



**TUGAS PRA DESAIN PABRIK- TK 184803**

## **Pra Desain Pabrik Aluminium Fluorida Dari Asam Fluosilikat Dan Aluminium Hidroksida**

**Sarah Syifa**  
**NRP. 0221164000052**

**Ronal Marada Pakpahan**  
**NRP. 0221164000110**

**Dosen Pembimbing :**  
**Prof. Dr. Ir. Achmad Roesyadi, DEA**  
**NIP. 1950 04 28 1979 03 1 002**  
**Firman Kurniawansyah, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D**  
**NIP. 1977 05 20 2003 12 1 002**

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



**TUGAS PRA DESAIN PABRIK – TK 184803**

**Pra Desain Pabrik Aluminium Fluorida Dari  
Asam Fluosilikat Dan Aluminium Hidroksida**

**Sarah Syifa  
NRP. 0221164000052**

**Ronal Marada Pakpahan  
NRP. 0221164000110**

**Dosen Pembimbing :  
Prof. Dr. Ir. Achmad Roesyadi, DEA  
NIP. 1950 04 28 1979 03 1 002  
Firman Kurniawansyah, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D  
NIP. 1977 05 20 2003 12 1 002**

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

## LEMBAR PENGESAHAN

### “PRA DESAIN PABRIK ALUMINIUM FLUORIDA DARI ASAM FLUOSILIKAT DAN ALUMINIUM HIDROKSIDA”

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

Oleh :

**Sarah Syifa** 0221164000052

**Ronal Marada Pakpahan.** 02211640000110

Disetujui Oleh Tim Penguji Tugas Pra Desain Pabrik :

1. Prof. Dr. Ir. Achmad Roesyadi, DEA. .... (Pembimbing I)
2. Firman Kurniawansyah, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D ..... (Pembimbing II)
3. Dr. Ir. Sri Rachmania Juliastuti, M.Eng ..... (Penguji I)
4. Dr. Kusdianto, ST., M.Sc.Eng ..... (Penguji II)
5. Orchidea Rachmaniah, ST., MT ..... (Penguji III)



Surabaya  
Februari, 2020

## INTISARI

Pra-rancangan pabrik Aluminium fluoride ( $\text{AlF}_3$ ) dengan kapasitas produksi 10.000 ton/tahun dimaksudkan untuk memenuhi kebutuhan Aluminium fluorida di Indonesia yang semakin meningkat setiap tahunnya. Proses pembuatan Aluminium fluorida pada pabrik ini

menggunakan proses basah dengan mereaksikan bahan baku berupa Asam fluosilikat ( $\text{H}_2\text{SiF}_6$ ) dan Aluminium hidroksida ( $\text{Al}(\text{OH})_3$ ) dengan produk samping berupa Silika dioksida ( $\text{SiO}_2$ ). Reaksi dijalankan dalam reaktor tangki berpengaduk secara kontinu dan berlangsung secara eksotermis dengan kondisi operasi reaktor  $90\text{ }^\circ\text{C}$  dan tekanan 1 atm. Aluminium fluorida dipisahkan dari produk samping dengan cara pemisahan sentrifugal kemudian dikristalisasi dalam kristaliser. Kristal Aluminium fluorida trihidrat lalu pisahkan dan didehidrasi pada *rotary dryer* dengan suhu mencapai  $350\text{ }^\circ\text{C}$ .

Pabrik ini menghasilkan produk utama berupa Aluminium fluorida sebanyak 10.000 ton/tahun dan produk samping berupa Silika dioksida sebanyak 5.814,072 ton/tahun. Dibutuhkan bahan baku Asam fluosilikat dengan konsentrasi 18%w sebanyak 59.481,500 ton/tahun dan Aluminium hidroksida sebanyak 10.870,000 ton/tahun. Unit utilitas sebagai unit pendukung menyediakan air, steam, listrik, bahan bakar, udara tekan, dan pengolahan air buangan untuk kelancaran produksi. Kebutuhan air untuk, air pendingin sebanyak 5055,500 kg/jam, saturated steam sebanyak 1252,748 kg/jam, kebutuhan bahan bakar bensin sebanyak 57,032 kg/jam,. Pengawasan kualitas bahan baku dan produk dilakukan di unit laboratorium. Bentuk perusahaan adalah Perseroan Terbatas dengan sistem struktur organisasi *line and staff*. Sistem kerja karyawan berdasarkan pembagian menurut jam kerja yang terdiri dari karyawan *shift* dan *non shift* dengan jumlah karyawan total sebanyak 136 orang.

Pabrik ini direncanakan akan didirikan di Kawasan Industri JIPE (*Java Integrated Industrial and Port Estate*),

kecamatan Manyar, Kabupaten Gresik, provinsi Jawa Timur. dengan luas tanah yang dibutuhkan sebesar 10.000 m<sup>2</sup>. Pabrik ini beroperasi 330 hari selama 1 tahun. Hasil analisis ekonomi terhadap prarancangan pabrik Aluminium fluorida adalah pabrik ini membutuhkan *Fixed Capital Investment* sebesar Rp263.033.855.089,52 dan *Working Capital* sebesar Rp27.929.132,06. Dengan persen *Return of Investment* sebesar 37,40%. *Pay Out Time* adalah 5,90 tahun. *Break Even Point* berturut-turut sebesar 36,32%. Berdasarkan perhitungan analisis ekonomi, maka disimpulkan pabrik Aluminium fluorida ini layak untuk didirikan.

Kata kunci: Aluminium fluorida, Aluminium hidroksida, Asam fluosilikat

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan karunia-Nya penyusun dapat melaksanakan Tugas Pra Desain Pabrik yang berjudul **“Pra Desain Pabrik Aluminium Fluorida Dari Asam Fluosilikat Dan Aluminium Hidroksida”** dan menyelesaikan laporan ini sesuai dengan waktu yang telah ditentukan. Tugas Akhir ini merupakan syarat kelulusan bagi mahasiswa tahap sarjana di Departemen Teknik Kimia FTIRS-ITS Surabaya.

Selama penyusunan laporan ini, kami banyak sekali mendapat bimbingan, dorongan, serta bantuan dari banyak pihak. Untuk itu, kami ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Orang tua serta seluruh keluarga penyusun atas doa, dukungan, bimbingan, perhatian dan kasih sayang yang selalu tercurah selama ini.
2. Ibu Dr. Eng Widiyastuti, S.T., M.T., selaku Kepala Departemen Teknik Kimia FTIRS-ITS Surabaya.
3. Bapak Dr. Kusdianto, S.T., M.Sc.Eng., selaku Sekretaris Departemen Teknik Kimia FTIRS-ITS Surabaya
4. Bapak Prof. Dr. Ir. Achmad Roesyadi, DEA selaku Kepala Laboratorium Teknik Reaksi Kimia, atas bimbingan dan saran yang telah diberikan.
5. Bapak Prof. Dr. Ir. Achmad Roesyadi, DEA, dan Firman Kurniawansyah, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D selaku dosen pembimbing kami di Laboratorium Teknik Reaksi Kimia, atas bimbingan dan saran yang telah diberikan.
6. Bapak dan Ibu Dosen Pengajar serta seluruh karyawan Departemen Teknik Kimia FTIRS-ITS Surabaya.
7. Teman - teman dari Laboratorium Teknik Reaksi Kimia dan semua teman - teman Lintas Jalur Teknik Kimia FTIRS-ITS serta semua pihak yang telah banyak membantu, yang tidak dapat kami sebutkan satu-persatu.

Penyusun menyadari bahwa penulisan laporan ini

masih banyak kekurangan dan jauh dari sempurna, oleh karena itu penyusun sangat mengharapkan saran dan masukan yang konstruktif demi kesempurnaan laporan ini.

Surabaya, Januari 2020

Penyusun

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	
ABSTRAK .....	i
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR .....	vii
DAFTAR TABEL .....	viii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
I.1 Latar Belakang .....	1
I.2 Penggunaan Produk .....	3
I.3 Konsumsi Produk.....	4
I.4 Prospek Produk .....	5
BAB II BASIS DESAIN DATA .....	10
II.1 Kapasitas Produksi .....	10
II.2 Pemilihan Lokasi Pabrik $AlF_3$ .....	11
II.3 Karakteristik Bahan Baku dan Produk .....	15
BAB III SELEKSI DAN URAIAN PROSES .....	18
III.1 Tipe Proses .....	18
III.2 Seleksi Proses .....	20
III.3 Basis Perhitungan .....	24
III.4 Basis Desain Data.....	24
III.5 Uraian Proses.....	24
BAB IV NERACA MASSA DAN ENERGI .....	30
IV.1 Neraca Massa .....	30
IV.2 Neraca Energi.....	65
BAB V DAFTAR DAN HARGA PERALATAN .....	80
V.1 Daftar Peralatan .....	80
V.2 Harga Peralatan .....	113
AB VI ANALISIS EKONOMI .....	117
VI.1 Pengelolaan dan Sumber Daya Manusia an .....	117
VI.2 Utilitas .....	130
VI.3 Utilitas .....	134



BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN .....	136
DAFTAR PUSTAKA.....	xi
APPENDIKS .....	xiv

## DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1	Kurva Konsumsi $AlF_3$ dalam Negeri Tahun 2013-2024 .....	6
Gambar I.2	Kurva Kebutuhan Ekspor $AlF_3$ Tahun 2013-2024.....	8
Gambar II.1	Letak Kabupaten Gresik.....	11
Gambar II.2	Letak daerah kawasan JIPE dengan Akses Transportasi.....	12
Gambar II.3	Grafik Peformance Expert Choice 11 .....	15
Gambar II.4	Grafik Dynamic Expert Choice 11.....	15
Gambar III.1	Blok diagram proses pembuatan Aluminium fluorida Proses Basah.....	19
Gambar III.2	Blok diagram proses pembuatan Aluminium fluorida Proses Kering .....	20
Gambar III.3	Blok Diagram Aluminium Fluorida dari Flouspar dan Alumina .....	21
Gambar III.4	Blok Diagram Pemurnian Mineral Rosenbergite.....	22
Gambar III.5	Blok Diagram Pembuatan $AlF_3$ .....	25
Gambar III.6	Kelarutan $AlF_3$ hidrat .....	27
Gambar IV.1	Overall Sistem.....	30
Gambar IV.2	Heater (E-110).....	32
Gambar IV.3	Tanki Penampung $H_2SiF_6$ (F-216).....	34
Gambar IV.4	Tanki Penampung Hopper $Al(OH)_3$ (F-214) .....	36
Gambar IV.5	Reaktor (R-210) .....	37
Gambar IV.6	Tanki Pengumpul 1 (F-311).....	40
Gambar IV.7	Sentrifuge 1 (H-310) .....	41
Gambar IV.8	Kristaliser (X-320 A/D) .....	43
Gambar IV.9	Sistem 1 .....	45
Gambar IV.10	Tanki Pengumpul 2 (F-331).....	48
Gambar IV.11	Tanki Pengumpul 3 (F-333).....	49
Gambar IV.12	Sentrifuge 2 (H-330) .....	51
Gambar IV.13	Hopper $AlF_3 \cdot 3H_2O$ (F-341) .....	52

Gambar IV.14	Rotary Dryer (B-340).....	54
Gambar IV.15	Screw Conveyor .....	55
Gambar IV.16	Ejector Cooler (B-350).....	58
Gambar IV.17	Heater (E-110) .....	60
Gambar IV.18	Tanki Penampung H <sub>2</sub> SiF <sub>6</sub> (F-216) .....	62
Gambar IV.19	Tanki Penampung Hopper Al(OH) <sub>3</sub> (F-214) .....	63
Gambar IV.20	Reaktor (R-210).....	64
Gambar IV.21	Tanki Pengumpul 1 (F-311) .....	67
Gambar IV.22	Sentrifuge 1 (H-310) .....	67
Gambar IV.23	Kristaliser (X-320 A/D) .....	69
Gambar IV.24	Sistem 1 .....	71
Gambar IV.25	Tanki Pengumpul 2 (F-331) .....	71
Gambar IV.26	Tanki Pengumpul 3 (F-333) .....	72
Gambar IV.27	Sentrifuge 2 (H-330) .....	73
Gambar IV.28	Hopper AlF <sub>3</sub> .3H <sub>2</sub> O (F-341).....	74
Gambar IV.29	Rotary Dryer (B-340).....	75
Gambar IV.30	Screw Conveyor .....	76
Gambar IV.31	Ejector Cooler (B-350).....	78
Gambar VI.1	Struktur Organisasi .....	132
Gambar VI.2	Break Event Point Pabrik Aluminium Fluorida ..	136

## DAFTAR TABEL

Tabel I.1	Data Konsumsi $\text{AlF}_3$ .....	4
Tabel I.2	Produksi Asam fluosilikat dan Aluminium fluorida di Indonesia.....	5
Tabel I.3	Proyeksi Kebutuhan Ekspor $\text{AlF}_3$ Tahun 2019- 2024.....	8
Tabel I.4	Proyeksi Kebutuhan Sumber Daya Alam Industri .....	9
Tabel II.1	Proyeksi Kebutuhan, Produksi, dan Impor Tahun 2024.....	10
Tabel III.1	Perbandingan Proses Produksi $\text{AlF}_3$ .....	22
Tabel IV.1	Neraca Massa Input Sistem Overall .....	31
Tabel IV.2	Neraca Massa Output Sistem Overall.....	31
Tabel IV.3	Neraca Massa Total Sistem Overall .....	32
Tabel IV.4	Neraca Massa Heater (E-110) .....	33
Tabel IV.5	Neraca Massa Total Heater (E-110).....	34
Tabel IV.6	Neraca Massa Tanki Penampung $\text{H}_2\text{SiF}_6$ (F- 216) .....	35
Tabel IV.7	Neraca Massa Total Tanki Penampung $\text{H}_2\text{SiF}_6$ (F-216).....	35
Tabel IV.8	Neraca Massa Tanki Penampung Hopper $\text{Al}(\text{OH})_3$ (F-214) .....	36
Tabel IV.9	Neraca Massa Total Tanki Penampung Hopper $\text{Al}(\text{OH})_3$ (F-214) .....	37
Tabel IV.10	Neraca Massa Input Reaktor (R-210).....	38
Tabel IV.11	Neraca Massa Konsumsi, Generasi, dan Output Reaktor (R-210).....	38
Tabel IV.12	Neraca Massa Total Reaktor (R-210).....	38
Tabel IV.13	Neraca Massa Tanki Pengumpul 1 (F-311).....	40
Tabel IV.14	Neraca Massa Sentrifuge 1 (H-310 A/B) .....	41
Tabel IV.15	Neraca Massa Total Sentrifuge 1 (H-310 A/B).....	42
Tabel IV.16	Neraca Massa Sentrifuge 1 (H-310 A).....	42
Tabel IV.17	Neraca Massa Total Sentrifuge 1 (H-310 A).....	43
Tabel IV.18	Neraca Massa Input Sistem 1 .....	45

Tabel IV.19	Nerca Massa Output Sistem 1 .....	45
Tabel IV.20	Neraca Massa Total Sistem 1 .....	46
Tabel IV.21	Neraca Massa Input Kristaliser (X-320 A/D).....	46
Tabel IV.22	Neraca Massa Input Kristaliser (X-320 A/D).....	47
Tabel IV.23	Neraca Massa Output Kristaliser (X-320 A/D).....	47
Tabel IV.24	Neraca Massa Tanki Pengumpul 2 (F-331).....	48
Tabel IV.25	Neraca Massa Total Tanki Pengumpul 2 (F-331) ..	48
Tabel IV.26	Neraca Massa Tanki Pengumpul 3 (F-333).....	50
Tabel IV.27	Neraca Massa Total Tanki Pengumpul 3 (F-333) ..	51
Tabel IV.28	Neraca Massa Sentrifuge 2 (H-330).....	51
Tabel IV.29	Neraca Massa Total Sentrifuge 2 (H-330) .....	52
Tabel IV.30	Neraca Massa Hopper AlF3.3H2O (F-342) .....	52
Tabel IV.31	Neraca Massa Total Hopper AlF3.3H2O (F-342)..	53
Tabel IV.32	Neraca Massa Rotary Dryer (B-340).....	54
Tabel IV.33	Neraca Massa Total Rotary Dryer (B-340) .....	54
Tabel IV.34	Neraca Massa Screw Conveyor (B-350) .....	56
Tabel IV.35	Neraca Massa Screw Conveyor (B-350) .....	56
Tabel IV.34	Neraca Massa Ejector Cooler (B-350) .....	58
Tabel IV.35	Neraca Massa Total Ejector Cooler (B-350).....	59
Tabel IV.38	Daftar Titik Leleh dan Titik Didih setiap komponen .....	61
Tabel IV.39	Kondisi Aliran Heater (E-110).....	61
Tabel IV.40	Neraca Energi Heater (E-110).....	62
Tabel IV.41	Neraca Energi Total Heater (E-110) .....	62
Tabel IV.42	Kondisi Aliran Reaktor (R-210).....	65
Tabel IV.43	Neraca Energi Masuk Reaktor (R-210).....	65
Tabel IV.44	Neraca Energi Keluar Reaktor (R-210).....	66
Tabel IV.47	Neraca Energi Total Reaktor (R-210) .....	66
Tabel IV.48	Kondisi Aliran Sentrifuge 1 (H-310).....	68
Tabel IV.49	Neraca Energi Aliran Keluar Sentrifuge 1 (H-310)	68
Tabel IV.50	Neraca Energi Total Sentrifuge 1 (H-310 A/B) .....	69
Tabel IV.51	Kondisi Aliran Kristaliser (X-320 A/D).....	70
Tabel IV.52	Neraca Energi Aliran Masuk Kristaliser (X-320 A/D).....	70
Tabel IV.53	Neraca Energi Aliran Keluar Kristaliser (X-320	

	A/D).....	70
Tabel IV.54	Neraca Energi Total Kristaliser (X-320 A/D).....	71
Tabel IV.55	Kondisi Aliran Sentrifuge 2 (H-330) .....	73
Tabel IV.56	Neraca Energi Keluar Sentrifuge 2 (H-330) .....	73
Tabel IV.57	Neraca Energi Total Sentrifuge 2 (H-330).....	74
Tabel IV.58	Kondisi Aliran Rotary Dryer (B-340) .....	75
Tabel IV.59	Neraca Energi Aliran Masuk Rotary Dryer (B-340) .....	76
Tabel IV.60	Neraca Energi Aliran Keluar Rotary Dryer (B-340) .....	76
Tabel IV.61	Neraca Energi Total Rotary Dryer (B-340) .....	76
Tabel IV.62	Kondisi Aliran Ejector Cooler (B-350).....	78
Tabel IV.63	Neraca Energi Aliran Ejector Cooler (B-350).....	78
Tabel IV.64	Neraca Energi Total Ejector Cooler (B-350) .....	79
Tabel V.1	Spesifikasi Heater (E-110) .....	80
Tabel V.2	Spesifikasi Tangki Penyimpanan H <sub>2</sub> SiF <sub>6</sub> (F-111) .....	81
Tabel V.3	Spesifikasi Pompa Sentrifugal (L-112) .....	82
Tabel V.4	Spesifikasi Reaktor (R-210).....	82
Tabel V.5	Spesifikasi Tangki Penyimpanan Al(OH) <sub>3</sub> (F-211) .....	84
Tabel V.6	Spesifikasi Bucket Elevator (G-212).....	85
Tabel V.7	Spesifikasi Bag Filter A (G-213A).....	86
Tabel V.8	Spesifikasi Bag Filter B (G-213B) .....	87
Tabel V.9	Spesifikasi Hopper Al(OH) <sub>3</sub> (F-214).....	88
Tabel V.10	Spesifikasi Weigher (F-215) .....	88
Tabel V.11	Spesifikasi Hopper H <sub>2</sub> SiF <sub>6</sub> (F-216).....	88
Tabel V.12	Spesifikasi Mixer (F-217) .....	89
Tabel V.13	Spesifikasi Forklift (J-218).....	90
Tabel V.14	Spesifikasi Belt Conveyor (J-219) .....	91
Tabel V.15	Spesifikasi Sentrifuge (H-310).....	91
Tabel V.16	Spesifikasi Tangki Pengumpul I (F-311) .....	92
Tabel V.17	Spesifikasi Gudang Penyimpanan SiO <sub>2</sub> (A-312) .....	94
Tabel V.18	Spesifikasi Belt Conveyor (J-313) .....	95

Tabel V.19	Spesifikasi Kristaliser (X-320 A/D) .....	95
Tabel V.20	Spesifikasi Sentrifuge 2 (H-330) .....	97
Tabel V.21	Spesifikasi Tangki Pengumpul 2 (F-331) .....	97
Tabel V.22	Spesifikasi Pompa Sentrifugal (L-332) .....	99
Tabel V.23	Spesifikasi Tangki Pengumpul 3 (F-333) .....	99
Tabel V.24	Spesifikasi Tangki Mother Liquor (F-334) ....	101
Tabel V.25	Spesifikasi Rotary Dryer (B-340) .....	103
Tabel V.26	Spesifikasi Hopper AIF3.3H2O (F-341) .....	103
Tabel V.27	Spesifikasi Screw Conveyor (J-342) .....	104
Tabel V.28	Spesifikasi Fuel pump (L-343) .....	105
Tabel V.29	Spesifikasi Fan (L-344) .....	105
Tabel V.30	Spesifikasi Tangki Fuel (L-345) .....	106
Tabel V.31	Spesifikasi Heater (E-346) .....	107
Tabel V.32	Spesifikasi Cyclone (G-347) .....	108
Tabel V.33	Spesifikasi Ejector Cooler (B-350) .....	108
Tabel V.34	Spesifikasi Screw Conveyor (J-351) .....	109
Tabel V.35	Spesifikasi Weigher (F-352) .....	110
Tabel V.36	Spesifikasi Gudang AIF3 (A-353) .....	110
Tabel V.37	Spesifikasi Scrubber (V-410) .....	111
Tabel V.38	Spesifikasi Rotary Blower (G-411) .....	111
Tabel V.39	Spesifikasi Stack (G-412) .....	112
Tabel V.40	Spesifikasi Tangki Limbah Cair (F-413) .....	112
Tabel V.41	Spesifikasi Sentrifugal Pump (L-414) .....	113
Tabel V.42	Daftar Harga Peralatan .....	114
Tabel VI.1	Daftar Gaji Karyawan Perusahaan .....	129

## **BAB I PENDAHULUAN**

### **I.1 Latar Belakang**

Indonesia adalah negara dengan sumber daya alam dan sumber daya manusia yang berlimpah. Saat ini, Indonesia memiliki fokus pembangunan dalam mengembangkan dan memperluas sektor industri logam guna memenuhi kebutuhan dalam dan luar negeri untuk memperkuat dan menstabilkan pertumbuhan ekonomi. Pengelolaan hasil tambang di Indonesia belum mencapai kemandirian, salah satu diantaranya adalah industri pemurnian Aluminium.

Aluminium disingkat Al merupakan salah satu logam yang paling melimpah keberadaannya di Bumi. Secara kuantitas, Aluminium menduduki urutan ketiga elemen terbanyak, di bawah Oksigen dan Silika. Aluminium menempati kurang lebih delapan persen kerak Bumi.

Aluminium ditemukan pada tahun 1808 oleh Sir Humphrey Davy, seorang kimiawan berkewarganegaraan Inggris. Pada tahun 1845, Wohler, ilmuwan Jerman, berhasil menemukan *specific gravity* dari Aluminium dan menyimpulkan bahwa salah satu karakteristik Aluminium adalah logam ringan. Sejak penemuan itu, industri Aluminium berkembang sangat pesat. Selain itu, Aluminium juga memiliki karakteristik titik leleh tinggi, anti-korosi, konduktor yang baik, dan tidak beracun. Oleh karena itu, kegunaan aluminium dalam kehidupan sehari-hari beragam, antara lain:

1. Pada bidang transportasi, digunakan untuk membuat pesawat terbang, kereta, *automobile*, dan sejenisnya.
2. Pada bidang konstruksi, digunakan sebagai bahan untuk membuat kerangka bangunan, paku, dan lain-lain.



3. Pada bidang farmasi, digunakan karena memiliki sifat melapisi dan bisa berlaku sebagai absorben seperti obat maag.
4. Pada bidang elektronik dan industri, digunakan sebagai bahan pembuat kabel, *fitting*, *conveyor belt*, sistem kontrol otomatis, dan sebagainya.
5. Pada bidang perlengkapan rumah tangga, digunakan sebagai alat memasak, peralatan makan, jemuran kain, dan lain-lain.

Bidang-bidang tersebut membutuhkan Aluminium dalam jumlah besar dan seiring bertambahnya waktu kebutuhannya pun meningkat. Oleh karena itu, produksi Aluminium sangat dibutuhkan.

(Sheller, 2014)

Indonesia memiliki industri Aluminium terbesar di Asia yaitu PT Indonesia Asahan Aluminium (Inalum). Dengan bahan baku mineral Alumina ( $Al_2O_3$ ), pemurnian Aluminium memerlukan waktu yang cukup lama karena memerlukan suhu operasi mencapai  $1500^\circ C$ . Energi yang dibutuhkan sangat besar. Oleh karena itu, untuk menurunkan kebutuhan energi, digunakan bantuan Aluminium fluorida sebagai zat aditif sehingga titik lebur turun menjadi  $850^\circ C$ . Selain itu, kehadiran aditif ini mempengaruhi sifat fisik Aluminium yang diproduksi yaitu meningkatkan ukuran partikel dan mengurangi luas permukaan. Hampir semua produksi Aluminium fluorida global digunakan sebagai elektrolit cair dalam produksi Aluminium. Aplikasi lain dari Aluminium fluorida termasuk produksi kaca fluoroaluminat.

(PT Inalum, 2017)

Aluminium fluorida dengan nama IUPAC *Aluminium trifluoride* ( $AlF_3$ ) adalah senyawa anorganik yang digunakan dalam produksi Aluminium.  $AlF_3$  memiliki struktur kristal rhombohedral.  $AlF_3$  merupakan padatan tidak berwarna yang tersedia di alam sebagai mineral Rosenbergit ( $AlF_3 \cdot 3H_2O$ ) dan dapat dibuat secara sintetik.

(Samrane, 2011)

Aluminium fluorida diproduksi menggunakan bahan baku Asam fluosilikat ( $\text{H}_2\text{SiF}_6$ ) dengan Aluminium hidroksida ( $\text{Al}(\text{OH})_3$ ) atau Fluorspar ( $\text{CaF}_2$ ) dengan Alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ). Asam fluosilikat umumnya diperoleh sebagai limbah dari industri Asam fosfat. Asam fluosilikat ini memiliki nilai jual yang rendah dengan tingkat bahaya pencemaran lingkungan yang tinggi.

(Samrane, 2011)

Di Indonesia, industri yang menghasilkan limbah Asam fluosilikat adalah PT Petrokimia Gresik. Oleh karena itu, saat ini,  $\text{AlF}_3$  di Indonesia hanya diproduksi oleh PT Petrokimia Gresik untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri. Teknologi proses yang digunakan yaitu *Low Bulk Density* dengan proses batch berkapasitas 12.600 ton/tahun. Bahan baku yang digunakan merupakan produk samping industri Asam fosfat yaitu Asam fluorosilikat. Rasio pemanfaatan produk samping tersebut menjadi  $\text{AlF}_3$  yaitu 1:4 sehingga ketersediaan bahan baku yang belum diolah cukup banyak.

(PT Petrokimia Gresik, 2018)

Pertumbuhan industri Aluminium di Indonesia sangat lah pesat karena permintaan pasar yang naik dan didukung oleh Rencana Induk Pembangunan Industri Nasional (RIPIN) 2015-2035. Pertumbuhan industri Aluminium akan membawa dampak positif kepada pertumbuhan industri  $\text{AlF}_3$  di Indonesia.

## **I.2 Penggunaan Produk**

Bahan aditif yang dibutuhkan untuk membantu dalam proses peleburan Alumina menjadi Aluminium adalah Aluminium fluorida ( $\text{AlF}_3$ ). Aluminium fluorida dapat menurunkan titik lebur Alumina dari  $1500\text{ }^\circ\text{C}$  hingga sekitar  $850\text{ }^\circ\text{C}$ . Oleh karena itu, penambahan  $\text{AlF}_3$  pada proses peleburan Alumina dapat menekan jumlah energi yang dibutuhkan, sehingga biaya produksi Aluminium lebih rendah.

Selain dapat menurunkan titik lebur Alumina,  $AlF_3$  juga memiliki kegunaan lain sebagai berikut:

1. Bersama dengan Zirkonium fluorida, Aluminium fluorida dapat digunakan sebagai bahan untuk memproduksi kaca fluoroaluminat.
2. Sebagai campuran *body and glaze* dalam industri keramik.
3. Sebagai katalis pada sintesis yang bersifat organik.
4. Aluminium fluorida dapat mencegah terjadinya fermentasi yang tidak diinginkan.
5. Sebagai *flux ingredient* dalam penghilangan Magnesium pada pengilangan kepingan Aluminium.

(Samrane, 2011)

### I.3 Konsumsi Produk

Peluang pasar  $AlF_3$  dalam negeri sangat besar karena adanya PT Indonesia Asahan Aluminium (Inalum) dan PT Foseco yang merupakan pabrik Aluminium terbesar di Indonesia dengan kapasitas produksi total sebesar 265.000 ton/tahun. Data konsumsi  $AlF_3$  dalam negeri seperti pada tabel sebagai berikut:

**Tabel I. 1** Data Konsumsi  $AlF_3$

Aspek	Tahun (dalam Ton)					
	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Dalam Negeri	4.570	5.789	4.777	4.850	5.570	4.130
Luar Negeri	3.655	3.237	5.277	5.914	5.479	8.040
Jumlah Produksi	8.225	9.026	10.054	10.764	11.049	12.170

(Sumber : PT Petrokimia Gresik, 2019)

PT Inalum menggunakan  $AlF_3$  sebesar  $\pm 5.000$  ton/tahun dan PT Foseco menggunakan  $\pm 500$  ton/tahun. Oleh karena itu,

pasar dalam negeri  $\text{AlF}_3$  memiliki daya serap  $\pm 5.500$  ton/tahun.

#### I.4 Prospek Produk

Ketersediaan bahan baku ditentukan oleh limbah yang dihasilkan oleh pabrik Asam fosfat PT Petrokimia Gresik. Berikut ini data Asam fluosilikat yang dihasilkan dan  $\text{AlF}_3$  yang diproduksi dari tahun 2013-2018.

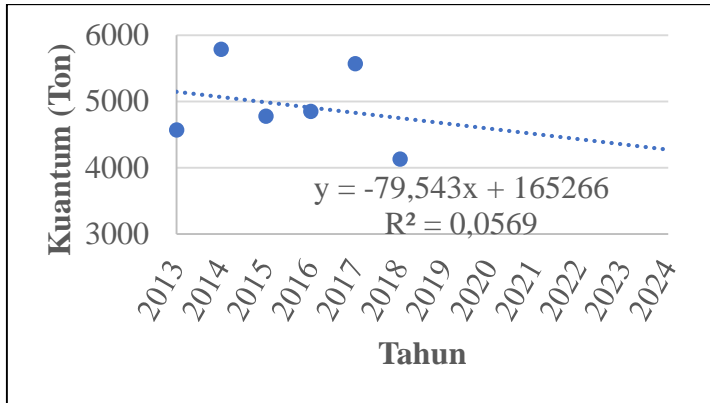
**Tabel I. 2** Produksi Asam fluosilikat dan Aluminium fluorida di Indonesia

<b>N o.</b>	<b>Produk</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>
1.	Asam fluosilikat	50.0 16	50.8 79	34.6 29	48.4 29	40.5 94	45.3 71
2.	Aluminium fluorida	8.22 5	9.02 6	10.0 54	10.7 64	11.0 49	12.1 70

(Sumber : PT Petrokimia Gresik, 2019)

Dari tabel I.3, diketahui ketersediaan bahan baku Asam fluosilikat 18% w rata-rata 45.000 ton/tahun.

Pada tingkat nasional, pada tahun 2024, konsumsi  $\text{AlF}_3$  dapat diprediksi dengan interpretasi data tabel I.1 dalam kurva linier seperti terlihat di Gambar I.1



**Gambar I. 1** Kurva Konsumsi  $\text{AlF}_3$  dalam Negeri Tahun 2013-2024

Berdasarkan kurva di Gambar I.1 proyeksi konsumsi  $\text{AlF}_3$  dalam negeri mengalami penurunan hingga mencapai 4.270 ton/tahun pada tahun 2024.

Industri Aluminium fluorida di Indonesia hanya dilakukan oleh PT Petrokimia Gresik dengan kapasitas 12.600 ton/tahun. PT Petrokimia Gresik menggunakan 1,965 ton Asam fluosilikat 18%w dan 1,965 ton  $\text{Al}(\text{OH})_3$  untuk menghasilkan 1,641 ton  $\text{AlF}_3$  maka untuk memproduksi 12.600 ton/tahun  $\text{AlF}_3$  membutuhkan 15.088 ton/tahun Asam fluosilikat. Oleh karena itu, terdapat *excess* bahan baku Asam fluosilikat sebesar 30.000 ton/tahun yang cukup untuk memproduksi  $\text{AlF}_3$  sebesar 25.000 ton/tahun.

(PT Petrokimia Gresik, 2019)

Konsumsi  $\text{AlF}_3$  dalam negeri cenderung menurun. Akan tetapi, smelter baru PT Inalum dengan kapasitas 500.000 ton/tahun Aluminium yang berlokasi di Mempawah, Kalimantan Barat akan mulai beroperasi pada tahun 2022. Oleh karena itu, mulai tahun 2022 konsumsi  $\text{AlF}_3$  dalam negeri akan bertambah sebanyak 9.000 ton/tahun menjadi  $\pm 13.270$  ton per tahun.

(PT Inalum, 2019)

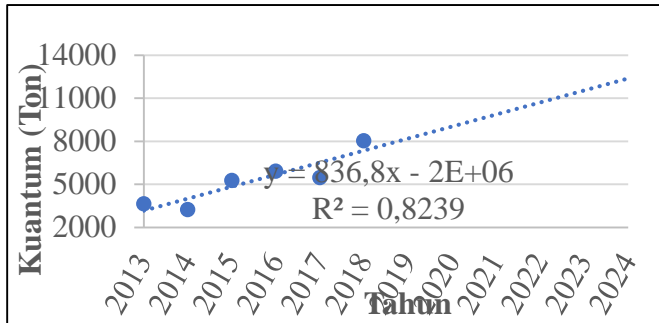
Pada tingkat global, pada tahun 2024 permintaan Aluminium fluorida di Amerika Utara dan Eropa tumbuh pada tingkat yang lambat. Akan tetapi, berbanding terbalik dengan negara di Amerika Latin dan Afrika yaitu terjadi perkembangan signifikan industri pengguna akhir basis Aluminium. Kemudian, diikuti terdapat cadangan fluorspar yang besar di Afrika Selatan yang belum dimanfaatkan. Oleh karena itu, Amerika Latin dan Afrika menjadi tujuan ekspor prospektif  $\text{AlF}_3$ . Selama lima tahun ke depan pasar Aluminium Fluorida di dunia akan mencapai 1,8% CAGR (*Compound Annual Growth Rate*) dalam hal pendapatan, Dalam ukuran pasar global akan mencapai US \$ 1.720 juta pada tahun 2024, dari US \$ 1.550 juta pada tahun 2019. Sehingga bisa dilihat bahwa Prospek  $\text{AlF}_3$  meningkat pada tahun 2024.

(Research Reports World, 2019)

Pada tingkat dunia, selain PT Petrokimia Gresik, terdapat beberapa perusahaan seperti Alufluor (Swedia), MexiChem (Meksiko), Arab Mining Co. (Tunisia), Aohan Yinyi Mining Co. Ltd (China), Boliden Odde (Norwegia), Gulf Fluor (Uni Emirat Arab), dan Rio Tinto Alcan (Kanada) dengan total kapasitas produksi mencapai 430.000 ton/tahun. Pada tahun 2016, kebutuhan Aluminium fluorida dunia mencapai 600.000 ton per tahun. Peminat tertinggi berasal dari Mozambik yang mencapai 300.000 ton per tahun dan India yang mencapai 60.000 ton per tahun serta Jepang, Inggris, Amerika Serikat, dan Rumania. Oleh karena itu, diketahui margin konsumsi global mencapai 170.000 ton/tahun.

(PT Petrokimia Gresik, 2018)

Untuk pasar global, konsumsi  $\text{AlF}_3$  luar negeri sangatlah besar. Hasil interpretasi data ekspor tabel 1.1 dalam bentuk kurva linier terlihat Gambar 1.2. Berdasarkan kurva di Gambar 1.2 diprediksi kebutuhan ekspor  $\text{AlF}_3$  mengalami peningkatan yang signifikan. Hasil proyeksi kebutuhan ekspor  $\text{AlF}_3$  disajikan tabel 1.4



**Gambar I. 2** Kurva Kebutuhan Ekspor  $\text{AlF}_3$  Tahun 2013 – 2024

**Tabel I. 3** Proyeksi Kebutuhan Ekspor  $\text{AlF}_3$  Tahun 2019-2025

No.	Tahun	Jumlah (Ton/Tahun)
1	2019	8.195,8
2	2020	9.032,6
3	2021	9.869,4
4	2022	10.706,2
5	2023	11.543,0
6	2024	12.379,8

Kebutuhan ekspor  $\text{AlF}_3$  mencapai 12.279,8 ton/tahun. Oleh karena itu, apabila diakumulasikan kebutuhan dalam negeri dan ekspor mencapai  $\pm 25.500$  ton/tahun.

Disisi lain, pemerintah Indonesia telah memiliki rencana pembangunan industri yang tertuang dalam Rencana Induk Pembangunan Industri Nasional (RIPIN) 2015-2035. Rancangan Industri Berbasis Mineral Tambang disajikan pada tabel I.2

**Tabel I. 4** Proyeksi Kebutuhan Sumber daya Alam Industri

No	Kelompok/ Jenis Industri	Kebutuhan Sumber Daya Alam		
		Kapasitas Produksi (juta ton/tahun)		
		2015-2019	2020-2024	2025-2035
<b>Industri Berbasis Mineral Tambang</b>				
1	Besi Baja Dasar	12,00	17,00	25,00
2	Nikel	0,20	0,25	0,30
3	Tembaga	0,50	0,75	1,00
4	Aluminium	0,30	0,60	1,00

(RIPIN, 2015)

Berdasarkan Tabel I.2, dapat diketahui bahwa kebutuhan Aluminium pada tahun 2024 sekitar 600.000 ton/tahun. Setiap ton Aluminium membutuhkan 42 kg  $AlF_3$  sehingga akan membutuhkan  $AlF_3$  sebanyak 25.200 ton/tahun pada tahun 2024.

Rancangan RIPIN memiliki nilai prediksi yang mirip terhadap prediksi gambar I.1 dan I.2 dengan total kebutuhan 25.540 ton/tahun pada 2024. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa  $AlF_3$  masih dibutuhkan di Indonesia dimasa mendatang.



## BAB II BASIS DESAIN DATA

### II.1 Kapasitas Produksi

Berdasarkan Tabel I.2, bahan baku  $\text{H}_2\text{SiF}_6$  18%w yang diproduksi mencapai 143.000 ton/tahun dengan *excess* mencapai 59.500 ton/tahun. *Excess* bahan baku tersebut cukup untuk memenuhi industri  $\text{AlF}_3$  berkapasitas 10.000 ton/tahun.

Pada tahun 2024, kebutuhan  $\text{AlF}_3$  dalam negeri mencapai 13.270 ton/tahun sedangkan kebutuhan ekspor mencapai 12.400 ton/tahun. Produksi  $\text{AlF}_3$  dalam negeri konstan pada 12.600 ton/tahun.

Selama rentang tahun 2012-2019 tidak terdapat catatan impor  $\text{AlF}_3$ . Kebutuhan  $\text{AlF}_3$  dalam negeri telah terpenuhi melalui produksi dalam negeri oleh PT Petrokimia Gresik. Data tersebut disajikan dalam tabel sebagai berikut

**Tabel II. 5** Proyeksi Kebutuhan, Produksi, dan Impor Tahun 2024

<b>Proyeksi</b>	<b><math>\text{AlF}_3</math> (Ton/Tahun)</b>
Konsumsi Dalam Negeri	13.270
Konsumsi Ekspor	12.270
Produksi	12.600
Impor	0

Berdasarkan tabel II.1, dapat dihitung kebutuhan  $\text{AlF}_3$  di Indonesia pada tahun 2024 sebagai berikut :

$$\text{Kebutuhan } \text{AlF}_3 = (\text{Konsumsi} + \text{Ekspor}) - (\text{Produksi} + \text{Impor})$$

$$= [(12.270 + 13.270) - (12.600 + 0)]$$

ton/tahun

$$= 12.940 \text{ ton /tahun}$$

Mempertimbangkan kebutuhan  $\text{AlF}_3$  terhadap ketersediaan bahan baku, dapat disimpulkan bahwa bahan baku mencukupi untuk 100% kebutuhan produksi  $\text{AlF}_3$ . Kemudian, mempertimbangkan

kebutuhan dalam negeri, potensi ekspor, serta *existing plant* maka diambil 80% dari kebutuhan  $\text{AlF}_3$  yaitu 10.000 ton/tahun.

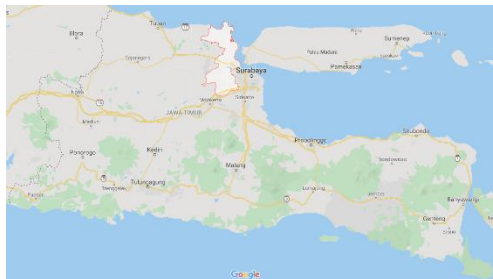
## II.2 Lokasi Pabrik $\text{AlF}_3$

Lokasi suatu pabrik sangat mempengaruhi keberhasilan dan keberlangsungan produksi pabrik tersebut. Pemilihan lokasi pabrik merupakan faktor yang berkaitan erat dengan efisiensi perusahaan ditinjau dari segi ekonomi. Terdapat beberapa faktor yang menjadi parameter penentuan lokasi pendirian pabrik meliputi ketersediaan bahan baku, pemasaran produk, utilitas, iklim, transportasi, waste disposal, sumber daya manusia, perundang-undangan, pajak, karakteristik lokasi, dan pemadam kebakaran.

Sesuai dengan amanat Pasal 14 Undang-Undang Nomor 3 Tahun 2014 tentang Perindustrian yang terdapat pada RIPIN 2015-2035, maka selanjutnya perwilayahan industri dilakukan melalui pengembangan Wilayah Pusat Pertumbuhan Industri (WPPI), pengembangan Kawasan Peruntukan Industri, pembangunan Kawasan Industri, dan pengembangan Sentra Industri Kecil dan Industri Menengah. Setiap provinsi memiliki daerah prioritas pengembangan wilayah industri.

(RIPIN, 2015)

Rasio  $\text{AlF}_3$  terhadap Asam fluosilikat adalah 1:5,95 sehingga pabrik ini memiliki orientasi pada bahan baku karena jumlah bahan baku lebih banyak dibandingkan jumlah produknya sehingga biaya transportasi akan lebih hemat apabila pabrik didirikan di dekat sumber bahan baku.



**Gambar II. 1** Letak Kabupaten Gresik



Industri JIPE memiliki fasilitas berupa pelabuhan yang memungkinkan untuk *loading* barang yang diimpor dan proses ekspor produk. Kemudian, terdapat akses jalan tol dan kereta api yang langsung menuju kawasan JIPE yang disediakan oleh *developer* JIPE.

### 3. Karakteristik Lokasi

JIPE merupakan kompleks kawasan industri yang berdiri di atas lahan bekas tambak garam sehingga jauh dari pemukiman penduduk. Ketersediaan lahan kosong di daerah Kawasan Industri JIPE cukup tinggi. Oleh karena itu, harga tanah relatif lebih murah sehingga memungkinkan untuk memperoleh lahan yang luas untuk perluasan pabrik dan fasilitas pendukung lainnya. Kemudian, lokasi merupakan dataran rendah sehingga resiko terjadinya bencana alam kecil. Selain itu, laut yang berbatasan dengan kawasan ini merupakan laut Selat Madura yang tenang dengan ombak yang cukup rendah, memudahkan proses pengangkutan bahan baku maupun produk. Iklim di Gresik merupakan tropis, mencapai 28,5°C suhu ambient, kelembapan 2,245 mm per tahun, kecepatan angin 4-6 knot per detik.

### 4. Ketersediaan Bahan Bakar, Listrik, Air, dan Utilitas lainnya

Kabupaten Gresik memiliki beberapa pembangkit listrik lokal yaitu 3 blok PLTGU, 2 PLTG, dan 4 PLTU yang memiliki total kapasitas listrik mencapai 2,218 MW. Kemudian, di Gresik juga terdapat hilir sungai Bengawan Solo yang dapat menjadi sumber air untuk proses produksi maupun proses penunjang produksi serta kebutuhan air untuk pekerja industri. Selain itu, kebutuhan bahan bakar dapat diperoleh dari PT Pertamina melalui RU IV Cilacap. JIPE juga memiliki unit utilitas yang dapat membantu baik pembangkit listrik batubara, pembangkit steam, dll.

### 5. Limbah

Kabupaten Gresik memiliki industri pengolahan limbah cair seperti PT Ardi Restu Arta dan PT Triata Mulia Indonesia. sehingga pengolahan limbah cair dapat dipihak ketigakan kepada industri tersebut. Kemudian, limbah cair

yang telah diolah sesuai AMDAL (Analisa Mengenai Dampak Lingkungan) dapat dibuang ke laut melalui Sungai Bengawan Solo. Kabupaten Gresik juga merupakan pesisir pantai sehingga kaya akan udara mengalir sehingga limbah udara yang telah diolah dapat dibuang dan tidak terjadi akumulasi.

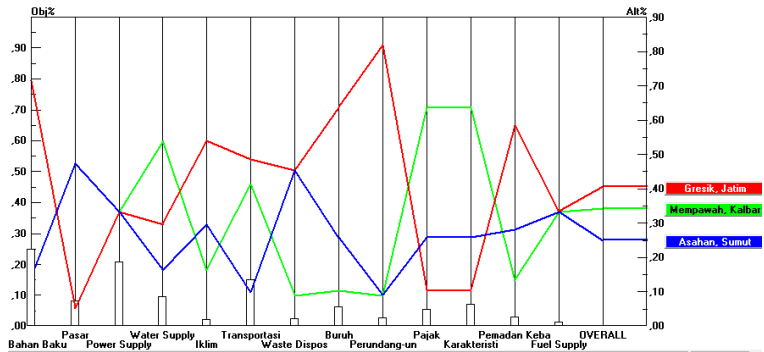
6. Ketersediaan Tenaga Kerja

Tenaga kerja yang dibutuhkan tidak perlu memiliki keahlian khusus sehingga lulusan SMA sederajat dapat dipekerjakan. Jawa Timur yang merupakan salah satu provinsi yang menyumbang pertumbuhan ekonomi tertinggi dengan populasi 40 juta jiwa secara khusus, kabupaten Gresik memiliki penduduk sebanyak 1,3 juta. Kemudian, Gresik juga berdekatan dengan Surabaya, Sidoarjo, Mojokerto dan Lamongan yang memiliki banyak lembaga pendidikan sehingga tenaga kerja tersedia melimpah. Selain itu, di Gresik terdapat perusahaan penyedia jasa pekerja seperti PT Fokus Jasa Mitra.

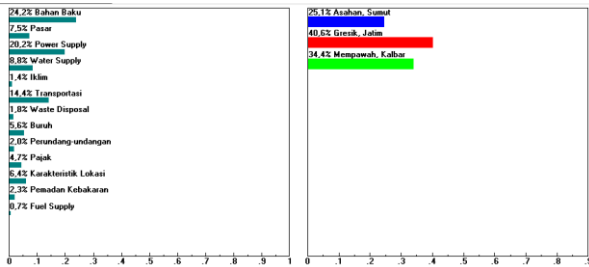
7. Faktor Ekonomi, Sosial, dan Hukum

Kabupaten Gresik merupakan daerah prioritas pembangunan wilayah industri di Jawa Timur sesuai RIPIN 2015-2035 sehingga dalam hal ekonomi laju perekonomian Gresik tinggi yang menyebabkan dalam segi sosial kabupaten Gresik jauh dari kerusuhan. Keamanan yang mumpuni juga membuat tingkat kriminalitas di Gresik relatif lebih sedikit. Berdasar faktor hukum, Pembangunan JIPE sesuai Undang-Undang Nomor 3 Tahun 2014 yang mengatur semua kegiatan usaha masuk kawasan industri. Pengembangan kawasan industri di Indonesia kedepannya diarahkan terintegrasi.

Berdasarkan pertimbangan diatas digunakan bantuan *software* Expert Choice 11 untuk menentukan lokasi terbaik. Terdapat 3 opsi lokasi yang memungkinkan yaitu di kabupaten Gresik, Jawa Timur, lalu kabupaten Asahan, Sumatera Utara dan kabupaten Mempawah, Kalimantan Barat, dihasilkan,



Gambar II.3 Grafik Performance Expert Choice 11



Gambar II.4 Grafik Dynamic Expert Choice 11

### II.3 Kualitas Bahan Baku dan Produk

Bahan baku yang digunakan pada produksi  $AlF_3$  adalah sebagai berikut.

#### II.3.1 Kualitas Bahan Baku

##### 1. Aluminium Hidroksida

Rumus Molekul :  $Al(OH)_3$

Wujud : Padat, berwarna putih

Berat Molekul : 78 gram/mol

Titik Lebur :  $300^{\circ}C$

Kelarutan : Tidak larut dalam air dan

alkohol tetapi larut dalam asam

Specific Gravity : 2,42

Densitas bulk :  $1.150 \text{ kg/m}^3$

Kadar $\text{Al}(\text{OH})_3$	: 98,50% min.
Kadar $\text{Fe}_2\text{O}_3$	: 0,04% maks.
Kadar $\text{SiO}_2$	: 1,50% maks.
Harga	: \$277,42/ton

## 2. Asam Fluosilikat ( $\text{H}_2\text{SiF}_6$ )

Rumus Molekul	: $\text{H}_2\text{SiF}_6$
Wujud	: cair, tidak berwarna
Berat Molekul	: 144,08 gram/mol
Titik Lebur	: $-30^\circ\text{C}$
Tekanan Uap	: 218 mmHg pada $20^\circ\text{C}$
Kelarutan	: larut dalam air
Spesific Gravity	: 1.15
Kadar $\text{H}_2\text{SiF}_6$	: 18% min.
Kadar $\text{P}_2\text{O}_5$	: 0,025% maks.
Kadar $\text{Fe}_2\text{O}_3$	: 0,007% maks.
Kadar $\text{H}_2\text{O}$	: 82% maks.
Harga	: \$335,00/ton

## II.3.2 Kualitas Produk

### 1. Alumunium Fluorida (SNI 06-2603-1992)

Rumus Molekul	: $\text{AlF}_3$
Berat Molekul	: 83,98 gram/mol
Wujud	: serbuk, berwarna putih
Titik Lebur	: $1.290^\circ\text{C}$
Desnitas bulk	: $770 \text{ kg/m}^3$
Kadar $\text{AlF}_3$ (%)	: 97% min.
Kadar $\text{SiO}_2$	: 0.20% maks.
Kadar $\text{P}_2\text{O}_5$	: 0.02% maks.
Kadar $\text{Fe}_2\text{O}_3$	: 0.07% maks
Kadar $\text{H}_2\text{O}$	: 2,80% maks.
Harga	: \$1.429,51/ton

### 2. Silika Dioksida

Rumus Molekul	: $\text{SiO}_2$
Berat Molekul	: 60,09 gram/mol

Wujud	: padat, berwarna putih
Titik Lebur	: 1.610°C
Desnitas bulk	: 1.600 kg/m <sup>3</sup>
Kadar SiO <sub>2</sub>	: 67% min.
Harga	: \$2.250,00/ton



## BAB III SELEKSI DAN URAIAN PROSES

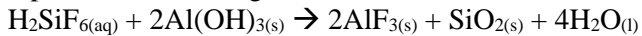
### III.1 Tipe Proses

Saat ini, produksi  $\text{AlF}_3$  dapat dilakukan menggunakan beberapa proses. Proses tersebut terbagi menjadi 2 kelompok yaitu “*Dry Process*” dan “*Wet Process*” Tipe proses yang tersedia adalah sebagai berikut:

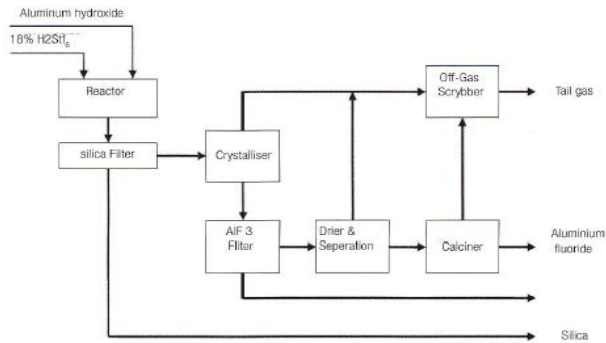
#### III.1.1 Aluminium fluorida dari Asam fluosilikat dan Aluminium hidroksida dengan

##### Proses Basah

Bahan bakunya terdiri atas  $\text{H}_2\text{SiF}_6$  18-22 %w dalam bentuk cair dan  $\text{Al}(\text{OH})_3$  padat. Reaksi yang terjadi dalam proses adalah sebagai berikut,



Produk utama berupa  $\text{AlF}_3$  dengan konsentrasi minimal 94%w dengan densitas sebesar 0,7-0,71  $\text{kg/m}^3$ . Teknologi proses ini juga disebut sebagai “*Low Bulk Density*”. Proses ini menghasilkan produk samping  $\text{SiO}_2$  dan limbah berupa *off gas* dan *wastewater*.  $\text{SiO}_2$  sebagai produk samping harus dipisahkan dengan cara filtrasi. Teknologi ini telah digunakan di PT Petrokimia Gresik. Produk  $\text{AlF}_3$  memiliki persentase *Loss Of Ignition* sebesar 0,85% maks. *Loss of Ignition* (LOI) merupakan produk yang masih terdapat unsur *tri hidrate* ( $\text{AlF}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ) atau produk  $\text{AlF}_3$  yang tidak terkena panas pada suhu 550°C sehingga masih tersisa unsur hidrat. Kebutuhan utilitas untuk teknologi proses ini adalah air, steam, listrik, gas alam, dan *cooling water*. Reaksi ini berlangsung pada suhu 100 °C. Berikut merupakan blok diagram dengan Proses Basah:



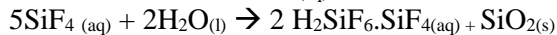
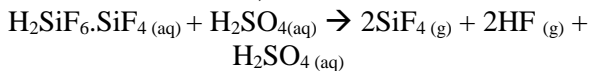
**Gambar III. 1** Blok diagram proses pembuatan Aluminium fluorida dari Asam fluosilikat dan Aluminium hidroksida dengan Proses Basah

### III.1.2. Aluminium fluorida dari Asam fluosilikat dan Aluminium hidroksida dengan

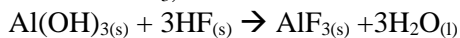
#### Proses Kering

Pada Proses kering bahan baku yang digunakan terdiri atas  $\text{H}_2\text{SiF}_6 \cdot \text{SiF}_4$  18-22 % w,  $\text{Al}(\text{OH})_3$ , serta  $\text{H}_2\text{SO}_4$  dengan konsentrasi 70-75% w. Teknologi proses ini juga disebut sebagai “*High Bulk Density*”. Teknologi proses ini memiliki dua proses reaksi yaitu pembentukan HF anhidrat dan pembentukan produk  $\text{AlF}_3$ . Dua proses reaksinya sebagai berikut :

Pembentukan anhidrat HF,

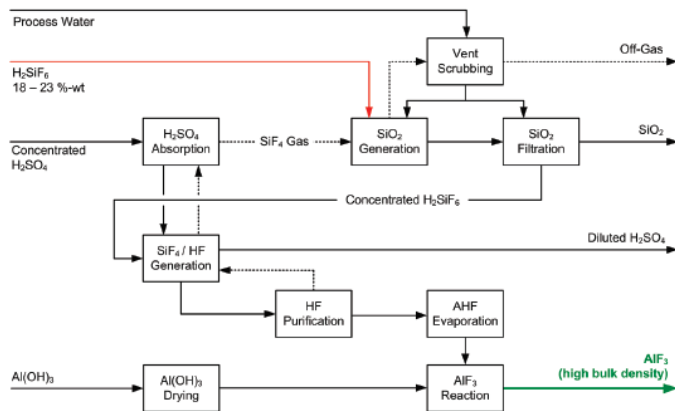


Pembentukan  $\text{AlF}_3$ ,



Proses ini menghasilkan produk utama berupa  $\text{AlF}_3$  dengan konsentrasi minimal 91%w dengan densitas sebesar  $1,5 \text{ kg/m}^3$ . Proses ini menghasilkan produk

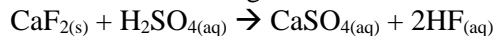
samping  $\text{SiO}_2$  dan limbah berupa *off gas* dan *dilute H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>* 70-75%. *Dilute H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>* yang dihasilkan mengandung *trace HF* sehingga membutuhkan proses pemurnian untuk dapat dipakai kembali. Teknologi proses ini memiliki persentase *Loss Of Ignition* sebesar 0,5% maks. yang kurang sesuai dengan permintaan pasar. Kebutuhan utilitas untuk teknologi proses ini terdiri atas air, *steam*, *low pressure steam*, *medium pressure steam*, listrik, gas alam, *cooling water*, dan *chilled water*.



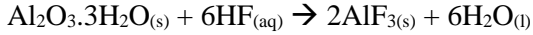
**Gambar III. 2** Blok Diagram proses pembuatan Aluminium fluorida dari Asam fluosilikat dan Aluminium hidroksida dengan Proses Kering

### III.1.3. Aluminium fluorida dari Flourspar dan Alumina

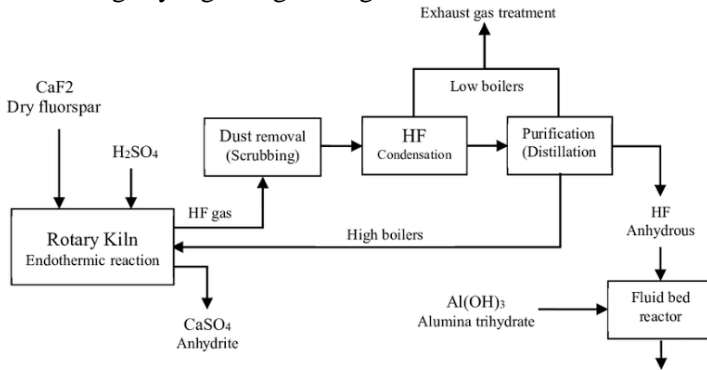
Bahan baku yang digunakan adalah  $\text{CaF}_2$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , dan  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ . Asam fluorida yang dibuat dari flourspar direaksikan dengan Alumina trihidrat pada suhu 80 C sampai Alumina terlarut sempurna dan menghasilkan Aluminium fluorida yang bercampur *trace HF*. Aluminium fluorida yang dihasilkan lalu difiltrasi, dikeringkan, dan dikalsinasi sehingga menghasilkan Aluminium fluorida dengan konsentrasi minimal 97 % w.



Gas HF akan dicairkan dan dihilangkan kandungannya sehingga menjadi anhidrat HF. Bahan baku  $\text{Al}_2\text{O}_3$  dikeringkan terlebih dahulu sebelum digunakan sehingga tidak mengandung kandungan air. Kemudian,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  direaksikan di dalam reaktor sehingga menghasilkan  $\text{AlF}_3$ .

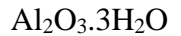


Limbah teknologi ini adalah *slurry*  $\text{CaSO}_4$ , *waste water*, dan gas yang mengandung HF.



**Gambar III. 3** Blok Diagram Aluminium fluorida dari Flourspar dan Alumina

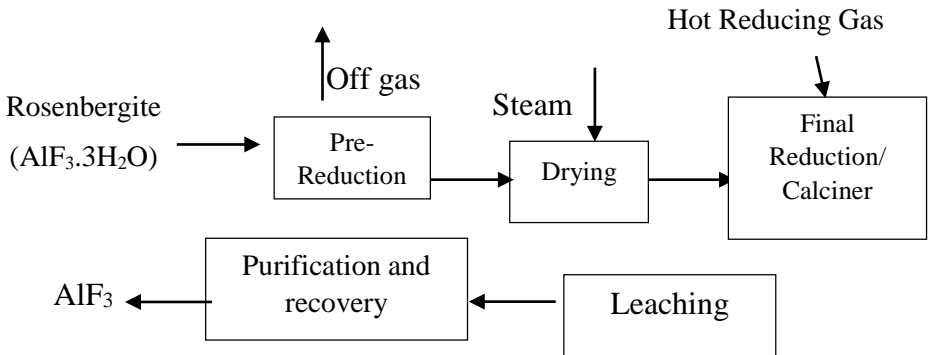
### III.1.4. Pemurnian Mineral Rosenbergite



Bahan baku teknologi ini adalah mineral Rosenbergite yaitu  $\text{AlF}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  yang dapat diperoleh di Tuscany, Italia atau di pulau Ross, Antartika. Teknologi ini dapat menghasilkan  $\text{AlF}_3$  dengan kemurnian mencapai 99% w. Proses yang digunakan adalah pencucian, *drying*, dan kalsinasi. Reaksi yang terjadi adalah



Produk memiliki densitas yang tinggi yaitu 1,4-1,5 kg/m<sup>3</sup>



**Gambar III. 4** Blok Diagram Pemurnian Mineral Rosenbergite  
**III.2 Seleksi Proses**

Berdasarkan teknologi proses produksi  $\text{AlF}_3$  yang ada maka dapat dilakukan komparasi dengan beberapa parameter sebagai berikut,

**Tabel III. 1** Perbandingan Proses Produksi  $\text{AlF}_3$

Parameter	Proses 1	Proses 2	Proses 3	Proses 4
Ekonomi				
- Bahan Baku	(1) $\text{H}_2\text{SiF}_6$ , (2) $\text{Al(OH)}_3$	(1) $\text{H}_2\text{SiF}_6 \cdot \text{SiF}_4$ , (2) $\text{Al(OH)}_3$ , (3) $\text{H}_2\text{SO}_4$	(1) $\text{CaF}_2$ , (2) $\text{H}_2\text{SO}_4$ , (3) $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	$\text{AlF}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ O
- Ketersediaan	(2) impor	(1) dan (2) impor	(1) impor	impor
- Konsumsi Energi	Besar	impor Sedang	Besar	Sedang

Proses - Produk - Densitas (kg/m <sup>3</sup> ) - Limbah	94% w 0,7-0,71 SiO <sub>2</sub> , <i>off gas</i> , <i>wastewater</i>	91% w 1,5 SiO <sub>2</sub> , <i>off gas</i> , <i>dilute H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></i> 70-75% dengan <i>trace HF</i>	97% w 1,1-1,2 <i>slurry CaSO<sub>4</sub></i> , <i>waste water</i> , dan gas yang mengandung HF	99% w 1,4-1,5 <i>waste water</i> , logam campuran
Kondisi operasi - Suhu - Tekanan - Waktu	90 Atmosferik <i>Batch</i> , 2,25 jam	Ambient Atmosferik <i>Batch</i> , 2,50 jam	80 Atmosferik Kontinyu	- Atmosferik Kontinyu

Mempertimbangkan beberapa parameter tersebut maka dipilih proses 1 sebab

1. Bahan baku utama yang digunakan merupakan limbah pabrik fosfat PT Petrokimia Gresik berupa H<sub>2</sub>SiF<sub>6</sub> 18-22 %w yang memiliki nilai jual yang rendah. Bahan baku CaF<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>SiF<sub>6</sub>.SiF<sub>4</sub>, dan mineral Rosenbergit (AlF<sub>3</sub>.3H<sub>2</sub>O) tidak terdapat di Indonesia sedangkan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dapat dengan mudah diperoleh di Indonesia dan Al(OH)<sub>3</sub> dapat diperoleh dari Australia. CaF<sub>2</sub> merupakan hasil tambang yang dapat diimpor dari Afrika dengan biaya yang lebih mahal dibandingkan H<sub>2</sub>SiF<sub>6</sub> 18-22 %w.
2. Limbah yang dihasilkan proses 1 memiliki nilai jual yang cukup tinggi yaitu SiO<sub>2</sub> 67%. Bahan tersebut bisa digunakan sebagai bahan baku produksi pabrik Asam sulfat. Limbah proses 2 yaitu H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> yang tercemar HF, dibutuhkan distilasi/pemurnian tetapi nilai jual H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> tidak sesuai dengan biaya distilasi HF. Proses 3

- menghasilkan slurry  $\text{CaSO}_4$  yang bisa dijual sebagai gypsum, proses 4 menghasilkan logam heterogen.
3. Kemurnian produk hampir sama dengan densitas produk proses 1 lebih rendah dibandingkan proses yang lain. Akan tetapi, untuk target pasar industri pemurnian logam seperti Aluminium,  $\text{AlF}_3$  dengan densitas yang rendah lebih dipilih untuk digunakan dan memiliki konsentrasi yang tinggi.
  4. Proses 1 menggunakan proses batch sehingga lebih mudah dikontrol kualitas produk nya dibandingkan proses kontinyu.

### III.3 Basis Perhitungan

- Waktu Operasi : 330 hari/tahun
- Basis Perhitungan : 1 jam operasi
- Produk yang dihasilkan : 10.000 ton/tahun
- Suhu referensi :  $25^\circ\text{C}$
- Satuan Perhitungan : kilogram/jam

### III.4 Basis Desain Data

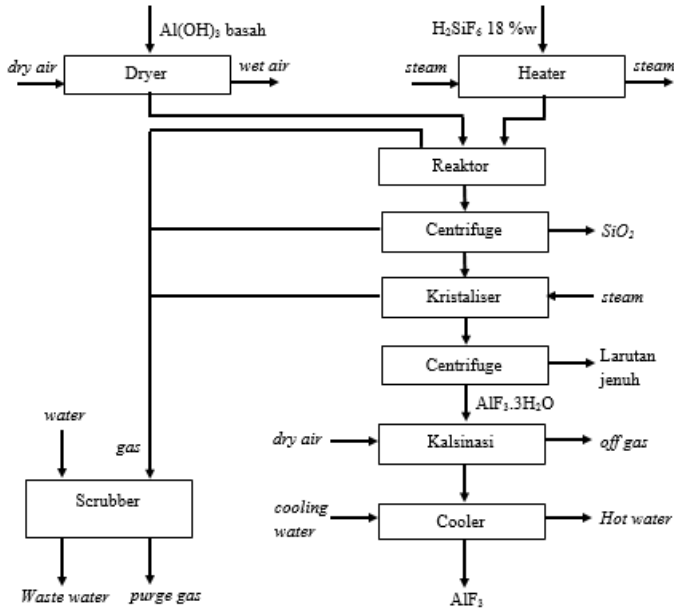
- Curah Hujan : 0%
- Suhu :  $28,5^\circ\text{C}$
- Kelembapan : 75%
- Kecepatan Angin : 18 km/h

### III.5 Uraian Proses

Proses pembuatan  $\text{AlF}_3$  pada pabrik ini menggunakan Proses Basah, secara umum keseluruhan proses produksi  $\text{AlF}_3$  ditampilkan dalam blok diagram pada Gambar III.5. Pembuatan  $\text{AlF}_3$  dibagi menjadi beberapa proses yaitu :

1. Proses Persiapan Bahan Baku
2. Proses Reaksi
3. Proses Pemisahan Silika
4. Proses Kristalisasi
5. Proses Pemisahan  $\text{AlF}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$

6. Proses Kalsinasi
7. Proses Pendinginan dan Pengemasan Produk
8. Proses Gas *Scrubbing*



**Gambar III. 5** Block Diagram Pembuatan  $\text{AlF}_3$

### III.3.1 Proses Persiapan Bahan Baku

#### III.3.1.1 Penyediaan $\text{H}_2\text{SiF}_6$

$\text{H}_2\text{SiF}_6$  dikirim dari Pabrik Asam fosfat dari PT Petrokimia Gresik dan disimpan dalam tanki penyimpanan. Kemudian dipompa menuju tanki penyimpanan kedua (*preheated*



*tank*). Di dalam tanki ini liquid mengalami pemanasan awal. *preheated tank* lalu dipompa lagi menuju ke *Heat Exchanger* untuk dipanaskan terlebih dahulu sebelum direaksikan dengan  $\text{Al}(\text{OH})_3$ . Suhu pada *Heat Exchanger* dijaga antara  $78^\circ\text{C} - 81^\circ\text{C}$ . Apabila suhu sudah mencapai antara  $75^\circ\text{C} - 78^\circ\text{C}$  dan akan dikirimkan ke reaktor. Akan tetapi apabila suhu belum mencapai  $75^\circ\text{C}$  akan dikembalikan lagi ke *preheated tank* untuk dialirkan kembali ke *Heat Exchanger* agar suhu sebelum reaksi tercapai.

### III.3.1.2 Penyediaan $\text{Al}(\text{OH})_3$

Bahan baku  $\text{Al}(\text{OH})_3$  diletakkan di atas *Bag Opener* yang sudah terpasang besi untuk menyobek tempat  $\text{Al}(\text{OH})_3$ . Setelah disimpan pada *silo*. Untuk menghindari agar debu tidak berhamburan dari silo, alat-alat tersebut dipasang *exhaust fan* dan disaring oleh filter Dari *silo*  $\text{Al}(\text{OH})_3$ .

### III.3.2 Proses Reaksi

Sebelum reaksi pemisahan silika, terlebih dahulu dilakukan reaksi pembentukan produk. Pada saat reaksi suhu mencapai  $99^\circ\text{C}$ , reaksi dilakukan selama 15 – 20 menit. Reaktor dilengkapi dengan agitator agar tidak terjadi endapan dari sisa hasil reaksi. Reaksi pembentukan produk bersifat eksotermis. Berikut reaksi yang terjadi di dalam reaktor :



Untuk jumlah  $\text{Al}(\text{OH})_3$  dan silika yang diperlukan untuk reaksi dihitung sesuai dengan konsentrasi  $\text{H}_2\text{SiF}_6$  yang masuk pada reaktor.

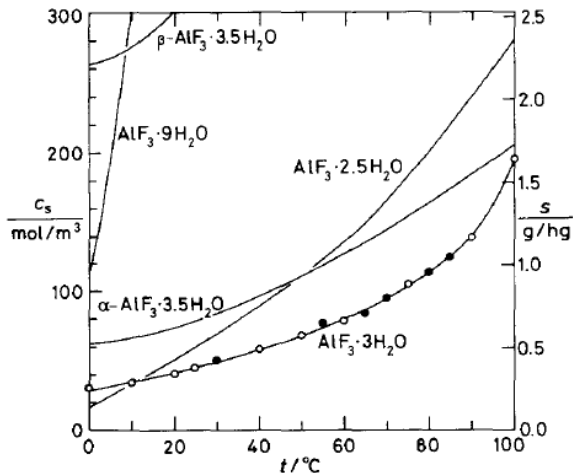
### III.3.3. Proses Pemisahan Silika

Agar kualitas produk bagus, silika yang terdapat dalam hasil reaksi harus segera dipisahkan dan kadar air pada silika juga harus diturunkan. Setelah reaksi, dialirkan menuju *centrifuge*. Di dalam *centrifuge*,  $\text{AlF}_3$  akan dipisahkan dari  $\text{SiO}_2$ . Pemisahan dilakukan berdasarkan densitas. Terdapat perbedaan densitas yang signifikan antara  $\text{AlF}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ , dan  $\text{SiO}_2$  dimana densitas tertinggi pada  $\text{SiO}_2$  yaitu  $2.650 \text{ kg/m}^3$  sedangkan densitas  $\text{AlF}_3$  dan  $\text{H}_2\text{O}$

yaitu 770 dan 1000 kg/m<sup>3</sup>. Pengambilan padatan SiO<sub>2</sub> menggunakan *peeling knife* lalu dimasukkan ke dalam Gudang SiO<sub>2</sub>

### III.3.3 Kristalisasi

Pada proses kristalisasi, slurry dari *centrifuge* akan dikristalkan. Kristaliser merupakan *batch* dengan *batch time* 3 jam sehingga digunakan 4 kristaliser secara paralel. Sebelum masuk ke kristaliser, slurry akan ditampung pada AlF<sub>3</sub> distributor untuk dialirkan ke kristaliser melewati *rotary valve*. Fungsi dari AlF<sub>3</sub> distributor yaitu untuk mengatur tujuan aliran slurry agar tidak terjadi luber/tumpah pada kristaliser. Pada proses ini, slurry dikontakkan langsung dengan steam dari bagian bawah kristaliser. Steam yang digunakan adalah saturated steam (*wet steam*). Kontak ini bertujuan agar terjadi pemanasan slurry sehingga mengkonsentrasi AlF<sub>3</sub> sehingga konsentrasi meningkat untuk mencapai garis kristalisasi. Kristal yang terbentuk adalah AlF<sub>3</sub>.3H<sub>2</sub>O. Berikut ini, grafik kristalisasi,



**Gambar III.6** Kelarutan AlF<sub>3</sub> hidrat

Pada suhu 90°C maka target konsentrasi untuk mencapai kristalisasi yaitu 140 mol/m<sup>3</sup>.

Selain itu, tujuan kontak langsung dengan steam yaitu untuk meningkatkan *porosity solid* AlF<sub>3</sub>. Dengan meningkatnya porositi solid maka diharapkan produk menjadi *low bulk density*. *Kristalizer* dilengkapi dengan agitator atau pengaduk agar produk tidak mengeras selama pemanasan. Setelah proses selesai akan ditampung pada tangki penampung.

### III.3.4 Pemisahan AlF<sub>3</sub>.3H<sub>2</sub>O

Proses ini bertujuan untuk memisahkan AlF<sub>3</sub>.3H<sub>2</sub>O dengan larutan jenuh (*mother liquor*). Pemisahan menggunakan sentrifuge tipe sentrifugal sehingga pemisahan berdasarkan densitas. Solid AlF<sub>3</sub>.3H<sub>2</sub>O akan terpisah dengan *mother liquor* dengan suhu operasi antara 80°C. *Mother liquor* mengandung bahan baku yang tidak bereaksi dan sebagian AlF<sub>3</sub> yang tidak terkristalkan. *Mother liquor* akan ditampung pada vessel untuk sebagian di *recycle* menuju kristalizer sedangkan sebagian lagi di *purge* menuju *waste water treatment*. *Recycle* bertujuan sebagai inisiator terbentuknya kristal di kristalizer. Kristal yang terpisah akan masuk ke dalam *hopper* lalu akan dialirkan menuju tahap kalsinasi.

### III.3.5 Kalsinasi

Pada proses ini, pengurangan kadar air dalam AlF<sub>3</sub> dibagi menjadi 2 yaitu proses *drying* dan proses kalsinasi. Proses ini dilakukan di alat yang dinamakan kalsiner. Pada tahap ini, kristal AlF<sub>3</sub> juga akan dikurangi kadar airnya baik air dalam bentuk bebas maupun hidrat untuk mendapatkan spesifikasi produk yang diinginkan. Kadar air akan dikurangi hingga 2,8%w. Proses ini menggunakan *hot dry air* pada suhu 130°C sebagai media pembawa uap air. Pemanasan *dry air* menggunakan *electric heater*. Temperatur operasi kalsiner yaitu 350°C dengan *direct heating*. Berikut reaksi yang terjadi pada proses kalsinasi:





Kalsiner sendiri dibagi menjadi 6 ruang pemanasan. Ruang pertama hingga kelima merupakan ruang pemanasan dimana suhunya sangat tinggi, sedangkan ruang ke enam merupakan suhu produk yang sudah jadi. Bahan bakar yang digunakan pada kalsiner adalah bensin karena hasil dari pembakaran bensin lebih konstan dibandingkan dengan batu bara maupun bahan bakar solar. *Hot air* yang keluar akan melalui *cyclone* terlebih dahulu untuk menangkap padatan yang terbawa lalu gas yang terpisah akan masuk ke dalam sistem *scrubbing*.

### III.3.6 Pendinginan dan Pengemasan Produk

Padatan  $\text{AlF}_3$  yang keluar dari kalsiner bersuhu  $350^\circ\text{C}$  sehingga harus didinginkan sebelum dikemas. Pendinginan menggunakan *ejector cooler* dengan media pendingin air. Suhu produk setelah didinginkan yaitu  $70^\circ\text{C}$ . Selanjutnya adalah pendinginan secara natural.

Produk dikemas dalam bentuk karung/bag berukuran 1 ton. Oleh karena itu, digunakan penimbang dalam proses pengemasan.

### III.3.7 Proses Gas *Scrubbing*

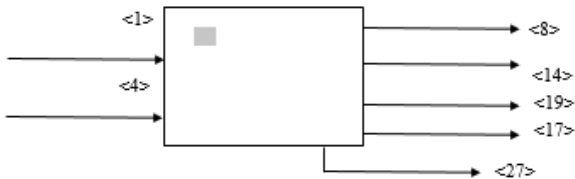
Proses gas *scrubbing* memiliki fungsi untuk mencegah polusi yang dihasilkan dari proses pembuatan  $\text{AlF}_3$ . Polusi yang dihasilkan berupa gas HF (*Hydrofloric Acid*) dan *hot air* dari proses kalsinasi.. Untuk itu dipasanglah alat yang dinamakan dengan scrubbing tower. Alat ini berfungsi untuk menangkap debu maupun gas HF dengan cara menyemprotkan air dari cooling tower. Di dalam scrubbing tower akan disemprotkan ke arah bawah sedangkan gas dan debu dari bawah akan dihisap ke atas dengan exhaust fan, Lalu akan terjadi kontak dan partikel gas serta debu akan terkena air sehingga larut dan akan jatuh ke bawah scrubbing tower dan akan dipompa untuk diproses di tangki limbah cair. Oleh karena itu, gas yang dibuang ke atmosfer tidak berbahaya dan tidak mencemari lingkungan sek

## BAB IV NERACA MASSA DAN ENERGI

### IV.1 Neraca Massa

Kapasitas produksi	=	10,000 ton/tahun
Jumlah Hari Kerja	=	330 hari
	1 hari =	24 jam
Kapasitas produksi	=	1.263 ton/jam
	=	1262.626 kg/jam

#### IV.1.1. Overall Sistem



**Gambar IV.1** Overall Sistem

Fungsi	:	Mengetahui bahan baku yang dibutuhkan
Asumsi	:	Utilitas tidak diperhitungkan kecuali <27>. <27> membawa 15% w H <sub>2</sub> O <14>

#### Aliran

<1>	:	Mengandung H <sub>2</sub> SiF <sub>6</sub> 18% w ; H <sub>2</sub> O 82% w
<4>	:	Mengandung Al(OH) <sub>3</sub> 98,5% w ; SiO <sub>2</sub> 1,5% w
<8>	:	SiO <sub>2</sub> 67% w, H <sub>2</sub> O 30% w, AlF <sub>3</sub> 3% w

- <14> : Purge Mother  
Liquor  
<17> : Exhaust  
air  
<19> : AlF<sub>3</sub> 97% w, 2,8% w H<sub>2</sub>O, dan 0,2% w SiO<sub>2</sub>  
<27> : Steam  
kondensat

Neraca Massa :

Input - Output + Generation - Consumption = Accumulation

Accumulation = 0, Input = <1>+<4>, Output = <8>+<19>, maka

(<1> + <4>) - (<8> + <19>) + Generasi - Konsumsi = 0

**Tabel IV.1 Neraca Massa Input Sistem Overall**

Komponen	Input			
	<1>		<4>	
	%w	kg/jam	%w	kg/jam
H <sub>2</sub> SiF <sub>6</sub>	18.00	1351.851	0.00	0.000
Al(OH) <sub>3</sub>	0.00	0.000	98.50	1351.851
AlF <sub>3</sub>	0.00	0.000	0.00	0.000
SiO <sub>2</sub>	0.00	0.000	1.50	20.587
H <sub>2</sub> O	82.00	6158.432	0.00	0.000
<b>Total</b>	<b>100.00</b>	<b>7510.284</b>	<b>100.00</b>	<b>1372.438</b>

**Tabel IV.2 Neraca Massa Output Sistem Overall**

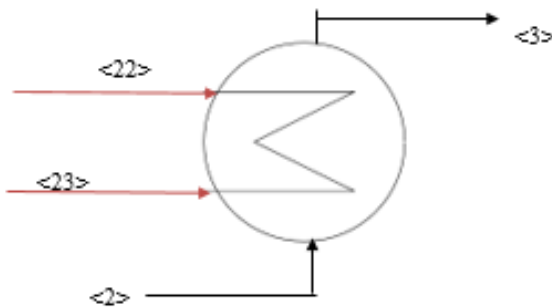
KOMPONEN	Output							
	<8>		<14>		<17>		<19>	
	%w	kg/jam	%w	kg/jam	%w	kg/jam	%w	kg/jam
H <sub>2</sub> SiF <sub>6</sub>	0.0	0.00	3.5	189.	0.0	0.00	0.0	0.00
	0	0	7	259	0	0	0	0

Al(OH) <sub>3</sub>	0.0 0	0.00 0	1.7 4	92.3 76	0.0 0	0.00 0	0.0 0	0.00 0
AlF <sub>3</sub>	3.0 0	22.0 24	2.0 7	109. 585	0.0 0	0.00 0	97. 00	1224 .747
SiO <sub>2</sub>	67. 00	0.00 0	0.2 0	10.5 97	0.0 0	0.00 0	0.2 0	2.52 5
H <sub>2</sub> O	30. 00	0.00 0	92. 42	4897 .149	100 .00	852. 410	2.8 0	35.3 54
<b>Total</b>	<b>100 .00</b>	<b>734. 146</b>	<b>100 .00</b>	<b>5298 .966</b>	<b>100 .00</b>	<b>852. 410</b>	<b>100 .00</b>	<b>1262 .626</b>

**Tabel IV.3** Neraca Massa Sistem Overall

Input			Output		
<1>	=	7510.284	<8>	=	734.146
<4>	=	1372.438	<14>	=	5298.966
			<17>	=	852.410
			<19>	=	1262.626
			<27>	=	734.572
<b>Total</b>	<b>=</b>	<b>8882.721</b>	<b>Total</b>	<b>=</b>	<b>8882.721</b>

#### IV.1.2. Heater (E-110)



Fungsi

: Pemanas bahan baku H<sub>2</sub>SiF<sub>6</sub>

Asumsi :

Aliran

<2> : H<sub>2</sub>SiF<sub>6</sub> 50°C  
 <3> : H<sub>2</sub>SiF<sub>6</sub> 90°C  
 <22> : Saturated Steam  
 <23> : Steam kondensat

Kondisi Operasi

Temperatur = 90 °C  
 Tekanan = 101 kPa

Neraca Massa :

$$\text{Input} - \text{Output} + \text{Generation} - \text{Consumtion} = \text{Accumulation}$$

Accumulation = 0, Input =

$$\langle 2 \rangle + \langle 22 \rangle, \text{ Output} = \langle 3 \rangle + \langle 23 \rangle, \text{ Generasi} = 0, \text{ Konsumsi} = 0, \\ \langle 2 \rangle + \langle 22 \rangle - (\langle 3 \rangle - \langle 23 \rangle) = 0$$

Massa komponen AlF<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SiF<sub>6</sub>, Al(OH)<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O pada  
 <2> = <3> = <1> maka

tidak ada transfer massa

Aliran Steam yaitu <22> dan <23> akan di hitung di Neraca Energi  
 Data disajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut,

**Tabel IV.4** Neraca Massa Heater (E-310)

Komponen	Input		Output	
	<2>		<3>	
	%w	kg/jam	%w	kg/jam

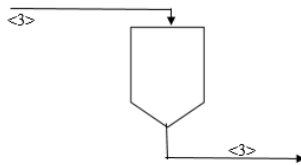


$\text{H}_2\text{SiF}_6$	18.00	1351.851	18.00	1351.851
$\text{Al}(\text{OH})_3$	0.00	0.000	0.00	0.000
$\text{AlF}_3$	0.00	0.000	0.00	0.000
$\text{SiO}_2$	0.00	0.000	0.00	0.000
$\text{H}_2\text{O}$	82.00	0.000	82.00	0.000
<b>Total</b>	<b>100.00</b>	<b>1351.851</b>	<b>100.00</b>	<b>1351.851</b>

**Tabel IV.5** Neraca Massa Total Heater (E-310)

Input		Output	
<2>	= 7510.284	<3>	= 7510.284
<b>Total</b>	<b>= 7510.284</b>	<b>Total</b>	<b>= 7510.284</b>

### IV.1.3. Tanki Penampung $\text{H}_2\text{SiF}_6$ (F-217)



#### ar IV3 Tanki Penampung $\text{H}_2\text{SiF}_6$ (F-217)

Fungsi : Menampung  $\text{H}_2\text{SiF}_6$  sebelum masuk reaktor

Asumsi :

Aliran

<3> :  $\text{H}_2\text{SiF}_6$  18% w

Kondisi Operasi

Temperatur = 90 °C

Tekanan = 101 kPa

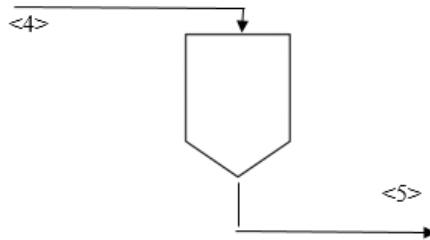
**Tabel IV.6** Neraca Massa Tanki Penampung  $\text{H}_2\text{SiF}_6$  (F-217)

Komponen	Input	
	<3>	
	%w	kg/jam
$\text{H}_2\text{SiF}_6$	18.00	1351.851
$\text{Al}(\text{OH})_3$	0.00	0.000
$\text{AlF}_3$	0.00	0.000
$\text{SiO}_2$	0.00	0.000
$\text{H}_2\text{O}$	82.00	kg/jam
<b>Total</b>	<b>100.00</b>	<b>1351.851</b>

**Tabel IV.7** Neraca Massa Total Tanki Penampung  $\text{H}_2\text{SiF}_6$  (F-217)

Input		Output	
<3>	= 7510.284	<3>	= 7510.284
<b>Total</b>	<b>= 7510.284</b>	<b>Total</b>	<b>= 7510.284</b>

#### IV.1.4. Hopper Al(OH)<sub>3</sub> (F-216)



**Gambar IV.4** Tanki Penampung Al(OH)<sub>3</sub> (F-216)

Fungsi : Menampung Al(OH)<sub>3</sub> sebelum masuk reaktor

Asumsi : tidak ada udara yang terikut

Aliran

<4> : Al(OH)<sub>3</sub> 98,5%

<5> : Al(OH)<sub>3</sub> 98,5%

Kondisi Operasi

Temperatur = 90 °C

Tekanan = 101 kPa

**Tabel IV.8.** Neraca Massa Tanki Penampung Al(OH)<sub>3</sub>(F-216)

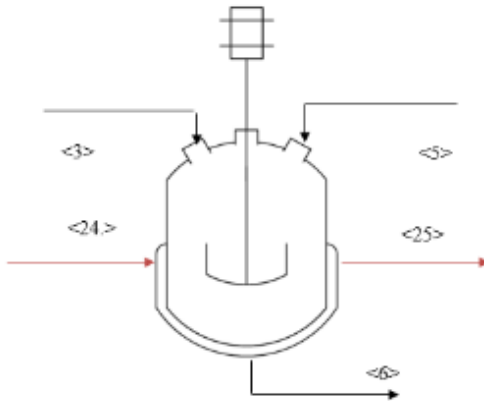
Komponen	Input		Output	
	<4>		<5>	
	%w	kg/jam	%w	kg/jam
H <sub>2</sub> SiF <sub>6</sub>	0.00	0.000	0.00	0.000
Al(OH) <sub>3</sub>	98.50	1351.851	98.50	1351.851
AlF <sub>3</sub>	0.00	0.000	0.00	0.000

SiO <sub>2</sub>	1.50	20.587	1.50	20.587
H <sub>2</sub> O	0.00	0.000	0.00	0.000
<b>Total</b>	<b>100.00</b>	<b>1372.438</b>	<b>100.00</b>	<b>1372.438</b>

**Tabel IV.9** Neraca Massa Total Tanki Penampung Al(OH)<sub>3</sub> (F-217)

Input		Output	
<4>	= 1372.438	<5>	= 1372.438
<b>Total</b>	<b>= 1372.438</b>	<b>Total</b>	<b>= 1372.438</b>

#### IV.1.5. Reaktor (R-210)



**Gambar IV. 5** Reaktor (R-210)

Fungsi : Tempat berlangsungnya reaksi

Asumsi : Impurities stream <2> dan <4> diabaikan

Aliran

<3> : Mengandung  $\text{H}_2\text{SiF}_6$  18% w ;  $\text{H}_2\text{O}$  82% w

<5> : Mengandung  $\text{Al}(\text{OH})_3$  98,5% w ;  $\text{SiO}_2$  1,5% w

<6> : Hasil reaksi

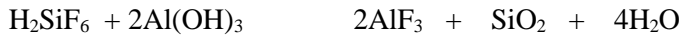
<24> : Saturated steam 5 bar

<25> : Steam kondensat

Reaksi

yang

terjadi



**Tabel IV.10** Neraca Massa Input Reaktor (R-210)

Komponen	BM	Input					
		<3>			<5>		
		%w	kg/jam	kmol/jam	%w	kg/jam	kmol/jam
$\text{H}_2\text{SiF}_6$	144	18.00	1351.851	9.388	0.00	0.000	0.000
$\text{Al}(\text{OH})_3$	78	0.00	0.000	0.000	98.50	1351.851	17.331
$\text{AlF}_3$	84	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
$\text{SiO}_2$	60	0.00	0.000	0.000	1.50	20.587	0.343
$\text{H}_2\text{O}$	18	82.00	6158.432	342.135	0.00	0.000	0.000
<b>Total</b>		<b>100.00</b>	<b>7510.284</b>		<b>100.00</b>	<b>1372.438</b>	

**Tabel IV.11** Neraca Massa Konsumsi, Generasi, dan Output Reaktor (R-210)

Komponen	BM	Konsumsi		Generasi		<6>		
		kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	%w	kg/jam	kmol/jam
$\text{H}_2\text{SiF}_6$	1	-	-	0.00	0.00	2.1	189.	1.31
	4	1162	8.07	0	0	3	259	4
	4	.592	4					

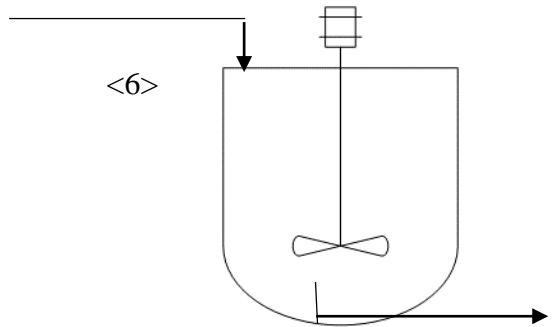
Al(OH) <sub>3</sub>	78	- 1259 .475	- 16.1 47	0.00 0	0.00 0	1.0 4	92.3 76	1.18 4
AlF <sub>3</sub>	84	0.00 0	0.00 0	1356 .357	16.1 47	15. 27	1356 .357	16.1 47
SiO <sub>2</sub>	60	0.00 0	0.00 0	484. 413	8.07 4	5.6 9	505. 000	8.41 7
H <sub>2</sub> O	18	0.00 0	0.00 0	581. 296	32.2 94	75. 87	6739 .728	0.00 0
<b>Total</b>		<b>2422 .066</b>		<b>2422 .066</b>		<b>10 0.0 0</b>	<b>8882 .721</b>	

Data disajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut,

**Tabel IV.12** Neraca Massa Total Reaktor (R-210)

<b>Input</b>		<b>Output</b>	
<3>	= 7510.284	<6>	= 8882.721
<5>	= 1372.438	Generasi	= 2422.066
Konsumsi	= 2422.066		
<b>Total</b>	<b>= 11304.788</b>	<b>Total</b>	<b>= 11304.788</b>

#### IV.1.6. Tanki Pengumpul 1 (F-311)



**Gambar IV.6** Tanki Pengumpul 1 <6>

Fungsi : Mengumpulkan hasil reaksi untuk proses kontinu menj

Asumsi : Impurities stream <6> diabaikan

Aliran

<6> : Hasil reaksi

Kondisi Operasi :

Temperatur = 90 °C

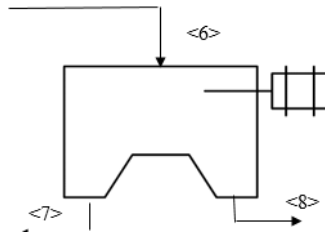
Tekanan = 101 kPa

**Tabel IV.13** Neraca Massa Tanki Pengumpul 1 (F-311)

Komponen	Input dan Output	
	<6>	
	%w	kg/jam
H <sub>2</sub> SiF <sub>6</sub>	2.13	189.259

$\text{Al}(\text{OH})_3$	1.04	92.376
$\text{AlF}_3$	15.27	1356.357
$\text{SiO}_2$	5.69	505.000
$\text{H}_2\text{O}$	75.87	6739.728
<b>Total</b>	<b>100.00</b>	<b>8882.721</b>

#### IV.1.7. Sentrifuge (H-310)



**Gambar IV.7** Sentrifuge 1 (H-310)

- Fungsi : Pemisahan  $\text{SiO}_2$
- Asumsi : Impurities stream <6> dia
- Aliran
- <6> : Hasil reaksi
- <7> : Hasil reaksi dengan kandungan  $\text{SiO}_2$
- <8> :  $\text{SiO}_2$  67% w,  $\text{H}_2\text{O}$  30% w,  $\text{AlF}_3$  3% w
- Kondisi Operasi :
- Temperatur = 90 °C



Tekanan = 101 kPa  
 Data disajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut,

**Tabel IV.14.** Neraca Massa Sentrifuge 1 (H-310 A/B)

Komponen	Input		Output			
	<6>		<7>		<8>	
	%w	kg/jam	%w	kg/jam	%w	kg/jam
H <sub>2</sub> SiF <sub>6</sub>	2.13	189.259	2.32	189.259	0.00	0.000
Al(OH) <sub>3</sub>	1.04	92.376	1.13	92.376	0.00	0.000
AlF <sub>3</sub>	15.27	1356.357	16.38	1334.333	3.00	22.024
SiO <sub>2</sub>	5.69	505.000	0.16	13.122	67.00	491.878
H <sub>2</sub> O	75.87	6739.728	80.01	6519.485	30.00	220.244
<b>Total</b>	<b>100.00</b>	<b>8882.721</b>	<b>100.00</b>	<b>8148.575</b>	<b>100.00</b>	<b>734.146</b>

**Tabel IV.15** Neraca Massa Total Sentrifuge 1 (H-310 A/B)

Input		Output	
<6>	= 8882.721	<7>	= 8148.575
		<8>	= 734.146
<b>Total</b>	<b>= 8882.721</b>	<b>Total</b>	<b>= 8882.721</b>

**Tabel IV.16** Neraca Massa Sentrifuge (H-310 A)

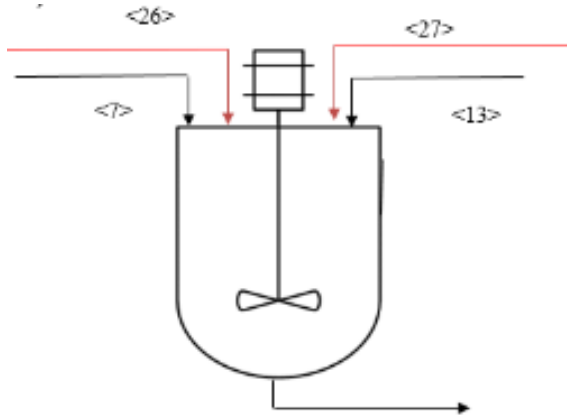
Komponen	INPUT		OUTPUT			
	<6>		<7>		<8>	
	%w	kg/jam	%w	kg/jam	%w	kg/jam

$\text{H}_2\text{SiF}_6$	2.13	63.086	2.32	63.086	0.00	0.000
$\text{Al}(\text{OH})_3$	1.04	30.792	1.13	30.792	0.00	0.000
$\text{AlF}_3$	15.27	452.119	16.38	444.778	3.00	7.341
$\text{SiO}_2$	5.69	168.333	0.16	4.374	67.00	163.95 9
$\text{H}_2\text{O}$	75.87	2246.57 6	80.01	2173.16 2	30.00	73.415
<b>Total</b>	<b>100.0 0</b>	<b>0.000</b>	<b>100.0 0</b>	<b>0.000</b>	<b>100.0 0</b>	<b>0.000</b>

**Tabel IV.17** Neraca Massa Total Sentrifuge (H-310 A)

<b>Input</b>		<b>Output</b>	
<6>	= 2960.907	<7>	= 2716.192
		<8>	= 244.715
<b>Total</b>	<b>= 2960.907</b>	<b>Total</b>	<b>= 2960.907</b>

### IV.1.8 Kristaliser (X-320 A/D)



**Gambar IV.8** Kristaliser (X-320 A/D)

Fungsi : Pengkristalan  $\text{AlF}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$   
 Asumsi : tidak ada  $\text{H}_2\text{SiF}_6$  yang terikut steam kondensat

Aliran

<7> : Hasil pemisahan dengan kandungan  $\text{SiO}_2$   
 <9> : Hasil kristalisasi (slurry)  
 <13> : Recycle Mother Liquor  
 <26> : Saturated Steam 5 bar  
 <27> : Steam kondensat

Kondisi Operasi :

Temperatur = 95 °C

Tekanan = 101 kPa

Data disajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut,

#### IV.18 Neraca Massa Input Kristaliser (X-320 A/D)

Komponen	Input					
	<7>		<13>		<26>	
	%w	kg/jam	%w	kg/jam	%w	kg/jam
H <sub>2</sub> SiF <sub>6</sub>	2.32	189.259	0.00	189.259	0.00	0.000
Al(OH) <sub>3</sub>	1.13	92.376	0.00	92.376	0.00	0.000
AlF <sub>3</sub>	16.38	1334.333	0.00	109.585	0.00	0.000
SiO <sub>2</sub>	0.16	13.122	0.00	10.597	0.00	0.000
H <sub>2</sub> O	80.01	6519.485	0.00	4897.149	0.00	0.000
<b>Total</b>	<b>100.00</b>	<b>8148.575</b>	<b>0.00</b>	<b>5298.966</b>	<b>0.00</b>	<b>0.000</b>

#### Tabel IV.19 Neraca Massa Output Kristaliser (X-320A/D)

Komponen	Output			
	<9>		<27>	
	%w	kg/jam	%w	kg/jam
H <sub>2</sub> SiF <sub>6</sub>	2.98	378.518	0.00	0.000
Al(OH) <sub>3</sub>	1.45	184.753	0.00	0.000
AlF <sub>3</sub>	11.36	1443.918	0.00	0.000
SiO <sub>2</sub>	0.19	23.718	0.00	0.000
H <sub>2</sub> O	84.02	10682.061	100.00	734.572
<b>Total</b>	<b>100.00</b>	<b>12712.969</b>	<b>0.00</b>	<b>734.572</b>

**Tabel IV.20** Neraca Massa Total Kristaliser (X-320A/D)

Input			Output		
<7>	=	8148.575	<9>	=	12712.969
<13>	=	5298.966	<27>	=	734.572
<26>	=	0.000			
<b>Total</b>	<b>=</b>	<b>13447.541</b>	<b>Total</b>	<b>=</b>	<b>13447.541</b>

**Tabel IV.21** Neraca Massa Input Kristaliser (X-320 A)

Komponen	Input					
	<7>		<13>		<26>	
	%w	kg/jam	%w	kg/jam	%w	kg/jam
H <sub>2</sub> SiF <sub>6</sub>	2.32	47.315	3.57	47.315		0.000
Al(OH) <sub>3</sub>	1.13	23.094	1.74	23.094		0.000
AlF <sub>3</sub>	16.38	333.583	2.07	27.396		0.000
SiO <sub>2</sub>	0.16	3.280	0.20	2.649		0.000
H <sub>2</sub> O	80.01	1629.871	92.42	1224.287		0.000

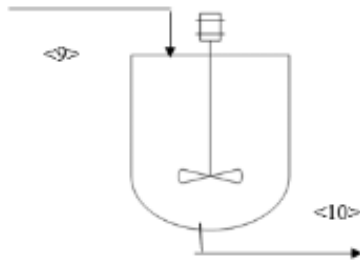
**Tabel IV.22** Neraca Massa Output Kristaliser (X-320 A)

Komponen	Output			
	<9>		<27>	
	%w	kg/jam	%w	kg/jam
H <sub>2</sub> SiF <sub>6</sub>	2.98	94.630	0.00	0.000
Al(OH) <sub>3</sub>	1.45	46.188	0.00	0.000
AlF <sub>3</sub>	11.36	360.980	0.00	0.000
SiO <sub>2</sub>	0.19	5.930	0.00	0.000
H <sub>2</sub> O	84.02	2670.515	100.00	183.643
<b>Total</b>	<b>100.00</b>	<b>3178.242</b>	<b>100.00</b>	<b>183.643</b>

**Tabel IV.23** Neraca Massa Total Kristaliser (X-320 A)

Input			Output		
<7>	=	2037.144	<9>	=	3178.242
<13>	=	1324.742	<27>	=	183.643
<26>	=	0.000			
<b>Total</b>	<b>=</b>	<b>3361.885</b>	<b>Total</b>	<b>=</b>	<b>3361.885</b>

#### IV.1.9. Tanki Pengumpul 2 (F-331)



**Gambar IV.9** Tanki Pengumpul 2 (F-331)

Fungsi : Mengumpulkan slurry, merubah proses batch menjadi kontinu  
 Asumsi : Impurities stream <7> diabaikan

Aliran

<9> : Hasil kritisasi berbentuk slurry  
 <10> : Hasil kritisasi berbentuk slurry

Kondisi Operasi

Temperatur = 95 °C  
 Tekanan = 101 kPa

Dari data diatas dapat disajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut

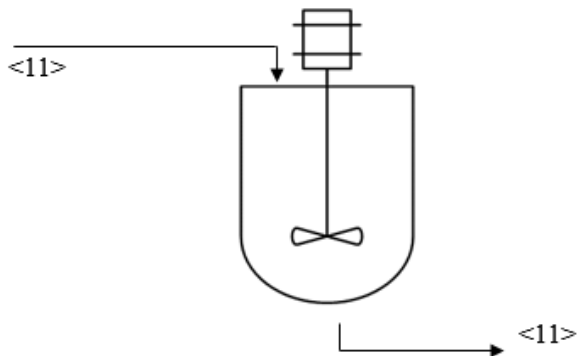
**Tabel IV.24.** Neraca Massa Tanki Pengumpul 2 (F-331)

Komponen	Input		Output	
	<9>		<10>	
	%w	kg/jam	%w	kg/jam
H <sub>2</sub> SiF <sub>6</sub>	2.98	378.518	2.98	378.518
Al(OH) <sub>3</sub>	1.45	184.753	1.45	184.753
AlF <sub>3</sub>	11.36	1443.918	11.36	1443.918
SiO <sub>2</sub>	0.19	23.718	0.19	23.718
H <sub>2</sub> O	84.02	10682.061	84.02	10682.061
<b>Total</b>	<b>100.00</b>	<b>12712.969</b>	<b>100.00</b>	<b>12712.969</b>

**Tabel IV.25.** Neraca Massa Total Tanki Pengumpul 2 (F-331)

Input		Output	
<9>	= 12712.969	<10>	= 12712.969
<b>Total</b>	<b>= 12712.969</b>	<b>Total</b>	<b>= 12712.969</b>

#### IV.1.10. Tanki Pengumpul 3 (F-333)





**Gambar IV.10.** Tanki Pengumpul 3 (F-333)

Fungsi : Membuat kristal homogen  
 Asumsi : Impurities stream <11> diabaikan

Aliran

<11> : Slurry  $\text{AlF}_3$

Kondisi Operasi

Temperatur = 90 °C

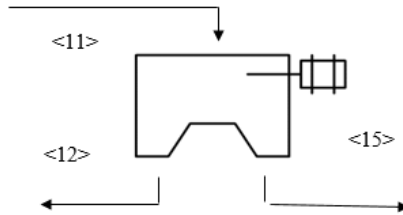
Tekanan = 202 kPa

**Tabel IV.26** Neraca Massa Tanki Pengumpul 3 (F-333)

Komponen	Input		Output	
	<11>		<11>	
	%w	kg/jam	%w	kg/jam
$\text{H}_2\text{SiF}_6$	2.98	378.518	2.98	378.518
$\text{Al}(\text{OH})_3$	1.45	184.753	1.45	184.753
$\text{AlF}_3$	11.36	1443.918	11.36	1443.918
$\text{SiO}_2$	0.19	23.718	0.19	23.718
$\text{H}_2\text{O}$	84.02	10682.061	84.02	10682.061
<b>Total</b>	<b>100.00</b>	<b>12712.969</b>	<b>100.00</b>	<b>12712.969</b>

**Tabel IV 27** Neraca Massa Total Tanki Pengumpul 3 (F-333)

Input		Output	
<11>	=	12712.969	<11> = 12712.969
<b>Total</b>	=	<b>12712.969</b>	<b>Total = 12712.969</b>

**IV.1.11 Centrifuge (H-230)****Gambar IV. 11** Sentrifuge 2 (H-230)

Fungsi : Membuat kristal impurities dan kristal  $\text{AlF}_3$   
 Asumsi : Impurities stream <11> diabaikan

Aliran

<11> : Slurry  $\text{AlF}_3$   
 <12> : Mother Liquor  
 <15> : Solid  $\text{AlF}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$

Kondisi Operasi

Temperatur = 90 °C  
 Tekanan = 101 kPa

**Tabel IV.28** Neraca Massa Sentrifuge 2 (H-330)

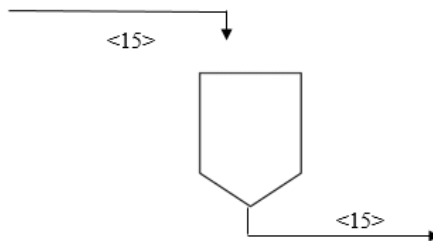
Komponen	Input	Output	
	<11>	<12>	<15>

	%w	kg/jam	%w	kg/jam	%w	kg/jam
H <sub>2</sub> SiF <sub>6</sub>	2.98	378.518	3.57	378.518	0.00	0.000
Al(OH) <sub>3</sub>	1.45	184.753	1.74	184.753	0.00	0.000
AlF <sub>3</sub>	11.36	1443.918	2.07	219.171	57.91	1224.747
SiO <sub>2</sub>	0.19	23.718	0.20	21.193	0.12	2.525
H <sub>2</sub> O	84.02	10682.061	92.42	9794.297	41.97	887.763
<b>Total</b>	<b>100.00</b>	<b>12712.969</b>	<b>100.00</b>	<b>10597.932</b>	<b>100.00</b>	<b>2115.036</b>

**Tabel IV.29** Neraca Massa Total Sentrifuge 2 (F-333)

Input			Output		
<11>	=	12712.969	<12>	=	10597.932
			<15>	=	2115.036
<b>Total</b>	<b>=</b>	<b>12712.969</b>	<b>Total</b>	<b>=</b>	<b>12712.969</b>

#### IV.1.12 Tanki Hooper (F-352)



**Gambar IV.12** Tanki Penampung/Hopper (F-352)

- Fungsi : Menampung solid AlF<sub>3</sub>.3H<sub>2</sub>O hasil pemisahan untuk diteruskan
- Asumsi : Impurities stream <14> diabaikan

Aliran

<15> : Solid  $\text{AlF}_3$  hidrat

Kondisi Operasi

Temperatur = 90 °C

Tekanan = 101 kPa

Data disajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut,

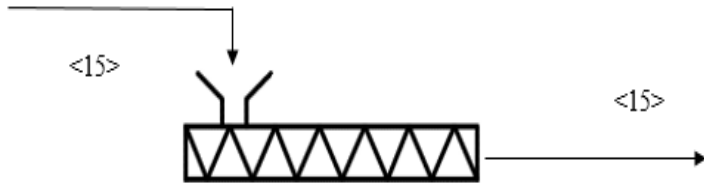
**Tabel IV.30** Neraca Massa Tanki Penampung/Hoper (F-352)

Komponen	Input		Output	
	<15>		<15>	
	%w	kg/jam	%w	kg/jam
$\text{H}_2\text{SiF}_6$	0.00	0.000	0.00	0.000
$\text{Al}(\text{OH})_3$	0.00	0.000	0.00	0.000
$\text{AlF}_3$	57.91	1224.747	57.91	1224.747
$\text{SiO}_2$	0.12	2.525	0.12	2.525
$\text{H}_2\text{O}$	41.97	887.763	41.97	887.763
<b>Total</b>	<b>100.00</b>	<b>2115.036</b>	<b>100.00</b>	<b>2115.036</b>

**Tabel IV.31** Neraca Massa Total Tanki Penampung/Hopper (F-352)

Input			Output		
<15>	=	2115.036	<15>	=	2115.036
<b>Total</b>	=	<b>2115.036</b>	<b>Total</b>	=	<b>2115.036</b>

#### IV.1.13 Screw Conveyor (J-342)



**Gambar IV. 13** Screw Conveyor (J-342)

Fungsi : Membuat homogen dan rate kristal konstan  
 Asumsi : Impurities stream <15> diabaikan

Aliran  
 <15 : Solid  $\text{AlF}_3$  hidrat  
 >

Kondisi Operasi

Temperatur = 90 °C  
 Tekanan = 101 kPa

**Tabel IV.32** Neraca Massa Screw Conveyor

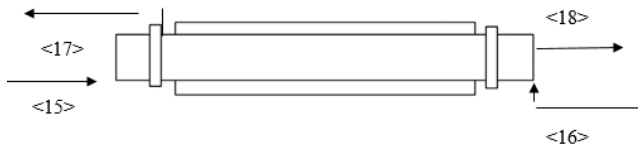
Komponen	Input		Output	
	<15>		<15>	
	%w	kg/jam	%w	kg/jam
$\text{H}_2\text{SiF}_6$	0.00	0.000	0.00	0.000
$\text{Al}(\text{OH})_3$	0.00	0.000	0.00	0.000
$\text{AlF}_3$	57.91	1224.747	57.91	1224.747
$\text{SiO}_2$	0.12	2.525	0.12	2.525

H <sub>2</sub> O	41.97	887.763	41.97	887.763
<b>Total</b>	<b>100.00</b>	<b>2115.036</b>	<b>100.00</b>	<b>2115.036</b>

**Tabel IV.33** Neraca Massa Total Screw Conveyor (J-342)

Input			Output		
<15>	=	2115.036	<15>	=	2115.036
<b>Total</b>	=	<b>2115.036</b>	<b>Total</b>	=	<b>2115.036</b>

#### IV.1.14 Rotary Dryer (B-340)



**Gambar IV.14** Rotary Dryer (B-340)

Fungsi : Menghilangkan hidrat dari solid  $\text{AlF}_3$   
 Asumsi : Asumsi  $\text{H}_2\text{O}$  dalam produk bukan merupakan hidrat  $\text{AlF}_3$

Aliran

<15> : Solid  $\text{AlF}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$   
 <16> : Udara Kering , 25% RH, 0,05 kg  $\text{H}_2\text{O}$ /kg Dry Air  
 <17> : Udara Vent, 60% RH, 0,6 kg  $\text{H}_2\text{O}$ /kg Dry Air  
 <18> :  $\text{AlF}_3$  97%w

Kondisi Operasi

Temperatur = 350 °C  
Tekanan = 101 kPa

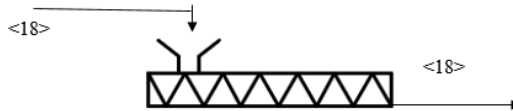
**Tabel IV.34** Neraca Massa Rotary Dryer (B-340)

KOMPONEN	Input				Output			
	<15>		<16>		<17>		<18>	
	% w	kg/ja m	% w	kg/ja m	% w	kg/ja m	% w	kg/ja m
H <sub>2</sub> SiF <sub>6</sub>	0.0 0	0.00 0	0.0 0	0.00 0	0.0 0	0.00 0	0.0 0	0.00 0
Al(OH) <sub>3</sub>	0.0 0	0.00 0	0.0 0	0.00 0	0.0 0	0.00 0	0.0 0	0.00 0
AlF <sub>3</sub>	57. 91	1224 .747	0.0 0	0.00 0	0.0 0	0.00 0	97. 00	1224 .747
SiO <sub>2</sub>	0.1 2	2.52 5	0.0 0	0.00 0	0.0 0	0.00 0	0.2 0	2.52 5
H <sub>2</sub> O	41. 97	887. 763	4.7 6	77.4 92	37. 50	929. 902	2.8 0	35.3 54
Udara	0.0 0	0.00 0	95. 24	1549 .836	62. 50	1549 .836	0.0 0	0.00 0
<b>Total</b>	<b>100 .00</b>	<b>2115 .036</b>	<b>100 .00</b>	<b>1627 .328</b>	<b>100 .00</b>	<b>2479 .738</b>	<b>100 .00</b>	<b>1262 .626</b>

**Tabel IV.35.** Neraca Massa Total Rotary Dryer (C-340)

Input		Output	
<15> =	2115.036	<17> =	2479.738
<16> =	1627.328	<18> =	1262.626
<b>Total =</b>	<b>3742.364</b>	<b>Total =</b>	<b>3742.364</b>

#### IV.1.15 Screw Conveyor 2 (J-351)



**Gambar IV.15** Screw Conveyor (J-351)

Fungsi : Alat tranSPORT Rotary Dryer dengan Cooler

Asumsi :

Aliran

<18> : Solid  $\text{AlF}_3$  hidrat

Kondisi Operasi

Temperatur = 90 °C

Tekanan = 101 kPa

**Tabel IV.36** Neraca Massa Screw Conveyor (J-351)

Komponen	Input		Output	
	<18>		<18>	
	%w	kg/jam	%w	kg/jam
$\text{H}_2\text{SiF}_6$	0.00	0.000	0.00	0.000
$\text{Al}(\text{OH})_3$	0.00	0.000	0.00	0.000
$\text{AlF}_3$	97.00	1224.747	97.00	1224.747
$\text{SiO}_2$	0.20	2.525	0.20	2.525

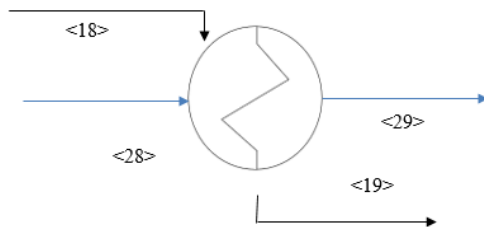


H <sub>2</sub> O	2.80	35.354	2.80	35.354
<b>Total</b>	<b>100.00</b>	<b>1262.626</b>	<b>100.00</b>	<b>1262.626</b>

**Tabel IV.37** Neraca Massa Total Screw Conveyor (J-351)

Input			Output		
<18>	=	1262.626	<18>	=	1262.626
<b>Total</b>	=	<b>1262.626</b>	<b>Total</b>	=	<b>1262.626</b>

#### IV.1.16. Cooler (B-350)



**Gambar IV.16** Cooler (B-350)

Fungsi : Pendingin kristal AlF<sub>3</sub>

Asumsi :

Aliran

<18> : Kristal AlF<sub>3</sub> panas

<19> : Kristal AlF<sub>3</sub> dingin

<28> : Cooling water

<29> : Cooling water

Kondisi Operasi

Temperatur = 90 °C

Tekanan = 101 kPa

**Tabel IV-38.** Neraca Massa Cooler (B-350)

Komponen	Input		Output	
	<18>		<19>	
	%w	kg/jam	%w	kg/jam
H <sub>2</sub> SiF <sub>6</sub>	0.00	0.000	0.00	0.000
Al(OH) <sub>3</sub>	0.00	0.000	0.00	0.000
AlF <sub>3</sub>	97.00	1224.747	97.00	1224.747
SiO <sub>2</sub>	0.20	2.525	0.20	2.525
H <sub>2</sub> O	2.80	35.354	2.80	35.354
<b>Total</b>	<b>100.00</b>	<b>1262.626</b>	<b>100.00</b>	<b>1262.626</b>

**Tabel IV.39** Neraca Massa Total Cooler (B-350)

Input			Output		
<18>	=	1262.626	<19>	=	1262.626
<b>Total</b>	=	<b>1262.626</b>	<b>Total</b>	=	<b>1262.626</b>

## IV.2 Neraca Energi

Kapasitas produksi	=	10,000	ton/tahun
Jumlah Hari Kerja	=	330	hari
		1 hari	= 24 jam
Kapasitas produksi	=	1.263	ton/jam
	=	1262.626	kg/jam
Temperatur referensi (Tref)	=	25.000	°C
Satuan Panas	=	kilo Joule (kJ)	

Persamaan Umum Neraca Energi : (*Himmelblau, 6th edition*)

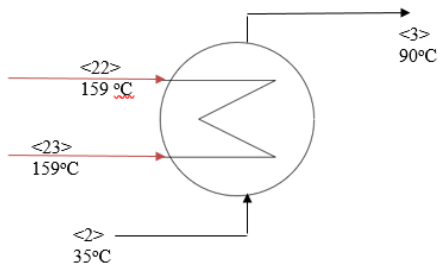
Energi Masuk - Energi Keluar + Generasi Energi –  
Konsumsi Energi = Akumulasi

Karena sistem *steady state* maka Akumulasi = 0

Maka persamaan neraca energi menjadi :

$(H \text{ bahan masuk} + Q \text{ masuk}) - (H \text{ bahan keluar} + Q \text{ keluar}) = 0$

### IV.2.1. Heater (E-110)



**Gambar IV.17** Heater (E-110)

Fungsi : Pemanas bahan baku  $\text{H}_2\text{SiF}_6$

Asumsi :

Aliran

<2> :  $\text{H}_2\text{SiF}_6$  50°C

<3> :  $\text{H}_2\text{SiF}_6$  90°C

<22> : Saturated Steam

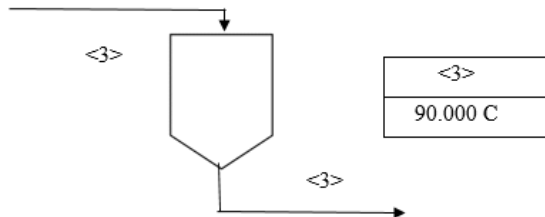
<23> : Steam kondensat

**Tabel IV.40** Neraca Energi Heater (E-110)

Komponen	Cp	Input			Output		
		<2>			<3>		
	(kJ/kg °C)	%w	kg/jam	kJ/jam	%w	kg/jam	kJ/jam
$\text{H}_2\text{SiF}_6$	0.236	18.00	1351.851	3190	18.00	1351.851	27240
$\text{Al}(\text{OH})_3$	1.345	0.00	0.000	0	0.00	0.000	0
$\text{AlF}_3$	1.054	0.00	0.000	0	0.00	0.000	0
$\text{SiO}_2$	0.699	0.00	0.000	0	0.00	0.000	0
$\text{H}_2\text{O}$	4.184	82.00	6158.432	257669	82.00	6158.432	1674847
<b>Total</b>		<b>100.00</b>	<b>7510.284</b>	<b>260859</b>	<b>100.00</b>	<b>7510.284</b>	<b>1702087</b>

**Tabel IV-41** Neraca Energi Total Heater (E-110)

Input		Output	
Aliran	$\Delta H$	Aliran	$\Delta H$
<2>	260858.881	<3>	1702087.097
<22>	2234727.234	<23>	543940.407
		Qloss	249558.612
<b>Total</b>	<b>2495586.115</b>	<b>Total</b>	<b>2495586.115</b>

**IV.2.2** Tanki Penampung  $H_2SiF_6$  (F-217)**Gambar IV.18** Tanki Penampung  $H_2SiF_6$  (F-217)

Fungsi : Menampung  $H_2SiF_6$  sebelum masuk reaktor

Asumsi :

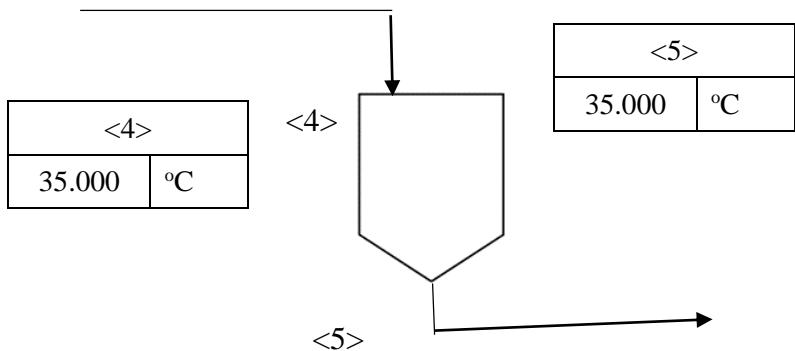
Aliran

<3> :  $H_2SiF_6$  18% w

Kondisi Operasi

Temperatur = 90 °C  
 Tekanan = 101 kPa  
 Energi – Konsumsi = Energi Masuk - Energi Keluar + Generasi  
 Akumulasi = 0, Input = <3>, Output = <3>,  
 Generasi=0,  
 W=0, dan tidak ada Q loss sehingga Q=0,  
 maka

#### IV.1.3. Hopper Al(OH)<sub>3</sub> (F-216)



**Gambar IV.19** Tanki Penampung Al(OH)<sub>3</sub> (F-217)

Fungsi : Menampung Al(OH)<sub>3</sub> sebelum masuk reaktor

Keterangan :

<4> suhu = 35.000 °C

<5> suhu = 0.000 °C

Neraca Energi :

Energi Masuk - Energi Keluar + Generasi Energi - Konsumsi Energi =  $Q + W$

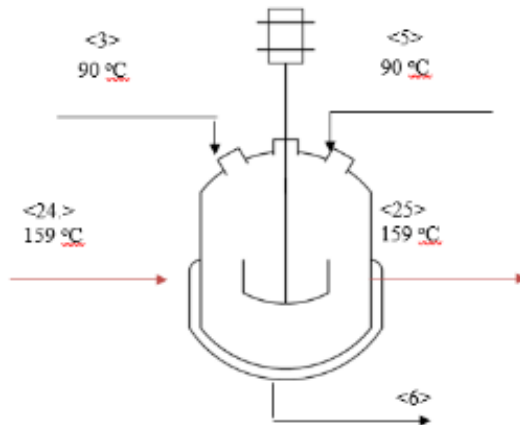
Akumulasi = 0, Input = <4>, Output = <5>, Generasi=0, Konsumsi=0,

$W=0$ , dan tidak ada  $Q$  loss sehingga  $Q=0$ , maka

$H_{<4>} - H_{<5>} = 0$

Tidak ada transfer energi

#### IV.2.4. Reaktor (R-210)



**Gambar IV. 20** Reaktor (R-210)

**Tabel IV.41** Neraca Energi Aliran Masuk Reaktor

KOMPONEN	Cp	Input					
		<3>			<5>		
	(kJ/kg°C)	%w	kg/jam	kJ/jam	%w	kg/jam	kJ/jam
H <sub>2</sub> SiF <sub>6</sub>	0.236	18.00	1351.851	27240	0.00	0.000	0
Al(OH) <sub>3</sub>	1.345	0.00	0.000	0	98.50	1351.851	18181
AlF <sub>3</sub>	1.054	0.00	0.000	0	0.00	0.000	0.000
SiO <sub>2</sub>	0.699	0.00	0.000	0	1.50	20.587	144
H <sub>2</sub> O	4.184	82.00	6158.432	1674847	0.00	0.000	0
<b>Total</b>		<b>100.00</b>	<b>7510.284</b>	<b>1702087</b>	<b>100.00</b>	<b>1372.438</b>	<b>18325</b>

**Tabel IV.42** Neraca Energi Aliran Keluar Reaktor (R-210)

Komponen	Cp	Ouput		
		<6>		
	(kJ/kg°C)	%w	kg/jam	kJ/jam
H <sub>2</sub> SiF <sub>6</sub>	0.236	2.13	189.259	2903
Al(OH) <sub>3</sub>	1.345	1.04	92.376	8075
AlF <sub>3</sub>	1.054	15.27	1356.357	92956
SiO <sub>2</sub>	0.699	5.69	505.000	22936

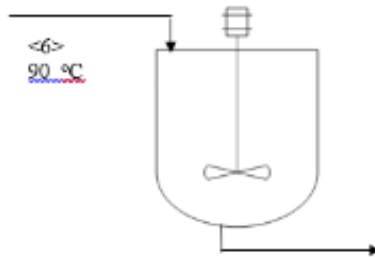


H <sub>2</sub> O	4.184	75.87	6739.728	1832937
<b>Total</b>		<b>100.00</b>	<b>8882.721</b>	<b>1959807</b>

**Tabel IV.43** Neraca Energi Total Reaktor (R-210)

Input		Output	
Aliran	$\Delta H$	Aliran	$\Delta H$
<3>	1702087.097	<6>	1959806.963
<5>	18324.507	<25>	113264.848
<24>	465337.817	Q <sub>loss</sub>	207307.181
$\Delta H_r$	94629.572		
<b>Total</b>	<b>2280378.993</b>	<b>Total</b>	<b>2280378.993</b>

#### IV.2.5. Tanki Pengumpul 2 (F-311)



**Gambar IV.21** Tanki Pengumpul 1

Keterangan :

$$\langle 6 \rangle \text{ suhu} = 90.000 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Neraca Energi :

Energi Masuk - Energi Keluar + Generasi Energi - Konsumsi Energi =  $Q+W$

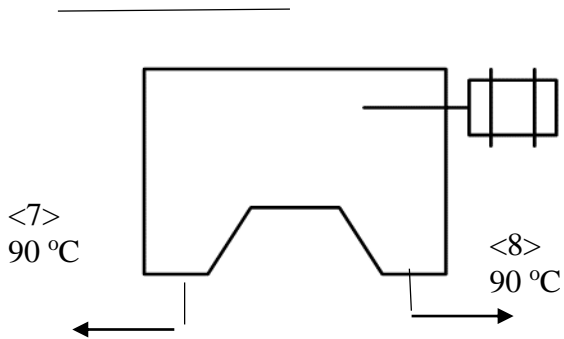
Akumulasi = 0, Input =  $\langle 6 \rangle$ , Output =  $\langle 6 \rangle$ , Generasi=0, Konsumsi=0,

$W=0$ , dan tidak ada Q loss sehingga  $Q=0$ , maka

$$\Delta H \langle 6 \rangle - \Delta H \langle 6 \rangle = 0$$

Tidak ada transfer energi

#### IV.2.6 Sentrifuge (H-310)



**Gambar IV.22** Sentrifuge 1 (H-310)

Fungsi : Pemisahan  $\text{SiO}_2$

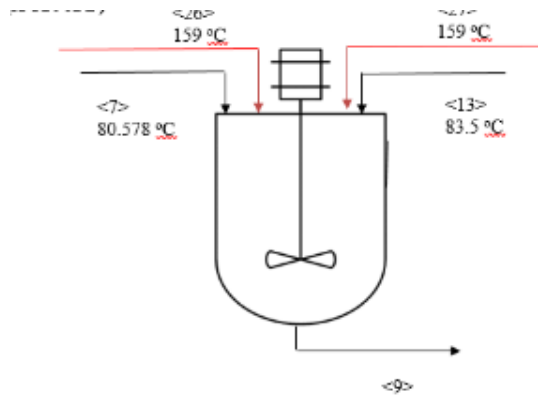
**Tabel IV.44** Neraca Energi Aliran Keluar Sentrifuge 1 (H-310)

Komponen	Cp	Output					
		<7>			<8>		
	(kJ/kg °C)	%w	kg/jam	$\Delta H_2$ (kJ)	%w	kg/jam	$\Delta H_3$ (kJ)
H <sub>2</sub> SiF <sub>6</sub>	0.236	2.32	189.259	2482	0.00	0.000	0
Al(OH) <sub>3</sub>	1.345	1.13	92.376	6905	0.00	0.000	0
AlF <sub>3</sub>	1.054	16.38	1334.333	78192	3.00	22.024	1291
SiO <sub>2</sub>	0.699	0.16	13.122	510	67.00	491.878	19102
H <sub>2</sub> O	4.184	80.01	6519.485	1604130	30.00	220.244	51216
<b>Total</b>		<b>100.00</b>	<b>8148.575</b>	<b>1692218</b>	<b>100.00</b>	<b>734.146</b>	<b>71608</b>

**Tabel IV.45** Neraca Energi Total Sentrifuge 1 (H-310)

Input		Output	
Aliran	$\Delta H$	Aliran	$\Delta H$
<6>	1959806.963	<7>	1692218.412
		<8>	71607.855
		Qloss	195980.696
<b>Total</b>	<b>1959806.963</b>	<b>Total</b>	<b>1959806.963</b>

#### IV.2.7 Kristaliser (X-320 A/D)



**Gambar IV.23** Kristaliser (X-320 A/D)

- Fungsi : Pengkristalan  $\text{AlF}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$
- Asumsi : tidak ada  $\text{H}_2\text{SiF}_6$  yang terikut steam kondensat
- Aliran
- <7> : Hasil pemisahan dengan kandungan  $\text{SiO}_2$
  - <9> : Hasil kristalisasi (slurry)
  - <13> : Recycle Mother Liquor
  - <26> : Saturated Steam 5 bar
  - <27> : Steam kondensat

**Tabel IV.46** Neraca Energi Aliran Masuk Kristaliser (X-320A/D)

Komp onen	Cp	Input					
		<7>			<13>		
	(kJ/kg °C)	%w	kg/ja m	kJ/ja m	%w	kg/ja m	kJ/ja m
H <sub>2</sub> SiF <sub>6</sub>	0.236	2.32	189.2 59	2482	3.57	189.2 59	2613
Al(OH) 3	1.345	1.13	92.37 6	6905	1.74	92.37 6	7268
AlF <sub>3</sub>	1.054	16.3 8	1334. 333	7819 2	2.07	109.5 85	6759
SiO <sub>2</sub>	0.699	0.16	13.12 2	510	0.20	10.59 7	433
H <sub>2</sub> O	4.184	80.0 1	6519. 485	1604 130	92.4 2	4897. 149	1198 646
<b>Total</b>		<b>100. 00</b>	<b>8148. 575</b>	<b>1692 218</b>	<b>100. 00</b>	<b>5298. 966</b>	<b>1215 719</b>

**Tabel IV.47** Neraca Energi Aliran Keluar Kristaliser (X-320A/D)

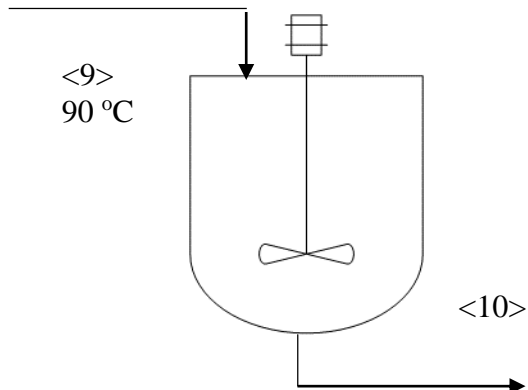
Komponen	Cp	Output		
		<9>		
	(kJ/kg°C)	%w	kg/jam	kJ/jam
H <sub>2</sub> SiF <sub>6</sub>	0.236	2.98	378.518	5806
Al(OH) <sub>3</sub>	1.345	1.45	184.753	16150
AlF <sub>3</sub>	1.054	1.72	219.171	15021
AlF <sub>3</sub> .3H <sub>2</sub> O	1.464	15.83	2012.085	191522

SiO <sub>2</sub>	0.699	0.19	23.718	1077
H <sub>2</sub> O	4.184	77.83	9894.723	2690969
<b>Total</b>		<b>100.00</b>	<b>12712.969</b>	<b>2920546</b>

**Tabel IV.48** Neraca Energi Total Kristaliser (X-320A/D)

Input		Output	
Aliran	$\Delta H$	Aliran	$\Delta H$
<7>	1692218.41	<9>	2920545.53
<13>	1215718.52	<27>	2386347.44
<26>	2988610.81	Q <sub>loss</sub>	589654.775
<b>Total</b>	<b>5896547.75</b>	<b>Total</b>	<b>5896547.75</b>

#### IV.2.8 Tanki Pengumpul 2 (F-331)



**Gambar IV.24** Tanki Pengumpul 2 (F-331)

Fungsi : Mengumpulkan slurry, merubah proses batch menjadi kontinu  
 Asumsi : Impurities stream <7> diabaikan

Aliran

<9> : Hasil kritisasi berbentuk slurry  
 <10> : Hasil kritisasi berbentuk slurry

Neraca Energi :

Energi Masuk - Energi Keluar + Generasi Energi - Energi terkonsumsi =  $Q+W$

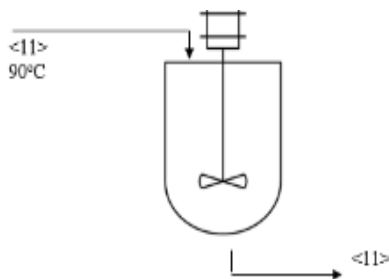
Akumulasi = 0, Input = <9>, Output = <10>, Generasi=0, Konsumsi=0,

$W=0$ , dan tidak ada  $Q$  loss sehingga  $Q=0$ , maka

$$\Delta H <9> - \Delta H <10> = 0$$

Tidak ada transfer energi

#### IV.2.9. Tanki Pengumpul 3 (F-333)



**Gambar IV.25.** Tanki Pengumpul 3 (F-333)

Keterangan <11> suhu = 90.000 °C  
:

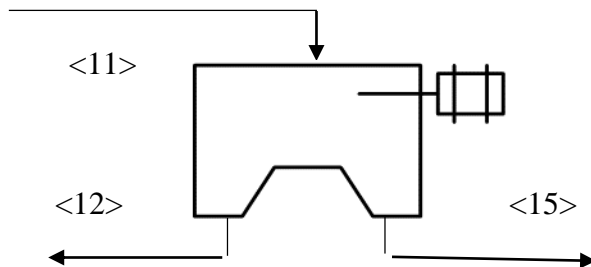
Neraca Energi :

Energi Masuk - Energi Keluar + Generasi Energi - Energi terkonsumsi = Q + W  
Akumulasi = 0, Input = <11>, Output = <11>, Generasi=0, Konsumsi=0,  
W=0, dan tidak ada Q loss sehingga Q=0, maka

$$\Delta H <11> - \Delta H <11> = 0$$

Tidak ada transfer energi

#### IV.2.10 Centrifuge (H-330)



Gambar IV. 26 Sentrifuge 2 (H-330)

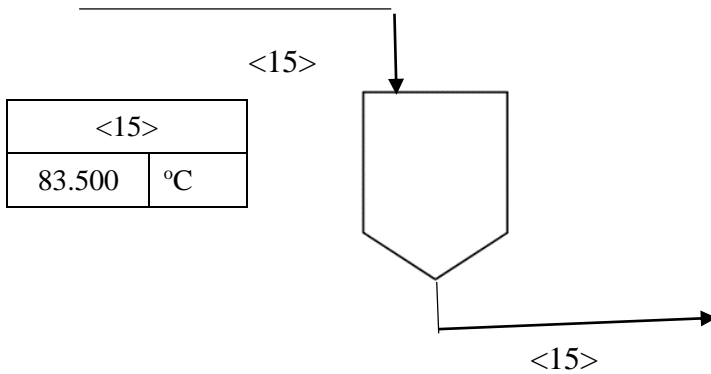
Tabel IV.49. Neraca Energi Aliran Keluar Sentrifuge 2 (H-330)

Komponen	C <sub>p</sub> (kJ/kg°C)	Output					
		<12>			<15>		
	%w	kg/jam	ΔH <sub>2</sub> (kJ)	%w	kg/jam	ΔH <sub>3</sub> (kJ)	
H <sub>2</sub> SiF <sub>6</sub>	0.236	3.57	378.518	5225	0.00	0.000	0
Al(OH) <sub>3</sub>	1.345	1.74	184.753	14535	0.00	0.000	0
AlF <sub>3</sub>	1.054	2.07	219.171	13519	0.00	0.000	0
AlF <sub>3</sub> .3H <sub>2</sub> O	1.464	0.00	0.000	0		2012.085	172370
SiO <sub>2</sub>	0.699	0.20	21.193	866	0.00	2.525	103
H <sub>2</sub> O	4.184	92.42	9794.297	2397291	0.00	100.426	24581
<b>Total</b>		<b>100.00</b>	<b>10597.93</b>	<b>2431437</b>	<b>0.00</b>	<b>2115.036</b>	<b>197054</b>



**Tabel IV.50.** Neraca Energi Total Sentrifuge 2 (H-330)

Input		Output	
Aliran	$\Delta H$	Aliran	$\Delta H$
<11>	2920545.532	<12>	2431437.039
		<15>	197053.939
		Qloss	292054.553
<b>Total</b>	<b>2920545.532</b>	<b>Total</b>	<b>2920545.532</b>

**IV.2.11. Hopper  $AlF_3 \cdot 3H_2O$  (F-341)****Gambar IV.27** Tanki Penampung  $Al(OH)_3$  (F-217)

Keterangan :

<15>  
suhu = 83.500 °C

Neraca Energi :

Energi Masuk - Energi Keluar + Generasi Energi - Konsumsi Energi =  $Q + W$

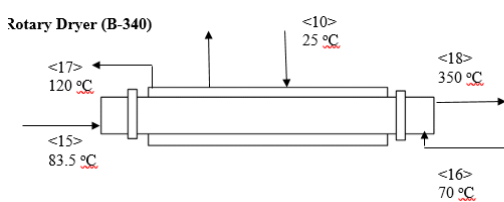
Akumulasi = 0, Input = <15>, Output = <15>, Generasi=0, Konsumsi=0,

$W=0$ , dan tidak ada  $Q$  loss sehingga  $Q=0$ , maka

$$\Delta H <15> - \Delta H <15> = 0$$

Tidak ada transfer energi

#### IV.2.12 Rotary Dryer (B-340)



Fungsi : Menghilangkan hidrat dari solid  $\text{AlF}_3$

Asumsi : Asumsi  $\text{H}_2\text{O}$  dalam produk bukan merupakan hidrat  $\text{AlF}_3$

Aliran

<15> : Solid  $\text{AlF}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$

<16> : Udara Kering , 25% RH, 0,05 kg  $\text{H}_2\text{O}$ /kg Dry Air

<17> : Udara Vent, 60% RH, 0,6 kg  $\text{H}_2\text{O}$ /kg Dry Air

<18> :  $\text{AlF}_3$  97% w

Kondisi Operasi

Temperatur = 350 °C

Tekanan = 101 kPa

**Tabel IV.51** Neraca Energi Aliran Masuk Rotary Dryer (B-340)

Komp onen	Cp	Input					
		<15>			<16>		
	(kJ/kg °C)	%w	kg/ja m	kJ/j am	%w	kg/ja m	kJ/j am
H <sub>2</sub> SiF <sub>6</sub>	0.236	0.00	0.000	0	0.00	0.00	0
Al(OH) <sub>3</sub>	1.345	0.00	0.000	0	0.00	0.00	0
AlF <sub>3</sub>	1.054	0.00	0.000	0	0.00	0.000	0
AlF <sub>3</sub> .3 H <sub>2</sub> O	1.464	95.1 3	2012. 085	172 370	0.00	0.000	0
SiO <sub>2</sub>	0.699	0.12	2.525	103	0.00	0.000	0
H <sub>2</sub> O	4.184	4.75	100.4 26	245 81	4.76	77.49 2	340 44
Udara	1.297	0.00	0.000	0	95.2 4	1549. 836	211 071
<b>Total</b>		<b>100. 00</b>	<b>2115. 036</b>	<b>197 054</b>	<b>100. 00</b>	<b>1627. 328</b>	<b>245 115</b>

**Tabel IV.52.** Neraca Energi Aliran Keluar Rotary Dryer (B-340)

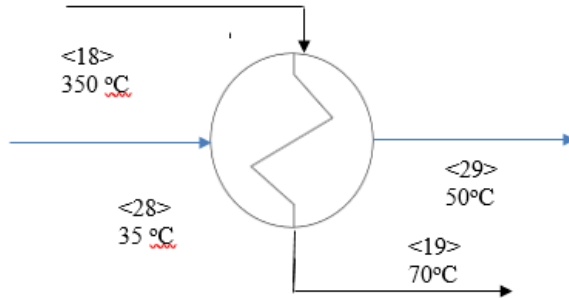
Kompo nen	Cp	Ouput					
		<17>			<18>		
	(kJ/kg °C)	% w	kg/ja m	kJ/ja m	%w	kg/ja m	kJ/j am
H <sub>2</sub> SiF <sub>6</sub>	0.236	0.0 0	0.000	0	0.00	0.000	0

Al(OH) <sub>3</sub>	1.345	0.0 0	0.000	0	0.00	0.000	0
AlF <sub>3</sub>	1.054	0.0 0	0.000	0	92.6 4	1169. 753	4008 39
AlF <sub>3</sub> .3H <sub>2</sub> O	1.464	0.0 0	0.000	0	7.16	90.34 8	4299 9
SiO <sub>2</sub>	0.699	0.0 0	0.000	0	0.20	2.525	573
H <sub>2</sub> O	4.184	43. 97	929.9 02	33071 0	0.00	0.000	0
Udara	1.297	0.0 0	1549. 836	17086 7	0.00	0.000	0
ΔHvaporization water			852.4 10	19250 26	0.00	0.000	0
<b>Total</b>		<b>43. 97</b>	<b>2479. 738</b>	<b>24266 03</b>	<b>100. 00</b>	<b>1262. 626</b>	<b>4444 12</b>

**Tabel IV.53.** Neraca Energi Total Rotary Dryer (B-340)

Input		Output	
Aliran	ΔH	Aliran	ΔH
<10>	2747847.49	<17>	2426602.92
<15>	197053.939	<18>	444411.561
<16>	245114.653	Q <sub>loss</sub>	319001.608
<b>Total</b>	<b>3190016.08</b>	<b>Total</b>	<b>3190016.08</b>

#### IV.1.10 Cooler (B-350)



**Gambar IV.29** Cooler (E-350)

Fungsi : Pendingin kristal  $\text{AlF}_3$

Asumsi :

Aliran

<18> : Kristal  $\text{AlF}_3$  panas

<19> : Kristal  $\text{AlF}_3$  dingin

<28> : Cooling water

<29> : Cooling water

**Tabel IV.54** Neraca Energi Aliran Cooler (B-350)

Komponen	Cp (kJ/kg °C)	Input			Output		
		<18>			<19>		
	%w	kg/jam	kJ/jam	%w	kg/jam	kJ/jam	
$\text{H}_2\text{SiF}_6$	0.236	0.00	0.000	0	0.00	0.000	0
$\text{Al}(\text{OH})_3$	1.345	0.00	0.000	0	0.00	0.000	0
$\text{AlF}_3$	1.054	92.64	1169.753	400839	92.64	1169.753	55501

AlF <sub>3</sub> .3 H <sub>2</sub> O	1.464	7.16	90.34 8	4299 9	7.16	90.34 8	5954
SiO <sub>2</sub>	0.699	0.20	2.525	573	0.20	2.525	79
H <sub>2</sub> O	4.184	0.00	0.000	0	0.00	0.000	0
<b>Total</b>		<b>100. 00</b>	<b>1262. 626</b>	<b>4444 12</b>	<b>100. 00</b>	<b>1262. 626</b>	<b>6153 4</b>

**Tabel IV.55** Neraca Energi Total Cooler (B-350)

<b>Input</b>		<b>Output</b>	
<b>Aliran</b>	<b><math>\Delta H</math></b>	<b>Aliran</b>	<b><math>\Delta H</math></b>
<18>	444411.561	<19>	61533.908
<28>	211522.810	<29>	528807.025
		Q <sub>loss</sub>	65593.437

## BAB V DAFTAR DAN HARGA PERALATAN

### V.1 Daftar Peralatan

#### 1. Heater (E-110)

**Tabel V.1** Spesifikasi Heater (E-110)

Nama	Heater
Kode	E-110
Tipe	<i>Double pipe heat exchanger</i>
Bahan pipa	Pipe : Carbon steel SA-240; inner pipe : high alloy steel SS-316
Ukuran pipa	IPS 4 x 3 in
Panjang hairpin	12 ft
<b>Annulus</b>	
- OD	4,026 in
- ID	3,500 in
<b>Inner pipe</b>	
- D	3,068 in
- a"	0,917 ft <sup>2</sup> /ft
Jumlah hairpin	6 buah
Luas permukaan	132,048 ft <sup>2</sup>

## 2. Tangki Penyimpanan $H_2SiF_6$ (F-111)

**Tabel V.2** Spesifikasi Tangki Penyimpanan  $H_2SiF_6$  (F-111)

Nama	Tangki Penyimpanan $H_2SiF_6$
Kode	F-111
Fungsi	sebagai tempat penampung $H_2SiF_6$
Bahan	Carbon Steel SA 129 grade A
Jenis Pengelasan	<i>Double welded butt joint</i>
Kapasitas	1639,615 m <sup>3</sup>
Jumlah	1 buah
Bentuk	Silinder tegak dengan tutup atas berbentuk flat dan tutup bawah berbentuk standar dished head serta dilengkapi dengan propeler.
Tekanan Desain	22,461 psia
D, nozzle	2,875 inci
Dimensi	
1. Silinder	
- OD	19,355 meter
- ID	19,291 meter
- Ls	9,604 meter
- Ts	31,750 milimeter
2. Tutup atas	
- Tebal	76,200 milimeter
- Tinggi	2,563 meter



3. Tutup bawah	
- Tebal	31,750 milimeter

### 3. Pompa Sentrifugal (L-112)

**Tabel V.3** Spesifikasi Pompa Sentrifugal (L-112)

Nama	Pompa Sentrifugal
Kode	L-112
Fungsi	Memompa larutan $H_2SiF_6$ dari tangki penampung (F-111) ke Bin Hooper $H_2SiF_6$ (F-216)
Tipe	Sentrifugal
Bahan pipa	<i>Commercial steel</i>
Kapasitas	0,002 $m^3/s$ = 0,071 $ft^3/s$
Jumlah	1 buah
Ukuran pipa	pipa 2.5 inch schedule 40
Daya Pompa	1,5 kW

### 4. Reaktor (R-210)

**Tabel V.4** Spesifikasi Reaktor (R-210)

Nama	Reaktor
Kode	R-210
Fungsi	sebagai tempat reaksi $Al(OH)_3$ dengan $H_2SiF_6$
Bahan	High-Alloy Steel SA 240 grade M type 316
Jenis Pengelasan	<i>Double welded butt joint</i>
Kapasitas Reaktor	27,702 $m^3$
Jumlah Reaktor	1 buah

Bentuk	Silinder tegak dengan tutup atas dan bawah berbentuk standar dished head serta dilengkapi dengan propeler dan terdapat jaket untuk menjaga suhu 90°C	
Tekanan Desain	18,610	psia
D, nozzle	2,875	inci
Dimensi		
1.Silinder		
- OD	3,353	meter
- ID	3,340	meter
- Ls	4,976	meter
- Ts	6,350	milimeter
2. Tutup atas		
- Tinggi	0,561	meter
- Tebal	6,350	milimeter
3. Tutup bawah		
- Tinggi	0,561	meter
- Tebal	4,763	milimeter
4. Pengaduk		
- Tipe	<i>Three blade propeller</i>	
- Dt	3,340	meter
- Da	1,113	meter
- J	0,278	meter
- E	1,113	meter

- W	0,223	meter
- L	0,278	meter
- Putaran	100	rpm
- Daya motor	23,463	hp
5. Jaket pemanas		
- Luas	19,309	m <sup>2</sup>

### 5. Tangki Penyimpanan Al(OH)<sub>3</sub> (F-211)

**Tabel V.5** Spesifikasi Tangki Penyimpanan Al(OH)<sub>3</sub> (F-211)

Nama	Tangki Penyimpanan Al(OH) <sub>3</sub>	
Kode	F-211	
Fungsi	sebagai tempat penyimpanan Al(OH) <sub>3</sub>	
Bahan	Carbon Steel SA 129 grade A	
Jenis Pengelasan	<i>Double welded butt joint</i>	
Kapasitas	4,067	m <sup>3</sup>
Jumlah	1	buah
Bentuk	Silinder tegak tanpa tutup atas dan tutup bawah berbentuk conical 60°	
Tekanan Desain	16,556	psia
D, nozzle	3,000	inci
Dimensi		
1.Silinder		
- OD	1,981	meter
- ID	1,969	meter

- Ls	1,873	meter
- Ts	6,350	milimeter
2. Tutup atas		
- Tebal	6,350	milimeter
3. Tutup bawah		
- Tinggi	1,584	meter
- Tebal	6,350	milimeter

## 6. Bucket Elevator (G-212)

**Tabel V.6** Spesifikasi Bucket Elevator (G-212)

Nama	Bucket Elevator	
Kode	J-212	
Fungsi	transport $Al(OH)_3$ menuju hopper F-215	
Tipe	<i>Centrifugal Discharge Bucket</i>	
Bucket size	6 x 4 x 4,25	in
Bucket spacing	0,300	meter
Kapasitas	27000	kg/jam
Size of lump handled	0,019	meter
Bucket speed	67,500	meter/menit
rpm head shaft	43,000	r/min
hp head shaft	0,750	kW
Power motor	0,848	kW
Elevator center	7,500	meter
Shaft diameter		

- Head	0,049	meter
- Tail	0,043	meter
Pulley diameter		
- Head	0,508	meter
- Tail	0,356	meter
Belt width	0,178	meter

## 7. Bag Filter (G-213A/B)

**Tabel V.7** Spesifikasi Bag Filter A (G-213A)

Nama	Bag Filter
Kode	G-213A
Fungsi	Menangkap debu $\text{Al}(\text{OH})_3$
Tipe	Leaf
Material	Carbon steel
Ukuran Filter	270 mesh
Luas filter	9 m <sup>2</sup>
Temperatur	Maks. 300 °C
Tekanan ( $\Delta P$ )	30 psia

**Tabel V.8** Spesifikasi Bag Filter B (G-213B)

Nama	Bag Filter
Kode	G-213B
Fungsi	Menangkap debu $\text{Al}(\text{OH})_3$
Tipe	Leaf
Material	Carbon steel

Ukuran Filter	270 mesh
Luas filter	5 m <sup>2</sup>
Temperatur	Maks. 300 °C
Tekanan ( $\Delta P$ )	30 psia

## 8. Hopper Al(OH)<sub>3</sub> (F-215)

**Tabel V.9** Spesifikasi Hopper Al(OH)<sub>3</sub> (F-214)

Nama	Hopper Al(OH) <sub>3</sub>	
Kode	F-214	
Fungsi	menampung sementara bahan baku Al(OH) <sub>3</sub> sebelum masuk reaktor	
Bahan	Carbon steel SA-240	
Kapasitas	1.372	kg/jam
Jumlah	1,000	buah
Dimensi Hopper		
- ID	0,905	meter
- Ls	1,829	meter
- OD	0,914	meter
- ts	4,195	milimeter
Tutup bawah		
- Sudut	90°	
- th1	4,205	milimeter
- tinggi	0,458	meter

### 9. *Weigher* (F-215)

**Tabel V.10** Spesifikasi *Weigher* (F-215)

Nama	Weigher
Kode	F-215
Fungsi	Menimbang produk sebelum dikemas
Jenis	MSDL-240
Kapasitas	16 ton
Jumlah	1 buah

### 10. Hopper $H_2SiF_6$ (F-216)

**Tabel V.11** Spesifikasi Hopper  $H_2SiF_6$  (F-216)

Nama	Hopper $H_2SiF_6$	
Kode	F-216	
Fungsi	menampung sementara bahan baku $H_2SiF_6$ sebelum masuk reaktor	
Bahan	Carbon steel SA240	
Kapasitas	7.510	kg/jam
Jumlah	1,000	buah
Dimensi Hopper		
- ID	1,511	meter
- Ls	3,049	meter
- OD	1,524	meter
- ts	6,555	milimeter
Tutup atas, tebal	76,200	milimeter
Tutup bawah		
- Sudut	90°	

- th1	6,571	milimeter
- tinggi	0,763	meter

### 11. Mixer (F-217)

**Tabel V.12** Spesifikasi Mixer (F-217)

Nama	Tanki Pengumpul 1	
Kode	F-311	
Fungsi	sebagai tempat pengumpul hasil reaksi	
Bahan	Carbon Steel SA 129 grade A	
Jenis Pengelasan	<i>Double welded butt joint</i>	
Kapasitas	12,312	m <sup>3</sup>
Jumlah	1	buah
Bentuk	Silinder tegak dengan tutup atas berbentuk flat dan tutup bawah berbentuk standar dished head serta dilengkapi dengan propeler.	
Tekanan Desain	17,858	psia
D, nozzle	2,875	inci
Dimensi		
1.Silinder		
- OD	3,048	meter
- ID	3,032	meter
- Ls	3,798	meter
- Ts	7,938	milimeter
2. Tutup atas		



- Tebal	7,938	milimeter
3. Tutup bawah		
- Tinggi	4,226	meter
- Tebal	6,350	milimeter
4. Pengaduk		
- Tipe	<i>Three blade propeller</i>	
- Dt	3,032	meter
- Da	1,011	meter
- J	0,253	meter
- E	1,011	meter
- W	0,202	meter
- L	0,253	meter
- Putaran	30	rpm
- Daya motor	1,100	kW

## 12. Forklift (J-218)

**Tabel V.13** Spesifikasi Forklift (J-218)

Nama	Forklift
Kode	J-218
Fungsi	Untuk membantu pemindahan barang bahan baku $\text{Al}(\text{OH})_3$ menuju tangki penampungan $\text{Al}(\text{OH})_3$
Kapasitas	1372,44 kg/Jam
Tipe	FB20RL-4
Jumlah	1 unit

Daya Drive	4.5 kW
Daya <i>Pump</i>	9 kW
Daya Steering	0.3 Kw
Tinggi <i>fork</i>	0.25-6 meter

### 13. Belt Conveyor (J-219)

**Tabel V.14** Spesifikasi Belt Conveyor (J-219)

Nama	Belt Conveyor	
Kode	J-219	
Fungsi	Mengangkut $\text{Al(OH)}_3$ dari tangki ke bucket elevator	
Tipe	<i>troughed belt with idlers</i>	
Kapasitas	734,146	kg/jam
Dimensi		
- Panjang belt	12,000	m
- Lebar belt	14,000	inci
- luas area	0,110	ft <sup>2</sup>
Kecepatan belt	100,000	ft/min
Daya	0,440	hp
Bahan konstruksi	Rubber	
Jumlah	1 buah	

**14. Sentrifuge I (H-310)****Tabel V.15** Spesifikasi Sentrifuge I (H-310)

Nama	Sentrifuge			
Kode	H-310			
Fungsi	Memisahkan SiO <sub>2</sub> dari <i>mother liquor</i>			
Bentuk / Tipe	<i>Helical scroll conveyor (solid Bowl)</i>			
Bahan	<i>Stainless Steel 316</i>			
Kapasitas	8,520	m <sup>3</sup>		
Jumlah	1,000	buah		
<i>Bowl Diameter</i>	6,000	in	=	0,15 m
Kecepatan	8,000	rpm		
<i>Power</i>	5,000	hp	=	3,73 kW

**15. Tangki Pengumpul I (F-311)****Tabel V.16** Spesifikasi Tangki Pengumpul I (F-311)

Nama	Tangki Pengumpul 1	
Kode	F-311	
Fungsi	sebagai tempat pengumpul hasil reaksi	
Bahan	Carbon Steel SA 129 grade A	
Jenis Pengelasan	<i>Double welded butt joint</i>	
Kapasitas	12,312	m <sup>3</sup>
Jumlah	1	buah
Bentuk	Silinder tegak dengan tutup atas berbentuk flat dan tutup	

	bawah berbentuk standar dished head serta dilengkapi dengan propeler.	
Tekanan Desain	17,858	psia
D, nozzle	2,875	inci
Dimensi		
1. Silinder		
- OD	3,048	meter
- ID	3,032	meter
- Ls	3,798	meter
- Ts	7,938	milimeter
2. Tutup atas		
- Tebal	7,938	milimeter
3. Tutup bawah		
- Tinggi	4,226	meter
- Tebal	6,350	milimeter
4. Pengaduk		
- Tipe	<i>Three blade propeller</i>	
- Dt	3,032	meter
- Da	1,011	meter
- J	0,253	meter
- E	1,011	meter
- W	0,202	meter
- L	0,253	meter

- Putaran	30 rpm
- Daya motor	1,100 kW

### 16. Gudang Penyimpanan SiO<sub>2</sub> (A-312)

**Tabel V.17** Spesifikasi Gudang Penyimpanan SiO<sub>2</sub> (A-312)

Nama	Gudang SiO <sub>2</sub>	
Kode	A-312	
Fungsi	Menampung SiO <sub>2</sub> Hasil dari Pemisahan selama 30 hari	
Bentuk / Tipe	Fondasi berbentuk persegi panjang dengan atap berfentilasi	
Bahan	<i>Beton Bertulang</i>	
Kapasitas	329385,023	Kg
Jumlah	1,000	buah
Tinggi Bangunan	3,000	m
Panjang Bangunan	9,263	m
Lebar Bangunan	9,263	m
Luas Bangunan	85,802	m
Waktu simpan	30,000	Hari

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

**Tabel V.18** Spesifikasi Belt Conveyor (J-313)

Nama	Belt Conveyor	
Kode	J-313	
Fungsi	Mengangkut SiO <sub>2</sub> dari Sentrifuge ke Gudang Penampung SiO <sub>2</sub>	
Tipe	<i>troughed belt with idlers</i>	

Kapasitas	734,146	kg/jam
Dimensi		
- Panjang belt	12,000	m
- Lebar belt	14,000	inci
- luas area	0,110	ft <sup>2</sup>
Kecepatan belt	100,000	ft/min
Daya	0,440	hp
Bahan konstruksi	Rubber	
Jumlah		1 buah

### 18. Kristaliser (X-320 A/D)

**Tabel V.19** Spesifikasi Kristaliser (X-320 A/D)

Nama	Kristaliser
Kode	X-320 A/D
Fungsi	sebagai tempat kristalisasi $AlF_3$
Bahan	High-Alloy Steel SA 240 grade M type 316
Jenis Pengelasan	<i>Double welded butt joint</i>
Kapasitas	16,699 m <sup>3</sup>
Jumlah	1 buah
Bentuk	Silinder tegak dengan tutup atas dan bawah berbentuk

	standar dished head serta dilengkapi dengan propeler dan terdapat jaket untuk menjaga suhu 90 <sup>0</sup> C	
Tekanan Desain	94,102	psia
D, nozzle	3,500	inci
Dimensi		
1.Silinder		
- OD	2,896	meter
- ID	2,883	meter
- Ls	4,204	meter
- Ts	6,350	milimeter
2. Tutup atas		
- Tinggi	0,474	meter
- Tebal	12,700	milimeter
3. Tutup bawah		
- Tinggi	0,474	meter
- Tebal	12,700	milimeter
4. Pengaduk		
- Tipe	<i>Three blade propeller</i>	
- Dt	2,883	meter
- Da	0,961	meter
- J	0,240	meter
- E	0,961	meter
- W	0,192	meter

- L	0,240	meter
- Putaran	100	rpm
- Daya motor	11,000	kW

### 19. Sentrifuge 2 (H-330)

**Tabel V.20** Spesifikasi Sentrifuge 2 (H-330)

Nama	Sentrifuge 2 (H-330)		
Kode	H-330		
Fungsi	memisahkan kristal $\text{AlF}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$		
Bentuk / Tipe	<i>Scroll Conveyor</i>		
Bahan	<i>Stainless Steel 316</i>		
Kapasitas	2,48	$\text{m}^3$	
Jumlah	1,00	buah	
<i>Bowl Diameter</i>	18,00	in =	0,46 m
Kecepatan	3,50	rpm	
<i>Power</i>	50,00	hp =	37,29 kW

### 20. Tangki Pengumpul 2 (F-331)

**Tabel V.21** Spesifikasi Tangki Pengumpul 2 (F-331)

Nama	Tangki Pengumpul 1		
Kode	F-331		
Fungsi	sebagai tempat pengumpul hasil kristalisasi sekaligus merubah batch menjadi kontinu		
Bahan	Carbon Steel SA 129 grade A		
Jenis Pengelasan	<i>Double welded butt joint</i>		
Kapasitas	21,364	$\text{m}^3$	



Jumlah	1	buah
Bentuk	Silinder tegak dengan tutup atas berbentuk flat dan tutup bawah berbentuk standar dished head serta dilengkapi dengan propeler.	
Tekanan Desain	18,195	psia
D, nozzle	3,500	inci
Dimensi		
1.Silinder		
- OD	3,048	meter
- ID	3,032	meter
- Ls	4,564	meter
- Ts	7,938	milimeter
2. Tutup atas		
- Tebal	7,938	milimeter
3. Tutup bawah		
- Tinggi	5,078	meter
- Tebal	6,350	milimeter
4. Pengaduk		
- Tipe	<i>Three blade propeller</i>	
- Dt	3,032	meter
- Da	1,011	meter
- J	0,253	meter
- E	1,011	meter

- W	0,202	meter
- L	0,253	meter
- Putaran	30	rpm
- Daya motor	1,100	kW

## 21. Pompa Sentrifugal (L-332)

**Tabel V.22** Spesifikasi Pompa Sentrifugal (L-332)

Nama	Pompa Sentrifugal		
Kode	L-332		
Fungsi	Memompa slurry dari tangki penampung (F-331) ke tangki penampung (F-333)		
Tipe	Sentrifugal		
Bahan pipa	<i>Commercial steel</i>		
Kapasitas	0,002	m <sup>3</sup> /s	= 0,071 ft <sup>3</sup> /s
Jumlah	1	buah	
Ukuran pipa	pipa 2 inch schedule 40		
Daya Pompa	1,1	kW	

## 22. Tangki Pengumpul 3 (F-333)

**Tabel V.23** Spesifikasi Tangki Pengumpul 3 (F-333)

Nama	Tanki Pengumpul 3
Kode	F-333
Fungsi	sebagai tempat pengumpul hasil kristalisasi sebelum masuk sentrifuge , merubah kontinu menjadi batch
Bahan	Carbon Steel SA 129 grade A

Jenis Pengelasan	<i>Double welded butt joint</i>	
Kapasitas Reaktor	7,121	m <sup>3</sup>
Jumlah Reaktor	1	buah
Bentuk	Silinder tegak dengan tutup atas berbentuk flat dan tutup bawah berbentuk standar dished head serta dilengkapi dengan propeler.	
Tekanan Desain	17,348	psia
D, nozzle	3,500	inci
Dimensi		
1. Silinder		
- OD	2,134	meter
- ID	2,121	meter
- Ls	3,164	meter
- Ts	6,350	milimeter
2. Tutup atas		
- Tebal	6,350	milimeter
3. Tutup bawah		
- Tinggi	3,521	meter
- Tebal	6,350	milimeter
4. Pengaduk		

- Tipe	<i>Three blade propeller</i>	
- Dt	2,121	meter
- Da	0,707	meter
- J	0,177	meter
- E	0,707	meter
- W	0,141	meter
- L	0,177	meter
- Putaran	30	rpm
- Daya motor	0,550	kW

### 23. Tangki Mother Liquor (F-334)

Tabel V.24 Spesifikasi Tangki Mother Liquor (F-334)

Nama	Tangki Mother Liquor	
Kode	F-334	
Fungsi	sebagai tempat pengumpul mother liquor untuk di recycle sebagian ke kristaliser.	
Bahan	Carbon Steel SA 129 grade A	
Jenis Pengelasan	<i>Double welded butt joint</i>	
Kapasitas Reaktor	6,530	m <sup>3</sup>
Jumlah Reaktor	1	buah
Bentuk	Silinder tegak dengan tutup atas berbentuk flat dan tutup	

	bawah berbentuk standar dished head serta dilengkapi dengan propeler.	
Tekanan Desain	17,338	psia
D, nozzle	2,375	inci
Dimensi		
1. Silinder		
- OD	2,134	meter
- ID	2,121	meter
- Ls	3,074	meter
- Ts	6,350	milimeter
2. Tutup atas		
- Tebal	6,350	milimeter
3. Tutup bawah		
- Tinggi	3,420	meter
- Tebal	6,350	milimeter
4. Pengaduk		
- Tipe	<i>Three blade propeller</i>	
- Dt	2,121	meter
- Da	0,707	meter
- J	0,177	meter
- E	0,707	meter
- W	0,141	meter
- L	0,177	meter

- Putaran	30 rpm
- Daya motor	0,750 kW

#### 24. Rotary Dryer (B-340)

**Tabel V.25** Spesifikasi Rotary Dryer (B-340)

Nama	Rotary Dryer
Kode	B-340
Fungsi	menghilangkan hidrat $AlF_3$
Kapasitas	2115,036 m <sup>3</sup>
Jumlah	1 buah
Bentuk	Silinder tidur dengan heater disepanjang badan
ID	1,115 m
OD	1,131 m
Panjang	27,388 m
Kecepatan	26,912 rpm
Waktu Tinggal	1,006 menit
Jumlah Flight	10,000 buah
Tinggi Flight	0,139 meter
Tebal Flight	0,006 milimeter
Power	4,133 kW

#### 25. Hopper $AlF_3 \cdot 3H_2O$ (F-341)

**Tabel V.26** Spesifikasi Hopper  $AlF_3 \cdot 3H_2O$  (F-341)

Nama	Hopper $AlF_3 \cdot 3H_2O$
Kode	F-341

Fungsi	menampung sementara AIF3.3H2O sebelum masuk rotary dryer	
Bahan	Carbon steel SA240	
Kapasitas	2.115	kg/jam
Jumlah	1,000	buah
Dimensi Hopper		
- ID	1,057	meter
- Ls	2,134	meter
- OD	1,067	meter
- ts	5,587	milimeter
Tutup bawah		
- Sudut	90°	
- th1	5,601	milimeter
- tinggi	0,534	meter

## 26. Screw Conveyor (J-342)

**Tabel V.27** Spesifikasi Screw Conveyor (J-342)

Nama	Screw Conveyor
Kode	J-342
Fungsi	Memindahkan bahan AIF3.3H2O dari Hooper AIF3.3H2O ke Rotary Dryer
Jenis	Roller
Material	Carbon steel
Kapasitas	2115,0 kg/jam

Diameter Flight	10,000 inci
Diameter Poros	2,000 inci
Daya motor	0,854 hp
Panjang	10,000 ft
% loading	0,450
Kecepatan	44,204 rpm
Jumlah	1,000 buah

### 27. Fuel pump (L-343)

**Tabel V.28** Spesifikasi Fuel pump (L-343)

Nama	Pompa Sentrifugal		
Kode	L-343		
Fungsi	Memompa fuel dari tangki fuel (F-345) menuju rotary dryer (B-340)		
Tipe	Sentrifugal		
Bahan pipa	<i>High-alloy steel</i>		
Kapasitas	0,00002 m <sup>3</sup> /s	=	0,0007 ft <sup>3</sup> /s
Jumlah	1 buah		
Ukuran pipa	pipa 1/8 inch schedule 40		
Daya Pompa	0,25 kW		

### 28. Fan (L-344)

**Tabel V.29** Spesifikasi Fan (L-344)

Nama	Blower (G-243)
Kode	



Fungsi	Menghembuskan udara ke heater
Jumlah	1
Tipe	Centrifugal
Volumetric rate	21141,649 m <sup>3</sup> /jam
Diameter fan	55,00 cm
Power	3,1550 kwh
RPM	1440,0

## 29. Tangki Fuel (L-345)

**Tabel V.30** Spesifikasi Tangki Fuel (L-345)

Nama	Tangki Fuel
Kode	F-345
Fungsi	sebagai tempat penyimpanan bahan bakar bensin
Bahan	High-alloy steel grade M tipe 316
Jenis Pengelasan	<i>Double welded butt joint</i>
Kapasitas	39,532 m <sup>3</sup>
Jumlah	1 buah
Bentuk	Silinder tegak dengan tutup atas berbentuk standard dished head dan tutup bawah flat.
Tekanan Desain	27,390 psia
D, nozzle	0,405 inci
Dimensi	
1.Silinder	
- OD	4,826 meter

- ID	4,810	meter
- Ls	2,382	meter
- Ts	7,938	milimeter
2. Tutup atas		
- Tebal	7,938	milimeter
- Tinggi	0,805	meter
3. Tutup bawah		
- Tebal	7,938	milimeter

### 30. Heater (E-346)

Tabel V.31 Spesifikasi Heater (E-346)

Nama Alat	Air Heater	
Kode	E-346	
Fungsi	Memanaskan udara yang akan masuk ke sisi panas FDB	
Type	Spiral Element	
Kapasitas	1627,328	kg
Surface Area	0,638	m <sup>2</sup>
wire diameter	12,700	cm
Inside Coil Diameter	50,000	cm
Length of wire	0,504	m
Length of closed wound coil	0,032	m

**31. Cyclone (G-347)****Tabel V.32** Spesifikasi Cyclone (G-347)

Nama	Cyclone	
Kode	G-347	
Fungsi	Menangkap debu-debu halus produk (>600mikron)	
	dan menyaring udara hasil keluaran rotary dryer	
Kecepatan gas masuk	18,00 m/0 s	1080,00 = 0 meter/menit
Dimensi Cyclone		
$B_c$	0,202 m	
$D_c$	0,809 m	
$D_e$	0,405 m	
$H_c$	0,405 m	
$L_c$	1,619 m	
$S_c$	0,101 m	
$Z_c$	1,619 m	
$J_c$	0,202 m	

**32. Ejector Cooler (B-350)****Tabel V.33** Spesifikasi Ejector Cooler (B-350)

Nama	Ejector Cooler
Kode	E-350
Fungsi	mendinginkan kristal $AlF_3$
Bahan	Carbon Steel SA 285 grade C
Jenis Pengelasan	<i>Double welded butt joint</i>
Kapasitas	6066,620 kg/jam

Jumlah	1	buah
Bentuk	Silinder horizontal dengan cooling water disepanjang badan	
ID	1,243	m
OD	1,259	m
Panjang	27,443	m
Kecepatan	24,142	rpm
Waktu Tinggal	4,012	menit
Jumlah Flight	10,000	buah
Tinggi Flight	0,155	meter
Tebal Flight	0,006	milimeter
Power	3,085	kW

### 33. Screw Conveyor (J-351)

**Tabel V.34** Spesifikasi Screw Conveyor (J-351)

Nama	Screw Conveyor	
Kode	J-351	
Fungsi	Memindahkan bahan AIF3 dari rotary dryer ke rotary cooler	
Jenis	Roller	
Material	Carbon steel	
Kapasitas	1262,6	kg/jam
Diameter Flight	10,000	inci
Diameter Poros	2,000	inci
Daya motor	0,258	hp
Panjang	10,000	ft

% loading	0,300
Kecepatan	19,192 rpm
Jumlah	1,000 buah

#### 34. Weigher (F-352)

**Tabel V.35** Spesifikasi Weigher (F-352)

Nama	Weigher
Kode	F-352
Fungsi	Menimbang produk sebelum dikemas
Jenis	MSDL-240
Kapasitas	16 ton
Jumlah	2 buah

#### 35. Gudang AlF<sub>3</sub> (A-353)

**Tabel V.36** Spesifikasi Gudang AlF<sub>3</sub> (A-353)

Nama	Gudang SiO <sub>2</sub>	
Kode	A-312	
Fungsi	Menampung SiO <sub>2</sub> Hasil dari Pemisahan selama 30 hari	
Bentuk / Tipe	Fondasi berbentuk persegi panjang dengan atap berfentilasi	
Bahan	<i>Beton Bertulang</i>	
Kapasitas	329385,023	Kg
Jumlah	1,000	buah
Tinggi Bangunan	3,000	m
Panjang Bangunan	9,263	m

Lebar Bangunan	9,263	m
Luas Bangunan	85,802	m <sup>2</sup>
Waktu simpan	30,000	Hari

### 36. Scrubber (V-410)

**Tabel V.37** Spesifikasi Scrubber (V-410)

Nama	Scrubber
Kode	V-410
Fungsi	menangkap pengotor gas sebelum dibuang ke lingkungan
Jenis	1 stage packed bed
Jumlah	1 buah
Material	Carbon steel
Kapasitas	1000 CFM
Bahan Bed	keramik

### 37. Rotary Blower (G-411)

**Tabel V.38** Spesifikasi Rotary Blower (G-411)

Nama	Rotary Blower
Kode	G-411
Fungsi	memompa flue gas masuk scrubber
Tipe	<i>Centrifugal Multiblade Backward Curved Blower</i>
Bahan	<i>Carbon steel</i>
Jumlah	1 buah
Kapasitas	1700,0 kg/jam

Efisiensi	80%	
Temperature Inlet Design	35,00	°C
Tekanan Suction	2,013	atm
Tekanan Discharge	3,513	atm
Power	29,035	kW

### 38. Stack (G-412)

**Tabel V.39** Spesifikasi Stack (G-412)

Nama	Stack
Kode	G-412
Fungsi	Membuang flue gas sampai ketinggian tertentu
Material	Carbon steel
Ketinggian	30 meter
Kapasitas	1000 CFM

### 39. Tangki Limbah Cair (F-413)

**Tabel V.40** Spesifikasi Tangki Limbah Cair (F-413)

Nama	Tangki Limbah Cair
Kode	F-413
Fungsi	tempat penampungan sementara limbah cair
Material	tanah
Kapasitas	700.000 L

### 40. Sentrifugal Pump (L-414)

**Tabel V.41** Spesifikasi Sentrifugal Pump (L-414)

Nama	Pompa Sentrifugal
Kode	L-414
Tipe	Sentrifugal
Fungsi	memompa limbah cair menuju sungai atau laut
Material	Carbon steel
Kapasitas	100 CFM
Power	5 kW

## V.2 Harga Peralatan

Tabel V.42 Harga Peralatan

No	Kode	Nama Alat	Total	Harga US\$, 2014		Harga Total US\$, 2020
				Per Unit	Total	
1	E-110	Heater H <sub>2</sub> SiF <sub>6</sub>	1	\$ 3.400	\$3.400	3.579,66
2	F-111	Tanki H <sub>2</sub> SiF <sub>6</sub>	1	\$ 203.000	\$203.000	213.727,00
3	L-112	Pompa Sentrifuga 1	1	\$ 8.900	\$8.900	9.370,30
4	R-210	Reaktor	1	\$ 153.200	\$153.200	161.295,45
5	F-211	Tanki Al(OH) <sub>3</sub>	1	\$ 136.300	\$136.300	143.502,41
6	J-212	Bucket Elevator	1	\$ 20.900	\$20.900	22.004,41



7	G-213A	Bag Filter	1	\$ 69.200	\$69.20 0	72.856,6 9
8	G-213B	Bag Filter	1	\$ 69.200	\$69.20 0	72.856,6 9
9	F-214	Bin Hopper Al(OH) <sub>3</sub>	1	\$ 10.000	\$10.00 0	10.528,4 2
10	J-215	<i>Weigher</i>	1	\$ 1.000	\$1.000	1.052,84
11	F-216	Bin Hopper H <sub>2</sub> SiF <sub>6</sub>	1	\$ 6.400	\$6.400	6.738,19
12	F-217	Mixer	1	\$ 136.30 0	\$136.3 00	143.502, 41
13	J-218	Forklift	1	\$ 1.000	\$1.000	1.052,84
14	J-219	Belt Conveyor	1	\$ 8.000	\$8.000	8.422,74
15	H-310 AB	Centrifug e	2	\$ 204.10 0	\$408.2 00	429.770, 26
16	F-311	Akumulat or	1	\$ 20.400	\$20.40 0	21.477,9 8
17	A-312	Gudang SiO <sub>2</sub>	1	\$ 5.100	\$5.100	5.369,50
18	J-313	Belt Conveyor	1	\$ 8.000	\$8.000	8.422,74
19	X-320A D	Crystalize r	4	\$ 53.500	\$214.0 00	225.308, 27
20	H-330	Centrifug e	1	\$ 204.10 0	\$204.1 00	214.885, 13

21	F-331	Collection Tank	1	\$ 32.700	\$32.70 0	34.427,9 5
22	L-332	Sentrifuga l Pump	1	\$ 6.800	\$6.800	7.159,33
23	F-333	Akumulat or	1	\$ 22.800	\$22.80 0	24.004,8 1
24	F-334	Tanki <i>Mother Liquor</i>	1	\$ 26.300	\$26.30 0	27.689,7 5
25	B-340	Rotary Drying	1	\$ 101.20 0	\$101.2 00	106.547, 65
26	F-341	Hooper AlF3.2H2 0	1	\$ 4.000	\$4.000	4.211,37
27	J-342	Screw Conveyor	1	\$ 3.900	\$3.900	4.106,09
28	L-343	Sentrifuga l Pump	1	\$ 7.100	\$7.100	7.475,18
29	L-344	Fan	1	\$ 2.800	\$2.800	2.947,96
30	F-345	Fuel Tank	1	\$ 22.700	\$22.70 0	23.899,5 2
31	E-346	Heater	1	\$ 3.600	\$3.600	3.790,23
32	C-347	Cyclone	1	\$ 69.200	\$69.20 0	72.856,6 9
33	B-350	Rotary Cooler	1	\$ 60.500	\$60.50 0	63.696,9 6
34	J-351	Screw Conveyor	1	\$ 1.000	\$1.000	1.052,84
35	F-352	<i>Weigher</i>	2	\$ 1.000	\$2.000	2.105,68
36	A- 353	Gudang AlF <sub>3</sub>	1	\$ 7.200	\$7.200	7.580,47

37	V-410	Scrubber	1	\$ 10.600	\$10.60 0	11.160,1 3
38	G-411	Rotary blower	1	\$ 6.900	\$6.900	7.264,61
39	G-412	Stack	1	\$ 1.500	\$1.500	1.579,26
40	F-413	Tanki Limbah Cair	1	\$ 84.400	\$84.40 0	88.859,9 0
41	L-414	Sentrifuga l Pump	1	\$ 6.000	\$6.000	6.317,05
<b>Total</b>			<b>46</b>	<b>2.284.457</b>		

## **BAB VI**

### **ANALISA EKONOMI**

Analisa ekonomi merupakan salah satu parameter untuk suatu pabrik tersebut layak didirikan atau tidak. Untuk menentukan kelayakan suatu pabrik secara ekonomi, diperlukan perhitungan parameter analisa ekonomi. Parameter kelayakan tersebut antara

#### **VI.1 Pengelolaan Sumber Daya Manusia**

##### **VI.1.1 Bentuk Badan Perusahaan**

Bentuk badan perusahaan Pabrik Aluminium Fluorida dari Aluminium Hidroksida dan Asam Fluosilikat ini adalah Perseroan Terbatas (PT). Perseroan Terbatas yang 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. Hal ini dipilih karena beberapa pertimbangan sebagai berikut:

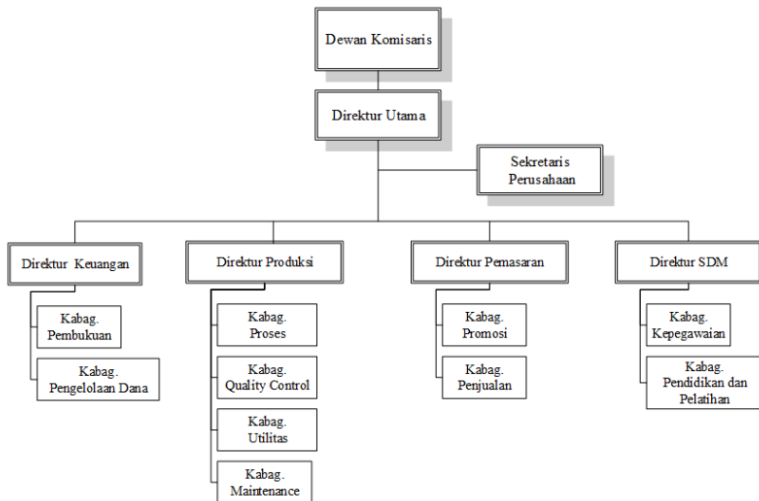
1. Modal perusahaan dapat lebih mudah diperoleh yaitu dari penjualan saham maupun dari pinjaman.
2. Pemilik modal adalah pemegang saham sedangkan pelaksanaannya adalah dewan komisaris.
3. Tanggung jawab pemegang saham terbatas, karena segala sesuatu yang menyangkut kelancaran produksi ditangani oleh pemimpin perusahaan.
4. Kekayaan pemegang saham terpisah dari kekayaan perusahaan, sehingga kekayaan pemegang saham tidak menentukan modal perusahaan.

##### **VI.1.2 Sistem Organisasi Perusahaan**

Struktur organisasi yang direncanakan pada Pabrik Aluminium Fluorida ini adalah struktur garis dan staf. Struktur ini merupakan kombinasi dari pengawasan secara langsung dan

spesialisasi pengaturan dalam perusahaan. Alasan pemilihan sistem seperti ini adalah sebagai berikut :

- Biasa digunakan untuk organisasi yang cukup besar dengan produksi yang terus menerus.
- Terdapat kesatuan pimpinan dan perintah, sehingga disiplin kerja lebih baik.
- Masing-masing kepala bagian/manager secara langsung bertanggung jawab atas aktivitas yang dilakukan untuk mencapai tujuan.
- Modal perusahaan dapat lebih mudah diperoleh yaitu dari penjualan saham maupun dari pinjaman.
- Kekayaan pemegang saham terpisah dari kekayaan perusahaan, sehingga kekayaan pemegang saham tidak menentukan modal perusahaan.
- Pimpinan tertinggi dipegang oleh seorang direktur yang bertanggung jawab kepada dewan komisaris. Anggota dewan komisaris merupakan wakil-wakil dari pemegang saham.



**Gambar VI.1** Struktur Organisasi

Pembagian kerja dalam organisasi ini adalah :

### **1. Pemegang Saham**

Pemegang saham adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk pabrik dengan cara membeli saham perusahaan. Pemegang saham pula yang merupakan pemilik perusahaan dimana jumlah yang dimiliki tergantung dan terbatas sesuai dengan besarnya saham yang dimilikinya, sedangkan kekayaan pribadi milik pemegang saham tidak dipertanggung-jawabkan sebagai jaminan atas hutang-hutang perusahaan. Pemegang saham harus menanamkan modal paling sedikit 1 tahun. Kekuasaan tertinggi terletak ditangan pemegang saham, dan merekalah yang memilih dan menentukan direktur.

### **2. Dewan Komisaris**

Dewan Komisaris bertindak sebagai wakil dari pemegang saham. Komisaris diangkat menurut ketentuan yang ada dalam perjanjian dan dapat diberhentikan setiap waktu dalam RUPS apabila bertindak tidak sesuai dengan anggaran dasar atau kepentingan dari kalangan pemegang saham yang memiliki saham terbanyak dari perseroan tersebut.

Tugas Dewan Komisaris adalah sebagai berikut :

- Mengawasi direktur dan berusaha agar tindakan direktur tidak merugikan perseroan.
- Menetapkan kebijaksanaan perusahaan.
- Mengadakan evaluasi/pengawasan tentang hasil yang diperoleh perusahaan.
- Memberikan nasehat kepada direktur bila direktur ingin mengadakan perubahan dalam perusahaan.

### **3. Direktur Utama**

Direktur Utama adalah pemegang kepengurusan dalam perusahaan dan merupakan pimpinan tertinggi dan penanggung jawab utama dalam perusahaan secara keseluruhan.

Tugas Direktur Utama adalah sebagai berikut :

- Menetapkan strategi perusahaan, merumuskan rencana-rencana dan cara melaksanakannya.
- Menetapkan sistem organisasi yang dianut dan menetapkan pembagian kerja, tugas dan tanggung jawab dalam perusahaan untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan.
- Mengadakan koordinasi yang tepat dari semua bagian.
- Memberikan instruksi kepada bawahannya untuk mengadakan tugas masing-masing
- Mempertanggungjawabkan kepada dewan komisaris, segala pelaksanaan dari anggaran belanja dan pendapatan perusahaan.
- Menentukan kebijakan keuangan.

#### **4. Direktur Pemasaran**

Direktur Pemasaran bertugas membantu Direktur Utama dalam pelaksanaan tugasnya yang berhubungan dengan pemasaran. Dalam hal ini direktur pemasaran dibantu oleh manager pemasaran yang membawahi staf-staf bagian pemasaran.

Tugas Direktur Pemasaran adalah sebagai berikut :

- Membantu direktur dalam perencanaan maupun dalam penelaahan kebijaksanaan pokok dalam bidang pemasaran.
- Menentukan kebijakan pemasaran agar dapat memperoleh hasil maksimal.

- Mengadakan koordinasi yang tepat dari bagian pemasaran.
- Memberikan instruksi kepada bawahannya (manager pemasaran) untuk mengadakan tugas masing-masing.
- Bertanggung jawab langsung kepada Direktur Utama

Tugas Manager Pemasaran adalah sebagai berikut :

- Bagian ini bertugas mengusahakan agar hasil-hasil produksi dapat disalurkan dan didistribusikan secara tepat agar harga jual terjangkau dan mendapat keuntungan optimum.
- Mengumpulkan fakta-fakta kemudian menggolongkannya dan mengevaluasinya.
- Mengkoordinasikan dengan staf bagian pemasaran.
- Bagian ini meliputi pemasaran dan iklan.
- Bertanggung jawab langsung kepada Direktur Pemasaran.

## **5. Direktur Produksi**

Direktur Produksi bertugas membantu Direktur Utama dalam pelaksanaan tugasnya, baik yang berhubungan dengan operasi produksi pabrik dalam hal produksi, konstruksi pabrik dan quality dari bahan baku dan produk yang dihasilkan. Dalam hal ini Direktur Produksi dibantu oleh Manager Produksi dan Manager Quality yang masing-masing membawahi staf di bagian masing-masing.

Tugas Direktur Produksi adalah sebagai berikut:

- Membantu direktur dalam perencanaan maupun dalam penelaahan kebijaksanaan pokok bidang operasi produksi pabrik dalam hal produksi, konstruksi pabrik dan quality dari bahan baku serta produk yang dihasilkan.
- Menentukan kebijakan operasi pabrik agar dapat memperoleh hasil maksimal.
- Mengadakan koordinasi yang tepat dari bagian produksi.



- Memberikan instruksi kepada bawahannya untuk mengadakan tugas masing-masing.
- Bertanggung jawab langsung kepada Direktur Utama.

Tugas Manager Produksi adalah sebagai berikut:

- Bagian produksi bertugas mengusahakan agar barang-barang produksi dengan teknik yang memudahkan karyawan sehingga diperoleh produk dengan biaya rendah, kualitas tinggi dan harga yang bersaing yang diinginkan dalam waktu yang sesingkat mungkin.
- Mengumpulkan fakta-fakta kemudian menggolongkannya dan mengevaluasinya.
- Mengkoordinasikan dengan staf bagian produksi yang terdiri dari supervisor, mandor dan operator yang bekerja langsung di lapangan.
- Bertanggung jawab langsung kepada Direktur Produksi.

Tugas Manager Quality Control dan Quality Analyze adalah sebagai berikut:

- Bagian QC dan QA bertugas mengontrol kualitas produk, bagian ini juga bertugas meneliti dan mengembangkan penggunaan bahan baku serta produksi yang lebih baik dan lebih ekonomis.
- Menganalisa bahan baku proses dan analisa produk secara kimia maupun fisik.
- Mengumpulkan fakta-fakta kemudian menggolongkannya dan mengevaluasinya.
- Mengkoordinasikan dengan staf bagian quality.
- Bertanggung jawab langsung kepada Direktur Produksi.

## **6. Direktur Teknik**

Direktur Teknik bertugas membantu Direktur Utama dalam pelaksanaan tugasnya, yang berhubungan dengan operasi pabrik dalam hal operasi peralatan, maintenance peralatan, plant technical dan pengadaan logistik untuk operasi pabrik. Dalam hal ini Direktur Teknik dibantu oleh Manager Operasi, Manager Maintenance, Manager Plant Technical dan Manager Logistik yang masing-masing membawahi staf di bagian masing-masing.

Tugas Direktur Teknik adalah sebagai berikut:

- Membantu direktur dalam perencanaan maupun dalam penelaahan kebijaksanaan pokok bidang operasi pabrik dalam hal operasi peralatan, maintenance peralatan, plant technical dan pengadaan logistik untuk operasi pabrik
- Menentukan kebijakan engineering pabrik agar dapat beroperasi secara maksimal.
- Mengadakan koordinasi yang tepat dari bagian engineering.
- Memberikan instruksi kepada bawahannya untuk mengadakan tugas masing-masing.
- Bertanggung jawab langsung kepada Direktur Utama.

Tugas Manager Operasi adalah sebagai berikut:

- Bagian operasi bertugas mengendalikan jalannya proses produksi pabrik dapat beroperasi dengan maksimal.
- Mengumpulkan fakta-fakta dalam hal operasi di lapangan kemudian menggolongkannya dan mengevaluasinya.
- Mengkoordinasikan dengan staf bagian operasi.
- Bertanggung jawab langsung kepada Direktur Produksi.

Tugas Manager Maintenance adalah sebagai berikut:

- Bertugas memelihara dan menjaga fasilitas maupun peralatan pabrik yang ada dan mengadakan

perbaikan/penggantian yang diperlukan agar didapatkan kontinuitas kerja dan operasi sesuai dengan perencanaan

- Mengkoordinasikan dengan staf bagian maintenance.
- Bertanggung jawab langsung kepada Direktur Engineering.

Tugas Manager Plant Technical adalah sebagai berikut:

- Bagian Plant Technical bertugas memberikan bantuan tehnik kepada bagian maintenance dan bagian operasi yang berkaitan dengan kelancaran dan efisiensi peralatan pabrik.
- Mengumpulkan fakta-fakta dalam hal operasi di lapangan kemudian menggolongkannya dan mengevaluasinya.
- Bertanggung jawab langsung kepada Direktur Engineering

Tugas Manager Logistik adalah sebagai berikut:

- Bagian ini bertugas untuk mengadakan kontak dengan pihak penjual bahan baku dan mempersiapkan order-order pembelian. Untuk mempersiapkan pembelian, harus ditetapkan :
  - Barang yang dibeli
  - Jumlah yang dibeli
  - Waktu pembelian dan tempat pembelian
  - Syarat penyerahan barang yang akan dibeli
- Bertanggung jawab langsung kepada Direktur Engineering.

## **7. Direktur Keuangan**

Direktur Keuangan bertugas membantu Direktur Utama dalam pelaksanaan tugasnya yang berhubungan dengan hal keuangan dan pembukuan perusahaan. Dalam hal ini Direktur Keuangan dibantu oleh Manager Keuangan dan Manager Pembukuan yang masing-masing membawahi staf di bagian masing-masing.

Tugas Direktur Keuangan adalah sebagai berikut:

- Membantu direktur dalam perencanaan maupun dalam penelaahan kebijaksanaan pokok bidang keuangan dan pembukuan perusahaan.
- Menentukan kebijakan keuangan pabrik agar dapat memperoleh keuntungan maksimal.
- Mengadakan koordinasi yang tepat dari bagian keuangan.
- Memberikan instruksi kepada bawahannya untuk mengadakan tugas masing-masing.
- Bertanggung jawab langsung kepada Direktur Utama.

Tugas Manager Keuangan adalah sebagai berikut:

- Bagian keuangan bertugas atas keuangan dan transaksi perusahaan.
- Bagian pembukuan bertugas atas pemeliharaan administrasi keuangan, penghitungan pajak dan pembukuan perusahaan.
- Bertanggung jawab langsung kepada Direktur Keuangan.

## **8. Direktur Personalia dan Umum**

Direktur Personalia dan Umum bertugas membantu Direktur Utama dalam pelaksanaan tugasnya yang berhubungan dengan personalia dan umum. Dalam hal ini Direktur Personalia dan Umum dibantu oleh Manager Personalia dan Umum yang membawahi staf bagian Personalia dan Umum.

Tugas Direktur Personalia dan Umum adalah sebagai berikut:

- Membantu Direktur Umum dalam perencanaan maupun dalam penelaahan kebijaksanaan pokok dalam bidang kepegawaian, fasilitas bagi karyawan, peningkatan mutu karyawan, pelayanan terhadap masyarakat maupun karyawan serta keamanan pabrik.

- Mengadakan koordinasi yang tepat dari bagian personalia dan umum.
- Memberikan instruksi kepada bawahannya (Manager Personalia dan Umum) untuk mengadakan tugas masing-masing.
- Bertanggung jawab langsung kepada Direktur Utama.

Tugas Manager Personalia dan Umum adalah sebagai berikut:

- Bagian ini bertugas bidang kepegawaian, fasilitas bagi karyawan, peningkatan mutu karyawan, pelayanan terhadap masyarakat maupun karyawan serta keamanan pabrik.
- Bertugas untuk memberikan bantuan kepada direktur dalam masalah-masalah kepegawaian, antara lain: penerimaan, pemilihan, penempatan, pemberhentian tenaga kerja dan masalah upah.
- Bertanggung jawab langsung kepada Direktur Personalia dan Umum.

### VI.1.3 Perincian Jumlah Tenaga Kerja

Jumlah karyawan yang dibutuhkan untuk proses produksi Pabrik Aluminium Fluorida dari Asam Fluosilikat dan Aluminium Hidroksida diuraikan sebagai berikut:

#### Penentuan Jumlah Karyawan Operasional

Kapasitas produksi Aluminium Hidroksida = 10.000 ton/Tahun

Berdasarkan Figure 6.8 Timmerhause, hal 198 diperoleh:

$$M = 15,2 P^{0,25}$$

dimana:

M = Karyawan operasi (pekerja-jam/(hari)(tahapan proses))

P = Kapasitas produk (ton/hari)

Maka,

$$M = 15,2 \times (31)^{0,25} = 36 \text{ pekerja-jam/(hari)(tahap proses)}$$

Dalam pabrik ini ada enam tahapan proses. Setiap karyawan operasi bekerja selama 8 jam per hari dan ada 3 shift setiap harinya. Maka jumlah karyawan operasi yang dibutuhkan sebanyak 107 pekerja/hari, dengan rincian sebagai berikut :

Pabrik Aluminium Fluorida ini menggunakan basis 330 hari kerja per tahun dengan waktu 24 jam kerja per hari. Dengan pekerjaan yang membutuhkan pengawasan terus menerus selama 24 jam, maka dilakukan sistem shift karyawan. Shift direncanakan dilakukan tiga kali perhari setiap 8 jam. Distribusinya diatur sebagai berikut

Shift I	:	08.00 - 16.00
Shift II	:	16.00 - 00.00
Shift III	:	00.00 – 08.00

Untuk pekerja non-shift pembagian jam kerja dilakukan sebagai berikut:

Senin – Kamis	:	08.00 – 17.00
Istirahat	:	12.00 – 13.00
Jumat	:	08.00 – 16.30
Istirahat	:	11.30 – 13.00

#### **VI.1.4 Status Karyawan dan Pengupahan**

Berikut merupakan tabel status karyawan dan pengupahan :

**Tabel VI.1** Daftar Gaji Karyawan Perusahaan

Jabatan	Ijazah	Gaji/bulan	Jumlah	Jumlah
		(Rp)		(Rp)
Dewan Komisaris	S2	18,000,000.00	3	54,000,000.00
Direktur Utama	S1	45,000,000.00	1	45,000,000.00
Sekretaris Perusahaan	S1	25,000,000.00	1	25,000,000.00
Direktur SDM	S1	35,000,000.00	1	35,000,000.00
Direktur Pemasaran	S1	35,000,000.00	1	35,000,000.00
Direktur Proses	S1	35,000,000.00	1	35,000,000.00
Direktur Keuangan	S1	35,000,000.00	1	35,000,000.00
Kabag Kepegawaian	S1	15,000,000.00	1	15,000,000.00
Kabag Pendidikan dan Pelatihan	S1	15,000,000.00	1	15,000,000.00
Kabag Promosi	S1	15,000,000.00	1	15,000,000.00
Kabag Penjualan	S1	15,000,000.00	1	15,000,000.00
Kabag Proses	S1	15,000,000.00	1	15,000,000.00
Kabag QC	S1	15,000,000.00	1	15,000,000.00
Kabag Utilitas	S1	15,000,000.00	1	15,000,000.00
Kabag Maintenance	S1	15,000,000.00	1	15,000,000.00
Kabag Pembukuan	S1	15,000,000.00	1	15,000,000.00
Kabag Pengelolaan Data	S1	15,000,000.00	1	15,000,000.00

Karyawan Kepegawaian	S1	5,000,000.00	2	10,000,000.00
Karyawan Kepegawaian	D3	3,500,000.00	3	10,500,000.00
Karyawan Pendidikan dan Pelatihan	S1	5,000,000.00	4	20,000,000.00
Karyawan Promosi	S1	5,000,000.00	2	7,500,000.00
Karyawan Promosi	D3	3,500,000.00	3	10,500,000.00
Karyawan Penjualan	S1	5,000,000.00	2	10,000,000.00
Karyawan Penjualan	D3	3,500,000.00	3	10,500,000.00
Karyawan Proses	S1	5,000,000.00	6	30,000,000.00
Karyawan Proses	D3	3,500,000.00	18	63,000,000.00
Karyawan Quality Control	S1	5,000,000.00	5	25,000,000.00
Karyawan Quality Control	D3	3,500,000.00	8	28,000,000.00
Karyawan Utilitas	S1	5,000,000.00	5	25,000,000.00
Karyawan Utilitas	D3	3,500,000.00	8	28,000,000.00
Karyawan Maintenance	S1	5,000,000.00	5	25,000,000.00
Karyawan Maintenance	D3	3,500,000.00	8	28,000,000.00
Karyawan Pembukuan	S1	5,000,000.00	2	10,000,000.00



Karyawan Pembukuan	D3	3,500,000.00	3	10,500,000.00
Karyawan Pengolahan Dana	S1	5,000,000.00	2	10,000,000.00
Karyawan Pengolahan Dana	D3	3,500,000.00	3	10,500,000.00
Dokter	S1	5,000,000.00	1	5,000,000.00
Perawat	D3	3,500,000.00	2	7,000,000.00
Satpam	SMA	2,000,000.00	9	18,000,000.00
Office Boy	SMA	2,000,000.00	6	12,000,000.00
Supir	SMA	2,000,000.00	3	6,000,000.00
IT	S1	5,000,000.00	3	15,000,000.00
<b>Total</b>			<b>135</b>	<b>849,000,000</b>

## VI.2 Utilitas

Utilitas merupakan sarana penunjang suatu industri, karena utilitas merupakan penunjang proses utama dan memegang peranan penting dalam pelaksanaan operasi dan proses. Sarana utilitas pada Pabrik Minyak Goreng Jagung ini meliputi :

1. Water Treatment System

Berfungsi untuk mengolah air yang masih mengandung zat-zat pengotor menjadi air bersih (filtered water).

2. Demineralized Water Plant

Berfungsi untuk mengolah air bersih (filtered water) dengan menggunakan sistem pertukaran ion agar air bebas dari garam yang terlarut didalamnya sehingga dapat digunakan untuk air umpan boiler.

3. Cooling Water System  
Berfungsi sebagai air pendingin pada heat exchanger.
4. Electrical Power Generation System  
Sumber listrik yang digunakan untuk menjalankan peralatan proses dalam plant.
5. Steam Generation System  
Untuk membangkitkan steam melalui proses pemanasan air hingga menjadi uap (steam)
6. Pengolahan Limbah  
Mengelola limbah agar air yang sudah diolah dapat dibuang ke lingkungan dengan aman dan tanpa mencemari lingkungan.

Maka untuk memenuhi kebutuhan utilitas pabrik di atas, diperlukan unit-unit sebagai penghasil sarana utilitas, yaitu :

#### VI.2.1 Water Treatment System

Water treatment adalah unit yang berfungsi untuk mengolah bahan baku yang masih mengandung zat-zat pengotor tersebut menjadi air bersih yang disebut filtered water. Filtered water ini selanjutnya digunakan untuk make-up cooling tower, bahan baku demineralized water (air demin), air minum, dan service water. Bahan baku yang digunakan adalah air laut yang diolah dengan cara elektrolisis

#### VI.2.2 Unit Penyediaan Steam

Steam yang dibutuhkan untuk proses dihasilkan dari boiler. Kebutuhan steam digunakan sebagai pemanas di reboiler dan sebagian besar dipakai untuk menggerakkan turbin untuk menghasilkan listrik, karena kebutuhan back-up jika sewaktu-

waktu supply listrik dari PLN terhambat. Peralatan yang dibutuhkan untuk pembangkit steam yaitu boiler.

### **VI.2.3 Unit Pembangkit Tenaga Listrik**

Kebutuhan listrik yang diperlukan diambil dari PLN dan generator sebagai penghasil tenaga listrik, dengan distribusi 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.2.4 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 :

- a. Hardness : yang memberikan efek pada pembentukan kerak
- b. Besi : penyebab korosi
- c. Silika : penyebab kerak
- d. Minyak : dapat menyebabkan turunnya heat transfer

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

### **VI.2.5 Pengolahan Limbah**

Proses pengolahan limbah dari produksi produksi Pabrik Alumunium Fluorida ini menghasilkan dua jenis limbah yaitu limbah padat dan limbah cair. Pengelolaan setiap jenis limbah memiliki tata kelola yang berbeda.

#### **VI.2.5.1 Pengolahan Limbah Padat**

Pengelolaan limbah padat terbagi menjadi dua bagian yaitu limbah B3 (spent eath, oli bekas, elektronik) dan non-B3 (daun, ranting, plastik, kaleng, kaca). Pengelolaan limbah B3 diserahkan kepada pihak ketiga dan pengelolaan limbah non-B3 terbagi menjadi limbah organik dan anorganik.

#### **VI.2.5.2 Pengolahan Limbah Cair**

Pengelolaan limbah cair yaitu di Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Air limbah yang sudah melewati proses tersebut akan ditampung di kolam limbah untuk diinjeksikan alum dan diaerasi. Lumpur hasil koagulasi dengan alum dipisahkan dan air yang sudah diolah dibuang ke laut.

### **VI.3 Analisa Ekonomi**

Analisa ekonomi dimaksudkan untuk dapat mengetahui apakah suatu pabrik yang direncanakan layak didirikan atau tidak. Untuk itu pada pra desain Pabrik Minyak Goreng Jagung 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 modal (Total Capital Investment, TCI) yang meliputi:
  - a. Modal tetap (Fixed Capital Investment, FCI)
  - b. Modal kerja (Working Capital Investment, WCI)
2. Penentuan biaya produksi (Total Production Cost, TPC), yang terdiri:
  - a. Biaya pembuatan (Manufacturing Cost)
  - b. Plant Overhead Cost
  - c. Biaya pengeluaran umum (General Expenses)
3. Biaya total  
Untuk mengetahui besarnya titik impas (BEP) perlu dilakukan penaksiran terhadap:
  - a. Biaya tetap (Fixed Cost, FC)
  - b. Biaya semivariabel (Semi Variable Cost, SVC)
  - c. Biaya variabel (Variable Cost, VC)
  - d. Total penjualan (Sales, S)
4. Total pendapatan  
Analisa ekonomi dilakukan dengan menggunakan metode "Cash Flow"

### VI.3.1 Laju Pengembalian Modal (Internal Rate of Return / IRR)

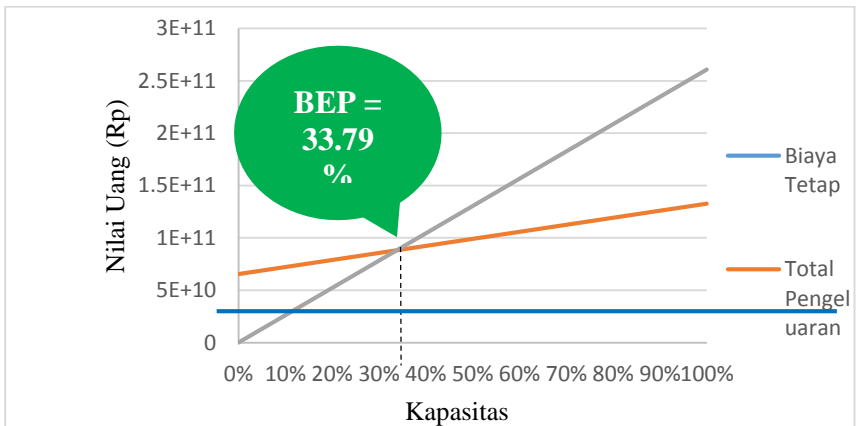
Dari hasil perhitungan dari Appendiks D didapatkan harga  $i = 37.4\%$ . Harga  $i$  yang diperoleh lebih besar dari harga  $i$  untuk bunga bank yaitu  $i = 11\%$  per tahun. Hal ini menunjukkan bahwa pabrik Olein layak didirikan dengan kondisi tingkat bunga pinjaman bank  $11\%$  per tahun.

### VI.3.2 Waktu Pengembalian Modal (Pay Out Time / POT)

Dari perhitungan yang dilakukan pada Appendiks D didapatkan bahwa waktu pengembalian modal minimum adalah 5.38 tahun. Hal ini menunjukkan bahwa pabrik ini layak untuk didirikan karena POT yang didapatkan lebih kecil dari perkiraan usia pabrik.

### VI.3.3 Titik Impas (Break Event Point / BEP)

Analisa titik impas digunakan untuk mengetahui besarnya kapasitas produksi di mana biaya produksi total sama dengan hasil penjualan. Dari perhitungan yang dilakukan pada Appendiks D didapatkan bahwa nilai titik impas atau BEP = 33,79% pada kapasitas produksi 10.000 ton/tahun.



**Gambar VI .2** Break Even Point Pabrik Alumunium Fluorida

## BAB VII KESIMPULAN

Dari perhitungan didapatkan bahwa pabrik Aluminium Fluorida ini direncanakan beroperasi secara kontinu selama 24 jam, 330 hari/tahun operasi dengan perencanaan sebagai berikut,

- |    |                                  |                        |
|----|----------------------------------|------------------------|
| 1. | Kapasitas Produksi               | 10.000                 |
|    | ton/tahun                        |                        |
| 2. | Jumlah Tenaga Kerja              | : 136 orang            |
| 3. | Kebutuhan Bahan Baku             |                        |
|    | - Asam Fluosilikat               | : 59.481,500           |
|    | ton/tahun                        |                        |
|    | - Aluminium Hidroksida           | : 10.870,000           |
|    | ton/tahun                        |                        |
| 4. | Umur Pabrik                      | : 10 tahun             |
| 5. | Masa Konstruksi                  | : 2 tahun              |
| 6. | Analisa Ekonomi                  |                        |
|    | - Modal Tetap                    | Rp263.033.855.089,52   |
|    | - Modal Kerja                    | Rp 27.929.132,06       |
|    | - Investasi Total                | Rp290.506.279.954,42   |
|    | - Biaya Produksi per tahun       | Rp137.700.434.272,84   |
|    | - Hasil Penjualan per tahun      | : Rp260.665.397.309,10 |
|    | - <i>Internal Rate of Return</i> | : 37,40%               |
|    | - <i>Payout Tie</i>              | : 5,90 tahun           |
|    | - <i>Break Event Point</i>       | : 36,32%               |

Dari hasil uraian diatas, ditinjau dari segi teknis maupun ekonomis, pabrik Aluminium Fluorida dari Asam Fluosilikat dan Aluminium Hidroksida ini layak didirikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional Indonesia. 1992. *Aluminium Fluorida (SNI 06-2603-1992)*. Jakarta: BSN.
- Bayat, M., Taeb, A., dan Rastegar, S. 2005. *Investigation of Different Stages of Aluminum Fluoride Crystal Growth*. Iran. J. Eng. & Chem. Eng., vol. 24, hal. 27-32.
- Burkin, A.R.1987. *Production of Aluminium and Alumina*. United Kingdom: John Wiley and Sons Ltd.
- Brownell, Young. 1959. *Process Equipment Design*. New York: John Wiley and Sons.
- Crowl, D.A., and Louvar, J. F. 2002. *Chemical Process Safety: Fundamentals with Applications*. Prentice Hall PTR, Inc., USA.
- Cobden, R., Alcan. dan Banbury. 1994. *Aluminium: Physical Properties, Characteristics and Alloys*. Talat lecture. 1994;1501:19-26.
- Coulson, J. M. and Richardson J. F. 1983. *Chemical Engineering, Vol. 6*. New York: Pergamon Press.
- Dreveton, A. 2012. *Manufacture of Aluminium Fluoride of High Density and Anhydrous Hydrofluoric Acid from Fluosilicic Acid*. Procedia Engineering, vol. 46, hal. 255-265.
- Geankoplis, C. 1993. *Transport Processes and Unit Operation 3<sup>rd</sup> Edition*. New Jersey: Prentice Hall.
- Gernes, D. C., Gatos, L., dan King, W. R. 1962. *Producing Alumium Fluoride*. California.
- Green, D., and Perry, R. 2007. *Perry's Chemical Engineers' Handbook, Edisi ke-8*. McGraw-Hill, New York
- Himmelblau, D.M. 1989. *Basic Principles and Calculation in Chemical Engineering, 6<sup>th</sup> Edition*. Singapura: Prentice-Hall International.
- Karlström, J. 2002. *Reactor Model for Production of Aluminum Fluoride*. Sweden: -.
- Kementerian Perindustrian Republik Indoneisia. 2015. *Rancangan Induk Pembangunan Industri Nasional*. Jakarta: Kemenperin.
- Kern, D. Q. 1965. *Process Heat Transfer, McGraw-Hill Book*



Company. Japan: -.

- Kusnarjo. 2010. *Desain Alat Industri Kimia*. Surabaya: ITS Press
- Kusnarjo, 2010. *Desain Pabrik Kimia*. Surabaya: ITS Press.
- Mc. Cabe. 2001. *Unit Operation of Chemical Engineering 6<sup>th</sup> Edition*. New York: Mc. Graw-Hill Book.
- Perry, R.H. and Green, D.W. 1984. *Perry's Chemical Engineer's Handbook, 6<sup>th</sup> Edition*. Singapura: Mc Graw Hill Book Co.
- Peters, M. S., Timmerhaus, K. D., and West, R. E. 2003. *Plant Design and Economics for Chemical Engineering 5<sup>th</sup> edition*. New York: McGraw-Hill Companies, Inc.
- Petrokimia Gresik. 2005. *Data Desain Pabrik Aluminium Fluorida Low Bulk Density*. Gresik: PT Petrokimia Gresik.
- Riello, D., Chris P., Zetterstrom, C., Braulio, M.A.L. 2016. *AlF<sub>3</sub> Reaction Mechanism and its Influence on  $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Mineralization*. Science Direct: Ceramics Journal.
- Samrane, K., dan Al-hjouj, M. 2011. *Fluosilicic Acid: Recovery System and Aluminum Fluoride Production*. Mesir: AFA Publications.
- Ullmann, F., dan Bohnet, M. 2005. *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, vol. 6, hal. 16*. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinhem
- Walas, S.M., Couper, J.R., Penney, W.R., dan Fair, J.R. 2012. *Chemical Process Equipment: Selection and Design 3<sup>rd</sup> Edition*. Exford: Elsevier.
- [www.made-in-china.com/products-search/hot-chinaproducts/](http://www.made-in-china.com/products-search/hot-chinaproducts/). Diakses pada tanggal 28 November 2019.
- [www.jiipe.com](http://www.jiipe.com). Diakses pada tanggal 15 Desember 2019.
- <https://www.researchreportsworld.com/global-united-states-european-union-and-china-aluminum-fluoride-market-14602687>. Diakses pada 17 Desember 2019.
- [www.matche.com/equipcost/EquipmentIndex.html](http://www.matche.com/equipcost/EquipmentIndex.html). Diakses pada tanggal 5 Januari 2020.

## RIWAYAT HIDUP PENULIS



**Sarah Syifa**, akrab dipanggil Sarah, Syifa, SS dan Sarsyif lahir di Jakarta, 12 Mei 1998. Merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Penulis menempuh pendidikan formal yang dimulai dari SD Hang tua 11 (2004-2010) dilanjutkan dengan SMPN 1 Sedati Sidoarjo (2010-2013), lalu dilanjutkan di SMAN 15 Surabaya (2013- 2016). Penulis melanjutkan pendidikan jenjang perguruan tinggi S1 di Teknik Kimia Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya (2016-2020), Penulis telah menyelesaikan tugas akhir pra desain pabrik dan tugas penelitian di laboratorium penelitian Teknik Reaksi Kimia bersama partner dan di bawah bimbingan Prof. Dr. Ir. Achmad Roesyadi, DEA dan Firman Kurniawansyah, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D. Tugas akhir pra desain pabrik yang telah diselesaikan oleh penulis berjudul “Pra Desain Pabrik Aluminium Fluorida Dari Asam Fluosilikat Dan Aluminium Hidroksida” dan tugas penelitian berjudul “Preparasi Dan Aplikasi Katalis Heterogen Dalam Sintesis Aspirin : Kajian Literatur Dan Studi Awal”

E-mail: Syifa.sarah49@yahoo.co.id



**Ronal Marada Pakpahan**, akrab dipanggil Ronal, lahir di Sidoarjo, 29 April 1998. Anak ketiga dari empat bersaudara. Penulis menempuh pendidikan formal yang dimulai dari SD Ketapang (2004-2010) dilanjutkan dengan SMPN 2 Sidoarjo (2010-2013), lalu dilanjutkan di SMAN 1 Waru (2013- 2016). Penulis melanjutkan pendidikan jenjang perguruan tinggi S1 di Teknik Kimia Institut Teknologi

Sepuluh Nopember Surabaya (2016-2020), Penulis telah menyelesaikan tugas akhir pra desain pabrik dan tugas penelitian di laboratorium penelitian Teknik Reaksi Kimia bersama partner dan di bawah bimbingan Prof. Dr. Ir. Achmad Roesyadi, DEA dan Firman Kurniawansyah, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D. Tugas akhir pra desain pabrik yang telah diselesaikan oleh penulis berjudul “Pra Desain Pabrik Aluminium Fluorida Dari Asam Fluosilikat Dan Aluminium Hidroksida” dan tugas penelitian berjudul “Preparasi Dan Aplikasi Katalis Heterogen Dalam Sintesis Aspirin : Kajian Literatur Dan Studi Awal”

Email : ronanmaradap@gmail.com