghasil air sanitasi diperlukan peralatan sebagai berikut : pompa air sungai, bak pra sedimentasi, bak koagulasi dan flokulasi, tangki tawas, tangki

Ca(OH)<sub>2</sub>, bak pengendap, bak penampung, pompa sand filter, tangki sand filter, bak penampung air bersih, bak penampung air sanitasi, tangki desinfektan, dan pompa air untuk sanitasi.

- Air proses, meliputi : air proses dan air pendingin.  
Pada unit pengolahan air ini, peralatan yang digunakan meliputi : pompa air boiler, bak pendingin, kation-anion exchanger.

Pada umumnya, air sanitasi harus memenuhi syarat kualitas sebagai berikut :

- a. Bebas dari zat penyebab korosi, seperti asam dan oksigen terlarut
- b. Bebas dari zat penyebab kerak yang disebabkan oleh kesadahan dan suhu tinggi, biasanya berupa garam-garam kalsium, magnesium, dan silikat
- c. Bebas dari zat penyebab timbulnya buih/busa, seperti zat organik, anorganik, dan minyak
- d. Kandungan logam dan pengotor seminimal mungkin
- e. Syarat fisik : di bawah suhu udara ambien, jernih, tidak berasa, tidak berbau
- f. Syarat kimia : tidak mengandung logam berat dan tidak beracun
- g. Syarat bakteriologis : tidak mengandung kuman dan bakteri patogen
- h.

### **VI.2.2 Unit Pembangkit Tenaga Listrik**

Kebutuhan listrik yang diperlukan untuk Pabrik Alumina ini diambil dari PLN dan generator sebagai penghasil tenaga listrik. Distribusi listrik pada pabrik sebagai berikut :

- Untuk proses produksi diambil dari PLN dan generator jika sewaktu-waktu ada gangguan listrik dari PLN
- Untuk penerangan pabrik dan kantor diambil dari generator.

### VI.2.3 Unit Pendingin

Unit penyediaan air bertugas untuk memenuhi kebutuhan air ditinjau dari segi panas. Penggunaan air sebagai media pendingin pada alat perpindahan panas dikarenakan faktor berikut:

- Air dapat menyerap jumlah panas yang tinggi per satuan volume
- Air merupakan materi yang mudah didapat dan relatif murah
- Tidak mudah mengembang atau menyusut dengan adanya perubahan suhu
- Mudah dikendalikan dan dikerjakan
- Tidak mudah terdekomposisi

Syarat air pendingin adalah tidak boleh mengandung:

- *Hardness* : yang memberikan efek pada pembentukan kerak
- Besi : penyebab korosi
- Silika : penyebab kerak
- Minyak : dapat menyebabkan turunya *heat transfer*

Pada air pendingin ditambahkan zat kimia yang bersifat menghilangkan kerak, lumut, jamur, dan korosi.

### VI.3. Analisa Ekonomi

Analisa ekonomi dimaksudkan untuk dapat mengetahui apakah suatu pabrik yang direncanakan layak didirikan atau tidak. Untuk itu pada pra rencana Pabrik Aluminium Oksida ini dilakukan evaluasi atau studi kelayakan dan penilaian investasi. Faktor-faktor yang perlu ditinjau untuk memutuskan hal ini adalah:

1. Laju pengembalian modal (*Internal Rate of Return, IRR*)
2. Waktu pengembalian modal minimum (*Pay Out Time, POT*)
3. Titik impas (*Break Event Point, BEP*)

Sebelum dilakukan analisa terhadap ketiga faktor diatas perlu dilakukan peninjauan terhadap beberapa hal sebagai berikut

:

1. Penaksiran total investasi Modal (*Total Capital Investment, TCI*) yang meliputi:
  - a. Modal tetap (*Fixed Capital Investment, FCI*) :
    - Biaya langsung (*direct cost*)
    - Biaya tidak langsung (*indirect cost*)
  - b. Modal kerja (*Working Capital Investment, WCI*)
2. Penentuan biaya produksi (*Total Production Cost, TPC*), yang terdiri:
  - a. Biaya pembuatan (*manufacturing cost*) :
    - Biaya produksi langsung (*Direct Production Cost, DPC*)
    - Biaya tetap (*Fixed Cost, FC*)
    - Biaya tambahan *plant* (*plant overhead cost*)
  - b. Biaya pengeluaran umum (*General Expenses*)
3. Biaya total

Perhitungan biaya total ini digunakan untuk mengetahui besarnya semua biaya yang dikeluarkan perusahaan. Selain itu juga untuk mengetahui besarnya nilai titik impas (BEP). Untuk mengetahui besarnya titik impas (BEP) perlu dilakukan penaksiran terhadap :

- a. Biaya tetap (*Fixed Cost, FC*)
  - b. Biaya semi-variabel (*Semi Variable Cost, SVC*)
  - c. Biaya variabel (*Variable Cost, VC*)
  - d. Total penjualan (*Sales, S*)
4. Total Pendapatan

Total pendapatan dihitung untuk mengetahui besarnya pendapatan bersih yang didapatkan sehingga apabila pabrik ini mendapatkan laba yang sesuai maka pabrik yang sedang direncanakan ini layak untuk didirikan, akan tetapi apabila pabrik yang direncanakan mengalami kerugian maka pabrik ini tidak layak untuk didirikan. Analisa ekonomi dalam desain pabrik alumina ini dihitung dengan menggunakan metode *discounted cash flow*. Perhitungan analisa ekonomi secara lengkap dapat dilihat pada Appendix D.

### **VI.3.1. Biaya Peralatan**

Harga peralatan tiap tahun cenderung naik, sehingga untuk menentukan harga sekarang dapat ditaksir dari harga tahun sebelumnya berdasarkan FOB (*Free On Board*) dari *Gulf Coast USA* pada tahun 2014 yang diperoleh dari [www.matche.com](http://www.matche.com). Perhitungan harga peralatan secara total dapat dilihat pada Appendiks D.

### **VI.3.2. Perhitungan Analisa Ekonomi**

Analisa ekonomi dihitung dengan menggunakan metode *discounted cash flow* yaitu nilai *cash flow* diproyeksikan dengan nilai pada masa sekarang. Berikut dasar perhitungan yang digunakan :

1. Modal

Modal sendiri = 40 %

Modal pinjaman = 60 %

2. Bunga bank = 9.95 % per tahun

3. Laju inflasi = 3.28 % per tahun

4. Masa konstruksi = 2 tahun

- Tahun pertama menggunakan 50 % modal sendiri dan 50 % modal pinjaman.
- Tahun kedua menggunakan sisa modal sendiri dan sisa modal pinjaman.

5. Pembayaran modal pinjaman selama konstruksi dilakukan secara diskrit dengan cara sebagai berikut:

- Pada awal masa konstruksi yaitu awal tahun ke (-2) dilakukan pembayaran sebesar 50 % dari modal pinjaman untuk keperluan pembelian tanah dan uang muka.
- Pada akhir tahun kedua masa konstruksi (tahun ke (-1)) dibayarkan sisa modal pinjaman.

6. Pengembalian pinjaman dilakukan pada jangka waktu 10 tahun, sebesar 10% per tahun.

7. Umur pabrik, penyusutan investasi alat dan bangunan diperkirakan terjadi dalam waktu 10 tahun dengan

depresiasi sebesar 10% per tahun secara *straight line* dari *Fixed Capital Investment* (FCI).

8. Kapasitas produksi :

Tahun ke-1 = 80%

Tahun ke-2 = 100%

### VI.3.2.1. Investasi

Investasi total pabrik tergantung pada masa konstruksi. Investasi yang berasal dari modal sendiri akan habis pada tahun pertama konstruksi. Nilai modal sendiri dapat terpengaruh oleh inflasi. Untuk modal sendiri dan modal pinjaman dari bank, total pinjaman pada akhir masa konstruksi dapat dilihat pada Appendiks D.

### VI.3.3. Laju Pengembalian Modal (*Internal Rate of Return / IRR*)

*Internal rate of return* berdasarkan metode *discounted cash flow* adalah suatu tingkat bunga tertentu dimana seluruh penerimaan akan tepat menutup seluruh jumlah pengeluaran modal. Cara yang dilakukan adalah dengan *trial* harga  $i$ , yaitu laju bunga sehingga memenuhi persamaan berikut:

$$\frac{\sum CF}{(1+i)^n} = \text{total modal akhir masa konstruksi.}$$

#### Keterangan:

$n$  = tahun

$i$  = *discount factor*

CF = *netcash flow* pada tahun ke- $n$

$1/(1+i)^n$  = *discount flow*

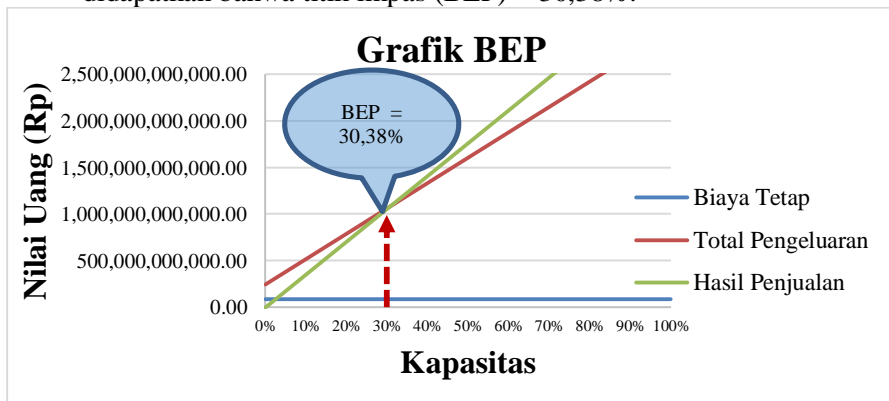
Dari hasil perhitungan pada Appendiks D, didapatkan harga  $i = 29,21\%$  yang mana lebih besar dari harga  $i$  untuk bunga pinjaman yaitu  $9,95\%$  per tahun. Dengan harga  $i = 29,21\%$  yang didapatkan dari perhitungan menunjukkan bahwa pabrik ini layak untuk didirikan dengan kondisi tingkat bunga pinjaman  $9,95\%$  per tahun.

### VI.3.4. Waktu Pengembalian Modal (*Pay Out Time / POT*)

Dari perhitungan yang dilakukan pada Appendix D didapatkan bahwa waktu pengembalian modal minimum adalah 4,87 tahun. Nilai POT ini menunjukkan bahwa pabrik ini layak untuk didirikan karena POT yang didapatkan lebih kecil dari perkiraan usia pabrik yaitu 10 tahun.

### VI.3.5. Analisa Titik Impas (*Break Even Point / BEP*)

Analisa titik impas digunakan untuk mengetahui besarnya kapasitas produksi yang harus ditetapkan ketika biaya produksi total tepat sama dengan hasil penjualan. Biaya tetap (FC), biaya *variable* (VC), dan biaya *semi-variable* (SVC) tidak dipengaruhi oleh kapasitas produksi. Dari perhitungan yang dilakukan pada Appendix D didapatkan bahwa titik impas (BEP) = 30,38%.



Gambar VI.2. Grafik BEP Pabrik Aluminium Oksida dari Bauksit dengan Proses Bayer



----- Halaman ini sengaja dikosongkan -----

## **BAB VII**

### **KESIMPULAN**

Berdasarkan uraian pada bab-bab terdahulu maka dapat diambil kesimpulan dari analisa studi kelayakan pada Pra Desain Pabrik Aluminium Oksida ini. Studi kelayakan yang dimaksud meliputi studi kelayakan secara teknis maupun secara ekonomis. Secara singkat, evaluasi tersebut dapat disajikan sebagai berikut:

1. Proses
  - a. Pra Rencana Pabrik : Aluminium Oksida  
(Alumina)
  - b. Proses : Bayer
  - c. Operasi : Kontinyu, 330 hari/tahun,  
24 jam/hari
  - d. Kapasitas Produksi : 34.090,909 kg/jam
  - e. Kebutuhan Bahan Baku
    1. Bauksit : 90.265,116 kg/jam
    2. NaOH : 35.243,807 kg/jam
    3. Air : 292.450,308 kg/tahun
  - f. Lokasi pabrik : Ketapang, Kalimantan Barat
  - g. Jumlah Tenaga Kerja : 153
  - h. Umur Pabrik : 10 tahun
  - i. Masa Konstruksi : 2 tahun
  
2. Segi Ekonomi
  - a. Pembiayaan
    - Modal Tetap (FCI) : Rp 656.357.956.666
    - Modal Kerja (WCI) : Rp 115.827.874.705,75
    - Investasi Total (TCI) : Rp 772.185.831.372
    - Hasil Penjualan per tahun : Rp 3.516.153.300.000

### 3. Investasi

- Internal Rate of Return : 29,21 %
- Pay Out Time : 4,87 tahun
- Break Even Point : 30,38 %

Ditinjau dari aspek teknis dan ekonomis yang telah dijabarkan tersebut maka dapat disimpulkan bahwa Pra Desain Pabrik Alumina ini layak untuk dilanjutkan ke tahap perencanaan.

----- Halaman ini sengaja dikosongkan -----

## DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, D., Suganal, Wahyudi, T., & Hasani. (2014). Pengaruh Ukuran Partikel, Suhu, Stoikiometri Kandungan Silika Terlarutnya dari Bauksit Kalimantan Barat (Skala Laboratorium). *Jurnal Teknologi Mineral Dan Batubara*, 10(2), 69–81.
- Andrews, I. W. H., Waverley, M., Milne, D. J., Balwyn, N., & Moyle, R. W. (1984). *United States Patent ( 19 )*. (19).
- Aziz, M. (2010). *EKSTRAKSI ALUMINA DARI RESIDU BAUKSIT UNTUK BAHAN BAKU*. 9(2), 54–60.
- Baudet, G. (1977). *a Documentary Study on Alumina Extraction Processes*. Retrieved from <http://infoterre.brgm.fr/rapports/77-SGN-061-MIN.pdf>
- Brownell\_Process\_Equipment\_Design\_Handb.pdf*. (n.d.).
- David M. Himmelblau. 1996. "Basic Principles and Calculations in Chemical Engineering", 6<sup>th</sup> ed. University of Texas
- Haryadi, H. (2015). Analisis lost opportunity (LO) bauksit Indonesia. *Jurnal Teknologi Mineral Dan Batubara*, 12(1), 45–57. <https://doi.org/10.30556/jtmb.vol12.no1.2016.230>
- Husaini, H., Amalia, D., & Yuhelda, Y. (2017). Pelarutan bijih bauksit dengan soda kaustik (NaOH) menjadi larutan sodium aluminat (NaAlO<sub>2</sub>) skala pilot. *Jurnal Teknologi Mineral Dan Batubara*, 12(3), 149–159. <https://doi.org/10.30556/jtmb.vol12.no3.2016.134>
- Liu, G. G., Li, Z., Qi, T. T., Li, X. X., Zhou, Q. Q., Peng, Z. Z., ... Alumina, E. (1972). Nucleation During Gibbsite Precipitation With Seeds From Sodium Aluminate Solution Processed Under Ultrasound. *Nonferrous Metal*, 50(1), 207–209. <https://doi.org/10.1016/j.jcrysgr.2004.09.077>
- Luo, Z., & Soria, A. (2008). Prospective study of the world aluminium industry. In *Joint Research Center Scientific and Technical Reports, Institute for Prospective Technological Studies, European Commission, EUR* (Vol. 22951). <https://doi.org/10.2791/36024>

- Of, C., Gate, F., Factory, T. O., Cycle, L., & Summary, I. (2010). *Aluminum oxide from Bayer process , metallurgical grade [ 1344-28-1 ]*.
- Ruys, A. (2019). Refining of alumina: The Bayer process. *Alumina Ceramics*, 49–70. <https://doi.org/10.1016/b978-0-08-102442-3.00003-8>
- Perry, S., Perry, R. H., Green, D. W., & Maloney, J. O. (n.d.). *CHEMICAL ENGINEERS ' HANDBOOK SEVENTH*.
- W.Green, Don dan Robert H.Perry. 2008. "Perry's Chemical Engineers' Handbook 8<sup>th</sup> edition". McGraw Hill: New York.
- Peters, M.S and K.D Timmerhaus. 1981. "Plant Design and Economics for Chemical Engineer", 5<sup>th</sup> ed. Mc Graw Hill: New York.
- Senyuta, A., Panov, A., Suss, A., & Layner, Y. (2016). Innovative technology for alumina production from low-grade raw materials. *Minerals, Metals and Materials Series*, (210869), 203–208. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-65136-1\\_36](https://doi.org/10.1007/978-3-319-65136-1_36)
- Smith, J.M, H.C Van M.M Abbott. 2004. "Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics 7<sup>th</sup> edition". McGraw Hill: New York.
- Ulrich, Gael D. 1984. "A Guide To Chemical Process Design and Economics", John Wiley: Wellington and Sons. Inc : Canada
- Walas, Stanley M. 1990. "Chemical Process Equipment". Butterworth-Heinemann: Wellington
- Zhang, Y., Zheng, S., Du, H., Xu, H., Wang, S., & Zhang, Y. (2009). Hydrometallurgy Improved precipitation of gibbsite from sodium aluminate solution by adding methanol. *Hydrometallurgy*, 98(1–2), 38–44. <https://doi.org/10.1016/j.hydromet.2009.03.014>
- [www.bps.go.id](http://www.bps.go.id)
- [www.kemenperin.go.id](http://www.kemenperin.go.id)
- [www.matche.com](http://www.matche.com)

----- Halaman ini sengaja dikosongkan -----

## RIWAYAT HIDUP PENULIS



**Maria Angelina Ariyanto**, anak kedua dari tiga bersaudara. Lahir pada 03 Mei 1996 di Kota Pati, Jawa Tengah. Penulis mulai mengenyam pendidikan di SD Kanisius Pati 01 tahun 2002 – 2008, SMP Negeri 3 Pati tahun 2008 – 2011 dan SMA Negeri 2 Pati tahun 2011 – 2014. Pada jenjang perkuliahan, penulis menyelesaikan pendidikan Diploma III Teknik Kimia Universitas Diponegoro tahun 2014 – 2017, kemudian melanjutkan studi sarjananya di Teknik Kimia ITS Program Lintas Jalur Genap (2018 – 2020). Selama masa kuliah, penulis telah melakukan kerja praktik di PT. Pupuk Kujang (Cikampek, Jawa Barat) pada Maret 2017 dan PT. TPC Indo Plastic and Chemicals (Gresik, Jawa Timur) pada Januari 2019. Penulis telah menyelesaikan tugas akhir pra desain pabrik dan tugas penelitian di laboratorium penelitian Teknologi Material bersama partner dan di bawah bimbingan Dr. Ir. Sumarno, M.Eng dan Prida Novarita T.,S.T.,M.T. Tugas akhir pra desain pabrik yang telah diselesaikan oleh penulis berjudul “Pra Desain Pabrik Aluminium Oksida dari Bauksit dengan Proses Bayer” dan tugas penelitian berjudul “Proses Pemurnian Produk *Poly Methyl Methacrylate* yang Dibuak dengan Teknik Polimerisasi Suspensi”.

Email penulis : [maria.ariyanto@gmail.com](mailto:maria.ariyanto@gmail.com)

No. HP: 0819 0106 6013



## RIWAYAT HIDUP PENULIS



**Ifada Zulfa**, Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara yang lahir pada 18 September 1995 di Kota Demak, Jawa Tengah. Penulis telah menempuh pendidikan di SDN Bintoro 4 Demak yang kemudian pindah saat kelas 3 di SDN 1 Ngadirejo Temanggung pada tahun 2002-2008, SMPN 1 Ngadirejo Temanggung pada tahun 2008–2011 dan SMAN 1 Parakan Temanggung pada tahun 2011–2014. Pada jenjang perkuliahan, penulis menyelesaikan pendidikan Diploma III Teknik Kimia di Universitas Diponegoro tahun 2014–2017, kemudian melanjutkan studi sarjananya dengan Jurusan Teknik Kimia di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Program Lintas Jalur Genap (2018–2020). Selama perkuliahan, penulis telah melakukan kerja praktek di PT Wilmar Nabati Indonesia (Gresik, Jawa Timur) pada Maret 2017 dan PT South Pasific Viscose Lenzing (Purwakarta, Jawa Barat) pada Januari 2019. Penulis telah menyelesaikan tugas akhir pra desain pabrik dan tugas penelitian di laboratorium penelitian Teknologi Material bersama partner dan di bawah bimbingan Dr. Ir. Sumarno, M.Eng dan Prida Novarita T.,S.T.,M.T. Tugas akhir pra desain pabrik yang telah diselesaikan oleh penulis berjudul “Pra Desain Pabrik Aluminium Oksida dari Bauksit dengan Proses Bayer” dan tugas penelitian berjudul “Proses Pemurnian Produk *Poly Methyl Methacrylate* yang Dibuat dengan Teknik Polimerisasi Suspensi”.

Email penulis : ifadazulfa18@gmail.com

No. HP : 089675128793