

**PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA KALSIUM
KLORIDA DARI ASAM KLORIDA DAN KALSIUM
KARBONAT DENGAN KAPASITAS 25.000 TON/TAHUN**

PERANCANGAN PABRIK

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia
Universitas Islam Indonesia



Oleh :

Nama : Ade Nadiya M. Rosa

Nama : Nisaul Hanik

NIM : 17521010

NIM : 17521060

**KONSENTRASI TEKNIK KIMIA
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2021

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL PERANCANGAN PABRIK

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ade Nadiya Melia Rosa

NIM : 17521010

Nama : Nisaul Hanik

NIM : 17521060

Yogyakarta, 5 Oktober 2021

Menyatakan bahwa seluruh hasil Perancangan Pabrik ini adalah hasil karya sendiri. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya sendiri, maka saya siap menanggung resiko dan konsekuensi apapun.

Demikian surat pernyataan ini saya buat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.



Ade Nadiya M. Rosa



Nisaul Hanik

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING
PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA KALSIMUM KLOORIDA DARI
ASAM KLOORIDA DAN KASLIUM KARBONAT DENGAN
KAPASITAS 25.000 TON/TAHUN

PERANCANGAN PABRIK



Oleh :

Nama : Ade Nadiya M. Rosa

NIM : 17521010

Nama : Nisaul Hanik

NIM : 17521060

Yogyakarta, 5 Oktober 2021

Pembimbing I,

Suharno Rusdi, Ph.D.

NIP. 845210102

Pembimbing II,

Fadilla Noor Rahma, S.T., M.Sc.

NIP. 185210102

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI
PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA KALSIUM KLORIDA DARI ASAM
KLORIDA DAN KALSIUM KARBONAT DENGAN KAPASITAS 25.000
TON/TAHUN

PERANCANGAN PABRIK

Oleh :

Nama : Ade Nadiya M. Rosa

Nama : Nisaul Hanik

NIM : 17521010

NIM : 17521060

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia Konsentrasi Teknik Kimia

Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 18 Oktober 2021

Tim Penguji,

Suharno Rusdi, Ph.D.

Ketua

Prof. Ir. Zainus Salimin, M.Si.

Anggota I

Venitalitya Alethea Sari Augustia, S.T., M.Eng.

Anggota II

Mengetahui:

Ketua Program Studi Teknik Kimia

Fakultas Teknologi Industri

Univeristas Islam Indonesia



Suharno Rusdi, Ph.D.

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta karunia-Nya kepada kami sehingga kami mampu menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“Pra Rancangan Pabrik Kimia Kalsium Klorida Dari Asam Klorida dan Kalsium Karbonat Dengan Kapasitas 25.000 Ton/Tahun”** dengan sebaik-baiknya. Kegiatan ini dilaksanakan sebagai bentuk penerapan teori Teknik Kimia yang dipelajari selama perkuliahan dan sebagai salah satu persyaratan dalam menempuh program Strata-1 di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

Selama melaksanakan pembuatan laporan Tugas Akhir, penyusun mendapat banyak bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu dengan segala kerendahan hati, penyusun mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua dan seluruh keluarga tercinta yang selalu mendokan kami serta memberikan dukungan, baik secara moral maupun materil.
2. Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo M.T. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
3. Suharno Rusdi, Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
4. Suharno Rusdi, Ph.D. dan Fadilla Noor Rahma S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang sudah membimbing dengan memberikan masukan dan arahan demi kelancaran penyusunan dan penulisan Tugas Akhir ini.
5. Seluruh civitas akademika di lingkungan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
6. Teman-teman Teknik Kimia 2017 yang telah memberikan semangat untuk melaksanakan penyusunan dan penulisan Tugas Akhir ini.
7. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu atas bantuannya selama penyusunan Tugas Akhir ini.

Penyusun menyadari bahwa laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan dan masih banyak hal yang perlu diperbaiki. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan dari berbagai pihak demi kesempurnaan laporan ini. Semoga laporan ini dapat memberikan manfaat bagi penyusun dan semua pihak yang memerlukannya.

Yogyakarta, 5 Oktober 2021

Penyusun



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL PERANCANGAN PABRIK	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
ABSTRAK	xiv
<i>ABSTRACT</i>	xv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tinjauan Pustaka	7
1.2.1. Proses Solvay	9
1.2.2. Proses Netralisasi dari Kalsium Karbonat dan Asam Klorida	10
1.2.3. Proses Pembuatan Kalsium Klorida dari Pemurnian Air Garam	11
BAB II.....	15
PERANCANGAN PRODUK.....	15
2.1. Spesifikasi Produk	15
2.1.1. Kalsium Klorida Anhidrat.....	15
2.2. Spesifikasi Bahan	16
2.2.1. Kalsium Karbonat	16
2.2.2. Asam Klorida	17
2.2.3. Kalsium Hidroksida	18
2.3. Pengendalian Kualitas	19
2.3.1. Pengendalian Kualitas Bahan Baku	20

2.3.2.	Pengendalian Proses Produksi	21
2.3.3.	Pengendalian Kualitas Produk	23
BAB III		24
PERANCANGAN PROSES.....		24
3.1.	Uraian Proses.....	24
3.1.1.	Proses persiapan bahan baku.....	24
3.1.2.	Proses reaksi antara kalsium karbonat dan asam klorida	25
3.1.3.	Proses netralisasi dan pengkristalan.....	25
3.1.4.	Penanganan produk	26
3.2.	Spesifikasi Alat.....	26
3.2.1.	Tangki Penyimpanan Asam Klorida	26
3.2.2.	Reaktor Asam.....	27
3.2.3.	Reaktor Neutralizer	29
3.2.4.	Rotary Drum Filter	30
3.2.5.	Evaporator	31
3.2.6.	Crystallizer	32
3.2.7.	Centrifuge.....	33
3.2.8.	Rotary Dryer.....	34
3.2.9.	Rotary Cooler	35
3.2.10.	Crusher	36
3.2.11.	Ball Mill	36
3.2.12.	Screen 1	37
3.2.13.	Screen 2.....	38
3.2.14.	Silo 1	38
3.2.15.	Silo 2	39
3.2.16.	Hopper.....	40
3.2.17.	Bucket Elevator 1	41
3.2.18.	Bucket Elevator 2.....	41
3.2.19.	Heater 1	42
3.2.20.	Heater 2	43

3.2.21. Heater 3	44
3.2.22. Screw Conveyor 1	45
3.2.23. Screw Conveyor 2.....	46
3.2.24. Gudang	47
3.2.25. Mixer	48
3.2.26. Belt Conveyor	50
3.3.27. Pompa.....	51
3.3.28. Pompa 9	52
3.3. Perencanaan Produksi.....	53
3.3.1. Perencanaan Bahan Baku.....	53
3.3.2. Perencanaan Alat Proses	54
BAB IV	56
PERANCANGAN PABRIK.....	56
4.1. Lokasi Pabrik.....	56
4.2. Tata Letak Pabrik	60
4.3. Tata Letak Alat	64
4.4. Aliran Proses dan Material	69
4.4.1. Neraca Massa	70
4.4.2. Neraca Panas	74
4.5. Pelayanan Teknik (Utilitas).....	80
4.5.1. Unit Penyedia dan Pengolahan Air	80
4.5.2. Unit Penyedia Steam	89
4.5.3. Unit Penyediaan Bahan Bakar	89
4.5.4. Unit Penyediaan Listrik.....	90
4.5.5. Unit Penyedia Udara Tekan	93
4.5.6. Spesifikasi Alat-alat Utilitas	93
4.5.7. Unit Pengolahan Limbah.....	107
4.6. Organisasi Perusahaan.....	108
4.6.1. Bentuk Perusahaan	108
4.6.2. Struktur Organisasi	110

4.6.3.	Tugas dan Wewenang	112
4.6.4.	Jam Kerja Karyawan	117
4.6.5.	Penggolongan Jabatan dan Keahlian.....	119
4.6.6.	Sistem Penggajian Pegawai.....	121
4.7.	Evaluasi Ekonomi.....	123
4.7.1.	Penaksiran Harga Peralatan.....	124
4.7.2.	Dasar Perhitungan	126
4.7.3.	Perhitungan Biaya	126
4.7.4.	Analisa Kelayakan	128
BAB V	.....	137
PENUTUP	.....	137
5.1.	Kesimpulan.....	137
5.2.	Saran.....	138
DAFTAR PUSTAKA	.....	139
LAMPIRAN A	.....	A-1
LAMPIRAN B	.....	B-1
LAMPIRAN C	.....	C-1

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Data impor kalsium klorida di Indonesia	2
Tabel 1.2 Kapasitas minimum pabrik kalsium klorida di dunia	5
Tabel 1.3 Kapasitas pabrik asam klorida dan kalsium karbonat di Indonesia	6
Tabel 1.4 Kelebihan dan kekurangan proses pembuatan kalsium klorida	13
Tabel 3.1. Daftar Belt Conveyor	50
Tabel 3.2. Daftar Pompa	51
Tabel 3.3. Ketersediaan Bahan Baku	53
Tabel 3.4. Perencanaan Alat Proses	54
Tabel 4.1 Rincian luas tanah dan bangunan pabrik kalsium klorida.....	61
Tabel 4.2 Neraca massa total	70
Tabel 4.3 Neraca massa crusher.....	70
Tabel 4.4 Neraca massa screen	70
Tabel 4.5 Neraca massa reaktor asam.....	71
Tabel 4.6 Neraca massa mixer	71
Tabel 4.7 Neraca massa neutrallizer	71
Tabel 4.8 Neraca massa rotary drum filter.....	72
Tabel 4.9 Neraca massa evaporator	72
Tabel 4.10 Neraca massa crystallizer.....	72
Tabel 4.11 Neraca massa centrifuge	73
Tabel 4.12 Neraca massa rotary dryer.....	73
Tabel 4.13 Neraca massa rotary cooler.....	73
Tabel 4.14 Neraca massa ball mill	74
Tabel 4.15 Neraca massa screen	74
Tabel 4.16 Neraca panas reaktor asam.....	74
Tabel 4.17 Neraca panas heater 1	75
Tabel 4.18 Neraca panas mixer.....	75
Tabel 4.19 Neraca panas heater 2	75

Tabel 4.20 Neraca panas neutralizer	75
Tabel 4.21 Neraca panas evaporator	76
Tabel 4.22 Neraca panas crystallizer	76
Tabel 4.23 Neraca panas rotary dryer	76
Tabel 4.24 Neraca panas heater 3	76
Tabel 4.25 Neraca panas rotary dryer	77
Tabel 4.26 Kebutuhan Air	81
Tabel 4.27 Kebutuhan Listrik Alat Proses	90
Tabel 4.28 Kebutuhan Listrik Alat Utilitas	91
Tabel 4.29 Kebutuhan Listrik Untuk Keperluan Lain	92
Tabel 4.30 Daftar Pompa Utilitas.....	103
Tabel 4.31 Jadwal Shift Kerja Karyawan	119
Tabel 4.32 Jabatan dan Keahlian	120
Tabel 4.33 Gaji Karyawan	122
Tabel 4.34 Fixed Capital Investment (FCI)	133
Tabel 4.35 Working Capital (WC).....	133
Tabel 4.36 Manufacturing Cost (MC).....	134
Tabel 4.37 General Expense (GE)	134
Tabel 4.38 Perhitungan BEP.....	135
Tabel 4.39 Rangkuman Analisa Kelayakan	135

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Grafik data impor kalsium klorida di Indonesia.....	3
Gambar 4.1 Lokasi Pendirian Pabrik	59
Gambar 4.2 Tata Letak Pabrik Kalsium Klorida	63
Gambar 4.3 Tata Letak Alat Proses Pabrik Kalsium Klorida	68
Gambar 4.4 Diagram Alir Kualitatif	78
Gambar 4.5 Diagram Alir Kuantitatif	79
Gambar 4.6 Unit Pengolahan Air.....	106
Gambar 4.7 Struktur Organisasi Perusahaan	111
Gambar 4.8 Grafik Indeks Harga	125
Gambar 4.9 Grafik SDP dan BEP	136

ABSTRAK

Pra rancangan pabrik kalsium klorida dari asam klorida dan kalsium karbonat dengan kapasitas 25.000 ton/tahun direncanakan akan dibangun di Tuban, Jawa Timur. Pabrik ini direncanakan akan beroperasi 24 jam dalam sehari selama 330 hari dalam setahun dengan jumlah pekerja 176 orang. Bahan baku yang diperlukan yaitu asam klorida 33% sebanyak 38.037,96474 ton/tahun dan kalsium karbonat sebanyak 16.619,67379 ton/tahun. Proses produksi dilakukan pada suhu 32°C dan tekanan 1 atm di reaktor alir tangki berpengaduk (RATB). Kebutuhan utilitas air sebanyak 46.207,26 kg/jam, listrik untuk alat proses sebanyak 85,62 kW, bahan bakar boiler berupa *fuel oil* sebanyak 536,95 kg/jam dan solar sebagai bahan bakar generator untuk sumber listrik cadangan sebanyak 13,38 kg/jam. Hasil analisa ekonomi dari pabrik ini menunjukkan jumlah *Fixed Capital Investment* sebesar Rp 333.272.074.923,- dan *Working Capital Investment* sebesar Rp 133.562.451.785,-. Keuntungan sebelum pajak sebesar Rp 86.510.522.896/tahun dan keuntungan setelah pajak (25%) sebesar Rp 64.882.892.172/tahun. *Return On Investment* (ROI) sebelum pajak sebesar 20,81% dan ROI setelah pajak sebesar 10,40%. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak 4,81 tahun dan POT setelah pajak sebesar 9,61 tahun. *Break Even Point* (BEP) pada 51,80% dan *Shut Down Point* (SDP) pada 27,66%. Berdasarkan analisa ekonomi tersebut dapat disimpulkan bahwa pabrik kalsium klorida ini layak untuk didirikan.

Kata-kata kunci : Kalsium Klorida, Kalsium Karbonat, Asam Klorida, RATB

ABSTRACT

Preliminary design of calcium chloride plant from hydrochloric acid and calcium carbonate with capacity 25,000 ton/year was planned to be built in Tuban, East Java. This chemical plant will be operated for 24 hours a day and 330 day/year with 176 employes. Raw material needed was hydrochloric acid 33% 38,037.96474 ton/year and calcium carbonate 16,619.67379 ton/year. The production process would be operated at a temperature of 32°C and a pressure of 1 atm in the Continuous Stirred Tank Reactor (CSTR). Utilities needs include water as much as 46,207.26 kg/hour, electricity for running process tools as much as 85.62 kW, fuel oil as much as 536.95 kg/hour and 13,38 kg/hour of solar. An economic analysis shows that's this chemical plant need to be covered by Fixed Capital Investment of about Rp 333,272,074,923.- and Working Capital Investment of about Rp 133,562,451,785.- . The profit before tax is Rp 86,510,522,896.- while the profit after tax Rp 64,882,892,172.-. Percentage of Return On Investment (ROI) before tax was 20.81% while ROI after tax was 10.40%. Pay Out Time (POT) before tax was 4.81 years while POT after tax was 9.61 years. The value of Break Even Point (BEP) was 51,80% and Shut Down Point (SDP) was 27,66%. Respectively based on the economic analysis, it was conclude that plant design of calcium chloride with capacity 25,000 ton/year was visible to build.

Keywords : Calcium Chloride, Hydrochloric Acid, Calcium Carbonate, CSTR

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kebutuhan industri di Indonesia terutama kalsium klorida yang banyak digunakan dalam industri *pulp* dan kertas, petisida, farmasi dan makanan, seiring berkembangnya zaman semakin meningkat. Namun untuk memenuhi kebutuhan kalsium klorida tersebut Indonesia masih mengimpor dari negara lain karena belum adanya industri yang memproduksi di Indonesia. Ditinjau dari keberadaan sumber daya alam yang cukup melimpah serta kebutuhan bahan baku kimia yang semakin meningkat setiap tahunnya, maka pendirian pabrik kalsium klorida di Indonesia sangat berpotensi untuk menyokong pertumbuhan ekonomi negara dan memperluas lapangan pekerjaan.

Kalsium klorida dapat dihasilkan dari bahan baku kalsium karbonat dengan penambahan asam klorida (HCl). Kalsium karbonat merupakan salah satu bahan galian industri non logam yang digunakan dalam pembuatan kalsium klorida karena kalsium karbonat mengandung kalsium dengan kadar yang paling tinggi yaitu sebesar 98,9% (Russell, 2007). Bahan baku kalsium karbonat di Indonesia juga tersedia dalam jumlah yang banyak dan tersebar hampir merata di seluruh Indonesia. Sebagian besar kandungan batuan ini di Indonesia terdapat di Sumatera Barat, Jawa Timur, Kalimantan Tengah dan Kalimantan Timur.

Kalsium klorida (CaCl_2) merupakan salah satu jenis garam yang mudah larut dalam air dan bersifat higroskopis, sehingga kalsium klorida amat luas penggunaannya

dalam industri. Senyawa kalsium klorida (CaCl_2) adalah senyawa ionik yang terdiri dari unsur kalsium (logam alkali) dan klorin. Senyawa ini bersifat padat pada suhu kamar, tidak berbau, tidak berwarna, dan tidak beracun, sehingga dapat digunakan secara ekstensif di berbagai industri dan aplikasi di seluruh dunia.

Kalsium klorida memiliki banyak kegunaan, diantaranya sebanyak 40% konsumsi kalsium klorida adalah sebagai zat pencair es (*de-icing*), 20% untuk mengendalikan debu di jalanan pada saat musim panas, 20% untuk proses industri, khususnya, dalam industri makanan, industri pemrosesan plastik, pipa dan semen. 10% digunakan dalam pengeboran minyak dan gas, 5% untuk pembuatan beton dan 5% untuk kegunaan-kegunaan lainnya (Ahfiladzum, 2011).

Kapasitas produksi suatu pabrik merupakan hal yang perlu dipertimbangkan pada saat perancangan pabrik. Semakin besar peluang kapasitas produksi dari suatu pabrik, maka pabrik yang didirikan akan menguntungkan. Hal yang perlu dipertimbangkan dalam penentuan kapasitas suatu pabrik adalah sebagai berikut:

1. Supply

- a. Impor

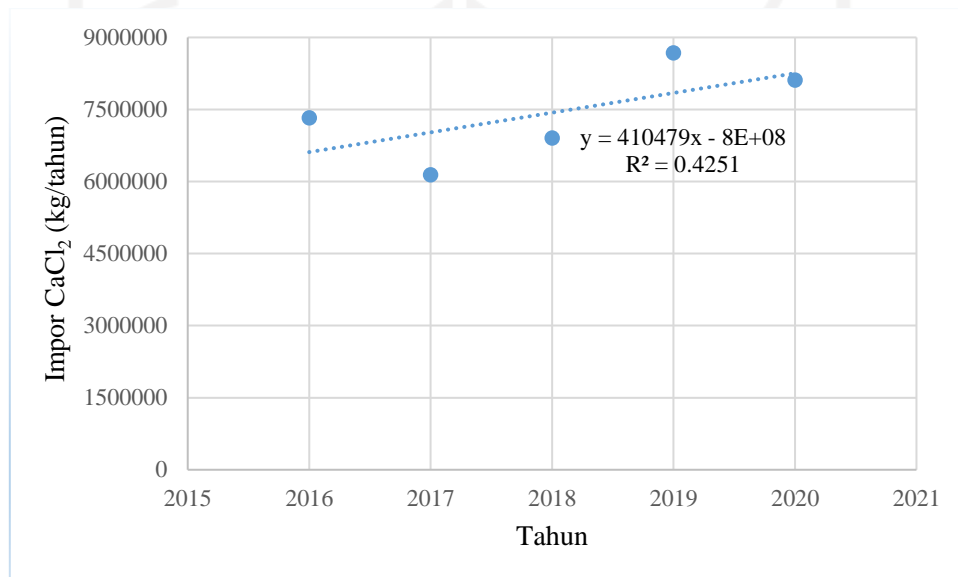
Tabel 1.1 Data impor kalsium klorida di Indonesia

Tahun	Jumlah Impor (kg)
2016	7327964
2017	6141824
2018	6907945
2019	8677010

2020	8112765
------	---------

(Sumber : Badan Pusat Statistik)

Dalam menghitung perkiraan kebutuhan kalsium klorida pada tahun yang diinginkan, maka grafik linear dibuat supaya persamaannya dapat diketahui dengan menggunakan data diatas. Gambar berikut adalah data impor kalsium klorida yang telah diubah menjadi grafik linear:



Gambar 1.1 Grafik data impor kalsium klorida di Indonesia

Berdasarkan grafik diatas diperoleh persamaan $y = 410479x - 8E+08$. Jika y adalah jumlah kebutuhan kalsium klorida dalam kg/tahun dan x adalah tahun yang diinginkan, maka didapatkan kebutuhan kalsium klorida pada tahun 2026 sebesar 31.630 ton/tahun.

b. Produksi

Berdasarkan website di Kemenperin dan Kemendag, di Indonesia belum ada pendirian pabrik kalsium klorida. Sehingga, data produksi kalsium klorida di Indonesia tidak ada.

Berdasarkan data produksi dan data impor pada tahun 2026 yang telah diketahui, maka dapat ditentukan nilai supply dari kalsium klorida di Indonesia, adalah:

$$\begin{aligned} \text{Supply} &= \text{Impor} \\ &= 31.630 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

2. Demand

Demand dapat didefinisikan sebagai jumlah keseluruhan dari barang dan jasa yang ingin dibeli atau diminta oleh konsumen, atau individu dalam waktu tertentu pada berbagai macam tingkat harga.

a. Konsumsi

Data konsumsi kalsium klorida berdasarkan konsumsi kalsium klorida di pabrik yang memproduksi *pulp* dan kertas, makanan kaleng, dan obat-obatan. Data konsumsi ditunjukkan dalam tabel berikut.

Nama Pabrik	Kapasitas (ton/tahun)	Sumber
PT Fajar Surya Wisesa	1450	https://www.fajarpaper.com
PT Tjiwi Kimia	2420	https://tjiwikimia.co.id
PT Lasellafood Indonesia	11426	https://lasallefood.id
PT Suryajaya Abadiperkasa	9468	https://sjap.co.id
PT Biofarma	15680	https://www.biofarma.co.id
PT Kalbe Farma	18750	https://www.kalbe.co.id
PT Sumatraco Langgeng Makmur	5770	https://garam.co.id

Data konsumsi kalsium klorida diasumsikan sampai 2026 kapasitas tetap. Berdasarkan jumlah keseluruhan konsumsi kalsium klorida di pabrik, maka konsumsi tahun 2026 sebesar 64964 ton/tahun.

b. Ekspor

Berdasarkan data statistic yang diterbitkan oleh Badan Pusat Statistik (BPS), tidak ada data ekspor kalsium klorida karena pabrik yang memproduksi kalsium klorida di Indonesia belum ada.

Berdasarkan data konsumsi dan ekspor di Indonesia pada tahun 2026, maka dapat ditentukan nilai demand dari kalsium klorida di Indonesia adalah:

$$\begin{aligned} \text{Demand} &= \text{Konsumsi} \\ &= 64.964 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

Berdasarkan proyeksi *supply* dan *demand* pada tahun 2026, maka peluang kalsium klorida dapat ditentukan kapasitas perancangan pabrik sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Peluang} &= \text{Demand} - \text{Supply} \\ &= (64.964 - 31.630) \text{ ton/tahun} \\ &= 33.334 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

Kapasitas minimum beberapa pabrik kalsium klorida yang telah berdiri di dunia disajikan pada tabel 1.2.

Tabel 1.2 Kapasitas minimum pabrik kalsium klorida di dunia

Nama Pabrik	Kapasitas Produksi (ton/tahun)
National Chloride Company of America (USA)	15.000
Weifang Haibin Chemical (China)	30.000

Nedmag (Netherlands)	40.000
Coalescentrum (UK)	400.000

(Sumber: www.icis.com)

Kapasitas beberapa pabrik penyedia bahan baku asam klorida dan kalsium karbonat yang ada di Indonesia disajikan pada tabel 1.3.

Tabel 1.3 Kapasitas pabrik asam klorida dan kalsium karbonat di Indonesia

Asam Klorida	Kapasitas	Kalsium karbonat	Kapasitas
PT Asiamarco Pacific (Surabaya)	65.000 ton/tahun	PT Sinar Asia Fortuna (Tuban)	412.000 ton/tahun
PT Asahimas Chemical (Cilegon)	82.000 ton/tahun	CV Bangun Arta (Jember)	200.000 ton/tahun
PT Acid Industri (Bekasi)	82.500 ton/tahun	PT Putra Lima Jaya (Tuban)	15.000 ton/tahun
PT Petrokimia Gresik (Gresik)	12.000 ton/tahun	PT Kurnia Parama Adhara (Bandung)	54.000 ton/tahun

(Sumber: www.daftarperusahaan.com www.indoacid.com www.kurnialime.com)

Dengan mempertimbangkan kapasitas pabrik kalsium klorida di luar negeri yang sudah berdiri, maka peluang kapasitas pabrik diambil 75% dari hasil analisis *supply* dan *demand* sebesar 25.000 ton/tahun. Ketersediaan bahan baku kalsium karbonat di Indonesia dari PT. Sinar Asia Fortuna adalah sebesar 412.000 ton/tahun dan HCl dari PT. Asiamarco Pacific Indonesia (API) dengan kapasitas 65.000 ton/tahun. Kapasitas pabrik kalsium klorida yang sudah beroperasi memiliki kapasitas 15.000 – 400.000 ton/tahun, dengan demikian kapasitas pabrik 25.000 ton/tahun layak untuk didirikan.

1.2. Tinjauan Pustaka

Kalsium klorida (CaCl_2) merupakan salah satu jenis garam yang terdiri dari unsur kalsium (Ca) dan klorin (Cl). Garam ini berwarna putih dan memiliki kandungan panas yang besar hingga dapat mengikat air dan larut didalamnya. Kemampuan kalsium klorida dalam mengikat air pun berbeda-beda tergantung jumlah mol hidrat yang terkandung didalamnya. Kalsium klorida memiliki beberapa macam hidrat, seperti anhidrat, dihidrat, tetrahidrat dan hexahidrat. Konsentrasi kalsium klorida semakin menurun seiring dengan semakin banyaknya jumlah mol hidrat (H_2O), sedangkan kemampuan kalsium klorida dalam mengikat air semakin menurun seiring dengan bertambahnya jumlah mol hidrat dalam kalsium klorida. Untuk kalsium klorida hexahidrate misalnya konsentrasi kalsium klorida berkisar 50,66% berat dengan panas kelarutan dalam air sebesar (+) 15,8 kJ/mol. Kemurnian larutan kalsium klorida yang dikomersialkan biasanya hanya berkisar antara 30-97% berat (Tetra, 2016).

Kalsium klorida memiliki kegunaan yang cukup luas baik dalam bidang industri maupun untuk kebutuhan sehari-hari, antara lain (Garrent, 2004):

1. Pencair Es (*De-icing*)

Kalsium klorida biasanya digunakan untuk mengurangi dan mencairkan es maupun salju, selain itu juga digunakan untuk mencegah pembekuan pada komoditas massal. Dibandingkan NaCl maupun MgCl_2 , kalsium klorida lebih efisien digunakan untuk mencairkan es, karena dengan konsentrasi kalsium klorida 30,22% mampu mencairkan es hingga suhu $-49,8^\circ\text{C}$. Selain itu kalsium klorida juga digunakan sebagai zat anti pembekuan dalam pertambangan.

2. Pengontrol Debu

Karena sifatnya yang menyerap dan mempertahankan air, ketika digunakan dalam permukaan jalan berdebu dan tidak beraspal, kalsium klorida dapat mengkondisikan debu pada permukaan, sehingga terbentuk permukaan jalan yang padat.

3. Pemasat dan Stabilisasi Tanah

Dengan cara yang sama seperti pengontrol debu, kalsium dapat membuat permukaan tanah menjadi lebih padat dan stabil.

4. Dalam Industri Makanan

Kalsium klorida juga digunakan zat pengawet dalam sayuran kalengan. Dalam pemrosesan kacang kedelai menjadi tahu dan dalam memproduksi pengganti kaviar dari jus sayuran atau buah. Dalam pembuatan bir, kalsium klorida digunakan untuk memperbaiki kekurangan mineral dalam air pembuatan bir yang dapat mempengaruhi rasa dan reaksi kimia selama proses pembuatan bir. Kalsium klorida juga ditambahkan dalam susu olahan untuk mengembalikan keseimbangan kalsium yang hilang selama pemrosesan dan untuk menjaga keseimbangan protein dalam kasein pada pembuatan keju.

5. Dalam Bidang Kesehatan

Kalsium klorida dapat disuntikkan sebagai terapi intravena untuk pengobatan hipokalsemia, yaitu penyakit berkurangnya kadar kalsium dalam tubuh.

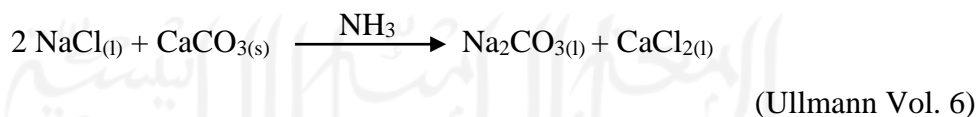
6. Dalam Bidang Industri

Dalam industri petrokimia kalsium klorida dapat digunakan untuk menghilangkan zat terlarut dalam larutan hidrokarbon. Kalsium klorida juga dapat digunakan untuk menghilangkan kandungan fluoride dan zat-zat lain yang tidak digunakan dalam limbah industri seperti fosfat dan sulfat.

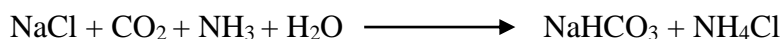
Pembuatan kalsium klorida ini dapat dilakukan dengan tiga macam cara atau proses dan bahan baku yang dipergunakan juga berbeda pula. Proses pembuatan kalsium klorida dapat dibedakan menjadi dua bagian utama yaitu secara alami dan sintetik. Secara sintetik terdiri dari proses solvay dan proses netralisasi dari kalsium karbonat dan asam klorida, sedangkan secara alami yaitu proses pembuatan kalsium klorida dengan pemurnian air garam. Penjelasan mengenai ketiga proses tersebut adalah sebagai berikut:

1.2.1. Proses Solvay

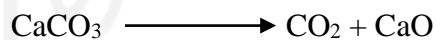
Proses *solvay* merupakan proses pembuatan *soda ash*, dengan ammonia sebagai katalisatornya dan menghasilkan produk samping berupa CaCl_2 yang sangat encer yaitu sekitar 30-45%. Persamaan reaksi yang terjadi:



Namun implementasi dari reaksi *overall* tersebut sangatlah rumit. Secara sederhana dapat dijelaskan dalam 4 langkah reaksi. Pada langkah pertama, karbon dioksida dilewatkan melalui larutan NaCl dan ammonia.



Ammonia yang dibutuhkan sebagai katalis pada reaksi akan dijelaskan pada langkah terakhir dan secara relatif hanya sedikit ammonia yang dikonsumsi. Karbon dioksida yang dibutuhkan untuk reaksi diproduksi dengan pemanasan kalsium karbonat pada suhu 950-1100°C. Kalsium karbonat diubah menjadi kalsium oksida dan karbon dioksida.



Sodium bikarbonat (NaHCO_3) difilter dari larutan ammonia klorida (NH_4Cl), kemudian larutan direaksikan dengan kalsium oksida yang tertinggal dari pemanasan kalsium karbonat di langkah kedua.

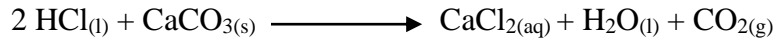


Ammonia dari reaksi di atas dikembalikan ke reaksi pertama. Sodium bikarbonat presipitasi dari reaksi pertama kemudian di ubah menjadi produk akhir, sodium karbonat (Na_2CO_3) dengan kalsinasi (160-230°C), memproduksi air dan karbon dioksida sebagai produk samping.

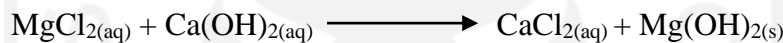


1.2.2. Proses Netralisasi dari Kalsium Karbonat dan Asam Klorida

Proses pembuatan kalsium klorida dari kalsium karbonat dengan asam klorida merupakan proses yang paling sering digunakan di seluruh dunia, dan ketersediaan bahan baku yang banyak dan murah, kemurnian produk yang dihasilkan juga lumayan tinggi. Kalsium karbonat direaksikan dengan larutan asam klorida menghasilkan kalsium klorida, karbon dioksida dan air.

Reaksi utama:**Reaksi samping:**

Di dalam tangki *neutralizer*, MgCl_2 dan sisa HCl direaksikan dengan Ca(OH)_2 pada suhu 40°C dan tekanan 1 atm dengan konversi 80% sehingga membentuk reaksi sebagai berikut:



Mg(OH)_2 adalah padatan sehingga bisa dipisahkan dari larutan CaCl_2 di alat *rotary drum filter* (Faith, Keyes & Clark, 1955).

Penambahan kalsium hidroksida (Ca(OH)_2) digunakan untuk menetralkan dan mereaksikan asam klorida yang masih terkandung dalam larutan kalsium klorida, sehingga asam klorida akan bereaksi dengan kalsium hidroksida menjadi kalsium klorida, sehingga produk yang dihasilkan akan menjadi lebih murni (Tetra, 2016).

1.2.3. Proses Pembuatan Kalsium Klorida dari Pemurnian Air Garam

Proses ini merupakan proses yang paling sederhana dalam pembuatan kalsium klorida, tetapi kemurnian kalsium klorida dari proses ini lebih rendah apabila dibandingkan dengan proses netralisasi (Tetra, 2010). Air garam alami dalam hal ini adalah air laut, mengandung kalsium, magnesium, natrium, klorida, bromide dan ion lainnya. Proses ini menggunakan bahan baku air garam murni, larutan air garam jenuh atau limbah proses solvay.

Pada proses ini pertama-tama larutan garam ditambahkan dengan gas klorin untuk mengoksidasi bromida ke bromin. Bromin tersebut kemudian ditiup keluar dari larutan dengan udara dan dikumpulkan sebagai bromin bebas atau sebagai bromida. Gas klorin, digunakan dalam proses pemurnian, tapi terbuang dengan pemanasan air garam sebelum kalsium klorida terisolasi. Pada kondisi ini, kalsium klorida dari air garam alam tidak berubah secara kimia. Larutan tersebut kemudian ditambahkan dengan kalsium oksida untuk membuat larutan garam tersebut bersifat alkali. Kalsium oksida yang ditambahkan diperoleh dari bahan kalsium karbonat (CaCO_3) melalui proses pemanasan secara kalsinasi. Ketika kapur ditambahkan ke larutan air garam, magnesium hidroksida (Mg(OH)_2) yang tidak larut akan mengendap dan tersaring. Beberapa kalsium karbonat yang ditambahkan tetap berada dalam air garam sebanyak 0,2% dan terisolasi dengan produk kalsium klorida akhir.

Larutan garam ini kemudian dipekatkan lebih lanjut melalui evaporasi. Karena natrium klorida kurang larut dibandingkan kalsium klorida, natrium klorida akan mengendap, dan kemudian disaring. Kalsium klorida tidak terpengaruh pada langkah ini. Larutan kalsium klorida yang tersisa dipekatkan dan dikeringkan. Kelebihan dan kekurangan masing-masing proses dalam pembuatan kalsium klorida dapat dilihat dalam tabel dibawah ini:

Tabel 1.4 Kelebihan dan kekurangan proses pembuatan kalsium klorida

Parameter	Nama Proses		
	Solvay	Netralisasi	Air Garam
Bahan baku	<ul style="list-style-type: none"> • Kalsium karbonat dan air laut dengan katalis NH_3 • Cukup mahal 	<ul style="list-style-type: none"> • Kalsium karbonat dan asam klorida • Murah dan mudah didapat 	<ul style="list-style-type: none"> • Air laut • Murah dan mudah didapat
Proses	<ul style="list-style-type: none"> • Proses pembuatan yang rumit dengan konversi sebesar 97% 	<ul style="list-style-type: none"> • Proses pembuatan sederhana dengan konversi sebesar 80-99% 	<ul style="list-style-type: none"> • Proses pembuatan lebih sederhana dibandingkan proses lainnya dengan konversi sebesar 80%
Produk	<ul style="list-style-type: none"> • Kalsium klorida (CaCl_2) diproduksi sebagai produk samping dengan kemurnian 55% 	<ul style="list-style-type: none"> • Kemurnian CaCl_2 relatif lebih tinggi yaitu mencapai 78-98% 	<ul style="list-style-type: none"> • Kemurnian CaCl_2 yang dihasilkan lebih rendah yaitu dibawah 10%

Dari tinjauan proses pembuatan kalsium klorida diatas maka dapat disimpulkan bahwa proses yang dipilih adalah proses pembuatan kalsium klorida dari kalsium karbonat dan asam klorida dengan proses netralisasi dengan faktor pertimbangan:

1. Biaya bahan baku sangat murah.
2. Bahan baku mudah didapat di pasar (HCl, kalsium karbonat).
3. Kemurnian CaCl_2 relatif lebih tinggi dibanding Solvay dan Air Garam yaitu sebesar 78-98%
4. Biaya investasi rendah dan kondisi operasi tidak terlalu ekstrim yaitu beroperasi pada suhu 32°C dan tekanan 1 atm.
5. Konversi CaCl_2 tinggi pada konsentrasi HCl yang digunakan tinggi
6. Proses yang digunakan sederhana dengan konversi 80-99%.
7. Tidak menggunakan katalis sehingga dapat mengurangi biaya.

BAB II

PERANCANGAN PRODUK

2.1. Spesifikasi Produk

2.1.1. Kalsium Klorida Anhidrat

- Sifat-sifat fisis:

Rumus molekul : $\text{CaCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$

Berat molekul : 129 g/mol

Wujud : Padat

Ukuran : 0.074 mm

Densitas (25°C) : 2,15 g/ml

Boiling point : >1600°C

Melting point : 772°C

Kapasitas panas : 0,66 kkal/kg°C

Solubility, cold water : 59,5 kg/100 kg H₂O (H₂O = 0°C)

Solubility, hot water : 347 kg/100 kg H₂O (H₂O = 260°C)

Kemurnian : 99,67%

(Sumber: MSDS; Perry 7ed)

- Sifat-sifat kimia:

1. Kalsium klorida dapat dielektrolisis untuk memberikan logam kalsium dan gas klor.
2. Kalsium klorida dapat memiliki perubahan entalpi yang sangat tinggi dari solusi.
3. Kalsium klorida bersifat higroskopis yang berarti dapat dengan mudah menyerap kandungan air.
4. Kalsium klorida dapat dihasilkan dari reaksi kalsium karbonat dengan asam klorida.

(Kirk and Orthmer, 1991)

2.2. Spesifikasi Bahan

2.2.1. Kalsium Karbonat

- Sifat-sifat fisis:

Rumus molekul : CaCO_3

Berat molekul : 100,09 g/mol

Wujud : Padat

Ukuran : 150 mm

Densitas (25°C) : 2,711 g/ml

Boiling point : -

Melting point : 825°C

Kapasitas panas : 0,21 kkal/kg°C

Solubility, cold water : 0,0014 kg/100 kg H₂O (H₂O = 25°C)

Solubility, hot water : 0,002 kg/100 kg H₂O (H₂O = 100°C)

Kemurnian : 98,14%

(Sumber: <https://modi.esdm.go.id/portal/detailPerusahaan/6831>)

- Sifat-sifat kimia:

1. Kalsium karbonat dalam suhu tinggi terdekomposisi menjadi CaO dan melepaskan CO₂.
2. Kalsium karbonat yang terdekomposisi (CaO) bereaksi dengan air membentuk Ca(OH)₂.
3. Kalsium karbonat dapat terbentuk kembali dari reaksi Ca(OH)₂ dengan CO₂ yang ditandai dengan mengeringnya Ca(OH)₂.
4. Kalsium karbonat dapat bereaksi dengan asam klorida membentuk kalsium klorida.

(Kirk and Orthmer, 1991)

2.2.2. Asam Klorida

- Sifat-sifat fisis:

Rumus molekul : HCl

Berat molekul : 36,46 g/mol

Wujud : Cair

Ukuran : -

Densitas (38%) : 1,19 g/ml

Boiling point : 83°C

<i>Melting point</i>	: -66°C	
Kapasitas panas	: 60,378 kkal/kg°C	
<i>Solubility, cold water</i>	: 82,3 kg/100 kg H ₂ O	(H ₂ O = 0°C)
<i>Solubility, hot water</i>	: 56,1 kg/100 kg H ₂ O	(H ₂ O = 60°C)
Kemurnian	: 33%	

(Sumber: <https://id.asiamarcopacific.com/>)

- Sifat-sifat kimia:
 1. Asam klorida merupakan asam monoprotik yang berarti hanya dapat melepaskan satu ion H⁺.
 2. Asam klorida merupakan asam kuat yang secara sempurna terdisosiasi sempurna dalam air.
 3. Bereaksi dengan basa membentuk garam.
 4. Asam klorida dapat dibuat dengan mereaksikan asam sulfat dengan natrium klorida.

(Perry, 1991)

2.2.3. Kalsium Hidroksida

- Sifat-sifat fisis:

Rumus molekul	: Ca(OH) ₂
Berat molekul	: 74,10 g/mol
Wujud	: Padat
Ukuran	: 0,074 mm

Densitas	: 2,14 g/ml	
Boiling point	: -	
Melting point	: 580°C	
Kapasitas panas	: 60,378 kkal/kg°C	
Solubility, cold water	: 18,5 kg/100 kg H ₂ O	(H ₂ O = 0°C)
Solubility, hot water	: 17,3 kg/100 kg H ₂ O	(H ₂ O = 20°C)
Kemurnian	: 96,83%	

(Sumber: <http://pentawiralime.com/>)

- Sifat-sifat kimia:
 1. Pada suhu 512°C dapat terurai menjadi kalsium oksida dan air.
 2. Senyawa ini juga dapat dihasilkan dalam bentuk endapan melalui pencampuran larutan kalsium klorida (CaCl₂) dengan larutan natrium hidroksida (NaOH).
 3. Larut dalam gliserol dan asam.

(Greenwood dkk, 1997)

2.3. Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas merupakan teknik yang sangat bermanfaat agar suatu perusahaan dapat mengetahui kualitas produknya sebelum dipasarkan kepada konsumen. Teknik dalam pengendalian kualitas merupakan suatu teknik yang dapat membantu suatu perusahaan dalam mengetahui kelayakan dan kualitas produk berdasarkan batas-batas control yang telah ditentukan. Dengan mengimplementasikan

pengendalian kualitas, perusahaan akan memiliki beberapa keuntungan. Diantaranya adalah perusahaan dapat meningkatkan kualitas produk yang akan dihasilkan guna mendapatkan suatu produk dengan hasil maksimal, meningkatkan produktivitas dengan mengurangi produk yang cacat pada saat produksi, menghilangkan biaya yang tidak perlu pada saat proses produksi, mengantisipasi ketidaksesuaian dalam proses produksi sehingga produk yang akan dihasilkan akan tetap sesuai dengan standar dan spesifikasi yang telah ditentukan atau diinginkan oleh perusahaan, serta dapat meningkatkan profit yang didapatkan oleh perusahaan.

2.3.1. Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Menurut Hanggana (2006:11), bahan baku adalah sesuatu yang digunakan untuk membuat barang jadi, bahan pasti menempel menjadi satu dengan barang jadi. Dalam sebuah perusahaan bahan baku memiliki arti yang sangat penting, karena menjadi modal terjadinya proses produksi sampai hasil produksi.

Pengendalian kualitas dari bahan baku bertujuan untuk mengetahui kualitas bahan baku yang digunakan, apakah sudah sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan untuk proses produksi. Pengendalian kualitas bahan baku dilakukan sebelum proses produksi dengan cara melakukan pengujian terhadap kualitas bahan baku berupa kalsium karbonat dan HCl agar bahan yang digunakan dapat diproses di dalam pabrik. Pengujian yang dilakukan diantaranya: uji viskositas, densitas, kadar komposisi komponen, volatilitas, dan kemurnian bahan baku.

2.3.2. Pengendalian Proses Produksi

Alat ukur dan instrumentasi merupakan bagian penting dalam mengendalikan proses produksi. Dengan adanya system tersebut maka bagian-bagian penting dari pabrik yang memerlukan pengawasan rutin dapat dikontrol dengan baik. Instrumentasi memiliki 3 fungsi utama, yaitu sebagai alat pengukur, alat analisa, dan alat kendali. Selain digunakan untuk mengetahui kondisi operasi, instrumentasi juga berfungsi untuk mengatur variabel proses, baik secara manual maupun secara otomatis untuk memperingatkan operator akan kondisi yang kritis dan berbahaya. Instrumentasi harus ada dan harus berfungsi sebagaimana mestinya sesuai dengan kebutuhan dimana instrumentasi tersebut ditempatkan. Instrumentasi merupakan salah satu factor yang sangat menentukan mutu dari suatu hasil produksi. Pengendalian proses produksi pabrik ini meliputi aliran dan alat sistem kontrol.

2.3.2.1. Aliran Sistem Kontrol

1. Aliran *pneumatis* (aliran udara tekan) digunakan untuk *valve* dari *controller* ke *actuator*.
2. Aliran *electric* (aliran listrik) digunakan untuk suhu dari sensor ke *controller*.
3. Aliran mekanik (aliran Gerakan/perpindahan level) digunakan untuk *flow* dari sensor ke *controller*.

2.3.2.2. Alat Sistem Kontrol

1. Sensor, digunakan untuk identifikasi variabel-variabel proses. Alat yang digunakan manometer untuk sensor aliran fluida, tekanan dan level, *thermocouple* untuk sensor suhu.
2. *Controller* meliputi *Level Control* (LC), *Temperature Control* (TC), *Pressure Control* (PC), *Flow Control* (FC).
 - a. *Level Control* (LC)

Level Control berfungsi untuk mengetahui dan mengendalikan tinggi cairan dalam suatu alat sehingga tidak melebihi batas maksimum yang diizinkan. Secara umum LC digunakan dalam suatu alat yang berupa kolom atau *vessel*. LC dihubungkan dengan *control valve* pada aliran keluar kolom atau *vessel*.
 - b. *Temperature Control* (TC)

Temperature Control berfungsi untuk mengetahui dan mengendalikan suhu operasi suatu alat berdasarkan suhu operasi yang ditetapkan.
 - c. *Pressure Control* (PC)

Pressure Control berfungsi untuk mengetahui dan mengendalikan tekanan operasi berdasarkan tekanan operasi suatu alat yang ditetapkan. PC sangat dibutuhkan pada system yang menggunakan aliran *steam* atau gas. PC dihubungkan dengan *control valve* pada aliran keluaran *steam* atau gas.
 - d. *Flow Control* (FC)

Flow Control berfungsi untuk mengetahui dan mengendalikan debit aliran dari suatu bahan yang akan masuk ke suatu proses atau alat.

3. *Actuator* digunakan untuk memanipulasi agar variabelnya sama dengan variabel *controller*. Alat yang harus digunakan *automatic control valve* dan *manual hand valve*.

2.3.3. Pengendalian Kualitas Produk

Kualitas dari produk yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh proses-proses sebelumnya. Untuk memperoleh mutu produk standar, maka diperlukan bahan yang berkualitas, pengawasan serta pengendalian yang baik terhadap proses yang ada sehingga didapatkan produk yang berkualitas dan sesuai dengan kebutuhan di pasaran.

BAB III

PERANCANGAN PROSES

3.1. Uraian Proses

3.1.1. Proses persiapan bahan baku

Kalsium karbonat berasal dari gudang penyimpanan yang berukuran 10-15 cm diangkut oleh *belt conveyor* menuju *crusher* untuk dihaluskan. Selanjutnya kalsium karbonat diayak menggunakan *vibrating screen* untuk mendapatkan kalsium karbonat dengan ukuran 200 mesh (0,074 mm). Material yang tidak lolos ayakan di *recycle* ke dalam *crusher* untuk dihaluskan kembali. Sedangkan material yang lolos ayakan selanjutnya diangkut menggunakan *bucket elevator* menuju *hopper*, kemudian dari *hopper* menuju reaktor asam. Asam klorida pada suhu 32°C dari tangki penyimpanan dialirkan menuju reaktor asam. Bahan baku kalsium hidroksida dari silo diangkut oleh *belt conveyor* menuju mixer untuk dilarutkan dengan air hingga mencapai konsentrasi 20%. Hasil pencampuran pada mixer sebelum direaksikan dalam reaktor *neutralizer* dialirkan terlebih dahulu melalui HE untuk dinaikkan suhunya menjadi 40°C.

3.1.2. Proses reaksi antara kalsium karbonat dan asam klorida

Dalam reaktor asam kalsium karbonat dan asam klorida akan bereaksi menghasilkan CaCl_2 , MgCl_2 , CO_2 , dan H_2O dengan konversi sebesar 99%. Reaksi tersebut terjadi pada reaktor dengan kondisi operasi pada suhu 32°C dan tekanan 1 atm kondisi isothermal, reaksi bersifat eksotermis karena membuang panas dari reaktor ke lingkungan untuk menjaga suhu reaktor tidak melebihi 32°C . reaksi yang terjadi pada reaktor adalah :



3.1.3. Proses netralisasi dan pengkristalan

Produk dari reaktor asam dialirkan melalui HE untuk dinaikkan suhunya menjadi 40°C . Dalam reaktor *neutralizer* terjadi netralisasi antara produk MgCl_2 dan sisa HCl dengan larutan kalsium hidroksida keluaran mixer. Reaksi tersebut terjadi pada reaktor dengan kondisi operasi pada suhu 40°C dan tekanan 1 atm kondisi isothermal, reaksi bersifat eksotermis karena membuang panas dari reaktor ke lingkungan untuk menjaga suhu reaktor tidak melebihi 40°C . Produk dari reaktor *neutralizer* dialirkan menuju *rotary drum filter* untuk memisahkan *cake* ($\text{Mg}(\text{OH})_2$) dengan filtrat. Selanjutnya filtrat dialirkan menuju *crystallizer* untuk mengkristalkan larutan kalsium klorida menjadi kristal kalsium klorida anhidrat. Kemudian kristal basah tersebut dipisahkan dari *mother liquor* nya menggunakan alat *centrifuge*. Kemudian kristal tersebut diangkut menuju *rotary dryer* untuk dikeringkan dengan menghilangkan

kandungan airnya. Setelah itu, kristal kering diangkut menuju *rotary cooler* untuk didinginkan menjadi 32°C, kemudian diangkut menuju *ball mill* untuk dihaluskan, lalu diayak pada *vibrating screen* untuk mendapatkan kristal dengan ukuran 200 mesh (0,074 mm). Material yang tidak lolos ayakan akan di *recycle* ke dalam *ball mill* untuk dihaluskan kembali. Material yang lolos ayakan selanjutnya diangkut menggunakan *bucket elevator* menuju silo.

3.1.4. Penanganan produk

Produk berupa kristal kering $\text{CaCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ diangkut oleh *bucket elevator* dari *vibrating screen* menuju silo untuk disimpan pada suhu 32°C dan tekanan 1 atm sebelum dikemas dan siap didistribusikan.

3.2. Spesifikasi Alat

3.2.1. Tangki Penyimpanan Asam Klorida

- Simbol : T-01
- Fungsi : Menyimpan bahan baku asam klorida sebanyak 4802,7733 kg/jam selama 7 hari.
- Jenis : Silinder tegak dengan dasar datar (*flat bottom*) dan bagian atas *torispherical roof*.
- Fase : Cair
- Jumlah : 1 buah
- Kondisi Operasi
 - Suhu : 30°C

- Tekanan : 1 atm
- Dimensi
 - Diameter : 18,288 m
 - Tinggi : 5,4864 m
 - Tebal shell
 - Course 1 : 5/8 in
 - Course 2 : 5/8 in
 - Course 3 : 1/2 in
 - Tebal head : 1/2 in
- Bahan Konstruksi : *Stainless steel SA-167 grade 3 type 304.*
- Harga : \$ 688871

3.2.2. Reaktor Asam

- Simbol : R
- Fungsi : Mereaksikan kalsium karbonat (CaCO_3 dan MgCO_3) dan asam klorida menjadi kalsium klorida dan magnesium klorida.
- Jenis : Reaktor alir tangki berpengaduk.
- Jumlah : 2 buah
- Kondisi Operasi
 - Suhu : 32°C
 - Tekanan : 1 atm
- Dimensi

- Diameter : 0,9506 m
- Tinggi : 1,2674 m
- Tebal shell : 0,1875 in
- Tebal head : 0,1875 in
- Pengaduk
 - Jenis : Six pitched blade turbine
 - Diameter : 0,3168 m
 - Lebar : 0,0792 m
 - Jumlah baffle : 4
 - Lebar baffle : 0,0792 m
 - Kecepatan : 275,7194 rpm
 - Daya : 1 hp
- Jaket Pendingin
 - ID : 0,9543 m
 - OD : 1,2083 m
 - Tinggi jaket : 1,1089 m
 - Tebal jaket : 0,1875 in
- Bahan Konstruksi : Stainless steel SA-167 grade 3 type 304
- Jenis Sambungan : Double welded butt joins
- Harga : \$ 326400

3.2.3. Reaktor Neutralizer

- Simbol : N
- Fungsi : Menetralkan magnesium klorida dan sisa asam klorida menggunakan kalsium hidroksida
- Jenis : Reaktor alir tangki berpengaduk.
- Jumlah : 2 buah
- Kondisi Operasi
 - Suhu : 40°C
 - Tekanan : 1 atm
- Dimensi
 - Diameter : 3,5921 m
 - Tinggi : 4,7895 m
 - Tebal shell : 0,25 in
 - Tebal head : 0,25 in
- Pengaduk
 - Jenis : Six pitched blade turbine
 - Diameter : 1,1974 m
 - Lebar : 0,2993 m
 - Jumlah baffle : 4
 - Lebar baffle : 0,2993 m
 - Kecepatan : 72,9615 rpm

- Daya : 2 hp
- Jacket Pendingin
 - ID : 3,5984 m
 - OD : 3,8524 m
 - Tinggi jaket : 4,1908 m
 - Tebal jaket : 0,3125 in
- Bahan Konstruksi : Stainless steel SA-167 grade 3 type 304
- Jenis Sambungan : Double welded butt joins
- Harga : \$ 976400

3.2.4. Rotary Drum Filter

- Simbol : RDF-01
- Fungsi : Memisahkan cake dan filtrat keluaran reaktor neutralizer.
- Jenis : Silinder horizontal dengan tutup datar
- Jumlah : 1 buah
- Kondisi Operasi
 - Suhu : 40°C
 - Tekanan : 1 atm
- Dimensi
 - Diameter : 2,2922 m
 - Panjang : 4,5845 m

- Filter area : 4,1247 m²
- Kecepatan Putar : 1,2 rpm
- Power Motor : 1,1 hp
- Bahan Konstruksi : Carbon steel SA-285 grade C
- Harga : \$ 162252

3.2.5. Evaporator

- Simbol : V-01
- Fungsi : Meningkatkan konsentrasi kalsium klorida dengan menguapkan air.
- Jenis : Vertical Tube Evaporator
- Tipe : Single Effect Evaporator
- Jumlah : 1 buah
- Kondisi Operasi
 - Suhu : 110°C
 - Tekanan : 1 atm
- Dimensi
 - Diameter : 5,9026 m
 - Tinggi : 11,8051 m
 - Tebal shell : 0,5 in
 - Tebal head : 0,5 in
 - Tinggi cairan : 9,2516 m

- Shell
 - Fluida dingin : Umpan campuran kalsium klorida, kalsium hidroksida, magnesium klorida, magnesium hidroksida, dan air.
 - ID : 15,25 in
 - Pitch : 1,5625 in
 - Pass : 1
- Tube
 - Fluida panas : Steam
 - Jumlah : 45
 - OD : 1,25 in
 - BWG : 18
 - ID : 1,15 in
 - Panjang : 20 ft
- Bahan Konstruksi : Stainless steel SA-304 grade A
- Harga : \$ 361335

3.2.6. Crystallizer

- Simbol : CR-01
- Fungsi : Mengkristalkan larutan kalsium klorida menjadi kristal kalsium klorida.
- Jenis : Swenson-walker crystallizer
- Jumlah : 1 buah

- Kondisi Operasi
 - Suhu : 70°C
 - Tekanan : 1 atm
- Dimensi
 - Diameter : 0,9715 m
 - Panjang : 3,2351 m
 - Tinggi : 0,4857 m
- Daya Motor : 2 hp
- Bahan Konstruksi : Carbon steel SA-285 grade C
- Harga : \$ 66136

3.2.7. Centrifuge

- Simbol : CF-01
- Fungsi : Memisahkan kristal kalsium klorida dengan mother liquornya.
- Jenis : Disk-Bowls Centrifuge
- Jumlah : 1 buah
- Kondisi Operasi
 - Suhu : 70°C
 - Tekanan : 1 atm
- Diameter Bowl : 0,3302 m
- Kecepatan Putar : 7500 rpm

- Power Motor : 6 hp
- Bahan Konstruksi : Carbon steel SA-285 grade C
- Harga : \$ 60859

3.2.8. Rotary Dryer

- Simbol : RD-01
- Fungsi : Mengeringkan kristal kalsium klorida dengan bantuan udara panas
- Jenis : Direct contact rotary dryer
- Jumlah : 1 buah
- Kondisi Operasi
 - Suhu : 100°C
 - Tekanan : 1 atm
- Dimensi
 - Diameter : 1,508 m
 - Panjang : 6,033 m
 - Tebal shell : 3/16 in
- Kemiringan : 8 cm/m
- Kecepatan Putar : 5 rpm
- Waktu Tinggal : 23,787 menit
- Daya Motor : 10 hp
- Bahan Konstruksi : Carbon steel SA-285 grade C

- Harga : \$ 115429

3.2.9. Rotary Cooler

- Simbol : RC-01
- Fungsi : Mendinginkan kristal kalsium klorida dari rotary dryer agar diperoleh suhu 32°C
- Jenis : Counter current direct heat rotary cooler
- Jumlah : 1 buah
- Kondisi Operasi
 - Suhu : 32°C
 - Tekanan : 1 atm
- Dimensi
 - Diameter : 1,495 m
 - Panjang : 5,98 m
 - Tebal shell : 3/16 in
- Kemiringan : 8 cm/m
- Kecepatan Putar : 5 rpm
- Waktu Tinggal : 23,57 menit
- Daya Motor : 10 hp
- Bahan Konstruksi : Carbon steel SA-285 grade C
- Harga : \$ 117338

3.2.10. Crusher

- Simbol : CRU-01
- Fungsi : Menggiling kalsium karbonat menjadi butiran-butiran halus
- Jenis : Roll crusher
- Jumlah : 1 buah
- Kondisi Operasi
 - Suhu : 32°C
 - Tekanan : 1 atm
- Dimensi
 - Diameter : 18 in
 - Panjang : 18 in
- Kecepatan Putar : 150 rpm
- Daya Motor : 35 hp
- Harga : \$ 122393

3.2.11. Ball Mill

- Simbol : BM-01
- Fungsi : Menghaluskan kristal kalsium klorida
- Jenis : Marcy ball mill
- Jumlah : 1 buah
- Kondisi Operasi

- Suhu : 32°C
- Tekanan : 1 atm
- Size : 4 x 3 ft
- Ball Charge : 2,73 ton
- Kecepatan Mill : 30 rpm
- Daya Motor : 20 hp
- Harga : \$ 74750

3.2.12. Screen 1

- Simbol : S-01
- Fungsi : Memisahkan partikel kalsium karbonat yang lebih besar dengan yang lebih kecil sehingga diperoleh ukuran partikel 200 mesh.
- Jenis : Vibrating screen
- Jumlah : 1 buah
- Kondisi Operasi
 - Suhu : 32°C
 - Tekanan : 1 atm
- Luas Screen : 15,933 m²
- Sieve Design : 74 μ
- Ukuran Kawat : 0,053 mm
- Speed : 1800 (Vibration/menit)
- Bahan Konstruksi : Stainless steel SA-167 grade 3 type 304

- Harga : \$ 107120

3.2.13. Screen 2

- Simbol : S-02
- Fungsi : Memisahkan partikel kalsium klorida yang lebih besar dengan yang lebih kecil sehingga diperoleh ukuran partikel 200 mesh.
- Jenis : Vibrating screen
- Jumlah : 1 buah
- Kondisi Operasi
 - Suhu : 32°C
 - Tekanan : 1 atm
- Luas Screen : 23,968 m²
- Sieve Design : 74 μ
- Ukuran Kawat : 0,053 mm
- Speed : 1800 (Vibration/menit)
- Bahan Konstruksi : Stainless steel SA-167 grade 3 type 304
- Harga : \$ 115093

3.2.14. Silo 1

- Simbol : TK-03
- Fungsi : Untuk menyimpan bahan baku padatan kalsium hidroksida selama 7 hari.
- Jenis : Tangki silinder tegak dengan conical bottom head

- Jumlah : 1 buah
- Kondisi Operasi
 - Suhu : 32°C
 - Tekanan : 1 atm
- Dimensi
 - Diameter : 2,3389 m
 - Tinggi : 7,0167 m
 - Tebal shell : 0,25 in
 - Tebal conical : 0,25 in
- Bahan Konstruksi : Carbon steel SA-285 grade C
- Harga : \$ 28184

3.2.15. Silo 2

- Simbol : TK-04
- Fungsi : Untuk menyimpan produk padatan kalsium klorida selama 7 hari.
- Jenis : Tangki silinder tegak dengan conical bottom head
- Jumlah : 1 buah
- Kondisi Operasi
 - Suhu : 32°C
 - Tekanan : 1 atm
- Dimensi

- Diameter : 5,011 m
- Tinggi : 15,0325 m
- Tebal shell : 0,5 in
- Tebal conical : 0,5 in
- Bahan Konstruksi : Carbon steel SA-285 grade C
- Harga : \$ 88256

3.2.16. Hopper

- Simbol : TK-02
- Fungsi : Menyimpan sementara kalsium karbonat selama 4 jam
- Jenis : Tangki silinder tegak dengan conical bottom head
- Jumlah : 1 buah
- Kondisi Operasi
 - Suhu : 32°C
 - Tekanan : 1 atm
- Dimensi
 - Diameter : 3,048 m
 - Tinggi : 1,497 m
 - Tebal conical : 0,25 in
 - Diameter bukaan bawah : 0,0537 m
- Bahan Konstruksi : Carbon steel SA-285 grade C
- Harga : \$ 6962

3.2.17. Bucket Elevator 1

- Simbol : BE-01
- Fungsi : Mengangkut kalsium karbonat dari screen menuju hopper
- Jenis : Continuous bucket elevator
- Kondisi Operasi
 - Suhu : 32°C
 - Tekanan : 1 atm
- Dimensi
 - Ukuran (in) : 6 x 4 x 4,5
 - Tinggi elevator : 7,62 m
 - Jumlah bucket : 39 unit
 - Jarak antar bucket : 0,3048 m
- Kecepatan : 68,58 m/min
- Daya Motor : 2 hp
- Bahan Konstruksi : Stainless steel SA-167 grade 3 type 304
- Harga : \$ 12127

3.2.18. Bucket Elevator 2

- Simbol : BE-02
- Fungsi : Mengangkut kalsium klorida dari screen menuju silo
- Jenis : Continuous bucket elevator

- Kondisi Operasi
 - Suhu : 32°C
 - Tekanan : 1 atm
- Dimensi
 - Ukuran (in) : 6 x 4 x 4,5
 - Tinggi elevator : 7,62 m
 - Jumlah bucket : 39 unit
 - Jarak antar bucket : 0,3048 m
- Kecepatan : 68,58 m/min
- Daya Motor : 2 hp
- Bahan Konstruksi : Stainless steel SA-167 grade 3 type 304
- Harga : \$ 12127

3.2.19. Heater 1

- Simbol : E-01
- Fungsi : Memanaskan fluida dari reaktor asam menuju reaktor neutralizer
- Jenis : Double pipe heat exchanger
- Jumlah : 1 buah
- Luas Transfer Panas : 11,874 ft²
- Panjang : 12 ft
- Jumlah Hairpin : 1 buah

- T in : 32°C
- T out : 40°C
- Rd : 0,0039 hr.ft².F/BTU
- Dimensi
 - IPS annulus : 4 in
 - IPS inner pipe : 3 in
 - Sch. No Annulus : 40
 - Sch. No Inner Pipe : 40
- Pressure Drop
 - Annulus : 0,0001 psi
 - Inner pipe : 0,0163 psi
- Bahan Konstruksi : Stainless steel SA-167 grade 3 type 304
- Harga : \$ 1797

3.2.20. Heater 2

- Simbol : E-02
- Fungsi : Memanaskan larutan kalsium hidroksida dari mixer menuju reaktor neutralizer
- Jenis : Double pipe heat exchanger
- Jumlah : 1 buah
- Luas Transfer Panas : 1,6826 ft²
- Panjang : 12 ft

- Jumlah Hairpin : 1 buah
- T in : 28,28°C
- T out : 40°C
- Rd : 0,0202 hr.ft².F/BTU
- Dimensi
 - IPS annulus : 4 in
 - IPS inner pipe : 3 in
 - Sch. No Annulus : 40
 - Sch. No Inner Pipe : 40
- Pressure Drop
 - Annulus : 0,000032 psi
 - Inner pipe : 0,00114 psi
- Bahan Konstruksi : Stainless steel SA-167 grade 3 type 304
- Harga : \$ 898

3.2.21. Heater 3

- Simbol : HE-01
- Fungsi : Memanaskan udara bebas menjadi udara panas pada suhu 120°C
- Jenis : Shell and tube heat exchanger
- Jumlah : 1 buah
- Luas Transfer Panas : 494,2784 ft²

- Panjang : 16 ft
- Dimensi Shell
 - ID : 17,25 in
 - Baffle space : 10,35 in
 - Passes : 1
- Dimensi Tube
 - Panjang : 4,8768 m
 - Jumlah tube : 118
 - OD : 1 in
 - BWG : 16
- T in : 30°C
- T out : 120°C
- Rd : 0,1779 hr.ft².F/BTU
- Pressure Drop
 - Shell : 0,0000369 psi
 - Tube : 0,0299 psi
- Bahan Konstruksi : Stainless steel SA-167 grade 3 type 304
- Harga : \$ 72200

3.2.22. Screw Conveyor 1

- Simbol : SC-01

- Fungsi : Mengangkut produk keluaran hopper menuju reaktor asam
- Jenis : Horizontal screw conveyor
- Jumlah : 1 buah
- Dimensi
 - Diameter Flight : 0,2286 m
 - Diameter Pipe : 0,0635 m
 - Diameter Shaft : 0,0508 m
 - Panjang : 4,572 m
- Kecepatan Motor : 40 rpm
- Daya Motor : 1 hp
- Bahan Konstruksi : Carbon steel SA-285 grade C
- Harga : \$ 4267

3.2.23. Screw Conveyor 2

- Simbol : SC-01
- Fungsi : Mengangkut produk keluaran centrifuge menuju rotary dryer
- Jenis : Horizontal screw conveyor
- Jumlah : 1 buah
- Dimensi
 - Diameter Flight : 0,2286 m

- Diameter Pipe : 0,0635 m
- Diameter Shaft : 0,0508 m
- Panjang : 4,572 m
- Kecepatan Motor : 40 rpm
- Daya Motor : 1 hp
- Bahan Konstruksi : Carbon steel SA-285 grade C
- Harga : \$ 4267

3.2.24. Gudang

- Simbol : GD-01
- Fungsi : Menyimpan bahan baku kalsium karbonat sebanyak 2098,444 kg/jam selama 7 hari
- Jenis : Gudang persegi empat dengan lantai rata dan atap runcing
- Jumlah : 1 buah
- Dimensi
 - Lebar : 7 m
 - Panjang : 7 m
 - Tinggi : 4 m
- Bahan Konstruksi
 - Dasar : Beton
 - Tiang : Baja

- Atap : Asbestos
- Harga : \$ 993

3.2.25. Mixer

- Simbol : M-01
- Fungsi : Melarutkan kalsium hidroksida dalam air
- Jenis : Reaktor alir tangki berpengaduk
- Bentuk : Silinder tegak dengan alas dan tutup torispherical
- Jumlah : 1 buah
- Kondisi Operasi
 - Suhu : 32°C
 - Tekanan : 1 atm
- Dimensi
 - Diameter : 1,6527 m
 - Tinggi : 2,2036 m
 - Tebal shell : 0,1875 in
 - Tebal head : 0,1875 in
- Pengaduk
 - Jenis : Six pitched blade turbine
 - Diameter : 0,5509 m
 - Lebar : 0,1377 m
 - Jumlah baffle : 4

- Lebar baffle : 0,1377 m
- Kecepatan : 158,58 rpm
- Daya : 1 hp
- Bahan Konstruksi : Carbon steel SA-285 grade C
- Harga : \$ 167,867



3.2.26. Belt Conveyor

Tabel 3.1. Daftar Belt Conveyor

Kode	BC-01	BC-02	BC-03	BC-04	BC-05	BC-06	BC-07
Fungsi	Mengangkut kalsium karbonat dari gudang menuju crusher	Mengangkut kalsium hidoksida dari silo menuju mixer	Mengangkut cake dari rotary drum filter menuju UPL	Mengangkut padatan kalsium klorida basah menuju rotary dryer	Mengangkut padatan kalsium klorida dari rotary dryer menuju rotary cooler	Mengangkut padatan kalsium klorida dari rotary cooler menuju ball mill	Mengangkut padatan kalsium klorida dari screen menuju bucket elevator
Jenis	Horizontal BC	Horizontal BC	Horizontal BC	Horizontal BC	Horizontal BC	Horizontal BC	Horizontal BC
Jumlah	1	1	1	1	1	1	1
Lebar belt (m)	0,3556	0,3556	0,3556	0,3556	0,3556	0,3556	0,3556
Panjang belt (m)	6,096	6,096	6,096	6,096	6,096	6,096	6,096
Luas belt (m ²)	0,1022	0,1022	0,1022	0,1022	0,1022	0,1022	0,1022
Kecepatan belt (m/min)	91	91	91	91	91	91	91
Belt plies	3	3	3	3	3	3	3
Daya Motor (hp)	3	3	3	3	3	3	3
Bahan Konstruksi	Carbon steel SA-167 grade 3 type 304	Carbon steel SA-167 grade 3 type 304	Carbon steel SA-167 grade 3 type 304	Carbon steel SA-167 grade 3 type 304	Carbon steel SA-167 grade 3 type 304	Carbon steel SA-167 grade 3 type 304	Carbon steel SA-167 grade 3 type 304
Harga (\$)	7411	7411	7411	7411	7411	7411	7411

3.3.27. Pompa

Tabel 3.2. Daftar Pompa

Kode	P-01	P-02	P-03	P-04	P-05	P-06	P-07	P-08
Fungsi	Memompa asam klorida dari tangki menuju reaktor	Memompa fluida dari reaktor menuju neutralizer	Memompa fluida dari mixer menuju neutralizer	Memompa fluida dari neutralizer menuju RDF	Memompa fluida dari RDF menuju evaporator	Memompa fluida dari evaporator menuju crystallizer	Memompa fluida dari centrifuge menuju UPL	Memompa fluida dari tangki air menuju mixer
Jenis	Centrifugal pump	Centrifugal pump	Centrifugal pump	Centrifugal pump	Centrifugal pump	Centrifugal pump	Centrifugal pump	Centrifugal pump
Jumlah	1	1	1	1	1	1	1	1
NPS (in)	1,5	2	1	2	2	1,25	1,25	1,25
Sch No.	40	40	40	40	40	40	40	40
OD (in)	1,90	2,38	1,32	2,38	2,38	1,66	1,66	1,66
ID (in)	1,61	2,07	1,05	2,07	2,07	1,38	1,38	1,38
Efisiensi Motor	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%
Motor Standar (hp)	1	1	1	2	2	2	2	2
Ns (rpm)	675,5889	1083,1522	201,2101	591,2738	892,1326	297,9546	130,6516	178,8491
Tipe Impeller	Radial Flow Impeller	Mixed Flow Impeller	Radial Flow Impeller	Radial Flow Impeller	Radial Flow Impeller	Radial Flow Impeller	Radial Flow Impeller	Radial Flow Impeller
Bahan Konstruksi	Stainless steel	Stainless steel	Stainless steel	Stainless steel	Stainless steel	Stainless steel	Stainless steel	Stainless steel
Harga (\$)	8085	9544	6288	9544	9544	7411	7411	7411

3.3.28. Pompa 9

- Kode : P-09
- Fungsi : Memompa fluida dari crystallizer menuju centrifuge
- Jenis : Cenrifugal pump
- Jumlah : 1 buah
- NPS (in) : 1,25
- Sch No. : 40
- OD (in) : 1,66
- ID (in) : 1,38
- Efisiensi motor : 80%
- Motor standar (hp) : 2
- Ns (rpm) : 297,9546
- Tipe impeller : Radial flow impeller
- Bahan konstruksi : Stainless steel
- Harga (\$) : 7411

3.3. Perencanaan Produksi

Perencanaan produksi adalah perencanaan produk apa dan berapa produk yang akan di produksi oleh perusahaan dalam beberapa waktu kedepan. Dalam penyusunan perencanaan produk perlu di pertimbangkan kemaksimalan produksi agar dicapai tingkat yang paling rendah untuk proses produksi tersebut. Perencanaan produksi dibagi menjadi 2 yaitu perencanaan bahan baku dan perencanaan alat proses.

3.3.1. Perencanaan Bahan Baku

Perencanaan bahan baku dalam pra-rancangan pabrik kalsium klorida merupakan hal yang sangat penting sebelum mendirikan pabrik. Ketersediaan bahan baku adalah factor penentu dalam proses produksi. Bahan baku kalsium karbonat diperoleh dari PT Sinar Asia Fortuna dan asam klorida diperoleh dari PT Asiamarco Pacific Indonesia. Sedangkan bahan baku kalsium hidroksida diperoleh dari PT Pentawira Agraha Sakti. Berikut adalah perencanaan kebutuhan bahan baku untuk memproduksi kalsium klorida dengan kapasitas 25.000 ton/tahun.

Tabel 3.3. Ketersediaan Bahan Baku

Bahan Baku	Kebutuhan		Pemasok ton/tahun
	kg/jam	ton/tahun	
Kalsium karbonat	2098,4437	16619,67379	412000
Asam klorida	4802,7733	38037,96474	65000
Kalsium hidroksida	330,46786	2617,305451	429000

Dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa ketersediaan bahan baku memenuhi kebutuhan pabrik untuk produksi.

3.3.2. Perencanaan Alat Proses

Perencanaan kebutuhan alat proses sangat penting untuk menjalankan proses produksi pembuatan kalsium klorida. Berikut perencanaan alat proses yang dibutuhkan untuk memproduksi kalsium klorida.

Tabel 3.4. Perencanaan Alat Proses

Nama Alat	Kode Alat	Jumlah
Gudang	GD-01	1
Belt Conveyor 1	BC-01	1
Crusher	CRU-01	1
Screeener 1	S-01	1
Bucket Elevator 1	BE-01	1
Hopper	T-02	1
Tangki Penyimpanan HCl	T-01	1
Pompa 1	P-01	1
Reaktor Asam	R	2
Silo 1	T-03	1
Belt Conveyor 2	BC-02	1
Mixer	M-01	1
Heater 1	E-01	1
Heater 2	E-02	1
Pompa 2	P-02	1
Pompa 3	P-03	1
Neutralizer	N-01	1
Pompa 4	P-04	1
Rotary Drum Filter	RDF-01	1
Belt Conveyor 3	BC-03	1

Lanjutan Tabel 3.4.

Pompa 5	P-05	1
Evaporator	EV-01	1
Pompa 6	P-06	1
Crystallizer	CR-01	1
Screw Conveyor	SC-01	1
Centrifuge	CF-01	1
Pompa 7	P-07	1
Pompa 8	P-08	1
Belt Conveyor 4	BC-04	1
Heater 3	HE-01	1
Rotary Dryer	RD-01	1
Belt Conveyor 5	BC-05	1
Rotary Cooler	RC-01	1
Belt Conveyor 6	BC-06	1
Ball Mill	BM-01	1
Screener 2	S-02	1
Belt Conveyor 7	BC-07	1
Bucket Elevator 2	BE-02	1
Silo 2	T-04	1

BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

4.1. Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik adalah hal yang sangat penting dalam perancangan suatu pabrik karena berhubungan langsung dengan nilai ekonomis dari pabrik yang akan didirikan. Untuk itu pemilihan lokasi yang tepat sangat diperlukan dengan memperhatikan berbagai macam pertimbangan.

Pabrik kalsium klorida dari asam klorida dan kalsium karbonat dengan kapasitas 25.000 ton/tahun direncanakan akan didirikan di Kabupaten Tuban, Jawa Timur. Adapun pertimbangan dalam pemilihan lokasi pabrik adalah sebagai berikut: (Peter dan Timmerhaus, 2004)

- Ketersediaan Bahan Baku dan Pendukung

Bahan baku merupakan hal yang sangat penting dalam pembuatan produk. Pabrik perlu dibangun di dekat sumber bahan baku sehingga transportasi mudah dan biayanya menjadi lebih murah. Tuban sendiri terletak di Pegunungan Kapur Utara sehingga wilayahnya didominasi oleh batuan karbonat yang menjadikan Tuban sebagai industri tambang kalsium karbonat (tubankab.co.id). Karena hal inilah menjadikan Tuban sebagai lokasi pendirian pabrik kalsium klorida. Bahan baku kalsium karbonat diperoleh dari PT. Sinar Asia Fortuna yang berada di Tuban, serta bahan pendukung kalsium hidroksida diperoleh dari PT. Pentawira Agraha Sakti

yang berada di Tuban. Serta bahan baku asam klorida direncanakan diperoleh dari PT. Asiamarco Pasifik Indonesia yang berada di Surabaya.

- Pemasaran Produk

Produk kalsium klorida memiliki banyak manfaat dalam industry kimia, karena di Indonesia belum ada pabrik kalsium klorida maka fokus area pemasaran hanya dalam negeri saja, tetapi tidak menutup kemungkinan untuk pemasaran luar negeri juga di masa yang akan datang. Sarana transportasi darat maupun laut sudah cukup lengkap, dengan Jalur Pantura sebagai rute nasional yang melewati Tuban, adapun untuk pengiriman luar Pulau Jawa ataupun ekspor dapat melalui Pelabuhan Tanjung Perak.

- Ketersediaan Tenaga Kerja

Kebutuhan tenaga kerja mudah untuk dipenuhi karena di Indonesia khususnya di Pulau Jawa memiliki jumlah penduduk yang tinggi. Selain itu terbukanya lapangan kerja juga akan menarik minat tenaga kerja tenaga ahli baik dari Kabupatek Tuban maupun dari daerah lain.

- Kondisi Lingkungan dan Masyarakat

Kabupaten Tuban beriklim tropis dengan temperature udara berkisar antara 22°C sampai 33°C dan curah hujan rata-rata 189,56 mm/tahun (<https://tubankab.bps.go.id>). Bencana alam seperti gempa bumi jarang terjadi, sehingga operasi pabrik akan berjalan lancar. Karena pabrik kalsium klorida tidak menghasilkan limbah yang berbahaya dan diperkirakan tidak

mengganggu keamanan dan keselamatan masyarakat sekitar. Dan masyarakat dapat mengambil keuntungan dengan menyewakan rumah atau mendirikan indekost untuk karyawan maupun usaha dalam bidang kuliner ataupun kebutuhan pokok serta dapat membuka lapangan pekerjaan membuat pendirian pabrik ini dapat diterima oleh masyarakat sekitar.

- **Kebutuhan Utilitas**

Kebutuhan penunjang seperti air dan listrik dalam pabrik adalah penting. Kebutuhan air diambil dari sungai Bengawan Solo yang lokasinya dekat dengan pabrik, sedangkan untuk kebutuhan listrik didapat dari Perusahaan Listrik Negara (PLN) wilayah Jawa-Bali yaitu Unit Pembangkitan Gresik.

- **Kebutuhan Tanah dan Pengembangannya**

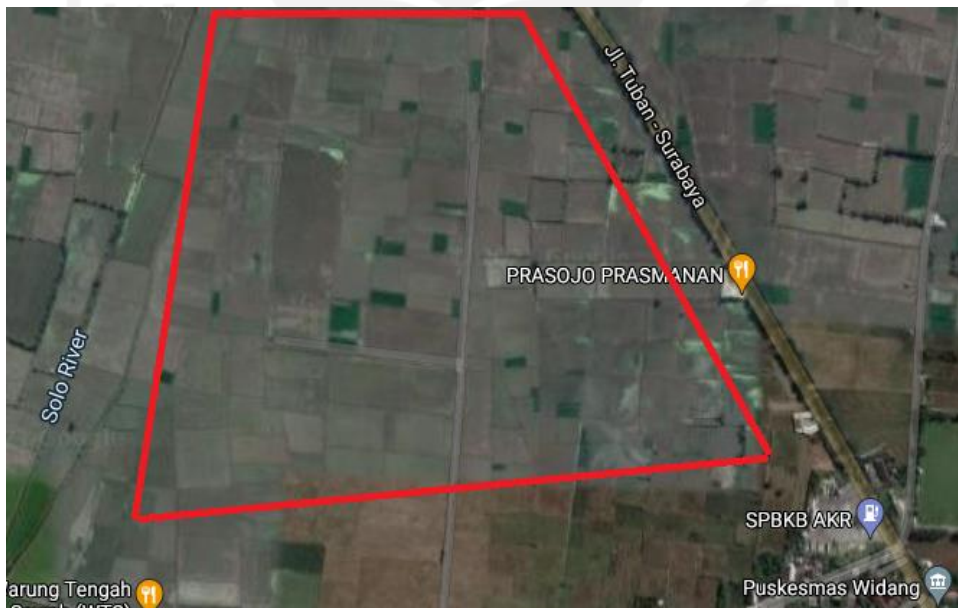
Tuban memiliki luas daerah 1.904,70 km² dan panjang pantai mencapai 65 km dengan jumlah penduduk mencapai sekitar 1.198.012 jiwa pada tahun 2020. Kepadatan penduduk mencapai 635 jiwa/km² membuat harga tanah terbilang cukup murah, sehingga luas tanah dapat diperluas untuk rencana jangka panjang tetapi perlu diingat untuk tetap memanfaatkan luas tanah yang ada se-optimal mungkin.

- **Peraturan Pemerintah**

Kabupaten Tuban merupakan salah satu wilayah yang diarahkan sebagai pengembang kawasan industri Jawa Timur. Kawasan industri tersebar di beberapa wilayah kecamatan yaitu Soko, Plumpang, Widang, Jenu, dan

Kerek. Pada Peraturan Pemerintah Nomor 142 Tahun 2015 tentang Kawasan Industri, pemerintah memberikan beberapa kemudahan terhadap pembangunan dan pengelolaan tenaga listrik untuk kebutuhan sendiri dan dalam Kawasan industri. Memberikan insentif pajak daerah berupa pengurangan, keringanan atau pembebasan pajak dan retribusi Bea Perolehan Hak Atas Tanah dan/atau Bangunan (BPHTB) dan Pajak Penerangan Jalan (BPJ) untuk jalan lingkungan dalam kawasan industri untuk para investor (Suwiknyo, 2017).

Berikut adalah lokasi pendirian pabrik dengan pertimbangan-pertimbangan yang telah dijelaskan diatas :



Gambar 4.1 Lokasi Pendirian Pabrik

4.2. Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik (*Plant Layout*) merupakan suatu pengaturan yang optimal dari unit serta departemen yang ada di dalam pabrik. Penataan yang tepat akan memberikan efisiensi dan manfaat yang didapatkan. Dalam menentukan tata letak pabrik supaya mencapai kondisi yang optimal, maka harus memperhatikan hal-hal sebagai berikut (Vilbrant, 1959) :

1. Kemungkinan perluasan pabrik pada masa mendatang.
2. Faktor keamanan dari bahaya api dan ledakan, maka *plant layout* diusahakan jauh dari sumber api, asap, dan bahan yang mudah meledak serta bahan panas.
3. Harga tanah yang mahal membuat *plant layout* harus efisien.

Secara garis besar tata letak pabrik dibagi menjadi beberapa daerah utama, yaitu:

1. Daerah Perkantoran dan Laboratorium
Merupakan pusat kegiatan administrasi pabrik yang akan mengatur kelancaran operasi pabrik. Serta terdapat laboratorium untuk pengendalian kualitas bahan yang akan diproses dan produk yang akan dijual.
2. Daerah Produksi
Merupakan tempat dimana alat proses diletakkan serta daerah dimana proses produksi berlangsung. Serta terdapat ruang control untuk mengendalikan proses produksi.
3. Daerah Penyimpanan Bahan Baku dan Produk

Merupakan daerah penyimpanan bahan baku asam klorida dalam tangki, kalsium karbonat dalam gudang, dan kalsium klorida yang telah menjadi produk.

4. Daerah Gudang dan Bengkel

Merupakan daerah untuk menampung bahan-bahan yang diperlukan oleh pabrik dan untuk keperluan perawatan peralatan proses.

5. Daerah Utilitas

Merupakan daerah penunjang yang berperan dalam jalannya proses produksi seperti penyediaan air serta listrik.

6. Daerah Fasilitas Umum

Merupakan daerah dimana fasilitas-fasilitas seperti tempat parkir, kantin, dan ruang ibadah dan lain-lain.

7. Daerah Perluasan

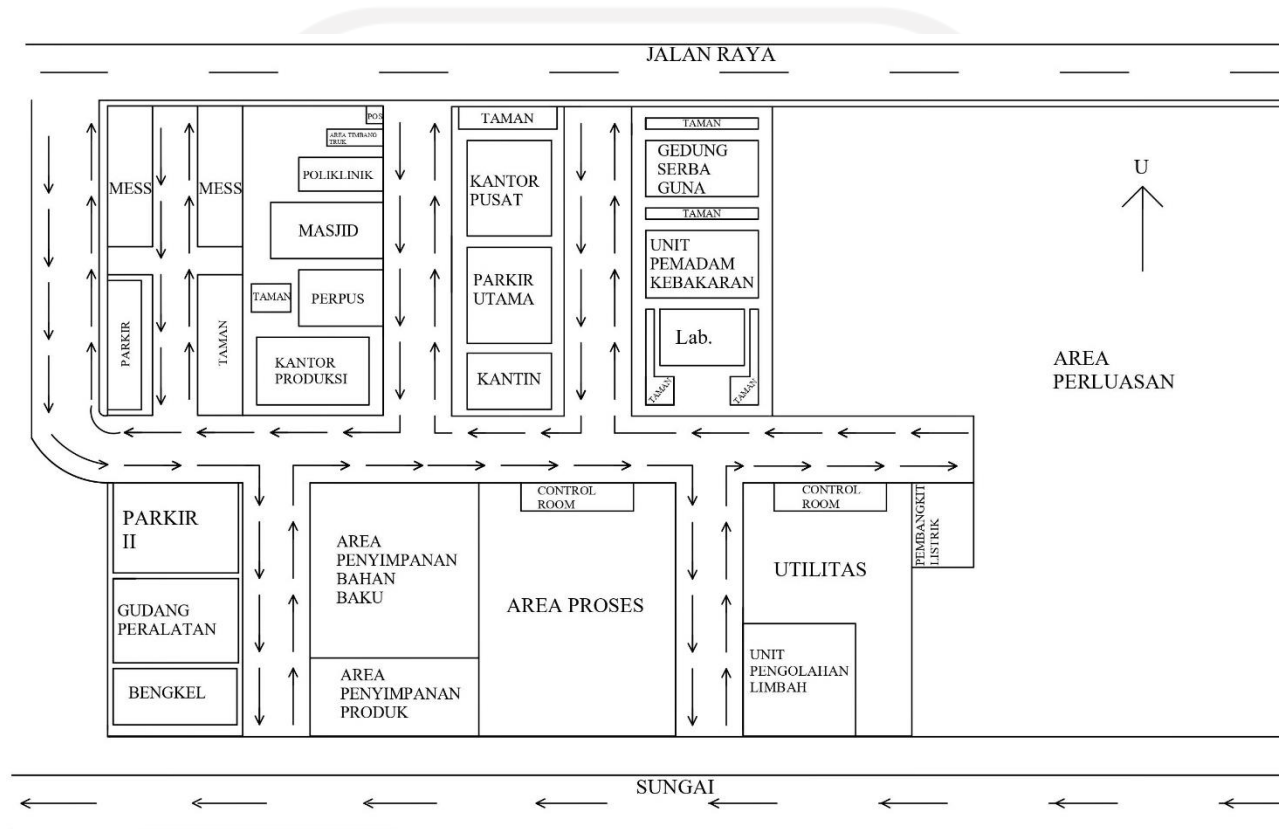
Merupakan daerah yang digunakan untuk perluasan daerah pabrik di masa mendatang tanpa mengganggu pemukiman penduduk.

Perincian luas tanah dan bangunan pabrik dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4.1 Rincian luas tanah dan bangunan pabrik kalsium klorida

No	Lokasi	Panjang (m)	Lebar (m)	Luas (m ²)
1	Pos Keamanan	3	3	9
2	Area Parkir Utama	17	15	255
3	Masjid	10	20	200
4	Gudang Perlatan	22	15	330
5	Kantin	15	10	150
6	Perkantoran	33	15	495
7	Gedung Serba Guna	20	10	200

8	Laboratorium	10	15	150
9	Area Timbang Truk	3	10	30
10	Area Parkir Truk	16	22	352
11	Area Utilitas	30	31	930
12	Perpustakaan	10	15	150
13	Poliklinik	15	6	90
14	Area Proses	44	35	1540
15	Area Penyimpanan Bahan Baku	31	30	930
16	Area Penyimpanan Produk	30	14	420
17	Area Pembangkit Listrik	15	11	165
18	Control Room	20	5	100
19	Control Utilitas	20	5	100
20	Area Mess	20	20	400
21	Bengkel	22	10	220
22	Unit Pemadam Kebakaran	20	10	200
23	Unit Pengolahan Limbah	20	20	400
24	Taman	39	12	468
25	Daerah Perluasan			8580
	Luas Bangunan			8254
	Luas Tanah	468	345	16834



SKALA 1:1000

Gambar 4.2 Tata Letak Pabrik Kalsium Klorida

4.3. Tata Letak Alat

Konstruksi yang ekonomis, keamanan dan keselamatan terjaga, serta operasi yang efisien pada unit proses tergantung pada tata letak pabrik dan spesifikasi alat.

Dibawah ini merupakan pertimbangan-pertimbangan untuk perencanaan tata letak alat:

1. Pertimbangan ekonomis alat transportasi bahan baku dan produk

Biaya perancangan dan bahan konstruksi dapat diminimalisir dengan perancangan tata letak yang memberikan jarak terpendek antara pipa-pipa proses. Penempatan pipa untuk pipa diatas tanah perlu dipasang pada ketinggian tiga meter atau lebih, sedangkan untuk pemipaan pada permukaan tanah diatur sedemikian rupa sehingga tidak mengganggu lalu lintas kerja.

2. Pertimbangan ekonomis alat proses

Tata penempatan alat harus memberikan ruang yang cukup untuk masing-masing alat agar beroperasi dengan baik dan pendistribusian utilitas dilakukan dengan mudah. Serta alat proses yang mempunyai suhu dan tekanan tinggi sebaiknya dipisahkan dari alat proses yang lain, sehingga apabila terjadi ledakan atau kebakaran pada alat tersebut tidak membahayakan alat proses lainnya.

3. Kelancaran aliran udara

Memperhatikan kelancaran aliran udara di dalam dan di sekitar area proses. Hal ini bertujuan untuk menghindari stagnasi udara pada suatu tempat yang dapat

mengakibatkan akumulasi bahan kimia yang berbahaya yang dapat membahayakan keselamatan para pekerja.

4. Pencahayaan yang memadai

Pada tempat-tempat proses yang berbahaya atau beresiko harus diberi penernangan tambahan supaya dapat mengurangi resiko kecelakaan kerja. Sehingga penerangan seluruh area pabrik harus memadai.

5. Keselamatan dan kemudahan transportasi

Dalam hal perancangan tata letak alat proses perlu diperhatikan agar pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah. Letak alat proses harus sebaik mungkin agar jika terjadi kebakaran tidak ada yang terperangkap didalamnya dan mudah dijangkau oleh kendaraan atau alat pemadam kebakaran.

6. Kemudahan perawatan

Perawatan atau *maintenance* berguna untuk menjaga sarana dan fasilitas peralatan pabrik dengan pemeliharaan dan perbaikan alat agar produksi dapat berjalan dengan lancar dan produktivitas menjadi tinggi sehingga akan tercapai target produksi dan spesifikasi bahan baku yang diharapkan.

7. Perluasan dimasa depan

Setiap pabrik yang didirikan diharapkan dapat berkembang dengan penambahan unit sehingga diperlukan susunan pabrik yang memungkinkan adanya perluasan.

Terdapat empat macam penentuan dalam menyusun tata letak alat proses yang digunakan sebagai acuan dalam mengefiseinsikan daerah produksi yaitu:

1. Tata Letak Posisi Tetap (Fixed Position Layout)

Merupakan material atau produk utamanya tinggal tetap pada posisinya sedangkan sarana produksi (peralatan, manusia, dsb) bergerak menuju lokasi produk dengan jenis volume produksi rendah. Tata letak ini sering digunakan untuk membuat produk dengan ukuran besar seperti perakitan pesawat terbang, kapal, dan lain-lain.

2. Tata Letak Proses (Process Layout)

Pengaturan tata letak ini menempatkan segala peralatan yang memiliki jenis sama ke dalam satu departemen. Sangat cocok untuk industri yang sifatnya menerima pesanan dengan jenis produk dapat bervariasi dan volume produksi sangat rendah seperti pabrik pembuatan roti, pabrik meubel, dan lain-lain.

3. Tata Letak Produk (Product Layout)

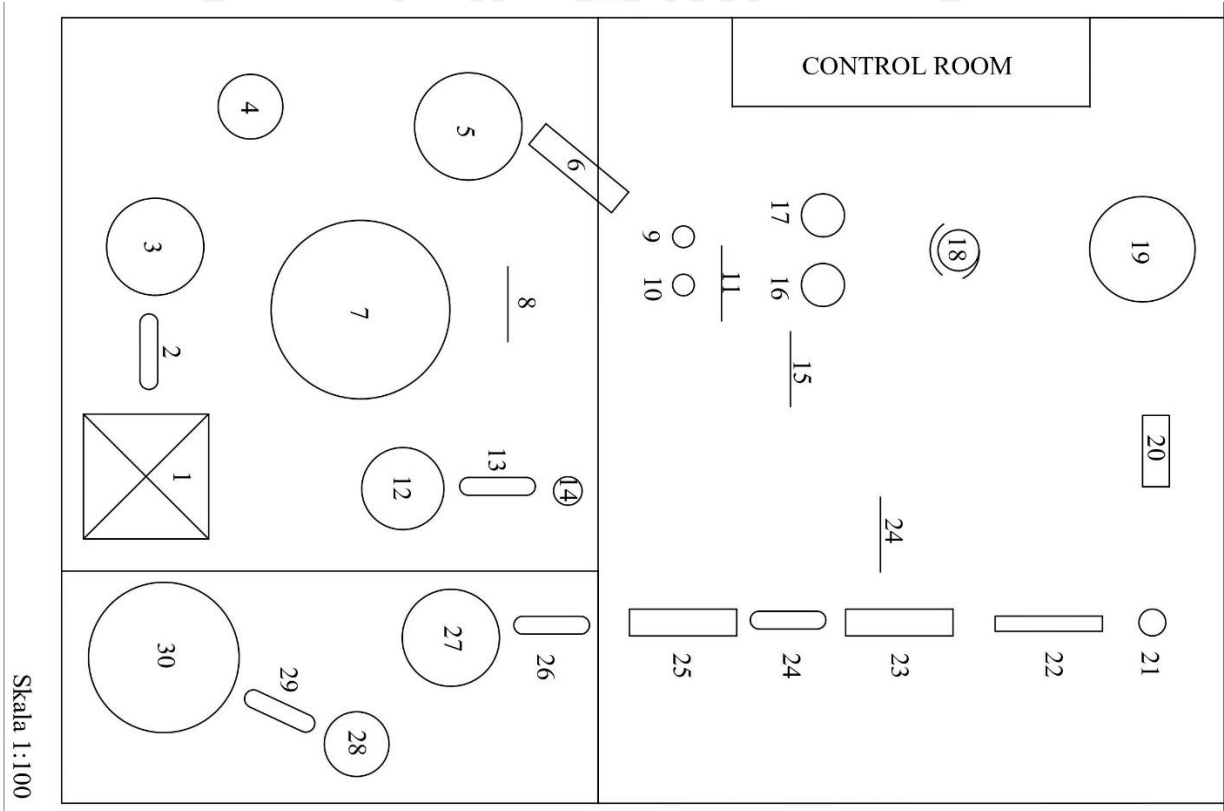
Pengaturan jenis ini umumnya untuk pabrik yang memproduksi satu macam produk dengan jumlah yang banyak secara terus-menerus dalam waktu produksi yang lama. Dilakukan dengan cara alat dan fasilitas produksi diatur dengan urutan proses pengerjaan produksi. Contoh dari penggunaan tata letak ini adalah pabrik semen, pabrik minuman, dan lain-lain.

4. Tata Letak Kombinasi (Combination Layout)

Merupakan kombinasi tipe tata letak produk dan proses dengan cara mengelompokkan produk atau komponen yang akan dibuat berdasarkan kesamaan dalam proses, bentuk atau peralatan yang dipakai.

Dari keempat jenis tata letak alat proses diatas pabrik kami menggunakan jenis tata letak produk karena sesuai dengan pabrik kalsium klorida ini. Berikut adalah layout alat proses pabrik ini:





Gambar 4.3 Tata Letak Alat Proses Pabrik Kalsium Klorida

Keterangan :

- | | |
|---------------------|------------------------|
| 1. Gudang | 17. Neutralizer 2 |
| 2. Belt conveyor 1 | 18. Rotary drum filter |
| 3. Crusher | 19. Evaporator |
| 4. Screen 1 | 20. Crystallizer |
| 5. Hopper | 21. Centrifuge |
| 6. Screw conveyor 1 | 22. Screw conveyor |
| 7. Tangki HCl | 23. Rotary dryer |
| 8. Heater 1 | 24. Heat exchanger 1 |
| 9. Reaktor 1 | 25. Belt conveyor 3 |
| 10. Reaktor 2 | 26. Rotary cooler |
| 11. Heater 2 | 27. Belt conveyor |
| 12. Silo 1 | 28. Ball mill |
| 13. Belt conveyor 2 | 29. Screen 2 |
| 14. Mixer | 30. Belt conveyor 4 |
| 15. Heater 3 | 31. Silo 2 |
| 16. Neutralizer 1 | |

4.4. Aliran Proses dan Material

4.4.1. Neraca Massa

Tabel 4.2 Neraca massa total

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)
CaCO ₃	2066,967006	
MgCO ₃	31,47665491	
HCl	1825,053864	
H ₂ O	4299,590902	4326,823614
CO ₂		925,9532541
CaCl ₂		82,43962351
MgCl ₂		7,404508345
Ca(OH) ₂	330,46786	15,73656476
Mg(OH) ₂		17,21323357
CaCl ₂ .H ₂ O		3177,985488
Total	8553,556287	8553,556287

Tabel 4.3 Neraca massa *crusher*

Komponen	Masuk (kg/jam)		Keluar (kg/jam)
	Arus 1	Arus 2	Arus 3
CaCO ₃	2066,967006	103,3483503	2170,315356
MgCO ₃	31	1,573832745	33,05048765
Total	2203,365844		2203,365844

Tabel 4.4 Neraca massa *screen*

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
	Arus 3	Arus 2	Arus 4
CaCO ₃	2170,315356	103,3483503	2066,967006
MgCO ₃	33	1,573832745	31,47665491
Total	2203,365844	2203,365844	

Tabel 4.5 Neraca massa reaktor asam

Komponen	Masuk (kg/jam)		Keluar (kg/jam)
	Arus 5	Arus 6	Arus 7
CaCO ₃	2066,967006		20,66967006
MgCO ₃	31,47665491		0,314766549
HCl		1825,053864	304,175644
CaCl ₂			2271,390043
MgCl ₂			35,24261184
H ₂ O		2977,719462	3352,73053
CO ₂			916,6937216
Total	6901,216987		6901,216987

Tabel 4.6 Neraca massa *mixer*

Komponen	Masuk (kg/jam)		Keluar (kg/jam)
	Arus 8	Arus 9	Arus 10
Ca(OH) ₂	330,46786		330,46786
H ₂ O		1321,87144	1321,87144
Total	1652,3393		1652,3393

Tabel 4.7 Neraca massa *neutrallizer*

Komponen	Masuk (kg/jam)		Keluar (kg/jam)
	Arus 7	Arus 10	Arus 11
CaCO ₃	20,66967006		
MgCO ₃	0,314766549		
CO ₂			9,259532541
HCl	304,175644		
CaCl ₂	2271,390043		2766,430319
MgCl ₂	35,24261184		7,404508345
H ₂ O	3352,73053	1321,87144	4820,818407
Ca(OH) ₂		330,46786	15,73656476
Mg(OH) ₂			17,21323357
Total	7636,862565		7636,862565

Tabel 4.8 Neraca massa *rotary drum filter*

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
	Arus 11	Arus 12	Arus 13
CaCl ₂	2766,430319	27,66430319	2738,766016
MgCl ₂	7,404508345	0,074045083	7,330463262
H ₂ O	4820,818407	48,20818407	4772,610223
Ca(OH) ₂	15,73656476	0,157365648	15,57919911
Mg(OH) ₂	17,21323357	17,04110123	0,172132336
Total	7627,603032	7627,603032	

Tabel 4.9 Neraca massa *evaporator*

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
	Arus 13	Arus 14	Arus 15
CaCl ₂	2738,766016		2738,766016
MgCl ₂	7,330463262		7,330463262
H ₂ O	4772,610223	3621,935153	1150,675069
Ca(OH) ₂	15,57919911		15,57919911
Mg(OH) ₂	0,172132336		0,172132336
Total	7534,458033	7534,458033	

Tabel 4.10 Neraca massa *crystallizer*

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)
	Arus 15	Arus 16
CaCl ₂	2738,766016	54,77532032
MgCl ₂	7,330463262	7,330463262
H ₂ O	1150,675069	656,6802764
Ca(OH) ₂	15,57919911	15,57919911
Mg(OH) ₂	0,172132336	0,172132336
CaCl ₂ .H ₂ O		3177,985488
Total	3912,52288	3912,52288

Tabel 4.11 Neraca massa *centrifuge*

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
	Arus 16	Arus 17	Arus 18
CaCl ₂	54,77532032	52,0365543	2,738766016
MgCl ₂	7,330463262	6,963940099	0,366523163
H ₂ O	656,6802764	623,8462626	32,83401382
Ca(OH) ₂	15,57919911	14,80023916	0,778959956
Mg(OH) ₂	0,172132336		0,172132336
CaCl ₂ .H ₂ O	3177,985488		3177,985488
Total	3912,52288	3912,52288	

Tabel 4.12 Neraca massa *rotary dryer*

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
	Arus 18	Arus 19	Arus 20
CaCl ₂	2,738766016		2,738766016
MgCl ₂	0,366523163		0,366523163
H ₂ O	32,83401382	26,52865101	6,305362815
Ca(OH) ₂	0,778959956		0,778959956
Mg(OH) ₂	0,172132336	0,001721323	0,170411012
CaCl ₂ .H ₂ O	3177,985488	31,77985488	3146,205634
Total	3214,875884	3214,875884	

Tabel 4.13 Neraca massa *rotary cooler*

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)
	Arus 20	Arus 21
CaCl ₂	2,738766016	2,738766016
MgCl ₂	0,366523163	0,366523163
H ₂ O	6,305362815	6,305362815
Ca(OH) ₂	0,778959956	0,778959956
Mg(OH) ₂	0,170411012	0,170411012
CaCl ₂ .H ₂ O	3146,205634	3146,205634
Total	3156,565657	3156,565657

Tabel 4.14 Neraca massa *ball mill*

Komponen	Masuk (kg/jam)		Keluar (kg/jam)
	Arus 21	Arus 22	Arus 23
CaCl ₂	2,738766016	0,136938301	2,875704317
MgCl ₂	0,366523163	0,018326158	0,384849321
H ₂ O	6,305362815	0,315268141	6,620630956
Ca(OH) ₂	0,778959956	0,038947998	0,817907953
Mg(OH) ₂	0,170411012	0,008520551	0,178931563
CaCl ₂ .H ₂ O	3146,205634	157,3102817	3303,515915
Total	3314,393939		3314,393939

Tabel 4.15 Neraca massa *screen*

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
	Arus 23	Arus 22	Arus 24
CaCl ₂	2,875704317	0,136938301	2,738766016
MgCl ₂	0,384849321	0,018326158	0,366523163
H ₂ O	6,620630956	0,315268141	6,305362815
Ca(OH) ₂	0,817907953	0,038947998	0,778959956
Mg(OH) ₂	0,178931563	0,008520551	0,170411012
CaCl ₂ .H ₂ O	3303,515915	157,3102817	3146,205634
Total	3314,393939	3314,393939	

4.4.2. Neraca Panas

Tabel 4.16 Neraca panas reaktor asam

Masuk	kJ/jam	Keluar	kJ/jam
Arus 5 dan 6		Arus 7	
Q in	134694,672	Q out	120917,0676
ΔH reaksi	14049,52739	ΔH pendingin	27827,1318
Total	148744,1994	Total	148744,1994

Tabel 4.17 Neraca panas *heater 1*

Masuk	kJ/jam	Keluar	kJ/jam
Arus 7a		Arus 7b	
Q in	115412,4775	Q out	247399,6288
ΔH pemanas	131987,1514		
Total	247399,6288	Total	247399,6288

Tabel 4.18 Neraca panas *mixer*

Masuk	kJ/jam	Keluar	kJ/jam
Arus 8 dan 9		Arus 10	
Q in	19439,34389	Q out	19511,69
ΔH pelarutan	72,34566665		
Total	19511,69	Total	19511,69

Tabel 4.19 Neraca panas *heater 2*

Masuk	kJ/jam	Keluar	kJ/jam
Arus 10a		Arus 10b	
Q in	19511,69	Q out	89062,0721
ΔH pemanas	69550,38		
Total	89062,0721	Total	89062,0721

Tabel 4.20 Neraca panas *neutralizer*

Masuk	kJ/jam	Keluar	kJ/jam
Arus 7b		Arus 10b	
Q in	336461,70	Q out	332050,7043
ΔH reaksi	4876,621423	ΔH pendingin	9287,618076
Total	341338,3224	Total	341338,3224

Tabel 4.21 Neraca panas *evaporator*

Masuk	kJ/jam	Keluar	kJ/jam
Arus 13		Arus 14 dan 15	
Q in	331930,69	Q out	9344257,387
ΔH pemanas	9012326,70		
Total	9344257,387	Total	9344257,387

Tabel 4.22 Neraca panas *crystallizer*

Masuk	kJ/jam	Keluar	kJ/jam
Arus 15		Arus 16	
Q in	571187,50	Q out	128981,0008
ΔH crystallization	1268671,895	ΔH pendingin	1710878,396
Total	1839859,397	Total	1839859,397

Tabel 4.23 Neraca panas *rotary dryer*

Masuk	kJ/jam	Keluar	kJ/jam
Arus 18		Arus 19 dan 20	
Q in	8994,75	Q out	73133,87769
Q udara masuk	286431,5263	Q udara keluar	222292,3988
Total	295426,2765	Total	295426,2765

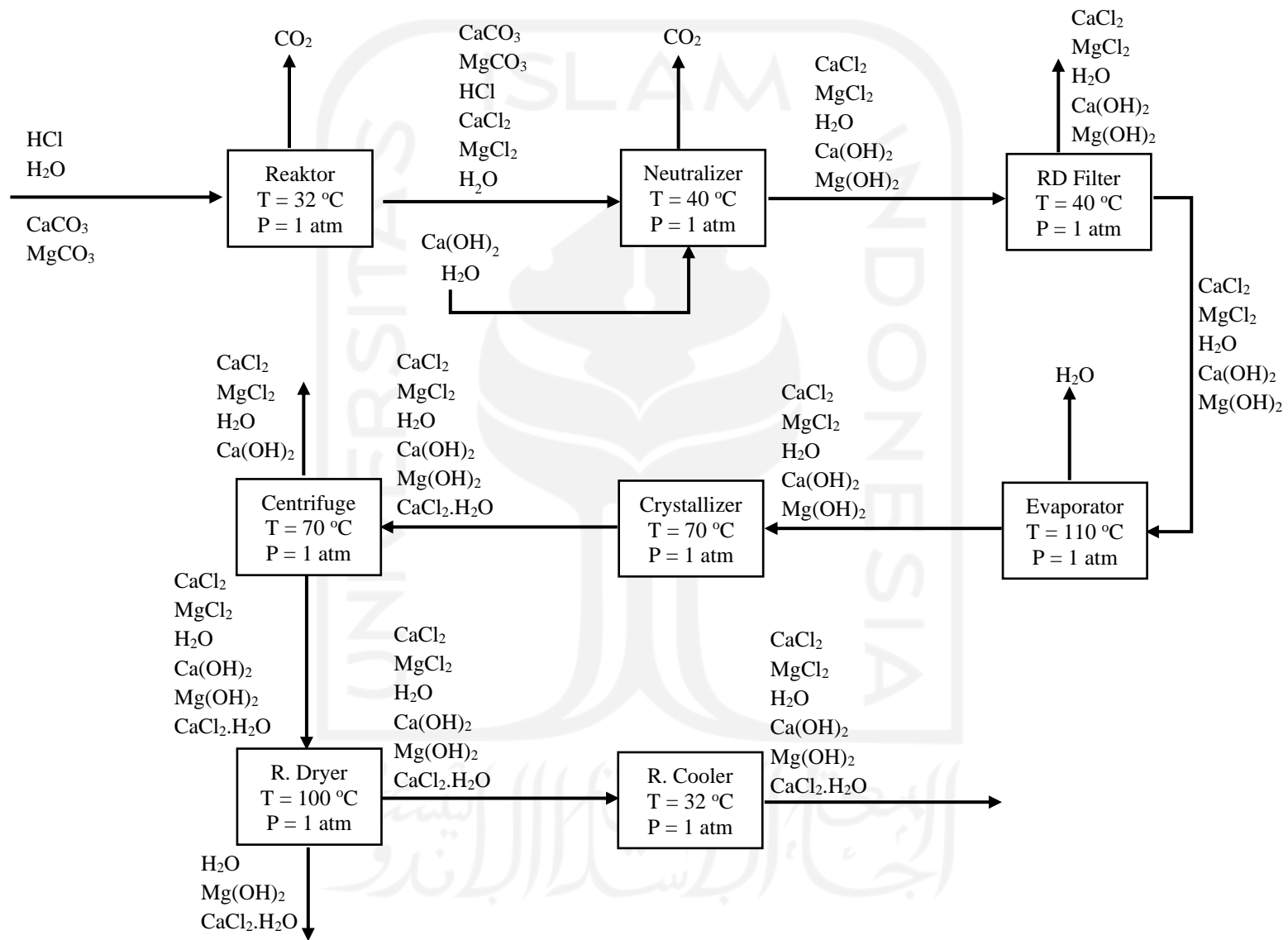
Tabel 4.24 Neraca panas *heater 3*

Masuk	kJ/jam	Keluar	kJ/jam
Arus a		Arus b	
Q in	13681,82	Q out	286431,5263
ΔH pemanas	272749,71		
Total	286431,5263	Total	286431,5263

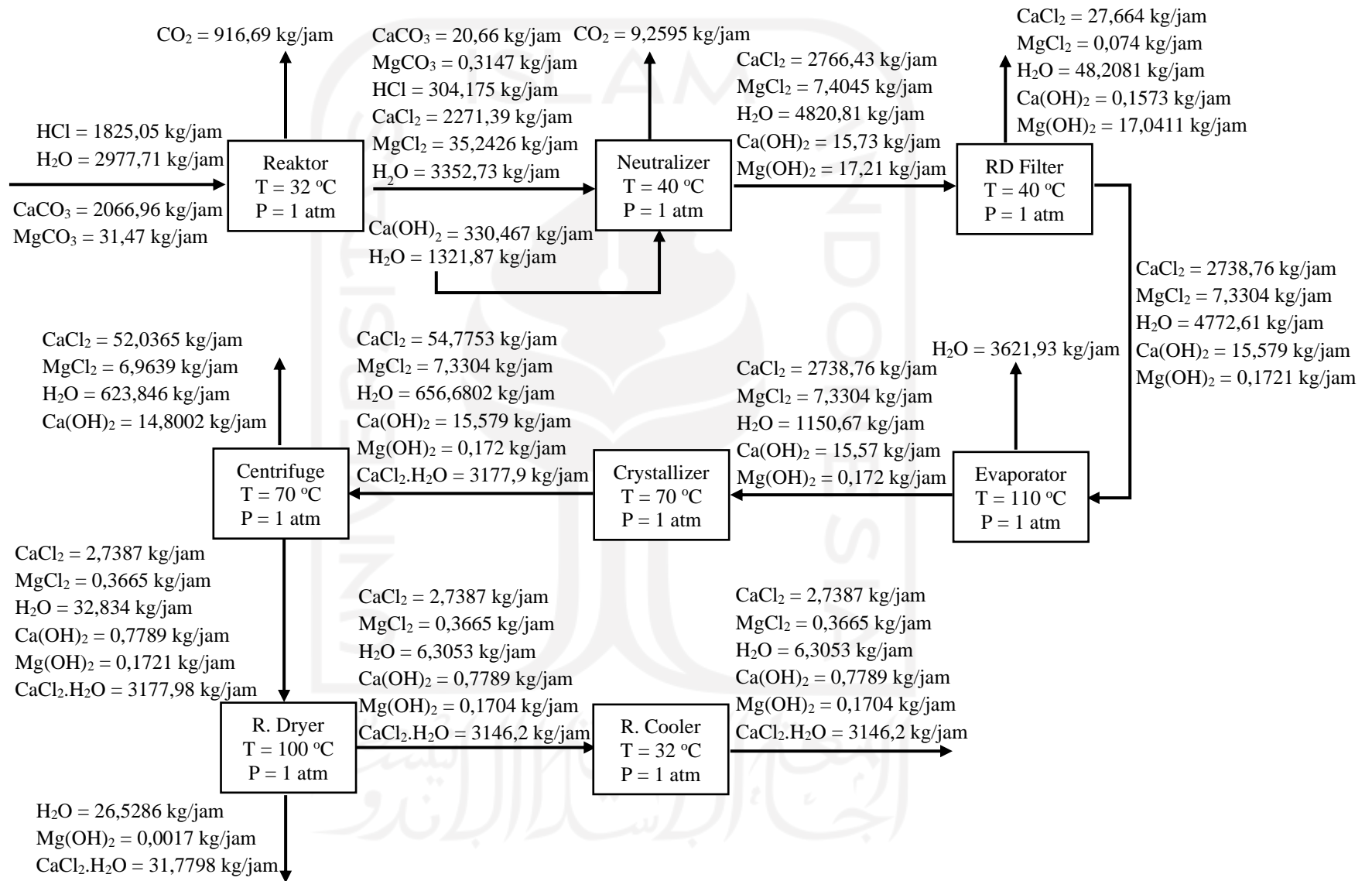
Tabel 4.25 Neraca panas *rotary dryer*

Masuk	kJ/jam	Keluar	kJ/jam
Arus 20		Arus 21	
Q in	4870,55	Q out	2851,211023
		ΔH pendingin	2019,335966
Total	4870,54699	Total	4870,54699





Gambar 4.4 Diagram Alir Kualitatif



Gambar 4.5 Diagram Alir Kuantitatif

4.5. Pelayanan Teknik (Utilitas)

Utilitas merupakan kumpulan unit atau bagian dari sebuah pabrik kimia yang berfungsi untuk menyediakan kebutuhan penunjang proses produksi. Unit utilitas keberadaannya sangat penting dan harus ada dalam perancangan suatu pabrik. Utilitas pabrik tidak semuanya sama, tergantung dari beberapa factor yaitu penunjang pada pabrik dan jenis produk yang dihasilkan. Penyediaan utilitas dalam perancangan pabrik ini meliputi :

1. Unit Penyedia dan Pengolahan Air
2. Unit Penyedia *Steam*
3. Unit Penyedia Listrik
4. Unit Penyedia Udara Tekan
5. Unit Penyedia Bahan Bakar
6. Unit Pengolahan Limbah

4.5.1. Unit Penyedia dan Pengolahan Air

Dalam memenuhi kebutuhan air suatu pabrik, air yang digunakan pada umumnya menggunakan air sungai, air danau, air laut, dan air sumur. Suatu pabrik sangat membutuhkan sistem penyediaan air dalam jumlah yang cukup untuk keberlangsungan pabrik. Air yang akan digunakan untuk memenuhi kebutuhan air dalam operasional pada perancangan pabrik kalsium klorida adalah air yang berasal dari Sungai Bengawan Solo yang berada di Kabupaten Tuban yang masih mengandung lumpur, pasir, mineral, ion serta kotoran yang harus diolah dahulu sebelum digunakan.

Pengolahan air ini bertujuan untuk menjaga alat-alat proses agar tidak cepat rusak serta menjaga adanya kontaminan yang akan menyebabkan reaksi antara reaktan yang terdapat dalam proses. Pemilihan air sungai memiliki pertimbangan sebagai berikut :

1. Pengolahan air sungai relatif lebih mudah dan biaya lebih murah daripada air laut.
2. Air sungai merupakan sumber air yang kontinuitasnya tinggi sehingga persediaan air tercukupi.
3. Persediaan air sungai lebih banyak daripada air sumur.
4. Letak sungai dekat dengan lokasi pabrik.

Kebutuhan air dalam pabrik kalsium klorida meliputi:

Tabel 4.26 Kebutuhan Air

No	Kebutuhan	Jumlah (kg/jam)
1	Air sanitasi	3959,06026
2	Air proses	1586,24568
3	Air pendingin	34216,70563
4	Air umpan <i>boiler</i>	6445,257878
Total Kebutuhan Air		46207,26945

4.5.1.1. Unit Penyediaan Air

Adapun penggunaan air tersebut akan digunakan sebagai :

1. Air Pendingin

Pada umumnya air digunakan sebagai media pendingin karena beberapa faktor berikut :

- Air merupakan materi yang dapat diperoleh dalam jumlah besar.

- Pengolahan dan pengaturannya mudah.
- Dapat menyerap jumlah panas yang relatif tinggi per satuan volume.
- Tidak terdekomposisi

2. Air Umpan *Boiler*

Dalam pabrik, uap atau *steam* digunakan sebagai media pemanas. Air yang digunakan untuk umpan *boiler* harus memenuhi syarat, apabila air umpan *boiler* tidak memenuhi persyaratan dapat mengakibatkan kerusakan pada alat. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penanganan air umpan *boiler* adalah sebagai berikut :

- Tidak menyebabkan korosi pada pipa

Korosi dalam *boiler* disebabkan karena air mengandung asam, bikarbonat, minyak, bahan organik, serta gas terlarut seperti CO_2 , O_2 , NH_3 , H_2S dan SO_4 .

- Tidak membuat kerak (*scale forming*)

Kerak yang terbentuk disebabkan adanya kesadahan dan suhu tinggi, yang biasanya berupa garam-garam bikarbonat dan silika. Kerak dalam

boiler dapat menyebabkan hal-hal berikut :

- Isolasi terhadap panas sehingga proses perpindahan panas terhambat.
- Kerak yang terbentuk dapat pecah sehingga dapat menimbulkan kebocoran.

- Tidak berbusa (*foaming*)

Air yang diambil kembali dari proses pemanasan bisa menyebabkan *foaming* pada *boiler* karena adanya zat-zat organik yang tak larut dalam jumlah besar. Efek pembusaan terutama terjadi pada alkalinitas tinggi.

Berikut adalah kesulitan yang dihadapi dengan adanya busa :

- Kesulitan dalam pembacaan tinggi *liquid* dalam *boiler*.
- Buih dapat menyebabkan percikan yang kuat dan dapat mengakibatkan penempelan padatan yang menyebabkan terjadinya korosi apabila terjadi pemanasan lebih lanjut.

Untuk mengatasi hal-hal diatas maka diperlukan pengontrolan terhadap kandungan lumpur, kerak dan alkalinitas air umpan *boiler*.

3. Air Sanitasi

Air sanitasi merupakan air yang digunakan untuk memenuhi keperluan perumahan, perkantoran, laboratorium, masjid dan lainnya. Air sanitasi harus memenuhi syarat sebagai berikut :

- Syarat fisika, meliputi :
 - Suhu : 10 – 25°C
 - Warna : Jernih
 - Rasa : Tidak berasa
 - Bau : Tidak berbau
 - Tidak meninggalkan endapan

- Tidak keruh
- Syarat kimia, meliputi :
 - Tidak mengandung zat organik dan anorganik yang terlarut didalam air.
 - Tidak beracun.
 - pH antara 6,5 – 9,2
- Syarat biologi, meliputi :
 - Tidak mengandung bakteri yang membahayakn tubuh.

4. Air Proses

Air proses adalah air yang digunakan untuk kebutuhan selama proses produksi seperti pengenceran pada *mixer*.

4.5.1.2. Unit Pengolahan Air

Air yang berasal dari Sungai Bengawan Solo akan diolah pada unit pengolahan air dengan tahapan pengolahan sebagai berikut :

1. *Screening*

Air dari sungai akan dilakukan pembersihan terlebih dahulu dengan dilewatkan pada penyaringan awal agar kandungan kotoran yang berukuran besar seperti kayu, ranting, sampah, daun, plastik dan lainnya yang terbawa oleh air dapat tertahan.

2. Pengendapan

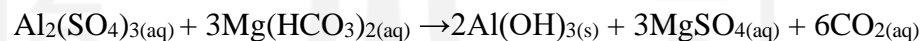
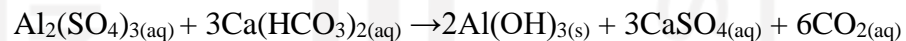
Setelah air melalui tahap *screening*, kemudian diendapkan di bak pengendap. Pada proses ini terjadi pemisahan gumpalan-gumpalan dari kotoran air sungai yang masih lolos melewati penyaringan awal dengan cara pengendapan secara gravitasi.

3. Penggumpalan

Air sungai yang telah melewati bak pengendap, dialirkan ke bak penggumpal. Pada proses ini bertujuan untuk menggumpalkan koloid-koloid tersuspensi dalam larutan yang tidak mengendap dengan cara menambahkan bahan-bahan kimia. Bahan kimia yang digunakan sebagai flokulan meliputi tawas ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$), kapur ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) dan Natrium Carbonat (Na_2CO_3).

a. Tawas ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$)

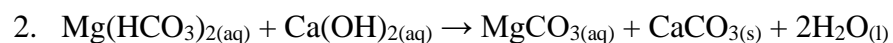
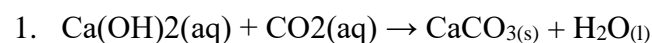
Reaksi:

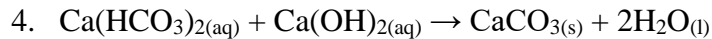
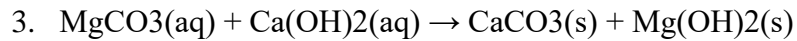


b. Kapur ($\text{Ca}(\text{OH})_2$)

Kapur dapat digunakan untuk mengurangi/menghilangkan kesadahan karbonat dan CO_2 yang terkandung didalam air. Selain itu, dapat digunakan untuk membuat suasana basa sehingga mempermudah penggumpalan.

Reaksi:

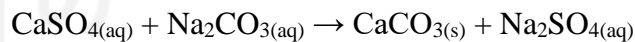




c. Natrium karbonat (Na_2CO_3)

Natrium karbonat digunakan untuk mengurangi/menghilangkan kesadahan dari senyawa-senyawa non karbonat.

Reaksi:



4. Clarifier

Selanjutnya air baku (*raw water*) yang telah melewati tahap penggumpalan dimasukkan ke dalam *clarifier* agar lumpur dan partikel padat lainnya yang terkandung dapat mengendap. *Raw water* ini akan masuk ke *clarifier* melalui bagian tengah dan diaduk menggunakan agitator, setelah air keluar secara *overflow*, endapan yang terbentuk akan mengendap secara gravitasi dan akan di *blowdown* secara berkala dalam waktu yang telah ditentukan. *Raw water* sebelum masuk ke *clarifier* memiliki nilai *turbidity* sekitar 42 ppm, diharapkan akan turun menjadi lebih kecil dari 10 ppm setelah keluar dari *clarifier*.

5. Penyaringan

Air baku keluaran *clarifier* dimasukkan ke dalam *sand filter* untuk menahan atau menyaring partikel-partikel padatan yang lolos dari *clarifier*. Air keluaran dari *sand filter* dengan *turbidity* kira-kira 2 ppm dialirkan ke dalam tangki penampung (*filter water reservoir*). Kemudian air akan

didistribusikan ke Menara air dan unit demineralisasi. *Sand filter* akan berkurang kemampuan penyaringannya, sehingga perlu diregenerasi secara periodik dengan *back washing*.

6. Bak penampung sementara

Air sungai yang keluar dari bak penyaring kemudian dialirkan ke tangki penampung untuk didistribusikan sebagai air penggunaan umum dan sanitasi, air umpan *boiler*, air pendingin dan air proses.

7. Tangki karbon aktif

Pada tahap ini, air harus ditambahkan dengan klor atau kaporit yang berfungsi untuk membunuh kuman dan mikroorganisme seperti amuba, ganggang dan mikroorganisme lain yang terkandung didalam air sehingga aman dikonsumsi. Klor dipilih karena zat kimia yang sering dipakai dan harganya relatif murah. Klorin dalam air membentuk asam hipoklorit, reaksi sebagai berikut:



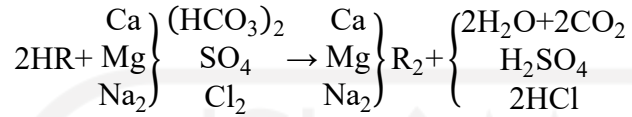
Kemudian air dialirkan ke tangki air bersih untuk keperluan air minum dan perkantoran.

8. Tangki kation exchanger

Air dari bak penampung yang berfungsi sebagai umpan boiler, kemudian diumpankan ke tangki kation exchanger. Pada tangki ini berisi resin pengganti kation-kation yang terkandung dalam air diganti ion H^+

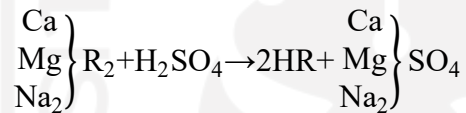
sehingga air yang keluar dari kation exchanger merupakan air yang mengandung anion dan ion H⁺.

Reaksi:



Dalam waktu tertentu, kation resin akan jenuh. Sehingga, perlu dilakukan regenerasi dengan asam sulfat (H₂SO₄).

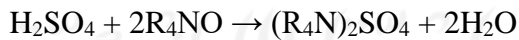
Reaksi:



9. Tangki anion exchanger

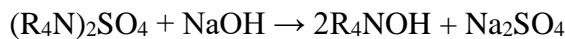
Air yang keluar dari tangki kation exchanger, diumpankan ke tangki anion exchanger. Pada tangki ini berfungsi untuk menyerap ion-ion negatif yang terlarut dalam air dengan resin yang bersifat basa, sehingga ion-ion seperti CO₃²⁻, Cl⁻ dan SO₄²⁻ akan terikat dengan resin.

Reaksi:



Dalam waktu tertentu, anion resin akan jenuh. Sehingga diperlukan regenerasi dengan larutan NaOH.

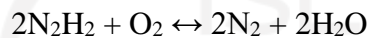
Reaksi:



Sebelum masuk boiler air diproses dalam unit deaerator.

10. Deaerator

Deaerator berfungsi untuk menghilangkan gas O₂ dan CO₂ yang dapat menimbulkan korosi pada boiler. Sehingga diinjeksikan bahan kimia berupa hidrazin (N₂H₂) yang berfungsi mengikat oksigen dengan reaksi:



Air yang keluar dari deaerator dialirkan dengan pompa sebagai air umpan boiler.

4.5.2. Unit Penyedia Steam

Unit ini bertujuan untuk memenuhi kebutuhan steam selama proses produksi berlangsung, yaitu dengan menyediakan boiler dengan spesifikasi:

Kapasitas	: 6445,257878 kg/jam
Tekanan	: 1 atm
Suhu steam	: 298,4 F
Jenis	: Fire tube boiler
Jumlah	: 1 buah

Ketel uap jenis fire tube boiler dengan bahan bakar solar.

4.5.3. Unit Penyediaan Bahan Bakar

Unit ini bertujuan untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar pada generator dan boiler. Bahan bakar yang digunakan adalah solar dengan kebutuhan bahan bakar 536,9528 kg/jam.

Spesifikasi:

Heat value : 19676 Btu/lb

Densitas : 53,5223 lb/ft³

4.5.4. Unit Penyediaan Listrik

Unit ini bertujuan untuk keperluan alat elektronik agar proses produksi berjalan lancar. Selain itu, listrik digunakan untuk penerangan. Kebutuhan listrik total sebesar 230,2193 kW. Listrik dipenuhi dari PLN. Kelebihan suplai tenaga listrik dari PLN adalah biaya murah, sedangkan kekurangannya adalah kesinambungan panyediaan listrik kurang terjamin dan tenaganya tidak terlalu tetap. Apabila terjadi pemadaman atau hal lain digunakan generator cadangan 287,7742 kW dengan bahan bakar solar. Besarnya kebutuhan listrik pada alat proses produksi maupun alat proses utilitas ditunjukkan pada tabel berikut.

a. Peralatan proses

Tabel 4.27 Kebutuhan Listrik Alat Proses

Alat	Kode Alat	Daya	
		Hp	Watt
Crusher	C-01	35	26099,5
Reaktor	R-01	2	1491,4
Neutralizer	N-01	4	2982,8
Mixer	M-01	1	745,7
Rotary Drum Filter	RDF-01	2	1491,4
Crystallizer	CR-01	2	1491,4
Centrifuge	CF-01	9	6711,3
Rotary Dryer	RD-01	10	7457
Rotary Cooler	RC-01	10	7457
Ball Mill	BM-01	2	1491,4
Belt Conveyor	BC-01	3	2237,1
	BC-02	3	2237,1
	BC-03	3	2237,1

Lanjutan Tabel 4.27

	BC-04	3	2237,1
	BC-05	3	2237,1
	BC-06	3	2237,1
	BC-07	3	2237,1
Bucket Elevator	BE-01	2	1491,4
	BE-02	2	1491,4
Screw Conveyor	SC-01	1	745,7
Pompa Proses	P-01	1	745,7
	P-02	1	745,7
	P-03	1	745,7
	P-04	2	1491,4
	P-05	2	1491,4
	P-06	2	1491,4
	P-07	2	1491,4
	P-08	2	1491,4
Total		116	85629

Maka total power yang dibutuhkan = 85,629 kW

b. Peralatan utilitas

Tabel 4.28 Kebutuhan Listrik Alat Utilitas

Alat	Kode Alat	Daya	
		Hp	Watt
Cooling Tower	CT-01	3	2237,1
Udara Tekan	UT-01	7	5219,9
Pompa Utilitas	PU-01	10	7457
	PU-02	2	1491,4
	PU-03	5	3728,5
	PU-04	1	745,7
	PU-05	3	2237,1
	PU-06	1	745,7
	PU-07	1	745,7
	PU-08	2	1491,4
	PU-09	2	1491,4
	PU-10	1	745,7

Lanjutan Tabel 4.28

	PU-11	1	745,7
	PU-12	1	745,7
	PU-13	1	745,7
	PU-14	1	745,7
	PU-15	1	745,7
	PU-16	1	745,7
	PU-17	1	745,7
	PU-18	1	745,7
	PU-19	1	745,7
	PU-20	2	1491,4
	PU-21	1	745,7
	PU-22	1	745,7
Total		51	38030,7

Maka total power yang dibutuhkan = 38,0307 kW

c. Keperluan lain

Tabel 4.29 Kebutuhan Listrik Untuk Keperluan Lain

No	Keperluan	Kebutuhan (kW)
1	Instrumentasi	30,9146
2	Penerangan & AC	37,0975
3	Bengkel dan Laboratorium	18,5487
4	Rumah Tangga	20
Total		106,5608

Kebutuhan listrik alat proses = 85,62776159 kW

Kebutuhan listrik utilitas = 38,0307 kW

Kebutuhan listrik untuk keperluan lain = 106,5608 kW

Kebutuhan listrik total = 230,2193 kW

4.5.5. Unit Penyedia Udara Tekan

Udara tekan diperlukan untuk mengontrol *pneumatic*. Udara instrument bersumber dari udara di lingkungan pabrik, sehingga perlu dinaikkan tekanannya dengan menggunakan kompresor. Kebutuhan udara tekan untuk menggerakkan alat-alat kontrol sebesar 71,02656 m³/jam.

4.5.6. Spesifikasi Alat-alat Utilitas

4.5.6.1. Screener/Bar Screen

Kode	: FU-01
Fungsi	: Menyaring kotoran-kotoran yang berukuran besar, seperti daun, ranting dan sampah lainnya.
Bahan	: Alumunium
Panjang	: 1,18 m
Lebar	: 0,871 m
Jarak antar bar	: 0,035 m

4.5.6.2. Bak Pengendap Awal/Sedimentasi

Kode	: BU-01
Fungsi	: Mengendapkan kotoran dan lumpur yang terbawa oleh air sungai.
Jenis	: Bak persegi terbuka
Kapasitas	: 278,4465 m ³
Dimensi	: Panjang : 17 m

Lebar : 6 m
Tinggi : 3 m
Jumlah : 1 buah

4.5.6.3. Bak Penggumpal

Kode : BU-02
Fungsi : Menggumpalkan kotoran yang tidak mengendap di bak pengendap dengan menambahkan alum dan soda kausik.
Jenis : Silinder vertikal
Kapasitas : 55,6893 m³
Dimensi : Diameter : 4,1396 m
Tinggi : 4,1396 m
Pengaduk : Marine propeller with 3 blades
Diameter Pengaduk : 1,3798 m
Power : 0,4203 hp
Jumlah : 1 buah

4.5.6.4. Tangki Larutan Alum

Kode : TU-01
Fungsi : Menyiapkan dan menyimpan larutan alum untuk diinjeksikan dalam bak penggumpal.
Jenis : Silinder tegak
Kapasitas : 0,2832 m³
Dimensi : Diameter : 0,7119 m
Tinggi : 0,7119 m

Jumlah : 1 buah

4.5.6.5. Clarifier

Kode : CLU

Fungsi : Mengendapkan gumpalan kotor dari bak penggumpal.

Jenis : Silinder tegak dengan bagian bawah berbentuk kerucut

Kapasitas : 55,4487 m³

Dimensi : Diameter : 4,1337 m

Tinggi : 5,5116 m

Jumlah : 1 buah

4.5.6.6. Sand Filter/Bak Penyaring

Kode : BU-03

Fungsi : Menyaring kotoran-kotoran yang masih lolos dari clarifier.

Jenis : Persegi panjang dengan media penyaring pasir

Kapasitas : 212,8499 m³

Dimensi : Lebar : 1,5371 m

Panjang : 3,0741 m

Tinggi : 45,0448 m

Tinggi lapisan pasir : 37,5373 m

Jumlah : 1 buah

4.5.6.7. Bak Penampung Sementara

Kode : BU-04

Fungsi : Menampung air bersih dari sand filter.

Jenis : Persegi panjang

Kapasitas : 166,3461 m³
Dimensi : Lebar : 4,2991 m
Panjang : 12,8975 m
Tinggi : 3 m
Jumlah : 1 buah

4.5.6.8. Tangki Klorinasi

Kode : TU-02
Fungsi : Mencampurkan klorin dalam bentuk kaporit ke dalam air untuk kebutuhan sanitasi.
Jenis : Silinder vertikal
Kapasitas : 166,3461 m³
Dimensi : Diameter : 1,82236 m
Tinggi : 1,82236 m
Jenis pengaduk : Three blade propeller
Diameter pengaduk : 0,5467 m
Power : 83 hp
Jumlah : 1 buah

4.5.6.9. Tangki Klorin

Kode : TU-03
Fungsi : Menampung klorin untuk diinjeksikan ke tangki klorinasi
Jenis : Silinder tegak
Kapasitas : 0,0291 m³
Dimensi : Diameter : 0,3332 m
Tinggi : 0,3332 m

Jumlah : 1 buah

4.5.6.10. Tangki Penampung Air Bersih

Kode : TU-04

Fungsi : Menampung air untuk keperluan penggunaan umum dan sanitasi.

Jenis : Persegi panjang

Kapasitas : 14,2526 m³

Dimensi : Panjang : 3,7752 m

Lebar : 1,2584 m

Tinggi : 3 m

Jumlah : 1 buah

4.5.6.11. Tangki Penampung Sementara Air Proses

Kode : TU-05

Fungsi : Menampung air untuk diumpankan ke mixer.

Jenis : Persegi panjang

Kapasitas : 5,7104 m³

Dimensi : Panjang : 2,3896 m

Lebar : 0,7965 m

Tinggi : 3 m

Jumlah : 1 buah

4.5.6.12. Cooling Tower

Kode : CT

Fungsi : Mendinginkan air pendingin yang telah digunakan oleh alat

proses.

Jenis : Inducted draft cooling tower

Kapasitas : 34,2167 m³/jam

Dimensi : Panjang : 3,0546 m

Lebar : 1,5273 m

Tinggi : 1,2078 m

Tenaga motor : 3 hp

Jumlah : 1 buah

4.5.6.13. Kation Exchanger

Kode : KEU

Fungsi : Mengurangi atau menghilangkan kesadahan air yang disebabkan oleh kation-kation seperti Ca, Mg, Na₂.

Jenis : Tangksi silinder tegak

Kapasitas : 1,5626 m³

Dimensi : Diameter : 1,0581 m

Tinggi : 1,778 m

Tebal tangki : 0,1875 in

Jumlah : 2 buah

4.5.6.14. Anion Exchanger

Kode : AEU

Fungsi : Menghilangkan kesadahan air yang disebabkan adanya anion seperti CO₃, Cl, SO₄.

Jenis : Tangksi silinder tegak

Kapasitas : 1,5626 m³
Dimensi : Diameter : 1,0581 m
Tinggi : 1,778 m
Tebal tangki : 0,1875 in
Jumlah : 2 buah

4.5.6.15. Tangki Asam Sulfat

Kode : TU-09
Fungsi : Menampung dan menyimpan H₂SO₄ yang digunakan untuk
meregenerasi kation exchanger.
Jenis : Tangki silinder tegak
Kapasitas : 0,1015 m³
Dimensi : Diameter : 0,5057 m
Tinggi : 1,778 m
Jumlah : 1 buah

4.5.6.16. Tangki NaOH

Kode : TU-10
Fungsi : Menampung dan menyimpan NaOH yang digunakan untuk
meregenerasi anion exchanger.
Jenis : Tangki silinder tegak
Kapasitas : 0,0678 m³
Dimensi : Diameter : 0,4421 m
Tinggi : 0,4421 m
Jumlah : 1 buah

4.5.6.17. Deaerator

Kode : De

Fungsi : Menghilangkan gas O₂ dan CO₂ yang dapat menimbulkan korosi pada boiler.

Jenis : Tangki horizontal dengan tutup torispherical head

Kapasitas : 1,9335 m³

Dimensi : Diameter : 1,3505 m
Tinggi : 1,3505 m
Tebal tangki : 0,1875 in
Tebal head : 0,1875 in

Jumlah : 1 buah

4.5.6.18. Tangki N₂H₄

Kode : TU-11

Fungsi : Menampung dan melarutkan N₂H₄ untuk mencegah kerak dalam alat proses.

Jenis : Tangki silinder tegak

Kapasitas : 17,7379 m³

Dimensi : Diameter : 2,8271 m
Tinggi : 2,8271 m

Jumlah : 1 buah

4.5.6.19. Tangki Boiler

Kode : Bo

Fungsi : Menguapkan lewat jenuh air keluar pompa dan

memanaskannya sehingga terbentuk saturated steam.

Kondisi : Suhu : 148°C
Tekanan : 1 atm

Jenis : Fire tube boiler

Kebutuhan steam : 6445,2578 kg/jam

Jumlah : 1 buah

4.5.6.20. Tangki Penampung Air Boiler

Kode : TU-08

Fungsi : Menampung air untuk umpan boiler.

Jenis : Tangki silinder tegak

Volume : 4,9955 m³

Dimensi : Diameter : 1,8531 m
Tinggi : 1,8531 m

Jumlah : 1 buah

4.5.6.21. Bak Penampung Air Pendingin

Kode : BU-05

Fungsi : Menampung air untuk memenuhi kebutuhan air pendingin.

Jenis : Persegi panjang

Kapasitas : 123,18014 m³

Dimensi : Lebar : 3,6995 m
Panjang : 11,0986 m
Tinggi : 3 m

Jumlah : 1 buah

4.5.6.22. Pompa

Jenis : Pompa sentrifugal



Tabel 4.30 Daftar Pompa Utilitas

Kode	PU-01	PU-02	PU-03	PU-04	PU-05	PU-06	PU-07
Fungsi	Mengalirkan air dari sungai ke bak pengendap awal	Mengalirkan air dari bak pengendap awal ke bak penggumpal	Mengalirkan air dari bak penggumpal ke clarifier	Mengalirkan air dari clarifier ke sand filter	Mengalirkan air dari sand filter ke bak penampung sementara	Mengalirkan air dari bak penampung sementara ke tangki air proses	Mengalirkan air dari bak penampung sementara ke tangki klorinasi
Kapasitas (m ³ /jam)	55,3934	55,3934	55,3934	55,3934	55,3934	1,9034	4,6956
Ukuran Pipa	Sch : 40 IPS : 4 in	Sch : 40 IPS : 4 in	Sch : 40 IPS : 4 in	Sch : 40 IPS : 4 in	Sch : 40 IPS : 4 in	Sch : 40 IPS : 0,5 in	Sch : 40 IPS : 1,5 in
Daya pompa (HP)	8	1	4	1	2	1	1
Motor penggerak (HP)	10	2	5	1	3	1	1
Jumlah	1	1	1	1	1	1	1

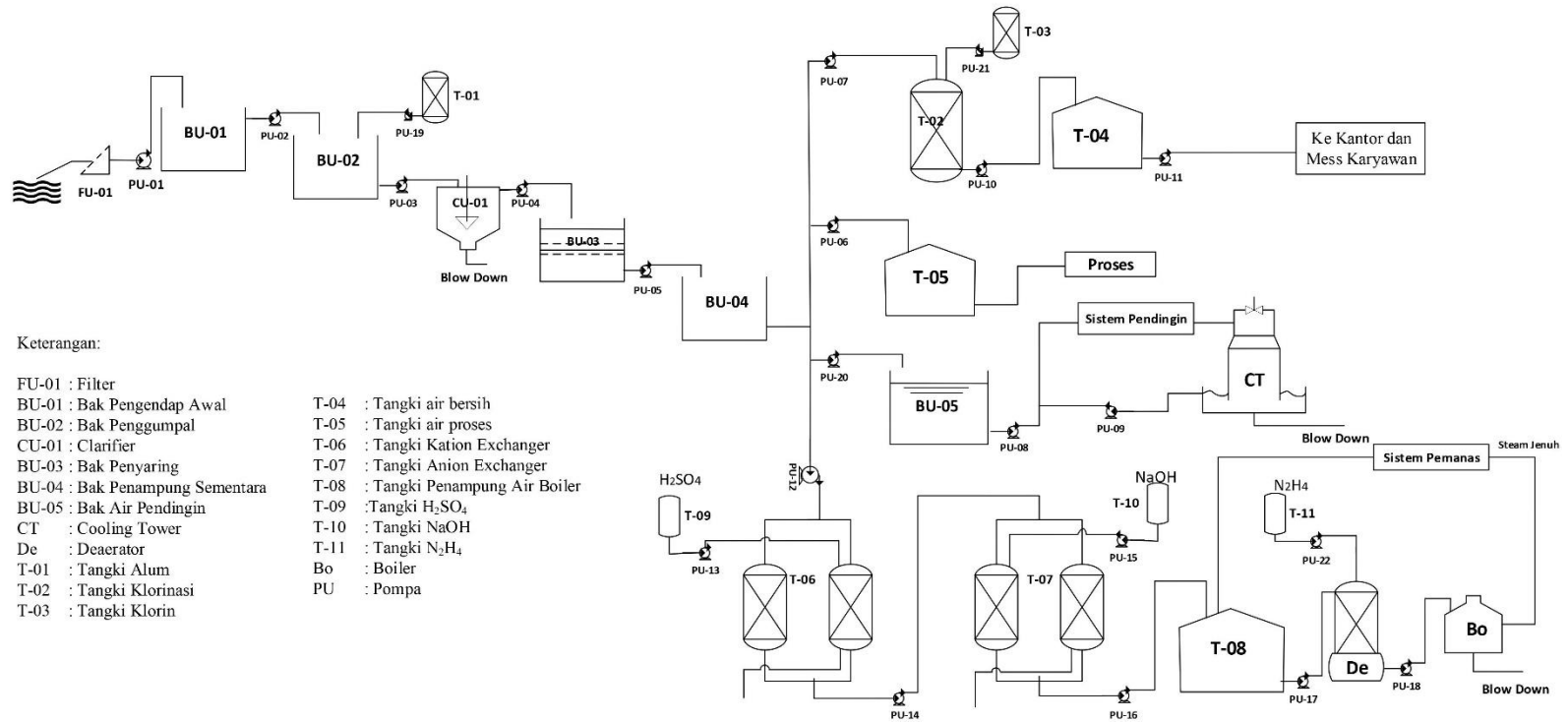
Lanjutan Tabel 4.30

Kode	PU-08	PU-09	PU-10	PU-11	PU-12	PU-13	PU-14
Fungsi	Mengalirkan air dari bak air pendingin ke bak cooling tower	Mengalirkan air dari bak cooling tower ke unit peralatan	Mengalirkan air dari tangki klorinasi ke bak air bersih	Mengalirkan air dari bak air bersih untuk keperluan domestik	Mengalirkan air dari bak penampung sementara ke tangki kation exchanger	Mengalirkan larutan H ₂ SO ₄ dari tangki H ₂ SO ₄ ke tangki kation exchanger	Mengalirkan air dari tangki kation exchanger ke tangki anion exchanger
Kapasitas (m ³ /jam)	41,0601	41,0601	4,6956	4,6956	7,7343	0,1015	7,7343
Ukuran Pipa	Sch : 40 IPS : 4 in	Sch : 40 IPS : 4 in	Sch : 40 IPS : 1 in	Sch : 40 IPS : 1 in	Sch : 40 IPS : 1,25 in	Sch : 40 IPS : 0,125 in	Sch : 40 IPS : 1,25 in
Daya pompa (HP)	1	1	1	1	1	1	1
Motor penggerak (HP)	2	2	1	1	1	1	1
Jumlah	1	1	1	1	1	1	1

Lanjutan Tabel 4.30

Kode	PU-15	PU-16	PU-17	PU-18	PU-19	PU-20	PU-21	PU-22
Fungsi	Mengalirkan larutan NaOH dari tangki NaOH ke tangki anion exchanger	Mengalirkan air dari tangki anion exchanger ke tangki penampung air boiler	Mengalirkan air dari tangki penampung air boiler ke tangki deaerator	Mengalirkan air dari tangki deaerator ke boiler	Mengalirkan larutan alum dari tangki alum ke bak penggumpal	Mengalirkan air dari bak penampung sementara ke bak air pendingin	Mengalirkan larutan klorin dari tangki klorin ke tangki klorinasi	Mengalirkan larutan N ₂ H ₄ dari tangki N ₂ H ₄ ke tangki deaerator
Kapasitas (m ³ /jam)	0,0678	7,7343	7,7343	7,7343	0,0003	41,0601	9,37576E-05	0,00123
Ukuran Pipa	Sch : 40 IPS : 0,125 in	Sch : 40 IPS : 1,25 in	Sch : 40 IPS : 1,25 in	Sch : 40 IPS : 1,25 in	Sch : 40 IPS : 0,25 in	Sch : 40 IPS : 4 in	Sch : 40 IPS : 0,25 in	Sch : 40 IPS : 0,25 in
Daya pompa (HP)	1	1	1	1	1	1	1	1
Motor penggerak (HP)	1	1	1	1	1	2	1	1
Jumlah	1	1	1	1	1	1	1	1

Unit Pengolahan Air



Gambar 4.6 Unit Pengolahan Air

4.5.7. Unit Pengolahan Limbah

Unit pengolahan limbah bertujuan untuk mengolah limbah yang dihasilkan dalam pabrik, sehingga tidak mencemari lingkungan sekitar. Limbah yang dihasilkan meliputi:

1. Larutan yang berupa H_2O , $Ca(OH)_2$, $MgCl_2$ dan $CaCl_2$ sebesar 17,38% dari hasil keluaran dari Centrifuge akan dibuang langsung tanpa dilakukan pengolahan karena telah sesuai dengan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor KEP-5/MENLH/10/1995 tentang baku mutu limbah cair kegiatan industri:

Parameter	Satuan	Mutu Limbah Cair	
		Golongan II	Pabrik Kalsium Klorida
pH		6,0 - 9,0	7,0-7,5
Temperatur	der. C	40	40
Zat padat larut	mg/L	4000	1,057
Logam terlarut			
Seng (Zn)	mg/L	10	-
Mangan (Mn)	mg/L	5	-

2. Air buangan sanitasi yang berasal dari toilet, dapur, dan pencucian. Limbah tersebut dikumpulkan dalam unit stabilisasi kemudian diolah dengan lumpur aktif, aerasi, dan injeksi klorin. Klorin berfungsi sebagai desinfektan yang dapat membunuh mikroorganisme penyebab penyakit.
3. Air sisa pencucian peralatan yang mengandung minyak. Minyak tersebut berasal dari pelumas peralatan maupun tumpahan saat pengisian bahan bakar. Pemisahan antara air dan minyak didasarkan pada perbedaan berat jenis.

Minyak yang berada dibagian atas dialirkan menuju tangki pembakaran, kemudian air yang berada di bagian bawah dialirkan menuju penampungan akhir dan dibuang.

4. Air buangan utilitas yang berasal dari unit demineralisasi dan sisa regenerasi resin. Air ini bersifat asam atau basa sehingga diperlukan penetralan (hingga pH 7) menggunakan H_2SO_4 atau $NaOH$ sebelum dialirkan menuju penampungan akhir dan dibuang.

4.6. Organisasi Perusahaan

4.6.1. Bentuk Perusahaan

Pabrik kalsium klorida yang akan didirikan mempunyai klasifikasi sebagai berikut:

- Bentuk Perusahaan : Perseroan Terbatas (PT)
- Kapasitas Produksi : 25.000 ton/tahun
- Lokasi : Tuban, Jawa Timur

Salah satu tujuan didirikannya sebuah pabrik adalah untuk memperoleh keuntungan (*profit*) yang maksimal. Untuk mencapai tujuan tersebut harus ada system yang mengatur dan mengarahkan kerja dan operasional seluruh pihak dalam pabrik. Perseroan Terbatas merupakan bentuk perusahaan yang mendapatkan modalnya dari penjualan saham dimana sebagian mengambil banyak satu saham atau lebih. Salah satunya ialah pabrik industri memiliki wadah atau tempat yang jelas bagi pihak-pihak

pemegang saham tersebut untuk melakukan aktivitas yang sesuai dengan kebutuhan sebuah pabrik tersebut.

Bentuk organisasi yang dipilih dalam operasi pabrik pembuatan kalsium klorida adalah Perseroan Terbatas (PT). Bentuk organisasi ini adalah suatu bentuk usaha berbadan hukum yang dapat memiliki, mengatur, dan mengolah kekayaannya sendiri, serta dapat mengumpulkan modal secara efektif.

Berdasarkan strukturnya, pola hubungan kerja dan lalu lintas wewenang dapat dibedakan menjadi 3 sistem organisasi, yaitu:

1. Organisasi Garis

Merupakan organisasi yang sederhana, jumlah karyawan sedikit dan mempunyai hubungan darah, serta kepemimpinan yang bersifat dictator.

2. Organisasi *Line and Staff*

Merupakan organisasi yang memiliki dua kelompok yang berpengaruh dalam menjalankan organisasi.

3. Organisasi Fungsional

Merupakan organisasi yang berdasarkan pembagian tugas dan kegiatannya berdasarkan spesialisasi yang dimiliki oleh pejabatnya.

Dari ketiga bentuk system organisasi diatas, dipilih bentuk sistem organisasi Garis dan Staf (*Line and Staff*). Bentuk organisasi semacam ini mempunyai kelebihan antara lain:

- a. Dapat digunakan dalam organisasi skala besar dengan susunan organisasi yang kompleks dan pembagian tugas yang beragam.

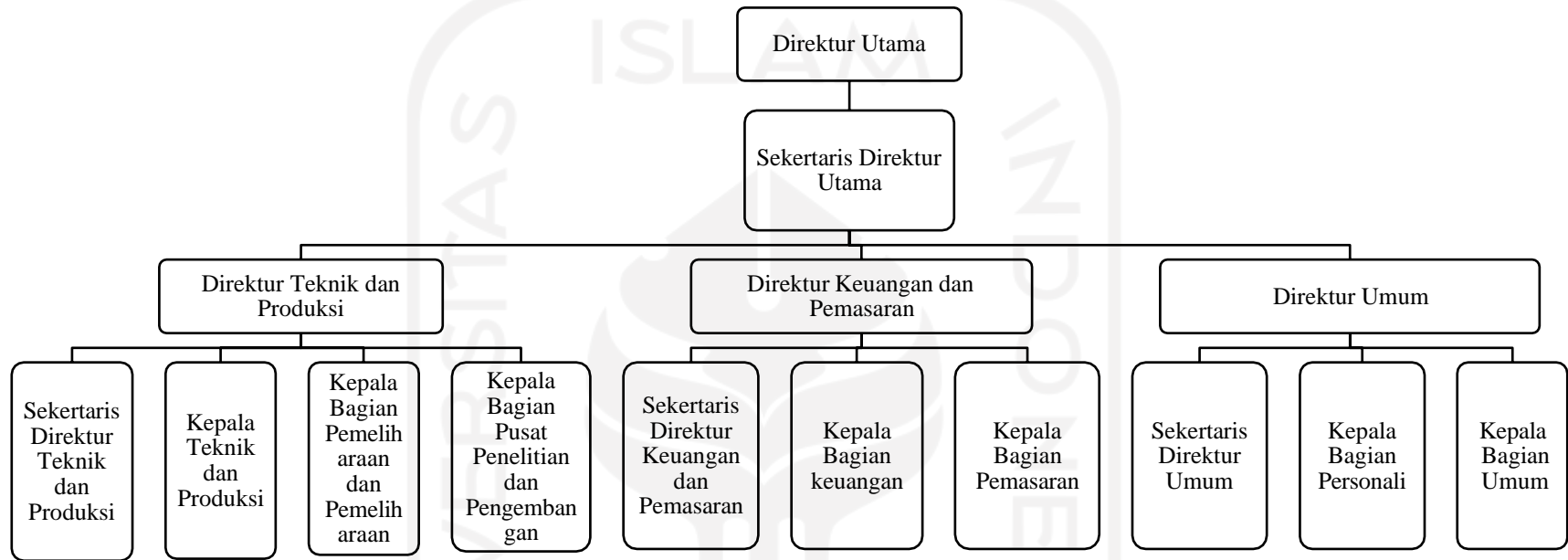
- b. Dapat menghasilkan keputusan yang logis dan sehat karena adanya staf ahli.
- c. Lebih mudah dalam pelaksanaan pengawasan dan pertanggungjawaban.
- d. Cocok untuk perubahan yang cepat (rasionalisasi dan promosi).
- e. Memungkinkan konsentrasi dan loyalitas tinggi terhadap perusahaan.
- f. Modal untuk pengoperasian sebagian berasal dari pemilik saham dan sebagian lagi berasal dari pinjaman bank.

4.6.2. Struktur Organisasi

Dalam rangka menjalankan suatu proses pabrik dengan baik dalam hal ini di suatu perusahaan, diperlukan suatu manajemen atau organisasi yang memiliki pembagian tugas dan wewenang yang baik. Struktur organisasi dari suatu perusahaan dapat bermacam-macam sesuai dengan bentuk dan kebutuhan dari masing-masing perusahaan. Jenjang kepemimpinan dalam perusahaan ini adalah sebagai berikut:

- a. Pemegang Saham
- b. Dewan Komisaris
- c. Direktur Utama
- d. Direktur
- e. Kepala Bagian
- f. Kepala Seksi
- g. Karyawan dan Operator

Tanggung jawab, tugas dan wewenang dari masing-masing jenjang kepemimpinan tentu saja berbeda-beda. Tanggung jawab, tugas serta wewenang tertinggi terletak pada puncak pimpinan yaitu dewan komisaris. Sedangkan kekuasaan tertinggi berada pada rapat umum pemegang saham.



Gambar 4.7 Struktur Organisasi Perusahaan

4.6.3. Tugas dan Wewenang

4.6.3.1. Pemegang Saham

Pemegang saham (pemilik perusahaan) adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan tersebut. Kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang mempunyai bentuk perseroan terbatas adalah rapat umum pemegang saham. Pada rapat umum tersebut pemegang saham:

- Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris
- Mengangkat dan memberhentikan Direktur
- Mengesahkan hasil-hasil usaha serta neraca perhitungan untung rugi tahunan dari perusahaan.

4.6.3.2. Dewan Komisaris

Dewan Komisaris dipilih oleh seluruh anggota pemegang saham melalui Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS). Biasanya, Anggota Dewan Komisaris adalah orang atau badan hukum yang memiliki saham mayoritas atau memiliki pengalaman dalam perusahaan. Anggota Dewan Komisaris memiliki tanggung jawab kepada Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS) terhadap seluruh kegiatan yang dilakukan oleh perusahaan. Tugas dari Dewan Komisaris adalah sebagai berikut:

- Menunjuk dan membentuk jajaran direktur yang akan mengoperasikan perusahaan.

- Memutuskan tujuan dan kebijakan perusahaan berdasarkan rencana para pemegang saham.
- Melakukan pengontrolan kinerja pada jajaran direktur.
- Mengorganisasikan pelaksanaan Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS).

4.6.3.3. Direktur Utama

Direktur Utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab sepenuhnya dalam hal maju mundurnya perusahaan. Direktur Utama bertanggung jawab pada Dewan Komisaris atas segala tindakan dan kebijaksanaan yang telah diambil sebagai pimpinan perusahaan. Direktur Utama membawahi Direktur Produksi dan Teknik, serta Direktur Keuangan dan Umum. Direktur Utama memiliki tanggung jawab kepada Dewan Komisaris dan seluruh pemegang saham.

Beberapa wewenang yang dimiliki oleh seorang Direktur Utama adalah sebagai berikut:

- Melaksanakan kebijaksanaan Dewan Komisaris.
- Mempertanggungjawabkan kebijaksanaan yang telah dijalankan.
- Memberikan laporan tentang hal-hal yang berhubungan dengan kegiatan perusahaan kepada Dewan Komisaris.
- Mengambil inisiatif serta membuat perjanjian-perjanjian dan kontrak kerja sama dengan pihak di luar organisasi perusahaan.

4.6.3.4. Direktur Teknik dan Produksi

Tugas Direktur Teknik dan Produksi adalah memimpin pelaksanaan kegiatan pabrik yang berhubungan dengan bidang produksi dan operasi, teknik, pengembangan, pemeliharaan peralatan, pengadaan, dan laboratorium.

1. Bagian Teknik dan Produksi

Kepala bagian ini mempunyai wewenang untuk :

- a. Melaksanakan operasi selama proses berlangsung.
- b. Mengawasi persediaan bahan baku dan penyimpanan hasil produksi serta transportasi produk.
- c. Bertanggung jawab atas kelancaran fungsional dan utilitas.

2. Bagian Teknik Pemeliharaan dan Perbengkelan

Kepala bagian ini mempunyai wewenang untuk :

- a. Mengawasi dan melaksanakan pemeliharaan peralatan pabrik serta menjaga keselamatan kerja
- b. Melakukan perbaikan serta mendukung kelancaran operasi
- c. Mengawasi dan melaksanakan pemeliharaan peralatan dan sarana pendukung
- d. Membuat program inovasi peningkatan mutu hasil produksi

4.6.3.5. Direktur Keuangan dan Pemasaran

Bagian pemasaran bertugas untuk mengatur kelancaran dalam pembelian bahan baku dan pemasaran hasil produksi. Kepala bagian ini membawahi seksi pembelian dan seksi penjualan. Bagian keuangan bertanggung jawab kepada direktur dalam

bidang administrasi dan keuangan serta membawahi seksi administrasi dan seksi keuangan.

1. Bagian Keuangan

Tugas dan wewenang bagian ini adalah :

- a. Mengatur dan mengawasi setiap pengeluaran bagi penyediaan bahan baku dan pemasukan hasil penjualan produk
- b. Mengatur dan menyerahkan gaji karyawan
- c. Mengatur dan merencanakan anggaran belanja

2. Bagian Pemasaran

Tugas dan wewenang bagian ini adalah :

- a. Menentukan daerah pemasaran
- b. Menetapkan harga jual produk dan mempromosikan hasil produksi
- c. Meningkatkan hubungan kerjasama dengan perusahaan lain
- d. Bertanggung jawab atas kelancaran transportasi bahan baku dan hasil produksi.

4.6.3.6. Direktur Umum

Direktur Umum dalam melaksanakan tugas memiliki wewenang untuk melaksanakan tata laksana seluruh unsur dalam organisasi. Direktur Umum membawahi :

1. Bagian Personalia

Tugas dan wewenang bagian ini adalah :

- a. Memberi pelayanan administrasi kepada semua unsur organisasi

- b. Mengatur dan meningkatkan hubungan kerjasama antar karyawan perusahaan dengan masyarakat
- c. Memberi pelatihan dan pendidikan bagi karyawan-karyawan perusahaan

2. Bagian Umum

Tugas dan wewenang bagian ini adalah :

- a. Memberi pelayanan kepada semua unsur dalam organisasi di bidang kesejahteraan dan fasilitas Kesehatan serta keselamatan kerja bagi seluruh karyawan dan keluarganya
- b. Memberikan penyuluhan mengenai fasilitas perusahaan

4.6.3.7. Kepala Bagian

Kepala Bagian adalah seseorang yang memimpin setiap departemen yang dibawah oleh Direktur. Adapun tugas dan wewenang dari Kepala Bagian adalah sebagai berikut :

- a. Melakukan tugas yang diberikan oleh pemimpin dan melakukan pengawasan terhadap kinerja bawahannya.
- b. Memberikan laporan pertanggung-jawaban kepada pimpinan atas tugas-tugas yang diberikan setelah menerima dan memberikan tugas yang telah dilakukan oleh bawahannya.
- c. Mengawasi pelaksanaan dari rencana yang dibuat oleh pimpinan dan memberikan saran yang berhubungan dengan pelaksanaan tugas tersebut.

4.6.3.8. Kepala Seksi

Kepala Seksi mempunyai tugas dan wewenang sebagai berikut :

- a. Bertanggung jawab kepada Kepala Bagian atau atasan masing-masing atas kelancaran kerja dalam mencapai target yang telah ditentukan.
- b. Mengetahui kualitas dan kuantitas barang-barang dan peralatan kerja yang menjadi tanggung jawabnya.
- c. Menciptakan suasana kerja yang baik dan menjamin keselamatan kerja para karyawan.

4.6.3.9. Operator/Karyawan

Operator/karyawan merupakan tenaga pelaksana yang secara langsung bertugas melaksanakan pekerjaan di lapangan sesuai dengan bidang dan keahliannya masing-masing. Semua pekerjaan operasional lapangan menjadi tugas dan tanggung jawab operator.

4.6.4. Jam Kerja Karyawan

Pabrik kalsium klorida akan beroperasi selama 330 hari dalam 1 tahun dan 24 jam dalam 1 hari. Untuk perbaikan, perawatan, dan *shutdown* dilakukan pada sisa hari diluar hari libur. Karena proses produksi berlangsung secara kontinyu, maka karyawan dibagi menjadi 2 kelompok, yaitu karyawan *shift* dan *non-shift*.

Bagi karyawan *non-shift* pada saat hari libur nasional tidak masuk kerja. Berbeda dengan karyawan *shift*, pada saat hari libur harus tetap bekerja dengan catatan hari tersebut dapat diperhitungkan sebagai jam lembur. Setiap karyawan mendapatkan hak cuti sebanyak 12 hari setiap tahunnya.

4.6.4.1. Karyawan *non shift*

Karyawan *non-shift* adalah karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Karyawan yang termasuk karyawan *non-shift* adalah direktur, staf ahli, kepala bagian, kepala seksi serta seluruh yang tugasnya berada di kantor. Dalam 1 minggu diberlakukan 5 hari kerja, dengan jadwal sebagai berikut :

- Hari Senin-Kamis
Jam kerja : 07.00 – 16.00
Jam istirahat : 12.00 – 13.00
- Hari Jum'at
Jam kerja : 07.00 – 16.00
Jam istirahat : 11.30 – 13.00

4.6.4.2. Karyawan *shift*

Karyawan *shift* adalah karyawan menangani proses produksi secara langsung, sehingga tidak dapat ditinggalkan. Karyawan yang termasuk dalam kelompok ini adalah operator produksi, Sebagian dari bagian teknik, bagian gudang dan bagian utilitas, pengendalian, laboratorium, termasuk petugas keamanan yang menjaga keamanan selama proses produksi berlangsung. Dalam 1 hari mereka bekerja secara bergantian selama dengan jadwal sebagai berikut :

- *Shift* Pagi : Jam 07.00 – 15.00
- *Shift* Siang : Jam 15.00 – 23.00
- *Shift* Malam : Jam 23.00 – 07.00

Untuk karyawan *shift* ini dibagi menjadi 4 kelompok (A / B / C / D) dimana dalam satu hari kerja, hanya tiga kelompok masuk dan ada satu kelompok yang libur. Jadwal pembagian kerja masing-masing kelompok ditampilkan dalam bentuk tabel sebagai berikut :

Tabel 4.31 Jadwal Shift Kerja Karyawan

Shift	Hari ke-														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Pagi	D	D	D	D	D	C	C	C	C	C	B	B	B	B	B
Siang	B	A	A	A	A	A	A	D	D	D	D	D	C	C	C
Malam	C	C	C	B	B	B	B	B	A	A	A	A	A	D	D
Libur	A	B	B	C	C	D	A	A	B	B	C	D	D	A	A

Shift	Hari ke-														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Pagi	A	A	A	A	A	D	D	D	D	D	C	C	C	C	C
Siang	C	C	B	B	B	B	B	A	A	A	A	A	D	D	D
Malam	D	D	D	C	C	C	C	C	B	B	B	B	B	A	A
Libur	B	B	C	D	D	A	A	B	C	C	D	D	A	B	B

4.6.5. Penggolongan Jabatan dan Keahlian

Masing-masing jabatan dalam struktur organisasi diisi oleh orang-orang dengan spesifikasi pendidikan yang seduai dengan jabatan dan tanggung jawab. Jenjang pendidikan karyawan yang diperlukan berkisar dari Sarjana S-1 sampai lulusan SMP. Perinciannya sebagai berikut.

Tabel 4.32 Jabatan dan Keahlian

No	Jabatan	Keahlian
1	Direktur Utama	Magister Teknik Kimia
2	Direktur Teknik dan Produksi	Sarjana Teknik Kimia
3	Direktur Keuangan dan Umum	Sarjana Ekonomi
4	Staff Ahli	Sarjana Teknik Kimia
5	Ka. Bag. Produksi	Sarjana Teknik Kimia
6	Ka. Bag. Teknik	Sarjana Teknik Mesin
7	Ka. Bag. Pemasaran	Sarjana Ekonomi
8	Ka. Bag. Administrasi, Keuangan dan Umum	Sarjana Ekonomi
9	Ka. Bag. Litbang	Sarjana Teknik Kimia
10	Ka. Bag. Humas dan Keamanan	Sarjana Sosial
11	Ka. Bag. K3	Sarjana K3
12	Ka. Bag. Pemeliharaan, Listrik, dan Instrumentasi	Sarjana Teknik Elektro
13	Ka. Sek. Utilitas	Sarjana Teknik Kimia
14	Ka. Sek. Proses	Sarjana Teknik Kimia
15	Ka. Sek. Bahan baku dan Produk	Sarjana Teknik Kimia
16	Ka. Sek. Pemeliharaan	Sarjana Teknik Mesin
17	Ka. Sek. Listrik dan Instrumen	Sarjana Teknik Elektro
18	Ka. Sek. Laboratorium	Sarjana Teknik Kimia
19	Ka. Sek. Keuangan	Sarjana Ekonomi
20	Ka. Sek. Pemasaran	Sarjana Ekonomi
21	Ka. Sek. Personalia	Sarjana Sosial
22	Ka. Sek. Humas	Sarjana Sosial
23	Ka. Sek. Keamanan	SMA/ sederajat
24	Ka. Sek. K3	Sarjana K3
25	Karyawan Personalia	Ahli Madya Sosial
26	Karyawan Humas	Ahli Madya Sosial
27	Karyawan Litbang	Ahli Madya Teknik Kimia
28	Karyawan Pembelian	Ahli Madya Teknik Industri/ Ekonomi
29	Karyawan Pemasaran	Ahli Madya Teknik Industri/ Ekonomi
30	Karyawan Administrasi	Ahli Madya Ekonomi
31	Karyawan Kas/Anggaran	Ahli Madya Ekonomi
32	Karyawan Proses	Ahli Madya Teknik Kimia

Lanjutan Tabel 4.32

33	Karyawan Pengendalian	Ahli Madya Teknik Kimia
34	Karyawan Laboratorium	Ahli Madya Teknik Kimia
35	Karyawan Pemeliharaan	Ahli Madya Teknik Mesin
36	Karyawan Utilitas	Ahli Madya Teknik Kimia
37	Karyawan K3	Ahli Madya Hiperkes & Kesehatan Kerja
38	Operator proses	Ahli Madya Teknik Kimia
39	Operator Utilitas	Ahli Madya Teknik Kimia
41	Dokter	Sarjana Kedokteran
42	Perawat	Sarjana Keperawatan
43	Satpam/supir/cleaning service	SMP/ sederajat

4.6.6. Sistem Penggajian Pegawai

Gaji karyawan dibayarkan setiap bulan pada tanggal 1. Bila tanggal tersebut merupakan hari libur, maka pembayaran gaji dilakukan sehari sebelumnya. System gaji perusahaan dibagi menjadi tiga golongan, yaitu:

1. Gaji bulanan

Gaji ini diberikan kepada pegawai tetap. Besarnya sesuai dengan peraturan perusahaan.

2. Gaji harian

Gaji ini diberikan kepada karyawan tidak tetap atau buruh harian.

3. Gaji lembur

Gaji ini diberikan kepada karyawan yang melebihi jam kerja yang telah ditetapkan. Besarnya sesuai dengan peraturan perusahaan.

Tabel 4.33 Gaji Karyawan

No	Jabatan	Jumlah	Gaji	Gaji
			(/orang/bulan)	(/tahun)
1	Direktur Utama	1	Rp 35.000.000	Rp 420.000.000
2	Direktur Produksi & Teknik	1	Rp 30.000.000	Rp 360.000.000
3	Direktur Keuangan & Umum	1	Rp 30.000.000	Rp 360.000.000
4	Staff Ahli	1	Rp 20.000.000	Rp 240.000.000
5	Ka. Bag. Produksi	1	Rp 20.000.000	Rp 240.000.000
6	Ka. Bag. Teknik	1	Rp 20.000.000	Rp 240.000.000
7	Ka. Bag. Pemasaran	1	Rp 20.000.000	Rp 240.000.000
8	Ka. Bag. Keuangan & Administrasi	1	Rp 20.000.000	Rp 240.000.000
9	Ka. Bag. Umum	1	Rp 20.000.000	Rp 240.000.000
10	Ka. Bag. K3 & Litbang	1	Rp 20.000.000	Rp 240.000.000
11	Ka. Sek. Proses	1	Rp 15.000.000	Rp 180.000.000
12	Ka. Sek. Pengendalian	1	Rp 15.000.000	Rp 180.000.000
13	Ka. Sek. Laboratorium	1	Rp 15.000.000	Rp 180.000.000
14	Ka. Sek. Pemeliharaan	1	Rp 15.000.000	Rp 180.000.000
15	Ka. Sek. Utilitas	1	Rp 15.000.000	Rp 180.000.000
16	Ka. Sek. Pembelian	1	Rp 15.000.000	Rp 180.000.000
17	Ka. Sek. Pemasaran	1	Rp 15.000.000	Rp 180.000.000
18	Ka. Sek. Administrasi	1	Rp 15.000.000	Rp 180.000.000
19	Ka. Sek. Kas	1	Rp 15.000.000	Rp 180.000.000
20	Ka. Sek. Personalia	1	Rp 15.000.000	Rp 180.000.000
21	Ka. Sek. Humas	1	Rp 15.000.000	Rp 180.000.000
22	Ka. Sek. Keamanan	1	Rp 15.000.000	Rp 180.000.000
23	Ka. Sek. K3	1	Rp 15.000.000	Rp 180.000.000
24	Ka. Sek. Litbang	1	Rp 15.000.000	Rp 180.000.000
26	Karyawan Pengendalian	3	Rp 9.000.000	Rp 324.000.000
27	Karyawan Laboratorium	4	Rp 9.000.000	Rp 432.000.000
28	Karyawan Pemeliharaan	3	Rp 9.000.000	Rp 324.000.000
29	Karyawan Utilitas	5	Rp 9.000.000	Rp 540.000.000
30	Karyawan Pembelian	2	Rp 7.000.000	Rp 168.000.000
31	Karyawan Pemasaran	2	Rp 7.000.000	Rp 168.000.000
32	Karyawan Administrasi	2	Rp 7.000.000	Rp 168.000.000

Lanjutan Tabel 4.33

33	Karyawan Kas	2	Rp 7.000.000	Rp 168.000.000
34	Karyawan Personalia	2	Rp 7.000.000	Rp 168.000.000
35	Karyawan Humas	2	Rp 7.000.000	Rp 168.000.000
36	Karyawan Keamanan	4	Rp 7.000.000	Rp 336.000.000
37	Karyawan K3	3	Rp 7.000.000	Rp 252.000.000
38	Karyawan Litbang	3	Rp 7.000.000	Rp 252.000.000
39	Operator	92	Rp 6.000.000	Rp 6.624.000.000
40	Supir	5	Rp 3.487.113	Rp 209.226.780
41	Satpam	4	Rp 3.487.113	Rp 167.381.424
42	Librarian	1	Rp 3.487.113	Rp 41.845.356
43	<i>Cleaning service</i>	7	Rp 3.487.113	Rp 292.917.492
44	Dokter	2	Rp 10.000.000	Rp 240.000.000
45	Perawat	4	Rp 5.000.000	Rp 240.000.000
Total		176		Rp 16.623.371.052

4.7. Evaluasi Ekonomi

Evaluasi ekonomi dalam pra rancangan pabrik diperlukan guna memperkirakan apakah pabrik yang didirikan merupakan suatu investasi yang layak dan menguntungkan atau tidak. Untuk mendapatkan perkiraan/estimasi tentang kelayakan investasi modal dalam suatu kegiatan produksi suatu pabrik dengan meninjau kebutuhan modal investasi, besarnya laba yang diperoleh, lamanya modal investasi dapat dikembalikan dan terjadinya titik impas atau titik dimana pabrik tidak untung dan tidak rugi. Dalam evaluasi ekonomi, ada beberapa faktor yang dapat ditinjau, antara lain :

1. *Return On Investment (ROI)*
2. *Pay Out Time (POT)*

3. *Discounted Cash Flow Rate Of Return (DCFR)*
4. *Break Even Point (BEP)*
5. *Shut Down Point (SDP)*

Sebelum melakukan analisa terhadap kelima faktor tersebut, maka perlu melakukan perkiraan terhadap beberapa hal sebagai berikut :

1. Penentuan Modal Industri (*Capital Investment*)
 - a. Modal Tetap (*Fixed Capital Investment*)
 - b. Modal Kerja (*Working Capital Investment*)
2. Penentuan Biaya Produksi Total (*Total Production Cost*)
 - a. Biaya Pembuatan (*Manufacturing Cost*)
 - b. Biaya Pengeluaran Umum (*General Expenses*)
3. Analisa Keuntungan
4. Analisa Kelayakan

4.7.1. Penaksiran Harga Peralatan

Harga peralatan proses selalu mengalami perubahan nilai tergantung pada kondisi ekonomi yang saat ini. Untuk mengetahui harga peralatan yang ada sekarang, dapat dilakukan penaksiran harga dari harga tahun yang lalu berdasarkan indeks harga.

Persamaan pendekatan yang digunakan untuk memperkirakan harga peralatan pada saat sekarang adalah sebagai berikut :

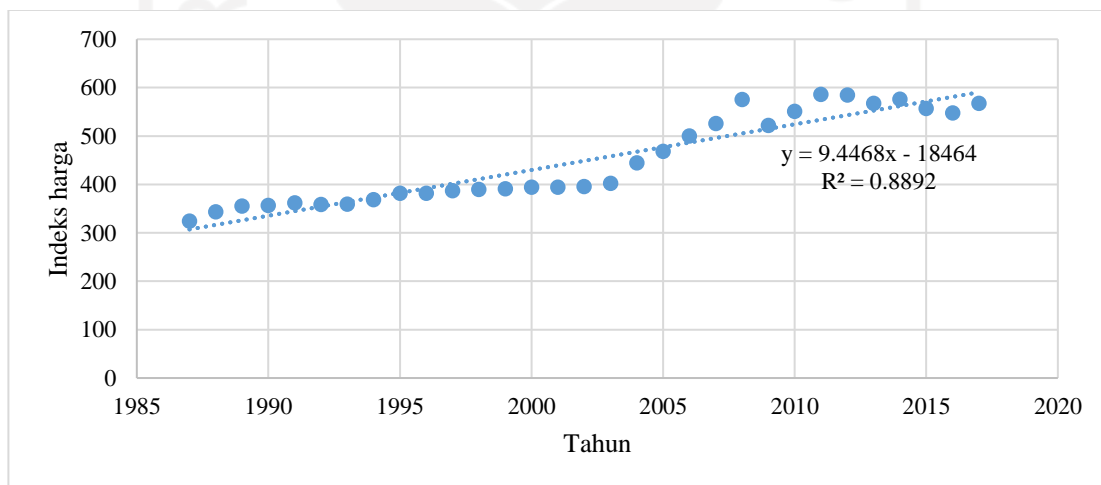
$$E_x = E_y \times (N_x / N_y)$$

Dimana :

- E_x : harga alat pada tahun x
- E_y : harga alat pada tahun y
- N_x : nilai indeks tahun x
- N_y : nilai indeks tahun y

(Peters & Timmerhaus, 2003)

Penentuan harga peralatan dilakukan dengan menggunakan indeks harga. Berdasarkan web www.chemengonline.com diperoleh nilai CEP (Chemical Engineering Plant) indeks dari tahun 1987-2017 sebagaimana terdapat dalam Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Grafik Indeks Harga

Untuk menghitung indeks harga pada beberapa tahun yang akan datang, maka dapat digunakan persamaan garis lurus pada persamaan (1).

$$y = ax + b$$

Keterangan :

y = Indeks harga a = *gradient*

x = tahun b = *intercept*

Dengan menggunakan persamaan tersebut, maka dapat diketahui index harga pada tahun 2026 adalah : $y = (9,4468 \times 2026) - 18464 = 657,217$

4.7.2. Dasar Perhitungan

Kapasitas produksi = 25.000 ton/tahun

Satu tahun produksi = 330 hari

Umur pabrik = 10 tahun

Pabrik didirikan pada tahun = 2026

Kurs mata uang = 1 US\$ = Rp 15.000

Harga bahan baku = Rp 128.668.450.473/tahun

Harga jual = \$ 2/kg

4.7.3. Perhitungan Biaya

4.7.3.1. *Capital Investment*

Capital Investment adalah banyaknya pengeluaran-pengeluaran yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik dan untuk mengoperasikannya.

Capital investment terdiri dari :

a. *Fixed Capital Investment*

Fixed Capital Investment adalah biaya yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik.

b. *Working Capital Investment*

Working Capital Investment adalah biaya yang diperlukan untuk menjalankan usaha atau modal untuk menjalankan operasi dari suatu pabrik selama waktu tertentu.

4.7.3.2. Manufacturing Cost

Manufacturing Cost merupakan jumlah *Direct*, *Indirect* dan *Fixed Manufacturing Cost* yang bersangkutan dalam pembuatan produk. Menurut Aries & Newton (Tabel 23), *Manufacturing Cost* meliputi :

a. *Direct Cost*

Direct Cost adalah pengeluaran yang berkaitan langsung dengan pembuatan produk.

b. *Indirect Cost*

Indirect Cost adalah pengeluaran-pengeluaran sebagai akibat tidak langsung karena operasi pabrik.

c. *Fixed Cost*

Fixed Cost adalah biaya -biaya tertentu yang selalu dikeluarkan baik pada saat pabrik beroperasi maupun tidak atau pengeluaran yang bersifat tetap tidak tergantung waktu.

4.7.3.3. General Expense

General Expense atau pengeluaran umum meliputi pengeluaran-pengeluaran yang berkaitan dengan fungsi perusahaan yang tidak termasuk *Manufacturing Cost*.

4.7.4. Analisa Kelayakan

Studi kelayakan dari pabrik kalsium klorida dari kalsium karbonat dan asam klorida ini dapat dilihat dari parameter-parameter ekonomi. Pabrik ini dikategorikan sebagai pabrik dengan resiko rendah (*low risk*) dengan pertimbangan bahwa teknologi yang digunakan sudah ada sebelumnya. Selain itu temperature maksimum proses dalam pabrik ini sebesar 110°C dan tekanan yang digunakan relatif rendah. Beberapa cara yang digunakan untuk menyatakan kelayakan adalah :

4.7.4.1. Percent Return On Investment (ROI)

Return On Investment digunakan sebagai sebuah pertimbangan penting karena ROI menunjukkan seberapa cepat pengembalian investasi berdasarkan pada keuntungan.

$$\text{ROI} = \frac{\text{Keuntungan}}{\text{Fixed Capital} + \text{Working Capital}} \times 100\%$$

Keuntungan atau profit dihitung berdasarkan *annual sales* (Sa) dan total *manufacturing cost*. *Finance* akan dihitung sebagai komponen yang berisikan pengembalian utang selama pembangunan pabrik. *Finance* akan berkontribusi terhadap *cash flow* dari pabrik ini. Pabrik dengan resiko rendah mempunyai nilai minimum ROI *before tax* sebesar 11%, sedangkan pabrik dengan resiko tinggi mempunyai nilai minimum ROI *before tax* sebesar 44%.

4.7.4.2. Pay Out Time (POT)

Pay Out Time (POT) adalah :

- a. Jumlah tahun yang telah berselang, sebelum didapatkan suatu penerimaan yang melebihi investasi awal atau jumlah tahun yang diperlukan untuk kembalinya *Capital Investment* dengan *profit* sebelum dikurangi depresiasi.
- b. Waktu minimum teoritis yang dibutuhkan untuk pengembalian modal tetap yang ditanamkan atas dasar keuntungan setiap tahun ditambah dengan penyusutan.
- c. Waktu pengembalian modal yang dihasilkan berdasarkan keuntungan yang diperoleh. Perhitungan ini diperlukan untuk mengetahui dalam berapa tahun investasi yang telah dilakukan akan kembali.
- d. Pabrik dengan resiko rendah mempunyai nilai POT maksimal 5 tahun, sedangkan pabrik dengan resiko tinggi mempunyai nilai POT maksimal 2 tahun.

$$POT = \frac{100\%}{ROI}$$

4.7.4.3. Break Even Point (BEP)

Break Even Point (BEP) adalah :

- a. Titik impas produksi (suatu kondisi dimana pabrik tidak mendapatkan keuntungan maupun kerugian).
- b. Titik yang menunjukkan pada tingkat berapa biaya dan penghasilan jumlahnya sama. Dengan BEP kita dapat menentukan harga jual dan jumlah unit yang dijual secara minimum dan berapa harga serta unit penjualan yang harus dicapai agar mendapat keuntungan.

- c. Kapasitas produksi pada saat sales sama dengan total cost. Pabrik akan rugi jika beroperasi dibawah BEP dan akan untung jika beroperasi diatas BEP.
- d. Nilai BEP pada umumnya memiliki nilai berkisar 40% - 60%.

$$BEP = \frac{(Fa + 0,3Ra)}{(Sa - Va - 0,7Ra)} \times 100\%$$

Dimana hal ini:

Fa : *Annual Fixed Manufacturing Cost* pada produksi maksimum

Ra : *Annual Regulated Expenses* pada produksi maksimum

Va : *Annual Variable Value* pada produksi maksimum

Sa : *Annual Sales Value* pada produksi maksimum

4.7.4.4. *Shut Down Point (SDP)*

Shut Down Point (SDP) adalah :

- a. Suatu titik atau saat penentuan suatu aktivitas produksi dihentikan. Penyebabnya antara lain *Variable Cost* yang terlalu tinggi, atau bisa juga karena keputusan manajemen akibat tifak ekonomisnya suatu aktivitas produksi (tidak menghasilkan profit).
- b. Persen kapasitas minimal suatu pabrik dapat mencapai kapasitas produk yang diharapkan dalam setahun. Apabila tidak mampu mencapai persen minimal kapasitas tersebut dalam satu tahun maka pabrik harus berhenti beroperasi atau tutup.
- c. Level produksi dimana biaya untuk melanjutkan operasi pabrik akan lebih mahal daripada biaya untuk menutup pabrik dan membayar *Fixed Cost*.

- d. Merupakan titik produksi dimana pabrik mengalami kebangkrutan sehingga pabrik harus berhenti atau tutup.

$$SDP = \frac{(0,3Ra)}{(Sa - Va - 0,7Ra)} \times 100\%$$

4.7.4.5. Discounted Cash Flow Rate Of Return (DCFRR)

Discounted Cash Flow Rate Of Return (DCFRR) adalah :

- a. Analisa kelayakan ekonomi dengan menggunakan DCFRR dibuat dengan menggunakan nilai uang yang berubah terhadap waktu dan dirasakan atau investasi yang tidak kembali pada akhir tahun selama umur pabrik.
- b. Laju bunga maksimal dimana suatu proyek dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada bank selama umur pabrik.
- c. Merupakan besarnya perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahun, didasarkan atas investasi yang tidak kembali pada setiap akhir tahun selama umur pabrik.
- d. Asumsi yang digunakan dalam perhitungan DCFRR adalah :
 - Umur ekonomis pabrik yaitu 10 tahun
 - Annual profit dan taxes konstan setiap tahun
 - Depresiasi sama setiap tahun

Persamaan untuk menentukan DCFRR :

$$(FC + WC)(I + i)^N = C \sum_{n=0}^{n=N-1} (I + i)^N + WC + SV$$

Dimana :

FC : *Fixed Capital*

C : *Cash Flow*

WC : *Working Capital*

n : Umur pabrik = 10 tahun

SV : *Salvage Value*

I : Nilai DCFRR



4.7.4.6. Hasil Perhitungan

Perhitungan rencana pendirian pabrik kalsium klorida ini memerlukan rencana perhitungan analisis. Hasil rancangan masing-masing disajikan pada tabel sebagai berikut.

Tabel 4.34 *Fixed Capital Investment (FCI)*

No	Komponen	Biaya (\$)	Biaya (Rp)
1	<i>Purchased Equipment Cost</i>	5.966.747	89.501.200.964
2	<i>Delivered Equipment Cost</i>	1.491.687	22.375.300.241
3	<i>Instalation Cost</i>	933.199	13.997.987.831
4	<i>Piping Cost</i>	1.382.794	20.741.903.323
5	<i>Instrumentation Cost</i>	1.483.930	22.258.948.680
6	<i>Insulation Cost</i>	222.261	3.333.919.736
7	<i>Electrical Cost</i>	895.012	13.425.180.145
8	<i>Building Cost</i>	1.650.800	24.762.000.000
9	<i>Land and Yard Improvement</i>	1.402.833	21.042.500.000
<i>Physical Plant Cost (PPC)</i>		15.429.263	231.438.940.919
10	<i>Engineering and Construction</i>	3.085.853	46.287.788.184
<i>Direct Plant Cost (DPC)</i>		18.515.115	277.726.729.103
11	<i>Direct Plant Cost</i>	18.515.115	277.726.729.103
12	<i>Contractor's Fee</i>	1.851.512	27.772.672.910
13	<i>Contingency</i>	1.851.512	27.772.672.910
<i>Fixed Capital Investment (FCI)</i>		22.218.138	333.272.074.923

Tabel 4.35 *Working Capital (WC)*

No	Komponen	Biaya (\$)	Biaya (Rp)
1	<i>Raw Material Inventory</i>	1.014.028	15.210.426.408
2	<i>Inprocess Inventory</i>	956.815	14.352.223.257
3	<i>Product Inventory</i>	1.913.630	28.704.446.514
4	<i>Extended Credit</i>	3.106.061	46.590.909.091
5	<i>Available Cash</i>	1.913.630	28.704.446.514
<i>Working Capital (WC)</i>		8.904.163	133.562.451.785

Tabel 4.36 *Manufacturing Cost (MC)*

No	Komponen	Biaya (\$)	Biaya (Rp)
1	<i>Raw Material</i>	11.154.313	167.314.690.492
2	<i>Labor Cost</i>	1.108.225	16.623.371.052
3	<i>Supervision Cost</i>	277.056	4.155.842.763
4	<i>Maintenance Cost</i>	888.726	13.330.882.997
5	<i>Plant Supplies</i>	133.309	1.999.632.450
6	<i>Royalties and Patents</i>	854.167	12.812.500.000
7	<i>Utilities</i>	762.983	11.444.745.452
<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>		15.178.778	235.225.607.686
1	<i>Payroll Overhead</i>	221.645	3.324.674.210
2	<i>Laboratory</i>	221.645	3.324.674.210
3	<i>Plant Overhead</i>	831.169	12.467.528.289
4	<i>Packaging and Shipping</i>	1.708.333	25.625.000.000
<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>		2.982.792	44.741.876.710
1	<i>Depreciation</i>	2.221.814	33.327.207.492
2	<i>Property Taxes</i>	444.363	6.665.441.498
3	<i>Insurance</i>	222.181	3.332.720.749
<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>		2.888.358	43.325.369.740
<i>Manufacturing Cost (MC)</i>		21.049.927	315.748.911.655

Tabel 4.37 *General Expense (GE)*

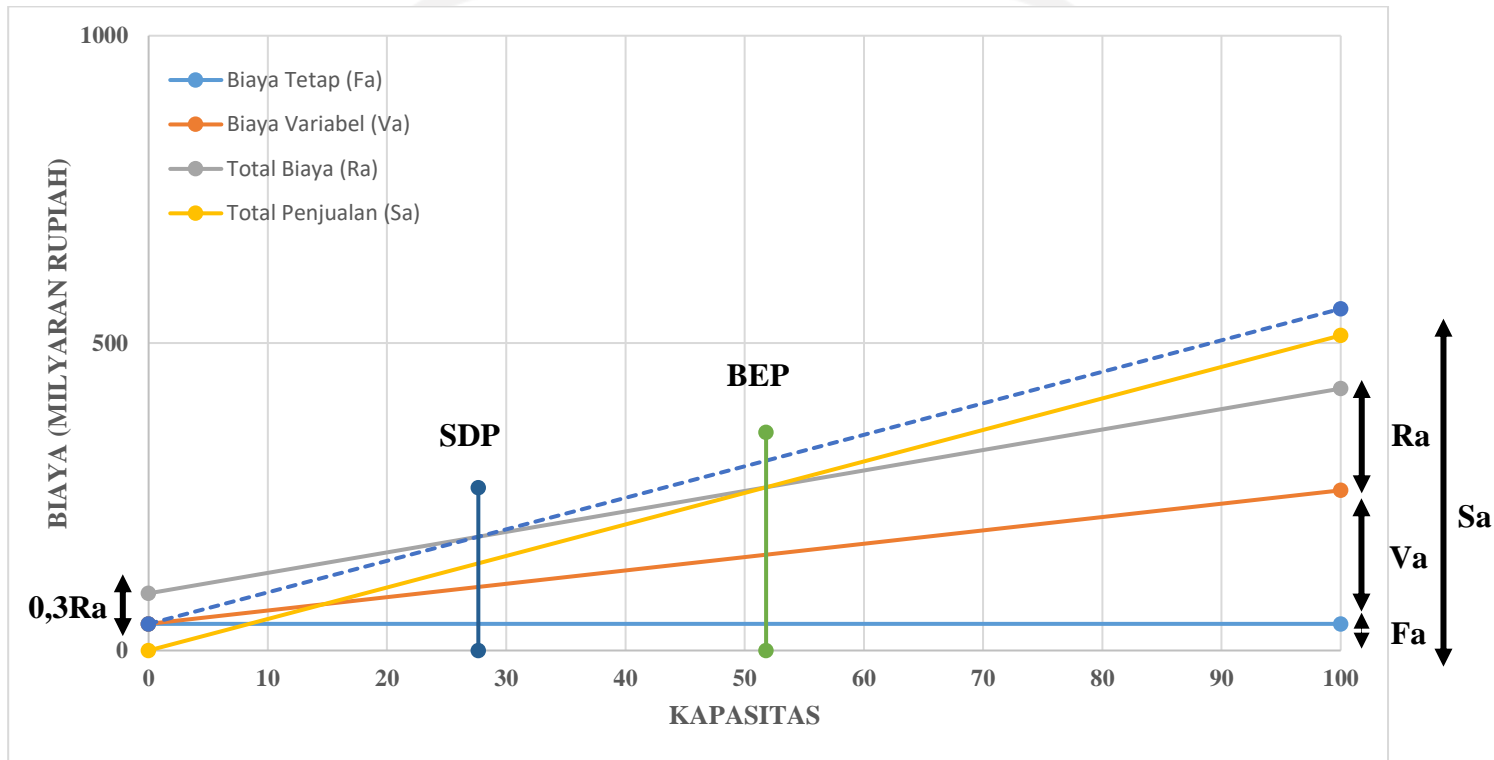
No	Komponen	Biaya (\$)	Biaya (Rp)
1	<i>Administration</i>	1.262.996	18.944.934.699
2	<i>Sales Expenses</i>	3.157.489	47.362.336.748
3	<i>Research</i>	1.683.994	25.259.912.932
4	<i>Finance</i>	1.244.892	18.673.381.068
<i>General Expenses (GE)</i>		7.349.371	110.240.565.448

Tabel 4.38 Perhitungan BEP

No	Komponen	Biaya (\$)	Biaya (Rp)
1	<i>Manufacturing Cost (MC)</i>	21.049.927	315.748.911.655
2	<i>General Expenses (GE)</i>	7.349.371	110.240.565.448
<i>Total Production Cost (TPC)</i>		28.399.298	425.989.477.104
3	Depresiasi	2.221.814	33.327.207.492
4	<i>Proerty Taxes</i>	444.363	6.665.441.498
5	Asuransi	222.181	3.332.720.749
<i>Fixed Cost (Fa)</i>		2.888.358	43.325.369.740
6	Gaji Karyawan	1.108.225	16.623.371.052
7	<i>Payroll Overhead</i>	221.645	3.324.674.210
8	<i>Supervision</i>	277.056	4.155.842.763
9	<i>Plant Overhead</i>	831.169	12.467.528.289
10	<i>Laboratorium</i>	221.645	3.324.674.210
11	<i>General Expense</i>	7.349.371	110.240.565.448
12	<i>Maintenance</i>	888.726	13.330.882.997
13	<i>Plant Supplies</i>	133.309	1.999.632.450
<i>Regulated Cost (Ra)</i>		11.031.145	165.467.171.420
14	<i>Raw Material</i>	11.154.313	167.314.690.492
15	<i>Packaging and Shipping</i>	1.708.333	25.625.000.000
16	<i>Utilities</i>	762.983	11.444.745.452
17	<i>Royalty & Patent</i>	854.167	12.812.500.000
<i>Variable Cost (Va)</i>		14.479.796	217.196.935.944
<i>Sales (Sa)</i>		34.166.667	512.500.000.000

Tabel 4.39 Rangkuman Analisa Kelayakan

Kriteria	Terhitung	Persyaratan
ROI sebelum pajak	20,81%	ROI before taxes minimum low 11 %, high 44%
ROI setelah pajak	10,40%	
POT sebelum pajak	4,81	POT before taxes maksimum, low 5 tahun, high 2 tahun
POT setelah pajak	9,61	
BEP	51,80%	Berkisar 40 - 60%
SDP	27,66%	
DCFRR	19,64%	>1,5 bunga bank = minimum = 5,25%



Gambar 4.9 Grafik SDP dan BEP

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan pra rancangan pabrik kalsium klorida dari asam klorida dan kalsium karbonat dengan kapasitas 25.000 ton/tahun, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pabrik kalsium klorida dari asam klorida dan kalsium karbonat dengan kapasitas 25.000 ton/tahun ini membutuhkan bahan baku asam klorida sebanyak 38.037,96474 ton/tahun dan kalsium karbonat sebanyak 16.619,67379 ton/tahun.
2. Pabrik kalsium klorida dari asam klorida dan kalsium karbonat dengan kapasitas 25.000 ton/tahun direncanakan akan didirikan pada tahun 2026 di atas tanah seluas 17.608 m² di Tuban, Jawa Timur dengan jumlah karyawan sebanyak 172 orang dan beroperasi selama 330 hari/tahun
3. Berdasarkan hasil analisis ekonomi maka didapatkan :
 - a. Keuntungan yang diperoleh : Keuntungan sebelum pajak sebesar Rp 86.510.522.896/tahun dan Keuntungan sebelum pajak (25%) sebesar Rp 64.882.892.172/tahun.
 - b. Return On Investment (ROI) : Presentase ROI sebelum pajak sebesar 20,81% dan ROI setelah pajak sebesar 10,40%. Syarat ROI untuk pabrik

kimia dengan resiko rendah mempunyai nilai minimum ROI sebelum pajak sebesar 11% (Aries & Newton, 1955).

- c. Pay Out Time (POT) : POT sebelum pajak selama 4,81 tahun dan POT setelah pajak selama 9,61 tahun. Syarat POT untuk pabrik kimia dengan resiko rendah mempunyai nilai maksimum 5 tahun (Aries & Newton, 1955)
- d. Break Even Point (BEP) pada 51,80% dan Shut Down Point (SDP) pada 27,66%. BEP untuk pabrik kimia pada umumnya berkisar antara 40-60%.
- e. Discount Cash Flow Rate of Return (DCFRR) sebesar 19,64%. Dari data diatas dapat disimpulkan bahwa pabrik kalsium klorida dari asam klorida dan kalsium karbonat dengan kapasitas 25.000 ton/tahun layak dan menarik untuk dikaji lebih lanjut.

5.2. Saran

Perancangan suatu pabrik kimia diperlukan pemahaman konsep-konsep dasar yang dapat meningkatkan kelayakan pendirian suatu pabrik kimia, diantaranya :

1. Optimasi pemilihan seperti alat proses atau alat penunjang dan bahan baku perlu diperhatikan sehingga akan terlebih mengoptimalkan keuntungan yang diperoleh.
2. Perancangan pabrik kimia tidak lepas dari produksi limbah, sehingga diharapkan dapat berkembang pabrik-pabrik kimia yang lebih ramah lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alibaba. 2021. Harga Kalsium Klorida, Asam Klorida dan Kalsium Karbonat. <https://www.alibaba.com/> Diakses pada tanggal 12 Juli 2021.
- Aries, R.S., and Newton, R.D. 1955. *Chemical Engineering Cost Estimation*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Badan Pusat Statistik Indonesia. 2021. Data Impor Kalsium Klorida. <https://www.bps.go.id/> Diakses pada tanggal 15 Juni 2021.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Tuban. 2021. Tuban. <https://tubankab.bps.go.id/> Diakses pada tanggal 20 Agustus 2021.
- Brown, G.G., Katz D., Foust, A.S., and Schneidewind, R. 1978. *Unit Operation*. Modern Asia Edition. New York: John Wiley and Sons, Inc.
- Brownell, L.E., and Young, E.H. 1959. *Process Equipment Design*. New York: John Wiley and Sons, Inc.
- Chemical Engineering. 2021. Chemical Engineering Plant Cost Index. <https://www.chemengonline.com/> Diakses pada tanggal 20 Agustus 2021.
- Coulson, J.M., and Richardson, J.F. 1983. *Chemical Engineering Design*. New York: Pergamon International Library.
- CV. Bangun Arta. 2021. Kalsium Karbonat. <https://bangunarta.co.id/> Diakses pada tanggal 14 Juli 2021.
- Ecplaza. 2021. Calcium Chloride. <https://lianyungang.en.ecplaza.net/> Diakses pada tanggal 23 Juli 2021.
- Faith, W.L., and Keyes, D.B. 1975. *Industrial Chemical, 4th Edition*. New York: John Wiley and Sons, Inc.

- Felder, R.M., and Rousseau, R.W. 2005. *Elementary Principle of Chemical Processes 3rd Edition*. New York: John Wiley and Sons, Inc
- Fogler, H.S. 1988. *Elements of Chemical Reaction Engineering, 4th Edition*. Ann Arbor: University of Michigan.
- Garrett, D.E. 2004. *Handbook of Lithium and Natural Calcium Chloride*. New York: Elsevier Science Publishing Company, Inc.
- Geankoplis, C.J. 1992. *Transport Processes and Unit Operation*. Toronto: Allyn and Bacon Co.
- Greenwood, N.N., and Earnshaw, A. 1997. *Chemistry of The Elements, 2nd Edition*. Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Himmelblau, D.M. 1989. *Basic Principles and Calculations in Chemical Engineering 6th Edition*. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- Hugot, E. 1986. *Handbook of Cane Sugar Engineering, 3rd Edition*. New York: Elsevier Science Publishing Company, Inc.
- ICIS. 2021. Calcium Chloride. <https://www.icis.com/> Diakses pada tanggal 17 Juni 2021.
- Kern, D.Q. 1983. *Process Heat Transfer*. New York: McGrew-Hill Book Co., Inc.
- Krik, R.E., and Othmer, D.F. 1996. *Encyclopedia of Chemical Technology, Vol. 4, 4th Edition*. New York: John Wiley and Sons, Inc.
- Matches. 2021. Price of Engineering Tools. <http://www.matche.com/> Diakses pada tanggal 8 Agustus 2021.
- McCabe, Smith, J.C., and Harriot. 1985. *Unit Operation of Chemical Engineering 4th Edition*. New York: McGrew Hill Book Co., Inc.

- Mejdell, G.T. 1994. *Method for Production Magnesium Chloride*.
<https://patents.google.com/patent/US5112584A> Diakses pada tanggal 14 Juni 2021.
- Nierode, D.E., and Williams, B.B. 1971. *Characteristics of Acid Reaction in Limestone Formations*. Society of Petroleum Engineers Journal, 11 (04), 406-418.
- Perry, R.H., and Green, D.W. 1984. *Perry's Chemical Engineer's Handbook, 6th Edition*. New York: McGraw Hill Book Co., Inc.
- Perry, R.H., and Green, D.W. 1997. *Perry's Chemical Engineer's Handbook, 7th Edition*. New York: McGraw-Hill Book Co., Inc.
- PT. Asiamarco Pasifik Indonesia. 2021. Asam Klorida.
<https://www.asiamarcopacific.com/> Diakses pada tanggal 14 Juli 2021
- Peters, M.S., and Timmerhaus, K.D. 1991. *Plant Design and Economics for Chemical Engineers, 4th Edition*. New York: McGraw-Hill Book Co., Inc.
- Reklaitis, G.V. 1983. *Introduction to Material and Energy Balances*. New York: John Wiley and Sons, Inc.
- Rigby, W. 2002. *Process for Making Production of Calcium Chlorides*.
<https://patents.google.com/patent/US20020076375> Diakses pada tanggal 14 Juni 2021.
- Smith, J.M., and Van Ness, H.C. 1975. *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics, 7th Edition*. New York: McGraw-Hill Book Co., Inc.
- Ulrich, G.D. 1984. *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*. New York: John Wiley and Sons, Inc.
- Vilbrandt, F.C., and Dryden, C.E. 1959. *Chemical Engineering Plant Design*. New York: McGraw-Hill Book Co., Inc.

Wallas, S.M. 1988. *Chemical Process Equipment*. Stoneham USA: Butterworth Publishers.

Yaws, C.L. 1999. *Chemical Properties Handbook*. New York: McGraw-Hill Book Co., Inc.



LAMPIRAN A

REAKTOR

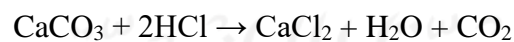
R-01 dan R-02

Fungsi	: Mereaksikan Asam Klorida dengan Kalsium Karbonat menjadi Kalsium Klorida.
Jenis	: Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB)
Fase	: Padat – Cair
Bentuk	: Tangki Silinder
Bahan	: Stainless Steel SA-167 Grade A 304
Sifat Reaksi	: Eksotermis
Kondisi Operasi	: Suhu (T) : 32°C Tekanan (P) : 1 atm

(*Industrial Chemical, Faith-Keyes, 1975*)

A. Kinetika Reaksi

Reaksi :



Persamaan reaksi antara kalsium karbonat dan asam klorida adalah reaksi orde 2 dan dinyatakan dengan persamaan kecepatan reaksi :

$$(-r_a) = k \cdot C_a^2$$

(*Industrial Chemical, Faith-Keyes, 1975*)

$$k = 72671 \text{ L/kmol.jam}$$

(Industrial Chemical, Faith-Keyes, 1975)

dengan:

$(-r_a)$ = kecepatan reaksi (kmol/L.jam)

k = konstanta kecepatan reaksi (L/kmol.jam)

C_a = konsentrasi HCl (kmol/L)

Input Reaktor

Komponen	Berat (kg/jam)	BM	Konsentrasi (kmol/L)
CaCO ₃	2066,967006	100	0,004339888
MgCO ₃	31,47665491	84	0,000078678
HCl	1825,053864	37	0,010356642
H ₂ O	2977,719462	18	0,034734117
Total	6901,216987		0,049509325

Konsentrasi Umpan

C_{ao} = 0,010356642 kmol/L

X_a = 99%

$C_a = C_{ao}(1 - X_a)$

C_a = 0,000103566 kmol/L

Kecepatan Reaksi

$(-r_a) = k \cdot C_a^2$ (Industrial Chemical, Faith-Keyes, 1975)

$$-\frac{dC_a}{dt} = k \cdot C_a^2$$

$$-\frac{dC_a}{C_a^2} = k \cdot dt$$

$$-\int_{C_{ao}}^{C_a} \frac{1}{C_a^2} \cdot dC_a = k \int_{t=0}^t dt$$

$$\frac{1}{C_a} - \frac{1}{C_{ao}} = k \cdot t$$

$$\frac{1}{0,000103566} - \frac{1}{0,010356642} = 72671 \cdot t$$

$$t = 0,131539172 \text{ jam}$$

$$t = 8 \text{ menit}$$

B. Data-data

1. Neraca massa :

Komponen	BM	Input		Output	
		kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam
CaCO ₃	100	2066,9670	20,6696	20,6696	0,2066
MgCO ₃	84	31,4766	0,3747	0,3147	0,0037
HCl	37	1825,0538	49,3257	304,1756	8,2209
H ₂ O	18	2977,7194	165,4288	3352,7305	186,2628
CaCl ₂	111			2271,3900	20,4629
MgCl ₂	95			35,2426	0,3709
CO ₂	44			916,6937	20,8326
Total		6901,2169	235,7990	6901,2169	235,7990

2. Neraca panas :

Masuk	kJ/jam	Keluar	kJ/jam
Q in	134694,672	Q out	120917,0676
ΔH reaksi	14049,52739	ΔH pendingin	27827,1318
Total	148744,1994	Total	148744,1994

3. Densitas Campuran

Komponen	Berat (kg/jam)	Fraksi Berat (xi)	ρ (kg/m ³)	ρ campuran (kg/m ³)
CaCO ₃	2066,9670	0,2995	2711	811,9651

MgCO ₃	31,4766	0,0045	2958	13,4915
HCl	1825,0538	0,2644	691,7542	182,9371
H ₂ O	2977,7194	0,4314	1021,1747	440,6138
Total	6901,2169	1		1449,0076

C. Menentukan Optimasi Reaktor Seri

$$X = 1 - \frac{1}{\left(1 + \frac{k \cdot C_{ao} \cdot V}{Fv}\right)^n}$$

(Fogler, hal. 158)

$$V = \frac{Fv}{k \cdot C_{ao}} \left[\frac{1}{\sqrt[n]{1-X}} - 1 \right]$$

(Fogler, hal. 160)

Diketahui:

$$Fv = 4762,7195 \text{ L/jam}$$

$$k = 72671 \text{ L/kmol.jam}$$

$$C_{ao} = 0,000103566 \text{ kmol/L}$$

$$X = 0,99$$

a. Jumlah Reaktor = 1 buah

$$V_1 = 62648,4184 \text{ L}$$

$$n = 1$$

$$X_1 = 0,99$$

b. Jumlah Reaktor = 2 buah

$$V_2 = 5695,3107 \text{ L}$$

$$n = 2$$

$$X_1 = 0,90$$

$$X_2 = 0,99$$

c. Jumlah Reaktor = 3 buah

$$V_3 = 2304,4422 \text{ L}$$

$$n = 3$$

$$X_1 = 0,78$$

$$X_2 = 0,95$$

$$X_3 = 0,99$$

d. Jumlah Reaktor = 4 buah

$$V_4 = 1368,3159 \text{ L}$$

$$n = 4$$

$$X_1 = 0,68$$

$$X_2 = 0,90$$

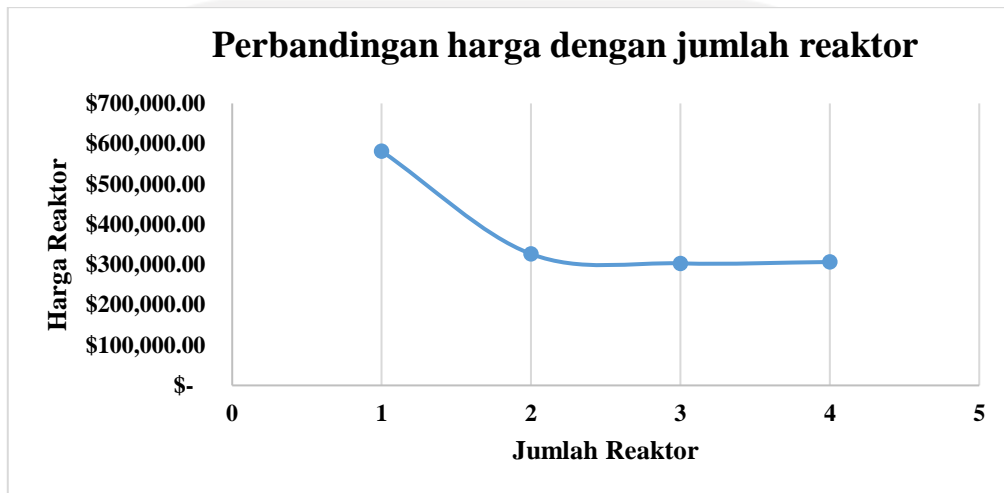
$$X_3 = 0,97$$

$$X_4 = 0,99$$

Didapatkan hasil:

n	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	V (L)	V (m ³)
1	0,99				62648,4184	62,6484184
2	0,90	0,99			5695,3107	5,6953107
3	0,78	0,95	0,99		2304,4422	2,3044422
4	0,68	0,90	0,97	0,99	1368,3159	1,3683159

n	V (gallon)	Harga (\$)	Harga Total (\$)	V (m3)
1	16549,95801	\$ 581.600,00	\$ 581.600,00	75,17810218
2	1504,541637	\$ 163.200,00	\$ 326.400,00	6,834372926
3	608,7691139	\$ 101.000,00	\$ 303.000,00	2,765330681
4	361,4707523	\$ 76.600,00	\$ 306.400,00	1,6419791



Berdasarkan dari grafik optimasi reaktor, maka diambil 2 reaktor seri dengan mempertimbangkan bahwa perbedaan harga yang paling signifikan yaitu antara 1 reaktor dengan 2 reaktor diantara optimasi reaktor seri.

D. Perancangan Reaktor

Asumsi :

- Volume cairan selama reaksi tetap
- Proses berjalan dalam keadaan suhu tetap (isothermal)
- Pengadukan sempurna
- Steady state

Digunakan 2 reaktor seri dengan spesifikasi sebagai berikut :

$$V = 5,6953 \text{ m}^3$$

$$X_1 = 0,90$$

$$X_2 = 0,99$$

E. Menghitung Dimensi Reaktor

Perancangan reaktor dibuat *over design* sebesar 20%, sehingga volume reaktor menjadi :

$$\text{Volume cairan} = 0,7491 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume reaktor} = 1,2 \times \text{volume cairan}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume reaktor} &= 1,2 \times \text{m}^3 \\ &= 1,2 \times 0,7491 \text{ m}^3 \\ &= 0,8989 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

1. Menghitung diameter dan tinggi reaktor

Reaktor yang digunakan berbentuk silinder tegak

$$\begin{aligned} \text{Volume reaktor} &= \text{Volume silinder} + \text{Volume tutup} \\ &= \text{Volume silinder} + \text{Volume head} \end{aligned}$$

Perbandingan tinggi silinder dengan diameter tangki ($H_s : D_t = 1 : 1$)

$$\text{Volume silinder (Vs)} = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times H_s$$

$$\text{Volume silinder (Vs)} = \frac{1}{4} \times \pi \times D^3$$

Tutup dan alas tangki berbentuk torispherical dengan rasio axis major terhadap minor 2 : 1, sehingga tinggi head (Hh) = 1/6 D (Brownell & Young, 1959).

$$\text{Volume 2 tutup (Vh) ellipsoidal} = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times Hh \times 2$$

$$\text{Volume head (Vh)} = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times \frac{1}{6} D \times 2$$

$$\text{Volume head (Vh)} = \frac{1}{12} \times \pi \times D^3$$

$$\text{Volume reaktor} = V_s + V_h$$

$$\text{Volume reaktor} = \frac{1}{4} \times \pi \times D^3 + \frac{1}{12} \times \pi \times D^3$$

$$\text{Volume reaktor} = \frac{4}{12} \times \pi \times D^3$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{\text{Volume reaktor} \times 12}{4 \times \pi}}$$

Sehingga,

$$D = 0,9505 \text{ m}$$

$$= 37,4238 \text{ in}$$

$$\text{Tinggi silinder (Hs)} = D = 0,9505 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi tutup torispherical (Hh)} = 1/6D = 0,1584 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Tinggi reaktor} &= H_s + (2 \times H_h) \\ &= 1,2674 \text{ m} \end{aligned}$$

2. Menghitung tinggi cairan

$$\begin{aligned} \text{Tinggi cairan (Hc)} &= \frac{\text{Volume cairan}}{\text{Volume reaktor}} \times \text{Tinggi reaktor} \\ \text{Tinggi cairan (Hc)} &= \frac{0,7491 \text{ m}^3}{0,8989 \text{ m}^3} \times 1,2674 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Tinggi cairan (Hc)} = 1,0561 \text{ m}$$

3. Menentukan tekanan desain

$$\begin{aligned} \text{P hidrostatik} &= \rho \times g \times H_c \\ &= 1449,0076 \text{ kg/m}^3 \times 10 \text{ m/s}^2 \times 1,0561 \text{ m} \\ &= 15304,1762 \text{ Pa} \\ &= 2,2186 \text{ psia} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{P operasi} &= 1 \text{ atm} \\ &= 14,6959 \text{ psia} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{P desain} &= 1,2 \times (\text{P hidrostatik} + \text{P operasi}) \\ &= 20,2987 \text{ psia} \end{aligned}$$

4. Menghitung tebal dinding reaktor

$$ts = \frac{P \times ri}{S \times E - 0,6 \times P} + C$$

(Peters & Timmerhaus, hal. 537)

Direncanakan menggunakan bahan konstruksi *Stainless steel SA-167 Grade A type 304* dengan jenis sambungan *Double Welded Butt Joints*. Berdasarkan Peters & Timmerhaus, 1991, diperoleh data sebagai berikut :

$$S = \text{Allowable stresses} = 18700 \text{ psia}$$

$$E = \text{Joint efficiency} = 0,85$$

$$C = \text{Corrosion allowance} = 0,125$$

$$P = \text{Internal pressure} = 20,2987 \text{ psia}$$

$$r_i = \text{Inside radius} = 18,7119 \text{ in}$$

Sehingga,

$$t_s = \frac{20,2987 \text{ psia} \times 18,7119 \text{ in}}{(18700 \text{ psia} \times 0,85) - (0,6 \times 20,2987 \text{ psia})} + 0,125 \text{ in}$$

$$t_s = 0,1489 \text{ in}$$

Berdasarkan tabel 5.6 (Brownell & Young, 1959) maka digunakan tebal shell standar:

$$t_s = 3/16 \text{ in}$$

$$= 0,1875 \text{ in}$$

$$\text{ID shell} = 37,4238 \text{ in}$$

$$\text{OD shell} = \text{ID} + 2t_s$$

$$= 37,4238 \text{ in} + (2 \times 0,1875 \text{ in})$$

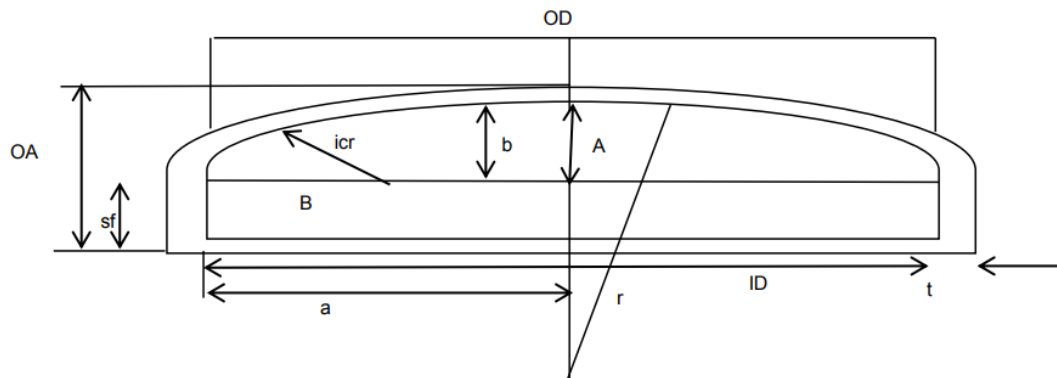
$$= 37,7988 \text{ in}$$

Berdasarkan tabel 5.7 (Brownell & Young, 1959) maka digunakan OD standar:

$$\begin{aligned}
 \text{OD} &= 38 \text{ in} \\
 &= 0,9652 \text{ m} \\
 \text{ID} &= \text{OD} - 2t_s \\
 &= 38 \text{ in} - (2 \times 0,1875 \text{ in}) \\
 &= 37,625 \text{ in} = 0,9556 \text{ m} = 3,135 \text{ ft} \\
 \text{H} &= 2 \times \text{D} \\
 &= 2 \times 37,625 \text{ in} \\
 &= 75,25 \text{ in} = 1,9113 \text{ m} = 6,2708 \text{ ft} \\
 \text{icr} &= 2,375 \text{ in} \\
 \text{rc} &= 36 \text{ in}
 \end{aligned}$$

F. Menghitung Dimensi *Head* Reaktor

Dipilih *head* dengan bentuk *Torispherical Flanged & Dish Head*, dengan pertimbangan harganya cukup ekonomis dan dapat digunakan pada tekanan operasi hingga 15 bar.



Keterangan gambar :

ID : diameter dalam *head*

OD : diameter luar *head*

a : jari-jari *head*

t : tebal *head*

r : jari-jari dalam *head*

icr : *inside corner radius*

b : *deep of dish*

sf : *straight of flanged*

OA : tinggi *head*

1. Menghitung tebal *head*

$$t_h = \frac{P \times r_c \times W}{(2 \times f \times E) - (0,2 \times P)} + C$$

(Brownell & Young, pers. 7.77, hal. 138)

Dengan:

f = *Allowable stresses* = 18700 psia

E = *Joint efficiency* = 0,85

C = *Corrosion allowance* = 0,125

P = *Internal pressure* = 20,2987 psia

rc = *Inside radius* = 36 in

W = *Stress-intensification factor for torispherical dished head*

$$W = \frac{1}{4} \times \left(3 + \sqrt{\frac{r_c}{icr}} \right)$$

(Brownell & Young, pers. 7.76, hal. 138)

$$W = \frac{1}{4} x \left(3 + \sqrt{\frac{36 \text{ in}}{2,375 \text{ in}}} \right)$$

$$W = 1,7233$$

Sehingga,

$$t_h = \frac{20,2987 \text{ psia} \times 36 \text{ in} \times 1,7233}{(2 \times 18700 \text{ psia} \times 0,85) - (0,2 \times 20,2987 \text{ psia})} + 0,125 \text{ in}$$

$$t_h = 0,1646 \text{ in}$$

Berdasarkan tabel 5.6 (Brownell & Young, 1959) maka digunakan tebal *head* standar:

$$\begin{aligned} t_h &= 3/16 \text{ in} \\ &= 0,1875 \text{ in} \end{aligned}$$

2. Menghitung tinggi *head*

Berdasarkan tabel 5.8 (Brownell & Young, 1959) maka digunakan *sf* :

$$sf = 2 \text{ in}$$

$$ID = OD - 2 t_h$$

$$= 38 \text{ in} - (2 \times 0,1875 \text{ in})$$

$$= 37,625 \text{ in} = 0,9556 \text{ m}$$

$$A = \frac{ID}{2}$$

$$= 18,8125 \text{ in}$$

$$AB = A - icr$$

$$= 18,8125 \text{ in} - 2,375 \text{ in}$$

$$= 16,4375 \text{ in}$$

$$BC = rc - icr$$

$$= 36 \text{ in} - 2,375 \text{ in}$$

$$= 33,625 \text{ in}$$

$$AC = \sqrt{BC^2 - AB^2}$$

$$= \sqrt{33,625^2 - 16,4375^2}$$

$$= 29,3334 \text{ in}$$

$$B = rc - AC$$

$$= 36 \text{ in} - 29,3334 \text{ in}$$

$$= 6,6665 \text{ in}$$

Tinggi *head* total :

$$AO = sf + B + t_h$$

$$= 2 \text{ in} + 6,6665 \text{ in} + 0,1875 \text{ in}$$

$$= 8,854 \text{ in}$$

$$= 0,2248 \text{ m}$$

G. Menghitung Dimensi Pengaduk

$$\text{Volume cairan yang diaduk} = 0,7491 \text{ m}^3$$

$$= 197,8912 \text{ gallon}$$

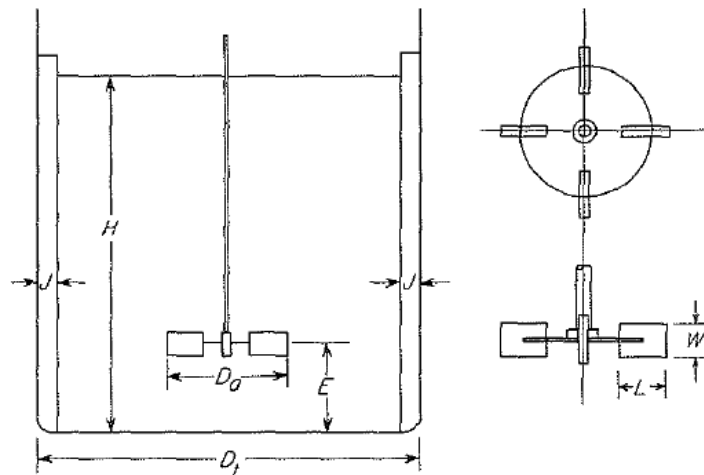
$$\text{Kekentalan cairan yang diaduk } (\mu) = 0,5621 \text{ cP}$$

$$= 0,000377 \text{ lb/ft.s}$$

1. Menghitung dimensi pengaduk

Jenis pengaduk yang digunakan adalah *Six Pitched Blade Turbine*, karena dapat digunakan untuk campuran dengan viskositas < 10.000 cP (Geankoplis 1993, hal. 143) dan cocok untuk pengaduk suspensi *solid* (Wallas 1990, hal. 298).

Perancangan untuk pengadukan dilakukan dengan prinsip similaritas menggunakan model sesuai dengan referensi buku Mc. Cabe hal. 242-243.



Data pengadukan standar:

$\frac{D_a}{D_t} = \frac{1}{3}$	$\frac{H}{D_t} = 1$	$\frac{J}{D_t} = \frac{1}{12}$
$\frac{E}{D_t} = \frac{1}{3}$	$\frac{W}{D_a} = \frac{1}{5}$	$\frac{L}{D_a} = \frac{1}{4}$

dimana:

D_t = diameter tangki = 0,9505 m = 3,1186 ft

D_a = diameter pengaduk = 0,3168 m = 1,0395 ft

L = lebar daun pengaduk = 0,0792 m = 0,2598 ft

W	= tinggi daun pengaduk	= 0,0633 m	= 0,2079 ft
E	= jarak pengaduk dari dasar tangki	= 0,3168 m	= 1,0395 ft
J	= lebar baffle	= 0,0792 m	= 0,2598 ft
H	= tinggi cairan dalam tangki	= 0,9505 m	= 3,1186 ft

2. Menghitung jumlah pengaduk

Berdasarkan referensi buku Wallas halaman 288:

$$\begin{aligned}
 \text{Rasio tinggi permukaan cairan dan diameter tangki} &= H/D \\
 &= 41,5787/37.4212 \\
 &= 1,1111 \text{ in} \\
 &= 0,0282 \text{ m} \\
 &= 0,0925 \text{ ft}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan referensi buku Wallas halaman 288, jumlah pengaduk yang digunakan sebanyak 1 buah.

3. Menghitung kecepatan pengaduk

Trial nilai rpm (N):

Pada reaksi dengan tranfer panas nilai $H_p/1000$ gallon = 1,5 – 5,0 dan kecepatan pengaduk (πDN) = 10 – 15 ft/sec. (Wallas, hal. 292)

Dipilih nilai (πDN) = 15 ft/s

$$\begin{aligned}
 N &= 15 \text{ ft/s} \times \frac{1}{\pi \times \text{Dim}/\text{rotasi}} \\
 &= 4,5953 \text{ rps}
 \end{aligned}$$

$$= 275,7193 \text{ rpm}$$

4. Menghitung bilangan Reynold

$$Re = \frac{\rho \times N \times D_i^2}{\mu}$$

dimana:

$$N = \text{kecepatan pengaduk} = 4,5953 \text{ rps}$$

$$D_i = \text{diameter pengaduk} = 1,0395 \text{ ft}$$

$$\mu = \text{viskositas} = 0,000377 \text{ lb/ft.s}$$

$$\rho = \text{densitas campuran} = 90,4181 \text{ lb/ft}^3$$

Sehingga,

$$Re = \frac{90,4181 \text{ lb/ft}^3 \times 4,5953 \text{ rps} \times (1,0395 \text{ ft})^2}{0,000377 \text{ lb/ft.s}}$$

$$Re = 1188855,177$$

Berdasarkan referensi buku Geankoplis halaman 144, nilai $Re > 10^4$ maka aliran turbulen.

5. Menghitung tenaga pengaduk

$$P = \frac{K_T \times n^3 \times D_a^5 \times \rho}{g_c}$$

dimana:

Berdasarkan referensi buku Mc. Cabe halaman 254, pengaduk jenis *Six Pitched*

Blades Turbine mempunyai nilai K_T :

$$K_T = \text{bilangan daya} = 1,63$$

$$n = \text{kecepatan pengaduk} = 4,5953 \text{ rps}$$

$$D_a = \text{diameter pengaduk} = 0,3168 \text{ m}$$

$$\rho = \text{densitas campuran} = 1449,0076 \text{ kg/m}^3$$

$$g_c = \text{percepatan gravitasi} = 9,8054 \text{ m/s}^2$$

Sehingga,

$$P = \frac{1,63 \times (4,5953 \text{ rps})^3 \times (0,3168 \text{ m})^5 \times 1449,0076 \text{ kg/m}^3}{9,8054 \text{ m/s}^2}$$

$$P = 74,6522 \text{ J/s}$$

$$= 0,1001 \text{ Hp}$$

$$\text{Efisiensi motor} = 80\%$$

$$P = 0,1251 \text{ Hp}$$

$$\text{Digunakan tenaga pengaduk standar} = 1 \text{ Hp}$$

H. Menghitung Jacket Pendingin

$$\text{Kebutuhan air pendingin} = 443,2307 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Densitas H}_2\text{O} = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Volume air pendingin} = 0,4432 \text{ m}^3/\text{jam}$$

1. Menghitung dimensi jacket

$$\text{Diameter dalam jacket (ID)} = \text{diameter silinder} + \text{tebal silinder}$$

$$= 37,5727 \text{ in}$$

$$= 0,9543 \text{ m}$$

$$\text{Ditetapkan jarak jacket (Y)} = 5 \text{ in}$$

Sehingga,

$$\begin{aligned}\text{Diameter luar jaket (OD)} &= 2Y + ID \\ &= (2 \times 5 \text{ in}) + 37,5727 \text{ in} \\ &= 47,5727 \text{ in} \\ &= 1,2083 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Tinggi jaket (H}_j\text{)} &= H_s + H_h \\ &= 1,1089 \text{ m}\end{aligned}$$

Luas yang dilalui air pendingin (A):

$$\begin{aligned}A &= \frac{\pi}{4}(OD^2 - ID^2) \\ A &= \frac{3,14}{4}((1,2083 \text{ m})^2 - (0,9543 \text{ m})^2)\end{aligned}$$

$$A = 0,4312 \text{ m}^2$$

Kecepatan air pendingin (v):

$$\begin{aligned}v &= V/A \\ &= 0,4432/0,4312\end{aligned}$$

$$= 1,0278 \text{ m/jam}$$

2. Menentukan tekanan desain

$$\begin{aligned}P \text{ hidrostatik} &= \rho \times g \times H_c \\ &= 1000 \text{ kg/m}^3 \times 10 \text{ m/s}^2 \times 1,1089 \text{ m} \\ &= 11089,9243 \text{ Pa} \\ &= 1,6084 \text{ psia}\end{aligned}$$

$$P \text{ operasi} = 1 \text{ atm}$$

$$= 14,6959 \text{ psia}$$

$$P \text{ desain} = 1,2 \times (P \text{ hidrostatik} + P \text{ operasi})$$

$$= 19,5652 \text{ psia}$$

3. Menghitung tebal dinding jaket

$$ts = \frac{P \times ri}{S \times E - 0,6 \times P} + C$$

(Peters & Timmerhaus, hal. 537)

Direncanakan menggunakan bahan konstruksi *Carbon Steel SA-285 grade C* dengan jenis sambungan *Double Welded Butt Joints*. Berdasarkan Peters & Timmerhaus 1991, diperoleh data sebagai berikut:

$$S = \text{Allowable stresses} = 13750 \text{ psia}$$

$$E = \text{Joint efficiency} = 0,85$$

$$C = \text{Corrosion allowance} = 0,125$$

$$P = \text{Internal pressure} = 19,5652 \text{ psia}$$

$$ri = \text{Inside radius} = 18,7863 \text{ in}$$

Sehingga,

$$tj = \frac{19,5652 \text{ psia} \times 18,7863 \text{ in}}{(13750 \text{ psia} \times 0,85) - (0,6 \times 19,5652 \text{ psia})} + 0,125 \text{ in}$$

$$tj = 0,1584 \text{ in}$$

Berdasarkan tabel 5.6 (Brownell & Young, 1959) maka digunakan tebal shell standar:

$$t_j = 3/16 \text{ in}$$
$$= 0,1875 \text{ in}$$



LAMPIRAN B

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN

1. Nama Mahasiswa : Ade Nadiya Melia Rosa
No. MHS : 17521010
2. Nama Mahasiswa : Nisaul Hanik
No. MHS : 17521060
- Judul Prarancangan *) : PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA KALSIUM KLORIDA DARI ASAM KLORIDA DAN KALSIUM KARBONAT DENGAN KAPASITAS 25.000 TON/TAHUN
- Mulai Masa Bimbingan : 14 April 2021
Batas Akhir Bimbingan : 11 Oktober 2021

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1.	22/04/2021	Pemilihan judul TA	
2.	04/05/2021	Data penentuan kapasitas	
3.	26/05/2021	Penentuan kapasitas pabrik	
4.	11/06/2021	Pemilihan proses pabrik dan diagram alir	
5.	01/07/2021	Neraca Massa dan Neraca Panas	
6.	17/08/2021	Perancangan dan perhitungan alat	
7.	15/09/2021	Utilitas dan evaluasi ekonomi	
8.	04/10/2021	PEFD	
9.	05/10/2021	Pengecekan Naskah	

Disetujui Draft Penulisan:
Yogyakarta, 5 Oktober 2021
Pembimbing,



Suharno Rusdi, Dr.

- *) **Judul PraRancangan Ditulis dengan Huruf Balok**
- Kartu Konsultasi Bimbingan dilampirkan pada Laporan PraRancangan
 - Kartu Konsultasi Bimbingan dapat difotocopy

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN

1. Nama Mahasiswa : Ade Nadiya Melia Rosa
No. MHS : 17521010
2. Nama Mahasiswa : Nisaul Hanik
No. MHS : 17521060
- Judul Prarancangan *) : PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA KALSIMUM KLORIDA DARI ASAM KLORIDA DAN KALSIMUM KARBONAT DENGAN KAPASITAS 25.000 TON/TAHUN

Mulai Masa Bimbingan : 14 April 2021
Batas Akhir Bimbingan : 11 Oktober 2021

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1.	22/04/2021	Pemilihan judul TA	<i>Had</i>
2.	04/05/2021	Data penentuan kapasitas	<i>Had</i>
3.	26/05/2021	Penentuan kapasitas pabrik	<i>Had</i>
4.	11/06/2021	Pemilihan proses pabrik dan diagram alir	<i>Had</i>
5.	01/07/2021	Neraca Massa dan Neraca Panas	<i>Had</i>
6.	17/08/2021	Perancangan dan perhitungan alat	<i>Had</i>
7.	15/09/2021	Utilitas dan evaluasi ekonomi	<i>Had</i>
8.	04/10/2021	PEFD	<i>Had</i>
9.	05/10/2021	Pengecekan naskah	<i>Had</i>

Disetujui Draft Penulisan:

Yogyakarta, 5 Oktober 2021

Pembimbing,



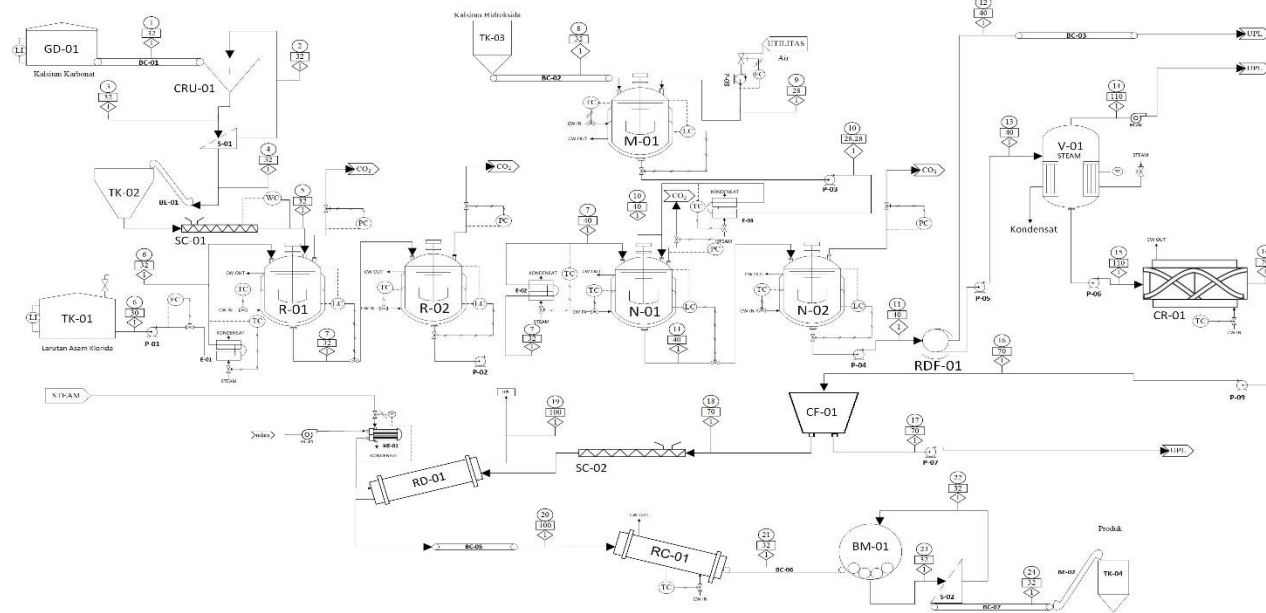
Fadilla Noor Rahma, S.T., M.Sc.

*) **Judul PraRancangan Ditulis dengan Huruf Balok**

- Kartu Konsultasi Bimbingan dilampirkan pada Laporan PraRancangan
- Kartu Konsultasi Bimbingan dapat difotocopy

LAMPIRAN C

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA KALSIMUM KLORIDA DARI ASAM KLORIDA DAN KALSIMUM KARBONAT DENGAN KAPASITAS 25.000 TON/TAHUN




KEPERANGAN ALAT	
R	REAKTOR
N	SHREKALFOR
M	MIXER
V	EVAPORATOR
CR	CRYSTALLIZER
CRU	CRUSHER
SM	SMALL MILL
E	HEATER
EC	ROTARY COOLER
ED	ROTARY DRIVER
EF	ROTARY DRIVE FILTER
CF	CENTRIFUGE
TK	TANGKI PENYIMPANAN
BC	BELT CONVEYOR
BE	BELT ELEVATOR
SC	SCREW CONVEYOR
S	SCREEN
BL	BLOWER
P	POMPA
GD	GEDUNG
HE	HEAT EXCHANGER

KEPERANGAN SIMBOL	
○	NOMOR ARUS
◇	TEMPERATURE (°C)
◇	TELAPAN (mm)
◇	ARVAL LITRE
---	ARUS PROMES
---	ARUS UTILIFAN
◇	CONTROL VALVE
◇	UDARA TERKAN

KEPERANGAN INSTRUMENT	
FC	FLOW CONTROLLER
TC	TEMPERATURE CONTROLLER
LC	LEVEL CONTROLLER
LI	LEVEL INDIKATOR
WC	WEIGHTING CONTROLLER
PC	PRESSURE CONTROLLER

Komponen	Arus (kg/jam)																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
CaCO ₃	2066,97	103,35	2170,32	2066,97	2066,97		20,67																		
MgCO ₃	31,48	1,57	33,05	31,48	31,48		0,31																		
HCl						1825,05	304,18																		
H ₂ O						2977,72	3352,73																		
Ca(OH) ₂								330,47																	
CaCl ₂																									
MgCl ₂																									
CO ₂																									
Mg(OH) ₂																									
CaCl ₂ ·H ₂ O																									
Total	2098,44	104,92	2203,37	2098,44	2098,44	4802,77	6901,22	330,47	1321,87	1652,34	7636,86	93,14	7534,46	3621,94	3912,52	3912,52	697,65	3214,88	58,31	3156,57	3156,57	157,83	168,19	3156,57	



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PABRIK KALSIMUM KLORIDA DARI ASAM KLORIDA DAN KALSIMUM KARBONAT
KAPASITAS 25.000 TON/TAHUN

Disusun oleh:
1. ADE NADIVA M. ROSA
2. NISAU HANIK

Dosen pembimbing:
Pembimbing I : DR. SUHARNO RUSDI
Pembimbing II : FADILA NOOR RAHMA, S.T., M.Sc.

(17521010)
(17521060)

