

**PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA
GIPSUM (KALSIUM SULFAT DIHIDRAT) DARI ASAM
SULFAT DAN BATUAN KAPUR DENGAN KAPASITAS
500.000 TON/TAHUN**

PERANCANGAN PABRIK

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia
Konsentrasi Teknik Kimia**



Disusun oleh :

Nama : Suhaela Najla

Nama : Dwida Afriliyatin

No. Mahasiswa : 14521174

No. Mahasiswa : 14521177

**KONSENTRASI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2018**

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL
PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA
GIPSUM (KALSIUM SULFAT DIHIDRAT) DARI ASAM
SULFAT DAN BATUAN KAPUR DENGAN KAPASITAS
500.000 TON/TAHUN

Kami yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Suhaela Najla Nama : Dwida Afriliyatin
No. Mahasiswa : 14521174 No. Mahasiswa : 14521177

Yogyakarta, 13 Agustus 2018

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.



Suhaela Najla
NIM. 14521174



Dwida Afriliyatin
NIM. 14521177

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA GIPSUM (KALSIMUM
SULFAT DIHIDRAT) DARI ASAM SULFAT DAN BATUAN
KAPUR DENGAN KAPASITAS 500.000 TON/TAHUN**

PERANCANGAN PABRIK

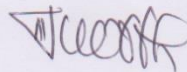


Oleh :

Nama : Suhaela Najla Nama : Dwida Afriliyatin
No. Mahasiswa : 14521174 No. Mahasiswa : 14521177

Yogyakarta, 13 Agustus 2018

Pembimbing I



Prof. Ir. Zainus Salimin, M.Si

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA GIPSUM (KALSIUM SULFAT DIHIDRAT) DARI ASAM SULFAT DAN BATUAN KAPUR DENGAN KAPASITAS 500.000 TON/TAHUN

PERANCANGAN PABRIK

Oleh:

Nama : Suhaela Najla
No Mahasiswa : 14521174

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

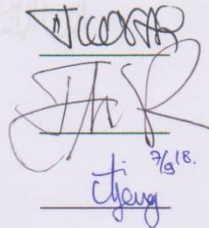
Yogyakarta, 9 September 2018

Tim Penguji

Prof.Ir.Zainus Salimin, M.Si.
Penguji 1

Ir.Drs.Faisal R.M.M.T., Ph.D.
Penguji 2

Ajeng Yulianti Dwi Lestari, S.T,M.T
Penguji 3



Mengetahui:
Ketua Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia



Dr. Suharno Rusdi

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI
PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA
GIPSUM (KALSIUM SULFAT DIHIDRAT) DARI ASAM SULFAT
DAN BATUAN KAPUR DENGAN KAPASITAS 500.000
TON/TAHUN

PERANCANGAN PABRIK

Oleh:
Nama : Dwida Afriliyatin
No Mahasiswa : 14521177

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

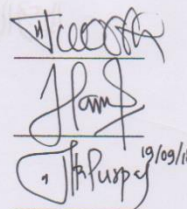
Yogyakarta, 9 September 2018

Tim Penguji

Prof.Ir.Zainus Salimin, M.Si.
Penguji 1

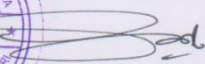
Dr. Khamdan Cahyari, S.T., M.Sc.
Penguji 2

Dr. Ifa Puspasari, S.T., M.Eng.
Penguji 3



Mengetahui:
Ketua Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia




Dr. Suharno Rusdi

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakaatuh

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, Semoga shalawat dan salam senantiasa dilimpahkan kepada Nabi Muhammad SAW., keluarganya, dan para sahabatnya, serta orang-orang yang memegang teguh kitab Allah dan sunnah Rasul-Nya hingga hari kiamat.

Alhamdulillah, atas taufik dan hidayah dari Allah SWT, penyusun dapat melaksanakan dan menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Penyusunan tugas akhir yang berjudul “Pra Rancangan Pabrik Kimia Gypsum (Kalsium Sulfat Dihidrat) Dari Asam Sulfat Dan Batuan Kapur Dengan Kapasitas 500.000 Ton/Tahun” adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Penyelesaian tugas akhir dapat berjalan dengan baik atas bantuan dan kerjasama dari berbagai pihak yang telah memberikan bimbingan, perhatian, dan pengarahan dalam menjalankan penyusunan tugas akhir ini. Maka, pada kesempatan kali ini penyusun ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua Orang Tua dan Keluarga Besar Penulis atas semua doa yang tidak pernah putus dipanjatkan untuk kesuksesan penulis serta dorongan semangat dan dukungannya selama ini sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir (skripsi) ini dengan lancar.

2. Rektor Universitas Islam Indonesia, Bapak Fathul Wahid, S. T., M. Sc., Ph.D.
3. Ketua Jurusan Teknik Kimia Dr.Suharno Rusdi
4. Bapak Prof. Ir. Zainus Salimin, M.Si selaku pembimbing I yang telah memberikan banyak ilmu kepada kami dan juga telah sabar dalam membimbing kami selama melaksanakan penyelesaian tugas akhir sampai di tahap ini.
5. Teman-teman yang kami sayangi Kuni, Fami, Vinni, Diny, Fala, dan Yasmin terimakasih atas bantuan dan kerjasamanya, kebersamaan serta kepedulian yang diberikan kepada kami.
6. Semua pihak yang telah ikut membantu kelancaran dalam penyusunan tugas akhir ini, yang tidak bisa kami sebutkan satu per satu.

Semoga Allah SWT memberi keberkahan atas pertolongan dan kebaikan yang telah diberikan kepada kami.

Kami menyadari bahwa tugas akhir ini masih terdapat kesalahan dan kekurangan karena keterbatasan pengetahuan dan kemampuan diri pribadi. Oleh karena itu, dengan kerendahan hati kami mengharapkan adanya saran dan kritik yang membangun demi perbaikan tugas akhir ini dan pembelajaran di masa mendatang. Akhir kata, semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat yang baik bagi pihak yang membutuhkan.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Yogyakarta, 13 Agustus 2018

Penyusun

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iv
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
ABSTRAK	xviii
1 BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Penentuan Kapasitas Rancangan Pabrik.....	3
1.2.1 Kebutuhan/pemasaran produk di Indonesia	3
1.2.2. Kapasitas Komersial.....	11
1.2.3 Ketersediaan Bahan Baku	13

1.3 Tinjauan Pustaka	13
1.3.1 Macam – macam Proses Pembuatan <i>Gypsum</i>	14
1.3.2 Kegunaan Produk	18
2 BAB II PERANCANGAN PRODUK	19
2.1 Spesifikasi Produk	19
2.2 Spesifikasi Bahan Baku	20
2.3 Pengendalian Kualitas	22
2.3.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku	22
2.3.2. Pengendalian Kualitas Proses Produksi	23
2.3.3. Pengendalian Terkait Waktu Produksi.....	26
2.3.4. Pengendalian Kualitas Produk	26
3 BAB III PERANCANGAN PROSES.....	30
3.1 Uraian Proses.....	30
3.1 Konsep Proses	30
3.1.2. Langkah Proses	37
3.2 Spesifikasi Alat.....	40
3.2.1 Alat Besar.....	40
3.2.2 Alat Kecil	49

3.3 Perencanaan Produksi	69
3.3.1 Kapasitas Perancangan.....	69
3.3.2. Analisis Kebutuhan Bahan Baku	70
3.3.3 Analisis Kebutuhan Alat Proses.....	71
4 BAB IV PERANCANGAN PABRIK	72
4.1 Penentuan Lokasi Pabrik.....	72
4.2. Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik	73
4.3 Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik	76
4.4 Tata Letak Pabrik	77
4.5 Tata Letak Alat Proses	83
4.6 Aliran Proses dan Material.....	86
4.6.1 Neraca Massa Total.....	86
4.6.2 Neraca Massa Alat	87
4.6.3 Neraca Energi.....	92
4.7 Pelayanan Teknik (Utilitas)	99
4.7.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (<i>Water Treatment System</i>)	99
4.7.2 Unit Pembangkit Steam (Steam Generation System)	115
4.7.3 Unit pembangkit Listrik (<i>Power Plant System</i>)	116

4.7.4	Unit Penyediaan Udara Tekan	120
4.7.5	Unit Penyediaan Bahan Bakar	120
4.7.6	Unit Pengolahan Limbah.....	120
4.8	Organisasi Perusahaan	122
4.8.1	Bentuk Perusahaan	122
4.8.2	Struktur Organisasi	123
4.8.3	Tugas dan Wewenang	127
4.8.4	Status Karyawan.....	134
4.8.5	Pembagian Jam Kerja Karyawan	135
4.8.6	Status, Sistem Penggajian, dan Penggolongan Karyawan	137
4.8.7	Kesejahteraan Sosial Karyawan.....	142
4.9	Evaluasi Ekonomi	144
4.9.1	Harga Alat	145
4.9.2	Analisa Kelayakan	151
4.9.3	Analisis keuntungan	164
5	BAB V PENUTUP.....	167
5.1	Kesimpulan	167
5.2	Saran.....	169

6	DAFTAR PUSTAKA	170
---	----------------------	-----

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Data Perkembangan Impor Gypsum di Indonesia	4
Tabel 1.2 Data Perkembangan Produksi Gypsum di Indonesia.....	5
Tabel 1.3 Data Perkembangan Ekspor Gypsum di Indonesia.....	7
Tabel 1.4 Data Pemakaian atau Konsumsi Gypsum di Indonesia	9
Tabel 1.5 Perusahaan Pemroduksi Gypsum di Indonesia	12
Tabel 1.6 Perusahaan pemroduksi Gypsum di Luar Negeri	12
Tabel 1.7 Pemilihan Proses Berdasarkan Aspek Teknis dan Ekonomi	17
Tabel 3.1 Harga Berat Molekul dan ΔH°_f masing-masing Komponen.....	33
Tabel 3.2 Kebutuhan Bahan Baku	70
Tabel 4.1 Perincian luas tanah sebagai bangunan pabrik.....	80
Tabel 4.2 Neraca Massa Total.....	86
Tabel 4.3 Neraca Massa Mixer (M-01).....	87
Tabel 4.4 Neraca Massa <i>Crusher</i> (CR-01).....	87
Tabel 4.5 Neraca Massa Vibrating Screen (VS-01).....	88
Tabel 4.6 Neraca Massa Reaktor (R-01).....	89
Tabel 4.7 Neraca Massa (F-01).....	90
Tabel 4.8 Neraca Massa (RD-01).....	91
Tabel 4.9 Neraca Energi Mixer.....	92
Tabel 4.10 Neraca Energi Heater	92
Tabel 4.11 Neraca Energi Reaktor	93

Tabel 4.12 Neraca Energi Cooler.....	94
Tabel 4.13 Neraca Energi Filter	95
Tabel 4.14 Neraca Energi <i>Rotary Dryer</i>	96
Tabel 4.15 Kebutuhan Air Pembangkit <i>Steam</i> /Pemanas.....	111
Tabel 4.16 Kebutuhan Air Proses Pendingin	112
Tabel 4.17 Kebutuhan Listrik Proses	117
Tabel 4.18 Kebutuhan Listrik Utilitas.....	118
Tabel 4.19 Rincian Kebutuhan Listrik.....	119
Tabel 4.20 Jadwal Kerja Karyawan Shift	136
Tabel 4.21 Jumlah Karyawan Pabrik	137
Tabel 4.22 Rincian Penggolongan Jabatan	139
Tabel 4.23 Rincian Gaji Sesuai Jabatan.....	140
Tabel 4.24 Indeks Harga Alat	146
Tabel 4.25 Harga Alat Proses.....	149
Tabel 4.26 Harga Alat Utilitas	150
Tabel 4.27 <i>Physcal Plant Cost (PPC)</i>	158
Tabel 4.28 <i>Direct Plant Cost (DPC)</i>	158
Tabel 4.29 <i>Fixed Capital Investment (FCI)</i>	158
Tabel 4.30 <i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	159
Tabel 4.31 <i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	159
Tabel 4.32 <i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	159
Tabel 4.33 <i>Manufacturing Cost (MC)</i>	160

Tabel 4.34 <i>Working Capital (WC)</i>	160
Tabel 4.35 <i>General Expense (GE)</i>	160
Tabel 4.36 <i>Total Production Cost (TPC)</i>	160
Tabel 4.37 <i>Fixed Cost (Fa)</i>	161
Tabel 4.38 <i>Variable Cost (Va)</i>	161
Tabel 4.39 <i>Regulated Cost (Ra)</i>	161
Tabel 5.1 Hasil Analisa Ekonomi	168

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Kebutuhan Impor Gypsum di Indonesia	4
Gambar 1.2 Produksi Gypsum	6
Gambar 1.3 Kebutuhan Ekspor Gypsum	8
Gambar 1.4 Konsumsi Gypsum	10
Gambar 3.1 Shrinking Spherical Particles	35
Gambar 4.1 Peta Lokasi Pabrik	73
Gambar 4.2 Layout Linier Pabrik Gypsum	82
Gambar 4.3 Layout Alat Proses	85
Gambar 4.4 Diagram Alir Kualitatif	97
Gambar 4.5 Diagram Alir Kuantitatif	98
Gambar 4.6 Diagram Alir Pengolahan Air Utilitas	102
Gambar 4.7 Struktur Organisasi Pabrik	127
Gambar 4.8 Tahun Vs Indeks Harga	147
Gambar 4.9 Grafik Analisis Kelayakan	166

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Reaktor.....	A-1
Lampiran B PEFD	B-1

ABSTRAK

Pabrik gipsum dirancang untuk memenuhi kebutuhan gipsum di dalam maupun di luar negeri. Kapasitas yang direncanakan sebesar 500.000 ton/tahun. Pabrik ini beroperasi secara kontinyu selama 330 hari dalam setahun. Pabrik ini direncanakan berdiri di Tuban, Jawa Timur diatas tanah seluas 137.425 m². Gipsum memiliki rumus molekul CaSO₄.2H₂O. Gipsum berfungsi sebagai cement retarder, wallboard, kapur tulis, campuran cat dan lain-lain. Proses pembuatan Gipsum dilakukan dalam Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB). Pada reaktor ini reaksi berlangsung pada fase cair-padat, irreversible, eksotermis, isothermal pada suhu 93 °C dan tekanan 1 atm, sehingga untuk menjaga suhu reaksi digunakan koil. Pabrik ini digolongkan pabrik beresiko rendah (low risk) karena kondisi operasi relatif rendah. Untuk memproduksi gipsum sebesar 500.000 ton/tahun diperlukan bahan baku asam sulfat sebesar 34.553 kg/jam dan batuan kapur sebesar 38.016 kg/jam. Utilitas pendukung proses meliputi penyediaan air proses sebesar 8.148 kg/jam, air pendingin sebesar 1.117.621 kg/jam, penyediaan saturated steam sebesar 13.342 kg/jam, penyediaan udara tekan sebesar 47 m³/jam, penyediaan listrik sebesar 1.203 kW diperoleh dari PLN dan 1 buah generator sebesar 2.000 kW dan bahan bakar sebanyak 197 kg/jam. Pabrik Gipsum ini direncanakan beroperasi pada tahun 2020 dengan menggunakan modal tetap sebesar Rp 1.212.695.273.449 dan modal kerja sebesar Rp 2.976.215.371.436. Dari analisis ekonomi terhadap pabrik ini menunjukkan keuntungan sebelum pajak Rp 342.701.819.604 /tahun setelah dipotong pajak 50 % keuntungan mencapai Rp 171.350.909.802 /tahun. Percent Return On Investment (ROI) sebelum pajak 28,26 % dan setelah pajak 14,13 %. Pay Out Time (POT) sebelum pajak selama 2,72 tahun dan setelah pajak 4,42 tahun. Break Even Point (BEP) sebesar 45,79 %, dan Shut Down Point (SDP) sebesar 23,73 %. Discounted Cash Flow Rate (DCFR) terhitung sebesar 7,40 %. Dari data analisa kelayakan di atas disimpulkan, bahwa pabrik ini menguntungkan dan layak dipertimbangkan untuk pendirian di Indonesia.

Kata- kata kunci:Gipsum , RATB, Asam Sulfat, Batuan Kapur

ABSTRACT

Gypsum factory is designed to meet the needs of gypsum at home and abroad. The planned capacity is 500.000 tons / year. This plant operates continuously for 330 days a year. The plant is planned to be located in Tuban, East Java on an area of 137.425 m². Gypsum has the molecular formula CaSO₄.2H₂O. Gypsum serves as a cement retarder, wallboard, chalk, paint mixture and others. The process of making Gypsum is carried out in a Stirred Tank Flow Reactor (RATB). In this reactor the reaction takes place in the liquid-solid phase, irreversible, exothermic, isothermal at a temperature of 93 °C and a pressure of 1 atm so that to maintain the reaction temperature the coil is used. This plant is classified as a low risk (low risk) factory due to relatively low operating conditions. To produce gypsum of 500.000 tons / year, sulfuric acid is needed as much as 34.553 kg / hour and limestone is 38.016 kg / hour. The process supporting capacity includes the provision of process water of 8.148 kg / hour, cooling water of 1.117.621 kg / hour, the supply of saturated steam is 13.342 kg / hour, the supply of compressed air is 47 m³/ hour, the supply of electricity is 1.203 kW obtained from PLN and 1 generator is 2.000 kW and fuel is 197 kg/hour. The Gypsum Plant is planned to operate in 2020 by using the fixed capital of Rp 1.212.695.273.449 and working capital of Rp 2.976.215.371.436. From the economic analysis of this factory, it shows a pre-tax profit of Rp 342.701.819.604 / year after tax deduction of 50% profit reaches Rp 171.350.909.802 / year. Percent Return On Investment (ROI) before tax 28,26 % and after-tax 14,13 %. Pay Out Time (POT) before tax for 2,72 years and after-tax 4,42 years. Break Even Point (BEP) is 45,79 % and Shut Down Point (SDP) is 23,73 %. Discounted Cash Flow Rate (DCFR) is calculated as 7,40 %. From the feasibility analysis data above, it was concluded that this factory was profitable and worth considering for the establishment in Indonesia.

Keywords: Gypsum, RATB, Sulfuric Acid, Limestone

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan di sektor pembangunan semakin pesat dimana terjadi di Indonesia pada era globalisasi. Hal ini dapat dilihat dari meningkatnya pembangunan fisik yang ada di Indonesia baik di pedesaan maupun perkotaan. Dengan semakin tingginya tingkat pembangunan tersebut, maka kebutuhan seperti semen serta bahan bangunan lainnya seperti *wallboard* juga akan mengalami peningkatan. Dengan meningkatnya kebutuhan semen dan *wallboard*, maka akan berdampak pada peningkatan kebutuhan gipsum (Kalsium Sulfat Dihidrat), karena gipsum merupakan salah satu bahan baku dalam pembuatan semen dan merupakan bahan utama dalam pembuatan *wallboard*.

Kebutuhan gipsum di Indonesia sedikit terpenuhi dengan produksi dalam negeri dan sebagian besarnya terpenuhi dari impor luar negeri. Produksi gipsum dalam negeri masih belum mencukupi untuk pemenuhan kebutuhan gipsum di Indonesia. Oleh karena itu masih diperlukan impor dari luar negeri. Dan angka impor yang dihasilkan cukup besar.

Krisis ekonomi yang menimpa Indonesia sejak tahun 1997, menyebabkan mahalnya harga gipsum dari luar negeri. Kurs Rupiah yang melemah terhadap Dolar Amerika membawa dampak yang besar bagi

industri dengan bahan baku yang diimpor dari luar negeri. Untuk mengatasi masalah tersebut, maka perlu didirikan industri gipsum di dalam negeri.. Dengan pendirian industri gipsum, diharapkan mampu mencukupi kebutuhan gipsum di Indonesia dan meminimalisir angka impor .

Gipsum (kalsium sulfat dihidrat) dengan rumus molekul $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ adalah bahan yang paling banyak digunakan sebagai bahan baku ataupun bahan pembantu dalam berbagai jenis industri baik di sektor pembangunan, sector kesehatan dan lain-lain.

Oleh karena itu, pabrik gipsum perlu didirikan di Indonesia dengan pertimbangan sebagai berikut :

- a) Proses alih teknologi, dalam dunia industri dengan modernisasi teknologi diharapkan tenaga kerja Indonesia dapat meningkatkan pengetahuan, kemampuan dan ketrampilannya sehingga dapat mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja asing.
- b) Dapat menghemat devisa negara, dimana dengan didirikannya industri pabrik gipsum di dalam negeri maka diharapkan dapat memenuhi kebutuhan gipsum di dalam negeri sehingga impor gipsum dapat dikurangi dan jika berlebih mungkin bisa diekspor.
- c) Mengurangi tingkat pengangguran dengan cara membuka lapangan kerja di sekitar wilayah industri yang didirikan. Dengan tujuan untuk meningkatkan taraf hidup masyarakat sekitar.

d) Sebagai pemasok bahan baku bagi industri dalam negeri yang memakai gipsum sebagai bahan baku maupun bahan pembantu dalam berbagai produk yang ada. sehingga dapat memacu perkembangan industri yang menggunakan gipsum.

Berdasarkan pada pertimbangan di atas maka pabrik gipsum dengan bahan baku Batuan Kapur dan Asam Sulfat diharapkan mempunyai prospek yang baik.

1.2 Penentuan Kapasitas Rancangan Pabrik

Pabrik Kalsium Sulfat Dihidrat (Gipsum) dari Batuan Kapur dan Asam Sulfat ini akan dibangun dengan kapasitas 500.000 ton/tahun (berpatokan pada kapasitas ekonomis) untuk pembangunan pabrik di tahun 2019. Penentuan kapasitas ini dapat ditinjau dari beberapa pertimbangan, antara lain :

1.2.1 Kebutuhan/pemasaran produk di Indonesia

Berdasarkan data statistik, kebutuhan Gipsum di Indonesia mengalami peningkatan. Sampai saat ini, produksi Gipsum di Indonesia masih belum dapat mencukupi kebutuhan dalam negeri sehingga, mengakibatkan gipsum harus diimpor dari luar negeri dan hal tersebut mengakibatkan meningkatnya nilai impor.

a. Supply

- Impor

Data statistik yang diterbitkan Badan Pusat Statistik (BPS) tentang kebutuhan impor Kalsium Sulfat Dihidrat (Gipsum) di Indonesia dari tahun

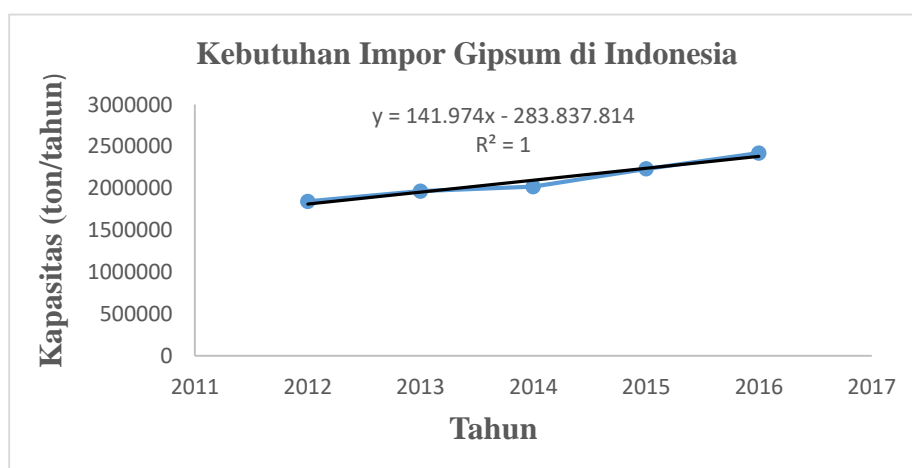
ke tahun mengalami peningkatan. Perkembangan data impor akan gipsum di Indonesia pada tahun 2012 sampai tahun 2016 dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Data Perkembangan Impor Gipsum di Indonesia

Tahun	Jumlah Impor (Ton)
2012	1.844.125,498
2013	1.967.690,157
2014	2.020.184,475
2015	2.232.406,083
2016	2.421.636,012

Sumber : (Badan Pusat Statistik, 2018)

Berdasarkan data impor gipsum diatas dapat di buat grafik linear Antara data tahun pada sumbu x dan data impor pada sumbu y, sehingga didapatkan grafik proyeksi linear seperti gambar 1.1



Gambar 1.1 Kebutuhan Impor Gipsum di Indonesia

Perkiraan impor gipsum di Indonesia pada tahun yang akan datang saat pembangunan pabrik dapat dihitung dengan menggunakan persamaan $y = 141.974x - 283.837.814$ dimana nilai x sebagai tahun dan y sebagai jumlah impor gipsum.

Dengan persamaan di atas diperkirakan untuk tahun 2019 kebutuhan impor gipsum di Indonesia sebesar 2.807.692 ton/tahun. Didapatkan dari perhitungan berikut :

$$y = 141.974x - 283.837.814$$

$$y = 141.974 (2019) - 283.837.814$$

$$y = 2.807.692$$

- **Produksi Dalam Negeri**

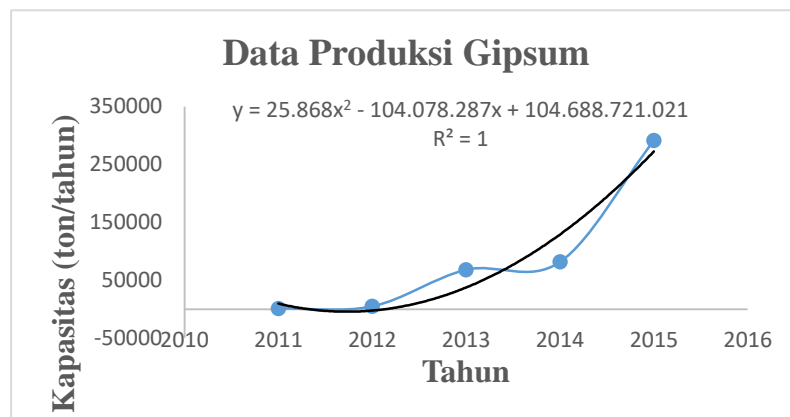
Produksi Kalsium Sulfat Dihidrat (Gipsum) di Indonesia dari tahun ke tahun menurut data statistik yang diterbitkan oleh Badan Pusat Statistik (BPS) tidak stabil. Perkembangan data produksi gipsum di Indonesia pada tahun 2011 sampai tahun 2015 dapat dilihat pada Tabel 1.2.

Tabel 1.2 Data Perkembangan Produksi Gipsum di Indonesia

Tahun	Jumlah Produksi (Ton)
2011	1.029
2012	4.738,888
2013	67.953
2014	81.455
2015	291.095,907

Sumber : (Badan Pusat Statistik, 2018)

Dari data produksi Kalsium Sulfat Dihidrat (Gypsum) diatas dapat dibuat grafik linier antara data tahun pada sumbu x dan data konsumsi dari sumbu y, Grafik dapat dilihat pada gambar 1.2.



Gambar 1.2 Produksi Gypsum

Perkiraan produksi gipsum di Indonesia pada tahun yang akan datang dapat dihitung dengan menggunakan persamaan $y = 25.868x^2 - 104.078.287x + 104.688.721.021$ dimana x sebagai tahun dan y sebagai jumlah produksi gipsum.

Dengan persamaan di atas diperkirakan untuk tahun 2019 kebutuhan produksi gipsum di Indonesia sebesar 1.965.916 ton/tahun. Diperoleh dari perhitungan berikut :

$$y = 25.868x^2 - 104.078.287x + 104.688.721.021$$

$$y = 25.868 (2019^2) - 104.078.287 (2019) + 104.688.721.021$$

$$y = 1.965.916$$

Berdasarkan data impor dan produksi Gypsum di Indonesia pada tahun 2019 yang telah diketahui, maka dapat ditentukan nilai *supply* (Penyediaan) dari Gypsum di Indonesia, yaitu :

***Supply* = Impor + Produksi Dalam Negeri**

$$= (2.807.692 + 1.965.916) \text{ ton/th}$$

$$= 4.773.608 \text{ ton/tahun}$$

b. Demand

- Ekspor

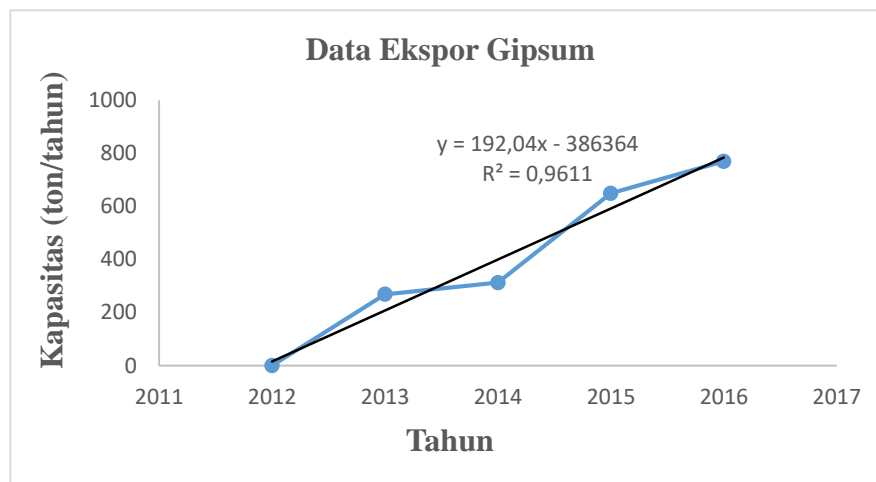
Data statistik yang diterbitkan Badan Pusat Statistik (BPS) tentang ekspor Kalsium Sulfat Dihidrat (Gypsum) di Indonesia dari tahun ke tahun mengalami peningkatan. Perkembangan data produksi akan gipsum di Indonesia pada tahun 2012 sampai tahun 2016 dapat dilihat pada Tabel 1.3.

Tabel 1.3 Data Perkembangan Ekspor Gypsum di Indonesia

Tahun	Jumlah Ekspor (Ton)
2012	0,713
2013	268,638
2014	313,256
2015	649,406
2016	770,52

Sumber : (Badan Pusat Statistik, 2018)

Dari data ekspor Kalsium Sulfat Dihidrat (Gypsum) diatas dapat dibuat grafik linier antara data tahun pada sumbu x dan data konsumsi dari sumbu y, Grafik dapat dilihat pada gambar 1.3.



Gambar 1.3 Kebutuhan Ekspor Gypsum

Perkiraan ekspor gipsum di Indonesia pada tahun yang akan datang dapat dihitung dengan menggunakan persamaan $y = 192,04x - 386.364$ dimana x sebagai tahun dan y sebagai jumlah konsumsi gipsum.

Dengan persamaan di atas diperkirakan untuk tahun 2019 kebutuhan ekspor gipsum di Indonesia sebesar 1.364,76 ton/tahun. Diperoleh berdasarkan perhitungan berikut :

$$y = 192,04x - 386.364$$

$$y = 192,04 (2019) - 386.364$$

$$y = 1.364,76$$

- Konsumsi

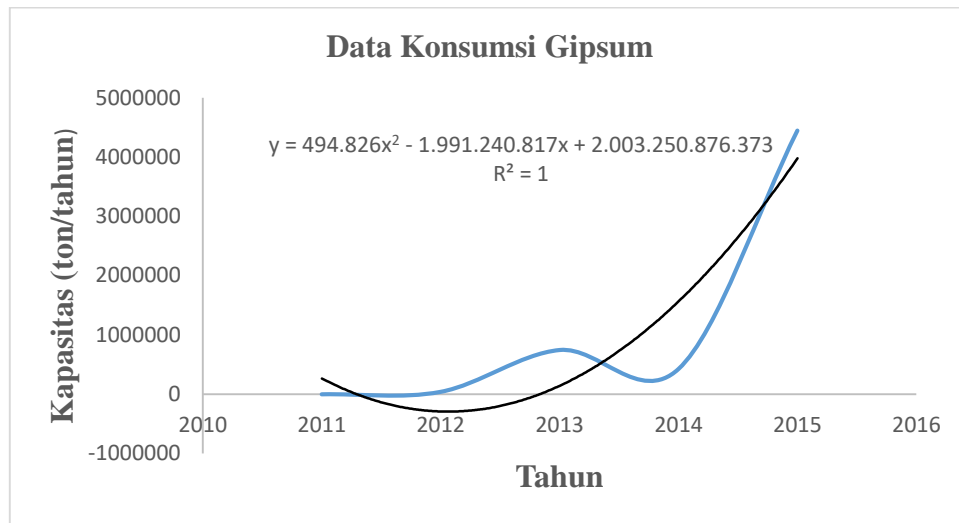
Konsumsi Kalsium Sulfat Dihidrat (Gypsum) menurut data statistik yang diterbitkan oleh Badan Pusat Statistik (BPS) tentang kebutuhan linier Kalsium Sulfat Dihidrat (Gypsum) di Indonesia dari tahun ke tahun tidak stabil. Data konsumsi atau pemakaian akan gipsum di Indonesia pada tahun 2011 sampai tahun 2015 dapat dilihat pada Tabel 1.4.

Tabel 1.4 Data Pemakaian atau Konsumsi Gypsum di Indonesia

Tahun	Jumlah Konsumsi (ton)
2011	257,771
2012	41.486,852
2013	746.166,3503
2014	426.177,336
2015	4.443.520

Sumber : (Badan Pusat Statistik, 2018)

Dari data konsumsi Kalsium Sulfat Dihidrat (Gypsum) diatas dapat dibuat grafik polinomial antara data tahun pada sumbu x dan data konsumsi dari sumbu y, Grafik dapat dilihat pada gambar 1.4.



Gambar 1.4 Konsumsi Gypsum

Perkiraan konsumsi gipsum di Indonesia pada tahun yang akan datang dapat dihitung dengan menggunakan persamaan $y = 494.826x^2 - 1.991.240.817x + 2.003.250.876.373$ dimana x sebagai tahun dan y sebagai jumlah konsumsi gipsum.

Dengan persamaan di atas diperkirakan untuk tahun 2019 kebutuhan konsumsi gipsum di Indonesia sebesar 6.904.036 ton/tahun. Diperoleh berdasarkan perhitungan berikut :

$$y = 494.826x^2 - 1.991.240.817x + 2.003.250.876.373$$

$$y = 494.826(2019^2) - 1.991.240.817(2019) + 2.003.250.876.373$$

$$y = 6.904.036$$

Berdasarkan data ekspor dan konsumsi Gypsum di Indonesia pada tahun 2019 yang telah diketahui, maka dapat ditentukan nilai *demand* (Permintaan) dari Gypsum di Indonesia, yaitu :

$$\mathbf{Demand = Ekspor + Konsumsi}$$

$$= (1.364,76 + 6.904.036) \text{ ton/th}$$

$$= 6.905.400 \text{ ton/tahun}$$

Berdasarkan proyeksi impor, ekspor, konsumsi, dan produksi pada tahun 2019. Maka, peluang pasar untuk Kalsium Sulfat Dihidrat (Gypsum) dapat ditentukan kapasitas perancangan pabrik sebagai berikut :

$$\mathbf{Peluang = Demand - Supply}$$

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

$$= (6.904.036 + 1.364,76) - (4.773.608 + 2.807.692)$$

$$= 2.131.792,76$$

Kapasitas pabrik Kalsium Sulfat Dihidrat (Gypsum) yang akan didirikan diambil 24 % dari kebutuhan di Indonesia sebesar :

$$24 \% \times 2.131.792,76 = 511.630,2624 \text{ ton/tahun}$$

Dari data dan hasil perhitungan perancangan pabrik Kalsium Sulfat Dihidrat (Gypsum) ini akan dibangun dengan kapasitas sebesar 500.000 ton/tahun.

1.2.2. Kapasitas Komersial

Dalam Menentukan besar kecilnya kapasitas Pabrik Gypsum yang akan dirancang, kita harus mengetahui dengan jelas kapasitas pabrik yang

sudah beroperasi dalam pembuatan Gypsum baik di dalam negeri maupun di luar negeri atau biasanya disebut dengan kapasitas ekonomis. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui seberapa besar atau seberapa banyak pabrik dapat memproduksi gipsum. Saat ini di Indonesia sendiri sudah beroperasi pabrik pemroduksi Gypsum dapat dilihat pada Tabel 1.5.

Tabel 1.5 Perusahaan Pemroduksi Gypsum di Indonesia

No	Pabrik	Kapasitas (Ton/Tahun)
1	PT. Smelting (Gresik, Jawa Timur)	35.000
2	PT. Siam Gypsum (Bekasi, Jawa Barat)	180.000
3	PT. Petrokimia (Gresik, Jawa Timur)	800.000

Sedangkan di luar negeri pabrik yang telah beroperasi dalam pembuatan Gypsum dapat dilihat pada Tabel 1.6.

Tabel 1.6 Perusahaan pemroduksi Gypsum di Luar Negeri

No	Pabrik	Kapasitas (Ton/Tahun)
1	Beijing Anshuntai Construction Technology (China)	1.200.000
2	SAI RAM EXPORTS (India)	3.360.000
3	Pingyi Taifeng Medicine materials Imp. & Exp.Co., Ltd (China)	10.000.000
4	Market Success International MA SARL AU (Tunisia)	12.000.000
5	Liaocheng Sanyou Sunshine Import & Export Co., Ltd. (China)	12.000.000

Dengan mempertimbangkan besarnya konsumsi gipsum di Indonesia dan jumlah bahan baku yang tersedia serta data dari Pabrik Gipsum yang telah berdiri di Indonesia, maka Pabrik Gipsum dari batuan kapur dan asam sulfat ini akan dibangun dengan kapasitas perancangan 500.000 ton/tahun pada tahun 2019 dengan harapan mampu mengurangi ketergantungan impor gipsum dari luar negeri walaupun tidak sepenuhnya mencukupi setidaknya dapat meminimalisir nilai impor dari produk tersebut.

1.2.3 Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan gipsum adalah Asam Sulfat dan Batuan Kapur. Bahan baku Asam Sulfat diperoleh dari PT. Petrokimia Gresik yang berlokasi di Gresik, Jawa Timur. Dimana Kapasitas produksi Asam Sulfat dari PT. Petrokimia Gresik saat ini mencapai 1.170.000 ton/tahun. Sedangkan untuk gamping (batuan kapur) sendiri diperoleh dari pertambangan yang ada di daerah Tuban, Jawa Timur. Pada saat ini ketersediaan bahan baku batuan kapur yang ada di Temandang sudah berkursng tidak sebanyak dahulu sehingga, persediaan bahan baku batuan kapur juga diperoleh dari PT.Rafansa yang lokasinya berada di daerah Tuban, Jawa Timur dengan tujuan bahan baku tersebut dapat terpenuhi sesuai kebutuhan.

1.3 Tinjauan Pustaka

Gipsum merupakan salah satu mineral non logam, gipsum terdiri dari *calcium sulphate dihydrate* ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Gipsum adalah salah satu contoh mineral

dengan kadar kalsium yang mendominasi pada mineralnya. Gypsum yang paling umum ditemukan adalah jenis hidrat kalsium sulfat dengan rumus kimia $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Gypsum adalah salah satu dari beberapa mineral yang teruapkan. Contoh lain dari mineral - mineral tersebut adalah karbonat, borat, nitrat, dan sulfat. Mineral - mineral ini diendapkan di laut, danau, gua dan di lapisan garam karena konsentrasi ion - ion oleh penguapan. Ketika air panas atau air memiliki kadar garam yang tinggi, gypsum berubah menjadi basanit ($\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) atau juga menjadi anhidrit (CaSO_4). Dalam keadaan seimbang, gypsum yang berada di atas suhu 108°F atau 42°C dalam air murni akan berubah menjadi anhidrit. Gypsum dapat berubah secara perlahan - lahan menjadi hemihidrat ($\text{CaSO}_4 \cdot 0.5\text{H}_2\text{O}$) pada suhu 90°C . Bila dipanaskan atau dibakar pada suhu $190^\circ\text{C} - 200^\circ\text{C}$ akan menghasilkan kapur gypsum atau stucco yang dikenal dalam perdagangan sebagai plester paris. Pada suhu yang cukup tinggi yaitu lebih kurang 534°C akan dihasilkan anhidrit (CaSO_4) yang tidak dapat larut dalam air dan dikenal sebagai gypsum mati. Proses kalsinasi gypsum terdiri atas α (alpha) hemidrat dan β (beta) hemidrat. Keduanya mempunyai bentuk kristal yang sama, tetapi sifat fisika yang berbeda. α (alpha) dilakukan dengan memanaskan (kalsinasi gypsum hasil preparasi), didalam suatu lingkungan yang jenuh air pada suhu 97°C dengan tekanan tinggi yang dihasilkan dari autoclave dengan uap air.

(Kirk & Othmer, 1978).

1.3.1 Macam – macam Proses Pembuatan *Gypsum*

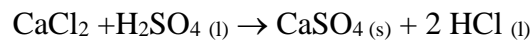
Untuk pembuatan gypsum pada dasarnya ada tiga proses, yaitu :

1. Pembuatan Gypsum dari CaCl_2 dan H_2SO_4
2. Pembuatan Gypsum dari *Gypsum rock*
3. Pembuatan Gypsum dari gamping (batu kapur) dan H_2SO_4

a. Pembuatan Gypsum dari CaCl_2 dan H_2SO_4

Proses ini dilakukan dengan cara dimasukkan CaCl_2 ke dalam reaktor dengan ditambahkan H_2SO_4 pada suhu $50 - 80^\circ\text{C}$ dan tekanan 1 atm. Di dalam reaktor terjadi reaksi netralisasi yang menghasilkan CaSO_4 dan HCl dengan konversi mencapai 100%.

Reaksinya sebagai berikut:



Proses pemisahan CaSO_4 dan HCl menggunakan *absorber* yang berupa larutan CaSO_4 diuapkan sehingga menghasilkan $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. kemudian produk dimasukkan ke dalam *evaporator* untuk mengurangi kandungan air, setelah itu masuk ke *crystallizer* sehingga akan terbentuk Kristal. Setelah itu masuk ke *centrifugal* dan Kristal yang keluar dari *centrifugal* dimasukkan ke dalam alat pengering (*rotary dryer*), lalu didinginkan dalam *rotary cooler* sehingga menghasilkan gipsum dengan kemurnian 91%

(Kirk & Othmer, 1978) dan (www.wikipedia.org)

b. Pembuatan Gypsum dari *Gypsum Rock*

Proses pembuatan gipsum dari

rock, yaitu dengan cara menghancurkan batu-batuan gipsum yang diperoleh dari daerah pegunungan. Penghancuran batubatuan ini dengan

menggunakan alat *primary crusher* kemudian diayak agar diperoleh batuan yang halus. Proses penghancuran batuan-batuan gipsum dan pengayakan dilakukan beberapa kali sehingga didapatkan hasil sesuai yang diinginkan. Setelah diayak dimasukkan ke *sink float* untuk membersihkan batubatuan dari kotoran, kemudian masuk dalam *secondary crusher* agar batu-batuan yang belum halus dapat dihancurkan lagi dan sebagian lagi masuk dalam *fine grinding* untuk di giling menjadi butiran yang halus. Setelah dari *fine grinding* butiran yang halus di *calcining* dan menghasilkan *board plaster*, dan sebagian setelah di *calcining* masuk ke *ball mill* dan menghasilkan *bagged plaster*.

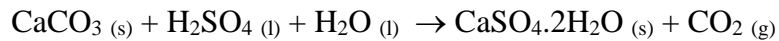
Proses ini jika dilihat dari aspek ekonomi tidak menguntungkan sebab membutuhkan biaya investasi yang sangat besar yang digunakan untuk proses penambangan. Namun kapasitas produksi yang dihasilkan belum tentu besar .

(W.L., Faith dkk, 1957)

c. Pembuatan Gipsum dari batu kapur/gamping dan H_2SO_4

Pada proses pembuatan gipsum jenis ini, melewati proses kalsinasi, dimana gamping ($CaCO_3$) direaksikan dengan asam sulfat (H_2SO_4) encer di reaktor pada kondisi operasi suhu $93,33\text{ }^\circ\text{C}$ dan tekanan 1 atm. Konversi yang dihasilkan dengan metode ini sebesar 90 %. Produk yang dihasilkan dari reaktor kemudian dimasukkan ke dalam alat pemisah untuk menghilangkan impuritasnya. Dan untuk menghilangkan kadar impuritasnya dapat dilakukan dengan proses purifikasi. Kemurnian dari gipsum yang dihasilkan proses ini lebih dari 91%.

Reaksinya sebagai berikut:



(US Patents 6.613.141B)

Sebelum menentukan pilihan proses yang tepat perlu adanya studi perbandingan dari beberapa proses alternatif baik dari aspek teknis maupun ekonomis. Yaitu dapat dijabarkan sebagai berikut :

Tabel 1.7 Pemilihan Proses Berdasarkan Aspek Teknis dan Ekonomi

No	Parameter	Proses I	Proses II	Proses III
1	Aspek teknis			
	❖ Bahan Baku	CaCl ₂ dan H ₂ SO ₄	<i>Gypsum rock</i>	H ₂ SO ₄ dan CaCO ₃
	❖ Suhu	50°C - 80°C	< <i>melting point gipsum</i>	93°C
	❖ Konversi	100%	-	90%
	❖ Konsumsi Energi	Sedang	Sedikit	Sedang
	❖ Kemurnian produk	Kadar 90%	Tergantung bahan baku	Kadar 91 – 92%
	❖ Persediaan bahan baku	CaCl ₂ sangat sedikit	Terbatas jumlahnya	Berlimpah dan mudah didapat
2	Aspek ekonomi			
	❖ Investasi	Besar	Besar	Sedang

Dari Tabel 1.7, maka yang paling baik dan efisien dari segi teknis dan ekonomis adalah perencanaan pendirian pabrik gipsum dengan proses ketiga karena bahan baku yang digunakan mudah didapat dan berlimpah jumlahnya. Pada perancangan kali ini digunakan yang proses 3 karena dilihat dari aspek perolehan bahan baku yang mudah didapatkan di tempat pembangunan pabrik. Serta untuk

kondisi operasinya berlangsung pada suhu yang rendah dan menggunakan tekanan atmosferis, Sehingga penanganannya cukup mudah dan energi yang dibutuhkan standar.

1.3.2 Kegunaan Produk

Gypsum adalah bahan yang banyak digunakan sebagai bahan baku ataupun bahan pembantu dalam berbagai jenis industri. Adapun kegunaan gipsium dalam dunia industri adalah sebagai berikut :

- a. Pada industri elektronika, digunakan sebagai bahan pembuat komponen – komponen elektronika.
- b. Campuran bahan pembuatan lapangan tenis.
- c. Pada bidang kedokteran dan farmasi, digunakan sebagai plester dan cetakan.
- d. Pada industri cat, digunakan sebagai bahan pengisi dan campuran cat putih.
- e. Sebagai bahan untuk membuat *wall board* dan kapur papan tulis.
- f. Pada industri keramik, digunakan sebagai bahan pengisi keramik.
- g. Pada industri semen, yaitu sebagai bahan untuk memperlambat pengerasan semen (*cement retarder*).

(www.wikipedia.org)

BAB II

PERANCANGAN PRODUK

Berdasarkan perancangan pabrik yang akan dibangun maka kualitas bahan baku serta produk harus sesuai dengan yang dirancang agar target dapat tercapai. Dan ada beberapa spesifikasi pendukung yang harus disesuaikan agar kualitas produk yang dihasilkan sesuai dengan pasaran.

2.1 Spesifikasi Produk

- Sifat Fisis

1. Kalsium Sulfat Dihidrat (Gypsum)

- Rumus molekul : $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
- Nama lain : Kalsium sulfat dihidrat
- Berat molekul (g/gmol) : 172
- Kenampakan : Serbuk berwarna putih
- Kemurnian : 91-92 %
- Densitas : 2,32 g/cm³
- *Melting Point* : 150 °C
- Kelarutan dalam air (20°C) : 0,21 g $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ / 100 g larutan
- Kadar impuritas : total maksimal 9 % berat

terdiri dari : H_2SO_4 , SiO_2 , MgCO_3 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , H_2O , CaCO_3 , CaSO_4

(Perry's & Green, 7th, table 2.1)

2.2 Spesifikasi Bahan Baku

- **Sifat Fisis**

- a. **Batuan Kapur (Gamping)**

- Rumus molekul : CaCO_3
- Wujud : Padat
- Berat molekul (g/gmol) : 100
- Komposisi : CaCO_3 : 97,89 %
 - MgCO_3 : 0,95 %
 - Al_2O_3 : 0,17 %
 - CaSO_4 : 0,08 %
 - SiO_2 : 0,36 %
 - H_2O : 0,3 %
 - Fe_2O_3 : 0,25 %

(Perry & Green, 1999) dan (www.wikipedia.org)

- b. **Asam Sulfat**

- Rumus molekul : H_2SO_4
- Berat molekul (g/gmol) : 98

- Wujud	: Cair
- Kemurnian	: 98 %
- Densitas	: 1,837 g/cm ³
- <i>Specific gravity</i>	: 1,834
- Impuritas H ₂ O	: 2 % mol
- Cp	: 0,4518 Cal/g°C
- Viskositas	: 26,7 cp
- Titik didih	: 338°C
- Titik leleh	: 10,36°C (93 % - 100 %)
- Kelarutan	: Mudah larut dalam air (<i>miscible</i>)
- Sifat	: Korosif

(Kirk & Othmer, 1978)

c. Air

Rumus molekul	: H ₂ O
Berat molekul (g/gmol)	: 18
Wujud	: Cair
Viskositas	: 0,838 Kg/m.s
<i>Specific gravity</i>	: 0,95838 g/ml
Titik didih	: 100°C

Berfungsi sebagai pelarut dan merupakan cairan jernih tidak berwarna

(Kirk-Othmer, 3ed, Vol 24, 1978)

2.3 Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas (*Quality Control*) pada pabrik pembuatan Kalsium Sulfat Dihidrat (Gypsum) ini meliputi Pengendalian kualitas bahan baku, pengendalian kualitas proses dan pengendalian kualitas produk. Dan untuk memperoleh dan menjaga produk agar sesuai dengan spesifikasi yang telah direncanakan, maka produksi yang dijalankan perlu adanya pengawasan dan pengendalian produksi agar proses berjalan Sesuai dengan tahap-tahap proses yang ada. Dan kegiatan proses produksi diharapkan menghasilkan produk yang memiliki mutu dan kualitas tinggi sesuai dengan standard dan jumlah produksi yang telah ditetapkan. Selain itu diharapkan pula untuk waktu pemroduksian produk berjalan sesuai dengan jadwal yang ada. Oleh karena itu, harus adanya pengendalian produksi antara lain :

2.3.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Pengendalian kualitas dari bahan baku disini dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana kualitas yang dihasilkan bahan baku untuk nantinya digunakan untuk membuat produk yang diinginkan. Dimana ditinjau dari beberapa pertimbangan apakah bahan baku yang ada sudah sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan untuk proses. Oleh karena itu, sebelum dilakukan

atau dimulai tahap proses produksi perlu dilakukan pengecekan terkait pengujian kualitas bahan baku yang berupa batu kapur (CaCO_3), Asam sulfat (H_2SO_4) dan Air (H_2O) dengan tujuan agar bahan yang digunakan dalam pembuatan produk sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan dalam pabrik.

Dan semua pengawasan terkait mutu bahan baku dapat dilakukan analisa di laboratorium maupun menggunakan alat kontrol. Dan setelah dilakukannya analisa apabila kualitas bahan baku yang ada tidak sesuai, maka kemungkinan besar bahan baku tersebut akan dilakukan pengembalian kepada *supplier*.

2.3.2. Pengendalian Kualitas Proses Produksi

Pengendalian proses produksi pabrik terdiri dari aliran dan alat-alat yang berfungsi sebagai *system control*. Pengendalian dan pengawasan jalannya operasi dialakukan dengan alat pengendalian yang berpusat di *control room*, dilakukan dengan cara *automatic control* yang menggunakan indikator. Apabila terjadi kesalahan dan penyimpangan terhadap proses yang sedang berjalan pada indikator yang telah di *set* yaitu berkaitan dengan *flow rate* bahan baku maupun produk, *level control* , maupun *temperature control*, dapat diketahui atau dapat terdeteksi dari sinyal serta tanda yang diberikan yaitu bunyi alarm, nyala lampu dan tanda- tanda lain. Dan saat terjadi penyimpangan,

maka penyimpangan tersebut harus dikembalikan pada kondisi awal hal ini bias dilakukan secara manual atau otomatis.

Beberapa alat kontrol yang dijalankan dalam proses pemroduksian pabrik yaitu, kontrol terhadap kondisi operasi yang berhubungan dengan temperature , tekanan dan sebagainya. Dan alat control yang harus *diset* pada kondisi tertentu yaitu sebagai berikut :

a. *Flow rate*

Merupakan salah satu alat yang dipasang pada aliran bahan baku, aliran masuk dan aliran keluar proses.

b. *Temperature control*

Merupakan salah satu alat yang pada umumnya *temperature control* memiliki *set point*/ batasan nilai suhu yang dimasukkan parameter di dalamnya. Dimana ketika nilai suhu benda (nilai aktual) yang diukur melebihi *set point* hanya selisih beberapa derajat saja, maka outputnya akan bekerja.

c. *Level control*

Merupakan alat yang dipasang pada bagian dinding tangki. Jika belum sesuai dengan kondisi yang telah ditetapkan atau di *set*, maka akan menimbulkan isyarat atau tanda berupa nyala lampu dan bunyi *alarm*.

Pengendalian proses dilakukan terhadap kerja pada suatu harga tertentu supaya dihasilkan produk yang memenuhi standar, maka pengendalian mutu dilakukan untuk mengetahui apakah bahan baku dan produk telah sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan. Setelah perencanaan produksi disusun dan proses produksi dijalankan perlu adanya pengawasan dan pengendalian produksi agar proses berjalan dengan baik.

Kegiatan proses produksi diharapkan menghasilkan produk yang mana mutunya sesuai dengan standard dan jumlah produksi yang sesuai dengan rencana serta waktu yang tepat. Untuk menjaga kelancaran proses, maka perlu diadakan pengawasan selama proses berlangsung dan pengawasan produk gipsum pada saat berada di tangki penyimpanan (Silo produk) sebelum dilakukannya pendistribusian pada konsumen yang membutuhkan.

Dan secara umum pengendalian kualitas atau mutu proses dilakuakn dengan menggunakan tiga metode antara lain :

1. Pengawasan proses secara langsung

Pada pengendalian mutu ini team quality control secara langsung mengawasi dari masing-masing proses, dengan cara memperhatikan perlakuan terhadap aliran bahan baku dan mesin produksi.

2. Pengawasan melalui panel kendali dan pengawasan secara otomatis

Pengendalian proses secara otomatis yang terdapat dalam mesin produksi misalnya keadaan tekanan saat terjadinya reaksi, suhu operasi reaktor,

banyaknya material dalam suatu alat dan lain - lain. Apabila terjadi penyimpangan terhadap bahan baku selama proses, maka secara otomatis mesin produksi akan berhenti.

3. Pengawasan kondisi parameter mesin

Pada pengawasan proses dengan cara ini lebih ditekankan pada parameter-parameter mesin produksi yang sedang berjalan. Apabila tidak sesuai dengan standar maka harus diatur lagi *settingan* mesinnya agar memenuhi standar yang telah ditentukan.

2.3.3. Pengendalian Terkait Waktu Produksi

Dalam mencapai kuantitas/jumlah tertentu perlu adanya waktu tertentu yang harus diperhitungkan sebelumnya. Maka dari itu pengendalian waktu dibutuhkan untuk mengefisienkan waktu yang digunakan selama proses produksi berlangsung, agar nantinya produk yang dihasilkan sesuai dengan rencana dan target yang sudah dirancang.

2.3.4. Pengendalian Kualitas Produk

Pengendalian produksi dilakukan untuk menjaga kualitas produk yang akan dihasilkan, dan ini sudah harus dilakukan sejak dari bahan baku sampai menjadi produk. Untuk memperoleh mutu atau kualitas produk standard maka diperlukan bahan yang berkualitas, pengawasan serta pengendalian terhadap

proses yang ada dengan cara *system control* sehingga didapatkan produk yang berkualitas dan dapat dipasarkan. Untuk mengetahui produk yang dihasilkan sesuai dengan standard yang ada maka dilakukan pasti dilakukan analisa produk terlebih dahulu sebelum dipasarkan. Dan uji yang dilakukan adalah pengujian kemurnian produk serta komposisi komponen yang terkandung dalam produk gipsum tersebut apakah sudah sesuai dan layak untuk digunakan.

Selain itu dalam menyusun rencana produksi secara garis besar ada dua hal yang perlu dipertimbangkan yaitu faktor eksternal dan faktor internal. Faktor eksternal adalah faktor yang menyangkut kemampuan pasar terhadap jumlah produk yang dihasilkan. Sedangkan factor internal adalah terkait kemampuan pabrik, yaitu :

a. Kemampuan Pasar

Terdapat dua kemungkinan dimana yang pertama adalah kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan pabraik, maka rencana produksi disusun secara maksimal. Yang kedua kemampuan pasar lebih kecil dibandingkan kemampuan pabrik.

Dari kedua kemampuan tersebut ada tiga alternative yang dapat diambil, yaitu rencana produksi sesuai dengan kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai engan kemampuan pasar dengan mempertimbangkan untung dan rugi. Kemuadian rencana produksi tetap dengan mempertimbangkan bahwa kelebihan

produksi disimpan dan dipasarkan untuk tahun berikutnya. Serta bias dilakukannya tindakan serta upaya untuk mencari daeran pemasaran lain agar produk bisa terjual.

b. Kemampuan Pabrik

Pada umumnya pabrik ditentukan oleh beberapa factor yaitu berupa material (Bahan baku) dimana dengan pemakaian bahan baku yang memenuhi kualitas dan kuantitas, maka akan mencapai target produksi yang diinginkan.

Kemudian terkait manusia sebagai tenaga kerja dimana kurang terampilnya tenaga kerja akan menimbulkan kerugian yang menimpa pabrik. Oleh karena itu perlu dilakukannya semacam training atau pelatihan pada setiap karyawan di pabrik tersebut yang nantinya akan meningkatkan keterampilan dan cara berpikir dalam menjalankan suatu pekerjaan.

Selain terkait pada dua hal diatas dalam suatu pabrik juga berkaitan dengan kemampuan Mesin (peralatan) yang digunakan di dalam suatu pabrik. Dimana ada dua hal yang mempengaruhi kemampuan dan kehandalan peralatan yaitu keefektifan jam kerja pada mesin dan kemampuan mesin itu sendiri. Jam kerja mesin efektif disini berkaitan dengan kemampuan suatu alat untuk beroperasi pada kapasitas yang diinginkan pada periode tertentu untuk menghasilkan produk yang diinginkan.

BAB III

PERANCANGAN PROSES

Perancangan Pabrik Kalsium Sulfat Dihidrat (Gypsum) akan didirikan dengan kapasitas produksi sebesar 500.000 ton/tahun dimana bahan baku yang mendukung pembuatan produk ini berupa asam sulfat 98% dan batuan kapur. Dan pabrik ini akan beroperasi selama 24 jam untuk setiap harinya serta operasi pertahunnya 330 hari. Untuk proses pembuatan produk yang berkualitas sesuai dengan yang ada dipasaran maka, diperlukan pemilihan proses yang tepat dan efektif agar produk memiliki kualitas tinggi.

3.1 Uraian Proses

3.1 Konsep Proses

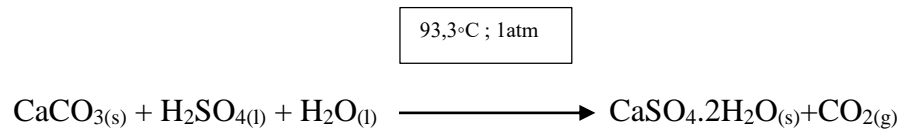
A. Dasar Reaksi

Proses pembuatan gipsium dan karbondioksida dari batu kapur dan asam sulfat merupakan reaksi asidulasi. Senyawa-senyawa yang digunakan dalam pembuatan gipsium adalah senyawa anorganik. Dimana proses pembuatan gipsium dilakukan di dalam reaktor alir tangki berpengaduk (RATB), dimana bahan baku asam sulfat dan batu kapur dengan komposisi lain yang terkandung didalamnya dimasukkan dari bagian atas reaktor secara bersamaan.

(US Patents 3.929.416)

Reaksi pembentukan gipsum dari batu kapur dan asam sulfat secara umum yang terjadi adalah sebagai berikut :

Reaksi pembentukan kalsium sulfat dihidrat (gipsum) adalah :

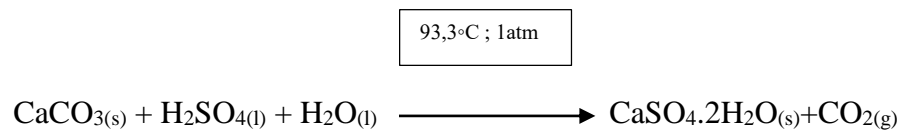


(US Patents 6.613.141B)

B. Mekanisme Reaksi

Mekanisme reaksi yang terjadi untuk pembentukan gipsum dari batu kapur (97,89%) dan asam sulfat (50%) adalah sebagai berikut :

Reaksi pembentukan Kalsium sulfat dihidrat :



C. Kondisi Operasi

Kondisi operasi di reaktor yang berfungsi untuk membentuk gipsum pada suhu 93,3°C dan tekanan 1 atm. Konversi pembentukan gipsum sebesar 90 % dan

perbandingan berat antara batu kapur dan asam sulfat masuk reaktor sebesar 1:2.

Waktu tinggal di reaktor adalah 5- 10 menit.

(US Patents 6.613.141B)

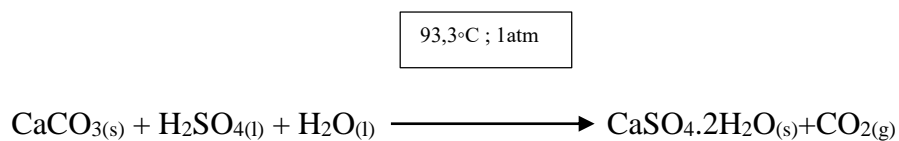
D. Sifat Reaksi

Tinjauan Termodinamika

Tinjauan secara termodinamika ditujukan untuk mengetahui sifat reaksi (endotermis/eksotermis) dan arah reaksi (reversible/irreversible). Penentuan panas reaksi berjalan secara eksotermis atau endotermis dapat dihitung dengan perhitungan panas pembentukan standar (ΔH_f°) pada tekanan $P = 1$ atm dan $T = 298$ K.

Pada pembentukan gipsum terjadi reaksi sebagai berikut :

Reaksi pembuatan kalsium sulfat dihidrat (gipsum) :



(US Patents 6.613.141B)

Harga ΔH_f° untuk masing-masing komponen pada suhu 298 K dapat dilihat pada tabel 3.1. sebagai berikut :

Tabel 3.1 Harga Berat Molekul dan ΔH°_f masing-masing Komponen

Komponen	Berat Molekul (kg/kmol)	ΔH°_f (kkal/kmol)
CaCO ₃	100	-289,54
H ₂ SO ₄	98	-193,69
H ₂ O	18	-68,3174
CaSO ₄	136	-338,73
SiO ₂	60	-203,35
MgCO ₃	84	-261,7
Al ₂ O ₃	102	-399,09
Fe ₂ O ₃	160	-198,5
CaSO ₄ .2 H ₂ O	172	-479,33
CO ₂	44	-94,052

(Perry's ed 8, Table 2-178, Hal. 2-186)

Perhitungan ΔH°_R (T = 298 °K) :

$$\Delta H^{\circ}_R = \Delta H^{\circ}_f, \text{produk} - \Delta H^{\circ}_f, \text{reaktan}$$

$$\begin{aligned}
 & \text{CaCO}_3 (s) + \text{H}_2\text{SO}_4 (l) + \text{H}_2\text{O} (l) \longrightarrow \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} (s) + \text{CO}_2 \quad (3.5) \\
 & = (\Delta H^\circ_f, \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} + \Delta H^\circ_f \text{CO}_2) - (\Delta H^\circ_f \text{H}_2\text{SO}_4 + \Delta H^\circ_f \text{H}_2\text{O} + \Delta H^\circ_f \text{CaCO}_3) \\
 & = [-479,33 + (-94,052)] - [-193,69 + (-68,3174) + (-289,54)] \text{ kcal/mol} \\
 & = -21,8346 \text{ kcal/mol}
 \end{aligned}$$

Karena ΔH_R pada reaksi di reaktor bernilai negatif (-), maka reaksi bersifat eksotermis. Penurunan suhu operasi dapat mengakibatkan kenaikan harga K (konstanta kesetimbangan). Hal ini sesuai dengan persamaan berikut :

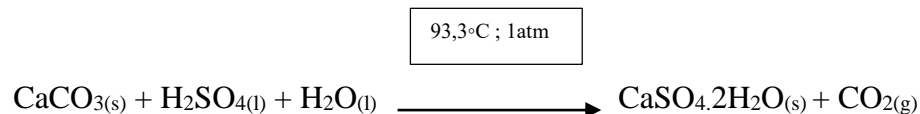
$$\frac{d \ln K}{d T} = \frac{\Delta H}{RT}$$

Dari perhitungan diatas didapatkan ΔH_R di reaktor :

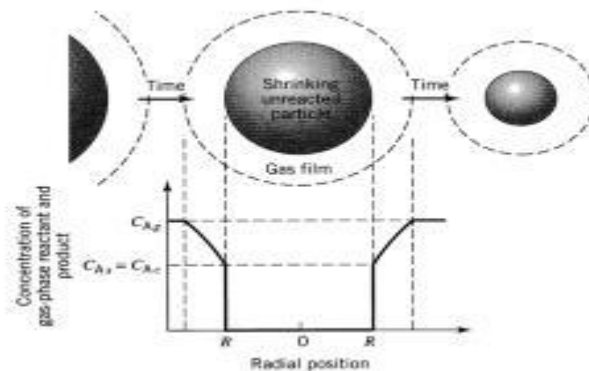
$$\Delta H_R = -21,8346 \text{ kcal/mol}$$

E. Kinetika Reaksi

Reaksi pembentukan Kalsium Sulfat Dihidrat (gypsum) :



Fase reaksi di Reaktor merupakan fase padat – cair dan diketahui ukuran padatan menyusut dari 127 mikron (200 mesh) menjadi 50 mikron (270 mesh) setelah terjadi reaksi maka digunakan mekanisme reaksi *Shrinking Spherical Particles*



Gambar 3.1 Shrinking Spherical Particles

Mekanisme :

1. Difusi reaktan dari badan utama liquid (H_2SO_4 atau reaktan B) melalui lapisan film
2. Reaksi pada permukaan padatan antara reaktan.
3. Difusi zat hasil dari permukaan padatan melalui lapisan film ke fase liquid. Namun tidak terbentuk lapisan abu, sehingga tidak ada yang menghambat tahap difusi zat hasil ke fase liquid jadi reaksi di permukaan padatan adalah yang mengendalikan. Reaksi di permukaan padatan pada proses pembentukan gipsum dianggap memenuhi reaksi orde satu (*pseudo first order-reaction*) terhadap batuan kapur ($-r_A = k \cdot C_A$).

(Primiceriomonti, 2013)

Ukuran padatan yang sangat kecil dan jumlah reaktan cair yang jauh lebih banyak, maka difusivitasnya sangat tinggi sehingga transfer massa dianggap sangat cepat dan diabaikan (Levenspiel, hal 577).

Waktu tinggal yang dibutuhkan di reaktor adalah 5-10 menit. Ketika batu kapur diumpangkan ke reaktor dengan eksese 10%, reaksi akan selesai dalam waktu 10 menit. Reaksi yang dijalankan dengan konsentrasi H_2SO_4 50% massa. Suhu reaksi pencampuran $93,3^\circ\text{C} - 100^\circ\text{C}$.

(U.S Patent 3.929.416)

$$R_{\text{in}} - R_{\text{out}} - R_{\text{reaction}} = R_{\text{Acc}}$$

$$0 - 0 - (-r_A) V = \frac{dn_A}{dt}$$

$$- k C_A V = V \frac{dC_A}{dt}$$

$$\int_{C_{Ao}}^{C_A} - \frac{dC_A}{C_A} = \int_{t_0}^t k dt$$

$$- (\ln C_A - \ln C_{Ao}) = k t$$

$$\ln \frac{C_{Ao}}{C_A} = k t$$

$$\ln \frac{C_{Ao}}{C_{Ao}(1-x)} = k t$$

$$\ln \frac{1}{1-x} = k t$$

x dibuat 90% agar excess batu kapur minimal 10%, sehingga waktu reaksi adalah 10 menit

$$\ln \frac{1}{1-0,9} = k \text{ 10 menit}$$

$$2,3 = k \text{ 10 menit}$$

$$k = 0,23 / \text{menit}$$

Sehingga persamaan kecepatan reaksi pembuatan Gypsum adalah

$$-r_A = 0,23 [\text{CaCO}_3]$$

3.1.2. Langkah Proses

Proses pembuatan gipsum dapat dibagi menjadi 3 tahap, yaitu :

1. Langkah penyiapan bahan baku
2. Langkah pembentukan produk
3. Langkah pemisahan dan pemurnian produk

a) Langkah penyiapan bahan baku

Batuan kapur disimpan dalam gudang penyimpanan dengan temperatur 30°C dan tekanan 1 atm. Batuan kapur berbentuk padatan dari gudang dibawa menggunakan *belt conveyor* dan diangkut menggunakan *bucket elevator* kemudian akan ditampung terlebih dahulu di *hopper*. Setelah itu, dari *hopper* batu kapur akan diumpangkan ke dalam *screw conveyor*. Batu kapur padatan kemudian di pecah terlebih dahulu menjadi bagian yang lebih kecil dari ukuran awalnya yaitu dengan menggunakan alat *Crusher* dengan tipe yang digunakan adalah *Jaw Crusher*. Dari

Crusher batuan kapur dimasukkan kedalam *screw conveyor* yang berfungsi sebagai *feeder*, kemudian batuan kapur dimasukkan ke dalam reaktor untuk diproses.

Bahan Baku utama selain batu kapur yaitu digunakan Asam sulfat. Awalnya asam sulfat disimpan dalam tangki penyimpanan pada kondisi 30°C dan tekanan 1 atm. Asam sulfat ini memiliki kadar 98%. Asam sulfat kemudian dipompakan ke *mixer* untuk diencerkan menggunakan air hingga mencapai kadar 50%. Ke dalam *mixer* juga ditambahkan *recycle* dari filter (setelah proses awal berlangsung).

b) Langkah Pembentukan Produk

Tahap ini bertujuan untuk membentuk gipsum yang merupakan reaksi antara batuan kapur dan larutan asam sulfat. Reaksi yang terjadi di dalam reaktor berlangsung pada tekanan 1 atm dan temperatur 93,33°C. Reaktor yang digunakan adalah RATB (Reaktor Alir Tangki Berpengaduk). Batuan kapur masuk ke dalam reaktor 1 pada suhu 30°C dan asam sulfat dari *mixer* pada suhu 93,33°C pada tekanan 1 atm. Reaksi yang terjadi dalam reaktor adalah reaksi eksotermis dan suhu produk keluar reaktor sebesar 93,33°C.

Reaksi tersebut selain menghasilkan kalsium sulfat dihidrat ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) juga menghasilkan gas karbondioksida (CO_2). Gas keluar dari reaktor langsung dibuang ke lingkungan. *Slurry* yang keluar dari reaktor kemudian di pompa ke *rotary drum vacuum filter* untuk di proses ke alat berikutnya yaitu *rotary dryer*.

c) Langkah Pemisahan dan Pemurnian produk

Langkah pemisahan bertujuan untuk memisahkan gipsum dengan air dan asam sulfat. Proses pemisahan ini menggunakan jenis *rotary drum vacuum filter*. Keluaran dari *filter* yang beroperasi pada suhu 93,3°C dan 1 atm ini ialah produk gipsum sebagai *cake* dan larutan asam sulfat sebagai filtrat.

Cake gipsum keluaran *filter* dialirkan menggunakan *screw conveyor* menuju *rotary dryer* yang beroperasi pada suhu 80°C dan tekanan 1 atm sehingga mengalami proses purifikasi, yaitu proses pengurangan kandungan cairan dalam *cake* gipsum. Proses purifikasi *cake* gipsum ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) bertujuan untuk menaikkan kemurnian *cake* gipsum ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) yang dihasilkan filter karena kemurnian *cake* yang dihasilkan masih rendah dan belum sesuai dengan yang ada di pasaran. Proses purifikasi menggunakan *rotary dryer* tipe *direct counter current* yang metode pengeringannya menggunakan hembusan udara panas yang berasal dari udara kering yang dipanaskan dengan *heat exchanger* yang menggunakan *steam* sebagai pemanas.

Produk keluaran *rotary dryer* yang memiliki kadar $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ sebesar 91,25% sudah berada diatas pasaran. kadar $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ yang ada dipasaran adalah 91%. Produk yang sudah keluar *rotary dryer* selanjutnya diangkut menggunakan *bucket elevator* menuju silo untuk menampung sementara produk gipsum sebelum menuju ke unit *packaging* untuk di kemas kemudian disimpan di gudang penyimpanan sebagai produk utama. Sedangkan filtrat yang dihasilkan dari bagian bawah filter berupa air dan asam sulfat yang selanjutnya direcycle ke mixer. Air

dan asam sulfat yang berada di bagian output rotary dryer akan keluar bersama udara panas. Dan senyawa asam sulfat dan air nantinya akan di lanjutkan ke UPL untuk di olah.

3.2 Spesifikasi Alat

3.2.1 Alat Besar

a) Reaktor

Kode : R – 01

Fungsi : Mereaksikan CaCO_3 sebanyak 38.016,174 kg/jam dan H_2SO_4

50% serta H_2O 50% sebanyak 76.032,349 kg/jam

Jenis : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB)

Bahan : *Stainless Steel SA 167 Grade 3 Type 304*

Kondisi Operasi

Suhu : 93 °C

Tekanan : 1 atm

Jumlah : 1 buah

Waktu tinggal : 10 menit

Dimensi Reaktor :

Diameter : 2,1177 m

Tinggi : 4,2355 m

Tebal *Shell* : 0,3125 in

Head dan Bottom:

Tipe : *Torispherical Dished Head*

Tebal : 0,25 in

Pengaduk :

Jenis : *Marine Propeller with 3 blades and pitch 2Di*

Diameter : 0,7059 m

Panjang *blade* : 0,1765 m

Lebar *blade* : 0,1412 m

Power : 6,1723 Hp

Koil pendingin :

Pendingin : Air

Diameter Koil : - ID : 3,50 in

- OD : 3,068 in

Jumlah lilitan : 28

Tinggi Tumpukan Koil : 3,4493 m

Harga : \$ 255.914

b) Mixer

Kode : M – 01

Fungsi : Mencampurkan larutan H_2SO_4 (98%) sebanyak 34.552,507

kg/jam dengan air sehingga adanya pengenceran dari

konsentrasi H_2SO_4 (98%) menjadi H_2SO_4 50% sebanyak

76.032,394 kg/jam

Jenis : Tangki Silinder Tegak/*vertical* dengan atap berbentuk

Torispherical dan dilengkapi dengan pengaduk

Jumlah : 1 Buah

Volume : 7,1157 m³

Bahan : *Stainless Steel SA 167 Grade 3 Type 304*

Kondisi Operasi :

Suhu : 30°C

Tekanan : 1 atm

Dimensi :

Tinggi mixer : 3,9447 m

Tebal *Shell* : 0,3125 in

Tebal *Head* : 0,25 in

Tinggi Total Cairan : 2,4519 m

Pengaduk :

Tipe : *Marine Proppeller with 3 blades and pitch 2Di*

Diameter : 0,6574 m

Kecepatan : 3,5437 rps = 0,0590 rpm

Power : 9,3988 Hp

Harga : \$ 196.848

c) Filter

Kode : F – 01

Fungsi : Untuk memisahkan padatan gipsum sebanyak 69.475,809
kg/jam dari *slurry* sebanyak 102.785,556 kg/jam

Jenis : *Rotary Drum Vacuum Filter*

Bahan konstruksi: *Stainless Steel 316 AISI (18 Cr, 12Ni, 2,5Mo)*

Jumlah : 1 buah

Kondisi Operasi :

Suhu : 30 °C

Tekanan : 1 atm

Dimensi :

Diameter : 9 m

Panjang : 18 m

Tebal *cake* : 0,03937 in

Kecepatan : 1 rpm

Power : 0,003 Hp

Harga : \$ 1.511.212

d) Dryer

Kode : RD – 01

Fungsi : Mengurangi Kandungan Cairan dalam produk

Gypsum sebanyak 69.475,809 kg/jam

Jenis : *Direct contact counter current*

Bahan konstruksi : *Carbon Steel SA – 283 Grade C*

Jumlah : 1 buah

Kondisi Operasi :

Suhu bahan masuk : 30 °C

Suhu udara masuk : 120 °C

Suhu bahan keluar : 80 °C

Suhu udara keluar : 59 °C

Diameter : 2,0812 m

Panjang : 8 m

Tebal *shell* : 0,0048 m

Power : 5,5 Hp

Harga : \$ 221.900

e) Crusher

Kode : CR-01

Fungsi : Menghancurkan batu kapur sebanyak 38.016,174

kg/jam dari ukuran 15 in menjadi 1,5-2 in

Jenis : *Blake Jaw Crusher*

Power Motor : 15 Hp

Kapasitas : 38.016,174 kg/jam

Harga : \$ 19.800

f) Screen

Kode : VS-01

Fungsi : Menyeragamkan ukuran batuan kapur hingga 200

mesh (0.074 mm)

Tipe : *Vibrating Screen*

Kapasitas : 38.016,174 kg/jam

Luas Ayakan : 3.017,3540 ft²

Bahan Konstruksi: *Carbon Steel*

Jumlah : 1 buah

g) Silo

Kode : S-01

Fungsi : Tempat penampungan produk akhir berupa Gypsum
(CaSO₄.2H₂O) sebanyak 31.565,656 kg/jam sebelum
dimasukan ke gudang penyimpanan untuk dipacking

Jenis : Silinder vertikal dengan alas berbentuk kerucut

Jumlah : 2 buah

Kapasitas : 1.951,4161 m³

Harga satuan : \$ 187.282

Harga total : \$ 375.655

Kondisi Operasi :

Suhu : 30 °C

Tekanan : 1 atm

h) Silo

Kode : S-01

Fungsi : Tempat penampungan produk akhir berupa Gypsum
($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) sebanyak 31.565,656 kg/jam sebelum
dimasukan ke gudang penyimpanan untuk dipacking

Jenis : Silinder vertikal dengan alas berbentuk kerucut

Jumlah : 2 buah

Kapasitas : 1.951,4161 m³

Harga satuan : \$ 187.282

Harga total : \$ 375.655

Kondisi Operasi :

Suhu : 30 °C

Tekanan : 1 atm

3.2.2 Alat Kecil

a) Belt Conveyor

Kode : BC-01

Fungsi : Mengangkut batuan kapur (CaCO_3) sebanyak 38.016,174 kg/jam dari gudang ke BC-01 untuk diumpankan ke

Crusher

Jenis : *Troughed Antifriction Idlers*, dengan sudut kemiringan 30°C

Material : *Carbon Steel SA 283 Grade C*

Kapasitas : 45,6194 ton/jam

Panjang : 3,0480 m

Lebar : 0,3556 m

Kecepatan : 200 ft/menit

Power motor : 17,6733 Hp

Harga : \$ 6.766

b) Bucket Elevator

Kode : BE-01

Fungsi : Mengangkut bahan baku batu kapur sebanyak 38.016,174
kg/jam dari BE-01 ke H-01 untuk diumpankan ke *Crusher*
(*CR-01*)

Jenis : *Centrifugal Discharge Bucket*

Material : *Carbon Steel SA 283 Grade C*

Kapasitas : 38.016,174 ton/jam

Panjang : 0,254 m

Lebar : 0,1524 m

Tinggi : 7,62 m

Kecepatan : 135,7514 ft/menit

Power motor : 2,742 Hp

Jumlah bucket : 14 buah

Harga satuan : \$ 5.799

Harga total : \$ 81.188

c) Bucket Elevator

Kode : BE-02

Fungsi : Mengangkut produk berupa *cake* sebanyak 69.475,809 kg/jam dari *rotary drum vaccum filter* (F-01) menuju *rotary dryer* (RD-01)

Jenis : *Centrifugal Discharge Bucket*

Material : *Carbon Steel SA 283 Grade C*

Kapasitas : 69,476 ton/jam

Panjang : 0,3048 m

Lebar : 0,1778 m

Tinggi : 7,6200 m

Kecepatan : 211,5323 ft/menit

Power motor : 2,4085 Hp

Jumlah bucket : 12

Harga satuan : \$ 6.381

Harga total : \$ 76.570

d) Bucket Elevator

Kode : BE-03

Fungsi : Mengangkut produk berupa produk gipsum sebanyak
31.565,657 kg/jam dari *Screw Conveyor* (SC-04) menuju *Silo*
(S-01)

Jenis : *Centrifugal Discharge Bucket*

Material : *Carbon Steel SA 283 Grade C*

Kapasitas : 31,5657 ton/jam

Panjang : 0,254 m

Lebar : 0,1524 m

Tinggi : 7,6200 m

Kecepatan : 131,0794 ft/menit

Power motor : 2,4452 Hp

Jumlah bucket : 14

Harga satuan : \$ 14.605

Harga total : \$ 204.473

e) Bucket Elevator

Kode : BE-04

Fungsi : Mengangkut produk berupa produk gipsum sebanyak
31.565,657 kg/jam dari *Screw Conveyor* (SC-04)

menuju *Silo* (S-02)

Jenis : *Centrifugal Discharge Bucket*
 Material : *Carbon Steel SA 283 Grade C*
 Kapasitas : 31,5657 ton/jam
 Panjang : 0,254 m
 Lebar : 0,1524 m
 Tinggi : 7,6200 m
 Kecepatan : 131,0794 ft/menit
 Power motor : 2,4452 Hp
 Jumlah bucket : 14
 Harga satuan : \$ 14.605
 Harga : \$ 204.473

f) Screw Conveyor

Kode : SC-01
 Fungsi : Mengumpulkan batu kapur CaCO_3 menuju *Crusher*
 Sebanyak 38.016,174 kg/jam
 Jenis : *Stainless Steel SA-283 Grade C*
 Material : *Helicoid Flight*
 Kapasitas : 38.016,174 kg/jam

Panjang : 39,2184 m
Diameter *Screw* : 14 in
Kecepatan : 36 rpm
Power motor : 5,4181Hp
Harga : \$ 21.478

g) Screw Conveyor

Kode : SC-02
Fungsi : Mengumpulkan batu kapur CaCO_3 dari *Crusher*
(C-01) ke Reaktor (R-01) sebanyak 38.016,174
kg/jam
Jenis : *Helicoid Flight*
Material : *Carbon Steel SA-283 Grade C*
Kapasitas : 38.016,174 kg/jam
Panjang : 39,2184 m
Diameter *Screw* : 14 in
Kecepatan : 36 rpm
Power motor : 5,4181 Hp

Harga : \$ 21.478

h) Screw Conveyor

Kode : SC-03

Fungsi : Mengangkut cake berupa produk dari *rotary drum vaccum filter* (F-01) menuju *rotary dryer* (RD-01) untuk dikeringkan sebanyak 69.475,809 kg/jam

Jenis : *Helicoid Flight*

Material : *Stainless Steel SA-283 Grade C*

Kapasitas : 64.475,809 kg/jam

Panjang : 105,8979 m

Diameter *Screw* : 18 in

Kecepatan : 43 rpm

Power motor : 37,0542 Hp

Harga : \$ 58.099

i) Screw Conveyor

Kode	: SC-04
Fungsi	: Mengangkut produk gipsum sebanyak 63.131,313 kg/jam dari <i>rotary dryer</i> (RD-01) menuju <i>Bucket Elevator</i> (BE-03 dan BE-04) untuk di simpan produk ke silo (S-01 dan S-02)
Jenis	: <i>Helicoid Flight</i>
Material	: <i>Stainless Steel SA-283 Grade C</i>
Kapasitas	: 63.131,313 kg/jam
Panjang	: 91,6329 m
Diameter <i>Screw</i>	: 12 in
Kecepatan	: 39 rpm
Power motor	: 21,2285 Hp
Harga	: \$ 39.842

j) Hopper

Kode	: H-01
Fungsi	: Tempat Penampungan sementara bahan baku berupa CaCO_3 sebanyak 38.016,174 kg/jam sebelum masuk <i>Crusher</i>
Jenis	: Silinder vertikal dengan alas berbentuk kerucut

(Conical Bin)

Material : Carbon Steel SA-283 Grade C

Kapasitas : 38.016,174 kg/jam

Suhu : 30°C

Tekanan : 1 atm

Lama Penyimpanan : 7 hari

Tinggi total : 17,4434 m

Diameter : 11,6290 m

Tebal : 1,625 in

Harga : \$ 138.105

k) Hopper

Kode : H-02

Fungsi : Tempat penyimpanan sementara produk

$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ sebanyak 62.971,600 kg/jam

sebelum masuk *rotary dryer* (RD-01)

Jenis : Silinder vertikal dengan alas berbentuk kerucut

(Conical Bin)

Material : Carbon Steel SA-283 Grade C

Kapasitas	: 62.971,600 kg/jam
Suhu	: 30°C
Tekanan	: 1 atm
Lama Penyimpanan	: 7 hari
Tinggi total	: 21,7039 m
Diameter	: 14,4693 m
Tebal	: 1,625 in
Harga	: \$ 232.825

1) Heater

Kode	: HE-01
Fungsi	: Memanaskan fluida sebelum masuk reaktor (R-01) dari suhu 48°C menjadi 93°C dengan menggunakan uap air jenuh (saturated steam) yang bersuhu 153°C dan tekanan 74 psi sebanyak 4.536,1542 kg/jam
Jenis	: <i>Shell and Tube 1-1</i>
Jumlah	: 1 buah
Media Pemanas	: <i>Steam</i>
Bahan Konstruksi	: <i>Stainless Steel 316 AISI (18Cr,10Ni, 2,5 Mo)</i>

Luas Transfer Panas : 201,927 ft²

Spesifikasi Shell:

ID Shell : 17,25 in

Baffle spacing : 4,3125 in

Passes : 1

Spesifikasi Tube :

ID Tube : 0,482 in

OD Tube : 3/4 in

BWG : 10

Panjang Tube : 10 ft

Passes : 1

Harga : \$ 34.365

m) Heater

Kode : HE-02

Fungsi : Memanaskan udara sebelum masuk *rotary dryer*

(RD-01) dari suhu 30°C menjadi 80°C dengan

menggunakan uap air jenuh (*saturated steam*) yang bersuhu 153°C dan tekanan 74 psi sebanyak 6.582,482 kg/jam

Jenis : *Shell and Tube 1-1*

Jumlah : 1 buah

Media Pemanas : *Steam*

Bahan Konstruksi : *Stainless Steel 316 AISI (18Cr,10Ni,2,5Mo)*

Luas Transfer Panas: 1.555,447 ft²

Spesifikasi Shell :

ID *Shell* : 27 in

Baffle spacing : 6,75 in

Passes : 1

Spesifikasi Tube :

ID *Tube* : 0,482 in

OD *Tube* : 3/4 in

BWG : 10

Panjang *Tube* : 16 ft
Passes : 1
Harga : \$ 76.570

n) Cooler

Kode : CL-01
Fungsi : Mendinginkan fluida keluaran reaktor (R-01)
sebelum masuk filter (F-01) dari suhu 93°C menjadi
31°C sebanyak 18.724,48 kg/jam
Jenis : *Shell and Tube 1-1*
Jumlah : 1 buah
Media Pendingin : Air
Bahan Konstruksi : *Stainless Steel 316 AISI (18Cr,10Ni,2,5Mo)*

Luas Transfer Panas: 229,113 ft²

Spesifikasi Shell :

ID *Shell* : 15 in
Baffle spacing : 3,8125 in
Passes : 1

Spesifikasi Tube :

ID Tube	: 0,482 in
OD Tube	: 3/4 in
BWG	: 10
Panjang Tube	: 8 ft
Passes	: 1
Harga	: \$ 248.074

o) Pompa

Kode	: P-01
Fungsi	: Mengalirkan Umpan berupa H ₂ SO ₄ 98 % dari tangki penyimpanan (T-01) ke <i>Mixer</i> (M-01) sebanyak 34.552,507 kg/jam
Jenis	: <i>Centrifuge Pump</i>
Jumlah	: 2 buah
Kapasitas	: 22,8538 m ³ /jam
Power Motor	: 12,8406 Hp
Harga satuan	: \$ 21.371

Harga total : \$ 42.742

p) Pompa

Kode : P-02

Fungsi : Mengalirkan Umpan berupa H₂O 100% dari tangki penyimpanan (T-01) ke *Mixer* (M-01) sebanyak 8170,094 kg/jam

Jenis : *Centrifuge Pump*

Jumlah : 2 buah

Kapasitas : 9,5645 m³/jam

Power Motor : 1,1804 Hp

Harga satuan : \$ 12.028

Harga total : \$ 24.056

q) Pompa

Kode : P-03

Fungsi : Mengalirkan umpan berupa H₂SO₄ 50 % dan dari *Mixer* (M-01) ke *Heater* (HE-01) sebanyak

76.032,349 kg/jam

Jenis : *Centrifuge Pump*

Jumlah : 2 buah

Kapasitas : 64,7909 m³/jam

Power Motor : 10,2091 Hp

Harga satuan : \$ 25.667

Harga total : \$ 51.333

r) Pompa

Kode : P-04

Fungsi : Mengalirkan produk berupa CaSO₄.2H₂O
(Gypsum) dari Reaktor (R-01) ke *Cooler* (CL-01)
sebanyak 99.311,766 kg/jam

Jenis : *Reciprocating Pump*

Jumlah : 2 buah

Kapasitas : 53,0334 m³/jam

Power Motor : 1,5 Hp

Harga satuan : \$ 25.667

Harga total : \$ 51.333

s) Pompa

Kode : P-05

Fungsi : Mengalirkan umpan *recycle* berupa H_2SO_4 dan H_2O dari *rotary drum vaccum filter* (F-01) ke *mixer* (M-01) sebanyak 33.309,748 kg/jam

Jenis : *Centrifuge Pump*

Jumlah : 2 buah

Kapasitas : 35,5145 m³/jam

Power Motor : 4,2227Hp

Harga satuan : \$ 28.352

Harga total : \$ 56.703

t) Blower

Kode : BL-01

Fungsi : Mengalirkan udara untuk dipanaskan di dalam Heater (HE- 02) sebagai media pengering dalam *Rotary dryer* (RD-01) sebanyak 254.689,852 kg/jam

Konstruksi : *Carbon Steel SA 283 grade C*

Jumlah : 1 buah

Jumlah Udara masuk : 9.358,2578 lb/menit

Laju volumetrik udara : 244.611,513 ft³/menit

Power Motor : 240 Hp

Harga : \$ 70.771

u) Tangki Penyimpanan H₂SO₄

Kode : T-01

Fungsi : Menyimpan H₂SO₄ (98%) sebagai bahan baku
sebanyak 5.804.821.136 selama 7 hari

Jenis : Tangki silinder vertical dengan atap Berbentuk
Torispherical Flanged Dished Head dengan alas
berbentuk datar (*flat bottom*)

Material : *Stainless steel 316 AISI (18Cr, 10Ni, 2,5Mo)*

Kapasitas : 34.457,8424 kg/jam

Waktu penyimpanan : 7 hari

Volume : 26.880 bbl = 4273,3824 m³

Tekanan Operasi : 1 atm

Jumlah : 1 buah

Diameter : 24,3840 m

Tinggi : 9,144 m

Tebal Shell :

Tebal Shell : 2 in

Course 1 : 2 in

Course 2 : 1,75 in

Course 3 : 1,625 in

Course 4 : 1,5 in

Course 5 : 1,375 in

Tebal Head : 2,250 in

Tinggi Head : 0,0945 m

Tinggi Total : 9,1728 m

Harga : \$ 1.187.212

v) Tangki Penyimpanan Air Proses

Kode : T-02

Fungsi : Menyimpan H₂O sebagai bahan baku sebanyak
1.372.575,8220 kg/jam selama 7 hari

Jenis : Tangki silinder vertical dengan atap Berbentuk
Torispherical Flanged Dished Head dengan alas
berbentuk datar (*flat bottom*)

Material : *Carbon steel SA-167 grade 3 type 304*

Kapasitas : 8.170,094 kg/jam

Waktu penyimpanan : 7 hari

Volume : 12.096 bbl = 1923,0221 m³

Tekanan Operasi : 1 atm

Jumlah : 1 buah

Diameter : 18,2880 m

Tinggi : 7,3152 m

Tebal Shell :

Tebal Shell	: 1 in
<i>Course 1</i>	: 1 in
<i>Course 2</i>	: 0,875 in
<i>Course 3</i>	: 0,875 in
<i>Course 4</i>	: 0,75 in
Tebal Head	: 2,5 in
Tinggi Head	: 0,1063 m
Tinggi Total	: 7,4215 m
Harga	: \$ 211.346

3.3 Perencanaan Produksi**3.3.1 Kapasitas Perancangan**

Penentuan kapasitas perancangan suatu pabrik berdasarkan pada tingkat kebutuhan Gypsum yang ada di Indonesia, serta tersedianya bahan baku juga menentukan kapasitas minimal suatu pabrik yang akan dibangun. Dari pertimbangan yang ada menunjukkan bahwa kebutuhan Gypsum setiap

tahunnya akan meningkat, hal ini dilihat dari tingkat penggunaan Gypsum baik dari bidang industri konstruksi (pembangunan), bidang kesehatan dan beberapa bidang lainnya. Oleh karena itu untuk memenuhi kebutuhan Gypsum dan meminimalisir nilai impor maka, didirikanlah pabrik Gypsum dengan kapasitas produksi sebesar 500.000 ton/tahun.

3.3.2. Analisis Kebutuhan Bahan Baku

Analisis kebutuhan bahan baku berkaitan dengan ketersediaan bahan baku terhadap kebutuhan kapasitas pabrik. Bahan baku Asam Sulfat 98% diperoleh dari pabrik PT.Petrokimia Gresik (PG) dan bahan baku batu kapur di dapat langsung dari lahan pertambangan yang berada di Temandang, Tuban, Jawa Timur.

Tabel 3.2 Kebutuhan Bahan Baku

Komponen	Kebutuhan (ton/tahun)	Ketersediann Bahan Baku (ton/tahun)
H ₂ SO ₄ (98%)	301.850,6994	1.170.000
CaCO ₃	332.109,2996	(tidak terbatas)

Berdasarkan data yang telah dicantumkan diatas dapat disimpulkan bahwa ketersediaan bahan baku asam sulfat dan batuan kapur (*Limestone*) dapat

memenuhi kebutuhan pabrik, sehingga proses produksi dapat berjalan sesuai dengan rancangan serta dapat memenuhi kebutuhan Gypsum di Indonesia.

3.3.3 Analisis Kebutuhan Alat Proses

Dalam hal analisis kebutuhan peralatan proses ini berkaitan terhadap kemampuan peralatan yang menunjang kelancaran suatu proses berdasarkan umur peralatan dan Pemeliharaan alat (*maintenance*). Dan diharapkan dengan adanya analisis kebutuhan alat proses ini pabrik dapat mengatur anggaran dan jenis peralatan apa yang cocok digunakan untuk pembuatan produk. Serta mengetahui cara perawatan untuk setiap alatnya.

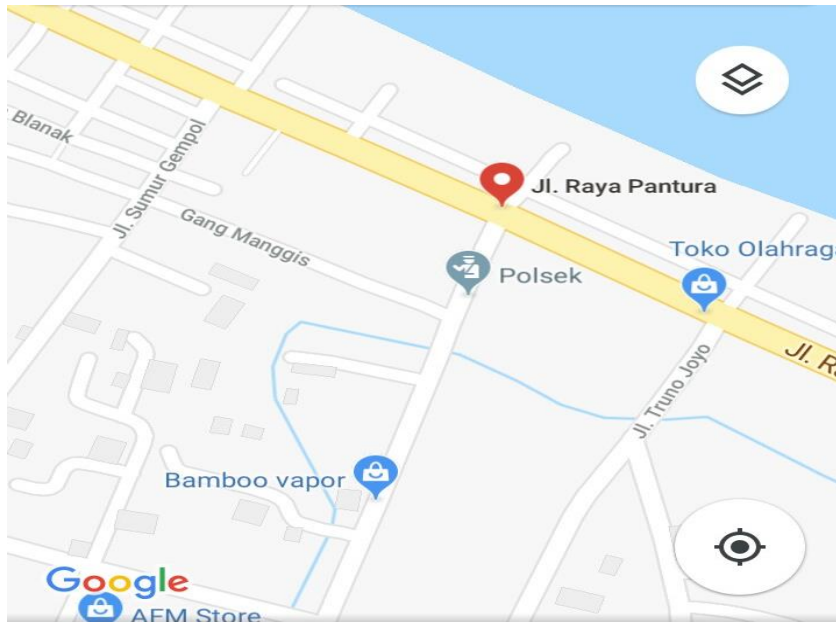
BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

4.1 Penentuan Lokasi Pabrik

Penentuan lokasi suatu pabrik menjadi hal utama yang harus diperhatikan, dimana lokasi yang ditetapkan untuk membangun perusahaan harus memiliki standar dan komponen yang baik dan tepat. Komponen yang dimaksud adalah suatu lokasi pabrik dapat dilihat dari kemudahan dalam pengoperasian dan dari segi nilai ekonomi pabrik yang akan dibangun. Hal tersebut menyangkut faktor produksi dan distribusi dari produk yang akan dihasilkan. Lokasi pabrik juga harus menjamin biaya transportasi dan produksi seminimal mungkin. Pabrik gipsum ini direncanakan akan dibangun di daerah Tuban, Jawa Timur lebih tepatnya di Jl. Raya Pantura KM 0, Desa Merkawang, Kecamatan Tuban, Kabupaten Tuban, Jawa Timur.





Gambar 4.1 Peta Lokasi Pabrik

Ada beberapa faktor yang harus diperhatikan untuk menentukan lokasi pabrik yang dirancang secara teknis dan menguntungkan secara ekonomis. Faktor-faktor tersebut antara lain :

4.2. Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik

a. Lokasi yang dekat dengan sumber bahan baku

Kriteria sumber bahan baku merupakan suatu penilaian yang dititik beratkan pada kemudahan memperoleh bahan baku. Hal ini bertujuan untuk meminimalisir biaya penyediaan bahan baku, maka dalam hal ini pabrik Kalsium sulfat dihidrat didirikan dekat dengan penghasil bahan baku utama. Bahan baku utama dalam pembuatan produk ini yaitu asam sulfat diperoleh

dari PT. Petrokimia Gresik dengan kapasitas 1.170.000 ton/tahun. Bahan baku batu kapur (CaCO_3) diperoleh dari pertambangan yang tersedia di wilayah Tuban, Jawa Timur tepatnya di Temandan yang jaraknya $\pm 14,1$ km dari letak pabrik.

b. Pemasaran Produk (Lokasi yang dekat dengan konsumen)

Faktor yang perlu diperhatikan adalah letak pabrik yang dekat dengan konsumen yang membutuhkan gipsum dan jumlah kebutuhannya. Daerah Tuban merupakan daerah yang strategis untuk pendirian suatu pabrik karena dekat dengan PT Semen Gresik sebagai salah satu produsen semen di Indonesia. Dan untuk pemasaran hasil produksi dapat dilakukan menggunakan jalur darat dikarenakan letaknya yang strategis. Dan diharapkan produk Gipsum in dapat diekspor.

c. Penyediaan Utilitas

Perlu diperhatikan sarana-sarana pendukung seperti tersedianya air, listrik, dan sarana lainnya sehingga proses produksi dapat berjalan dengan baik. Tenaga Listrik untuk pabrik ini nantinya akan disuplai dari PT PLN Tuban dan PT PLN Rayon Babat. Terkait pembangkit listrik utama pabrik yaitu menggunakan generator diesel yang bahan bakarnya di dapatkan dari PT.Pertamina. Lokasi pabrik ini nantinya untuk memenuhi kebutuhan air untuk utilitas didapatkan dari Sungai bawah tanah di Gua Ngerong, Desa Rengel, Tuban dan air sungai tersebut nantinya akan di proses menggunakan metode

pengolahan air yang telah dirancang dengan tujuan untuk memenuhi kebutuhan air (air servis, air proses, air domestik, air penghasil steam, air pendingin dan lain-lain). Sehingga disini Tuban telah mempunyai sarana- sarana pendukung yang memadai. Sehingga , sarana pendukung nya bisa terpenuhi.

d. Sarana Transportasi

Sarana dan prasarana transportasi sangat diperlukan untuk proses penyediaan bahan baku , pemasaran produk dan pengangkutan dapat ditempuh melalui jalur darat dan jalur laut. Dengan adanya fasilitas jalan raya dan pelabuhan laut yang memadai, maka pemilihan lokasi di Tuban sangat tepat. Dan diharapkan dapat memperlancar kegiatan produksi serta pemasaran, baik pemasaran internasional maupun domestik.

e. Tenaga Kerja

Tersedianya tenaga kerja yang terampil, terdidik mutlak diperlukan untuk menjalankan mesin – mesin produksi. Dan saat ini banyak masyarakat yang membutuhkan kerja, dengan pendirian pabrik ini diharapkan juga akan mengurangi tingkat pengangguran di daerah sekitar pabrik. Tenaga kerja dapat direkrut dari daerah Jawa timur, Jawa Tengah dan sekitarnya.

f. Karakteristik Lokasi

Karakteristik lokasi menyangkut iklim di daerah tersebut, kemungkinan terjadinya banjir, serta kondisi sosial masyarakatnya. Dalam hal ini, Tuban

sebagai kawasan industri adalah daerah yang telah ditetapkan menjadi daerah industri sehingga pemerintah memberikan kelonggaran untuk mendirikan suatu pabrik di daerah tersebut.

4.3 Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik

Dalam hal ini faktor sekunder tidak berperan secara langsung dalam operasional proses di pabrik. Faktor ini akan berpengaruh terhadap kelancaran proses operasional dalam pendirian pabrik. Yang termasuk faktor sekunder terdiri dari :

a. Perluasan areal pabrik

Tuban memiliki kemungkinan untuk perluasan pabrik karena masih mempunyai areal yang cukup luas. Hal ini perlu diperhatikan karena dengan semakin meningkatnya permintaan produk akan menuntut adanya perluasan pabrik. Dan luas area di daerah ini masih memiliki lahan yang sangat luas. Dan pendirian pabrik perlu mempertimbangkan rencana perluasan untuk jangka waktu 10-20 tahun kedepan agar proses perluasan pabrik dapat terpenuhi dengan lahan yang ada nantinya.

b. Kebijakan Pemerintah

Pendirian pabrik perlu memperhatikan beberapa faktor kepentingan yang terkait didalamnya, kebijakan pengembangan industri, dan

hubungannya dengan pemerataan kesempatan kerja, kesejahteraan, dan hasil-hasil pembangunan. Disamping itu, pabrik yang didirikan juga harus berwawasan lingkungan, artinya keberadaan pabrik tersebut tidak boleh mengganggu atau merusak lingkungan sekitarnya.

c. Kemasyarakatan

Dengan masyarakat yang akomodatif terhadap perkembangan industri dan tersedianya fasilitas umum untuk hidup bermasyarakat, maka lokasi di Tuban dirasa tepat. Dari pertimbangan faktor-faktor di atas, maka lokasi pendirian pabrik gipsum dipilih di daerah Tuban, Propinsi Jawa timur.

d. Sarana dan Prasarana Sosial

Sarana dan Prasarana sosial yang disediakan berupa penyediaan sarana umum seperti tempat ibadah, sekolah, rumah sakit serta adanya penyediaan bengkel industri.

4.4 Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik berhubungan dengan segala proses perencanaan dan pengaturan letak daripada mesin, peralatan, aliran bahan dan pekerja di masing-masing wilayah kerja yang ada. Tata letak pabrik yang baik dari segala fasilitas produksi dalam suatu pabrik adalah dasar dalam membuat operasi kerja menjadi lebih efektif dan efisien. Secara umum pengaturan dari semua fasilitas produksi ini direncanakan sehingga akan diperoleh :

- a) Minimum transportasi dan pemindahan proses
- b) Minimum pemakaian area tanah
- c) Pola aliran produksi yang terbaik
- d) Fleksibilitas untuk menghadapi kemungkinan ekspansi ke depan.

Tata letak pabrik merupakan suatu pengaturan yang optimal dari seperangkat fasilitas-fasilitas dalam pabrik. Tata letak yang tepat sangat penting untuk mendapatkan efisiensi, keselamatan, dan kelancaran kerja para pekerja serta keselamatan proses.

Untuk mencapai kondisi yang optimal, maka hal-hal yang harus diperhatikan dalam menentukan tata letak pabrik adalah :

1. Pabrik gipsum ini merupakan pabrik baru (bukan pengembangan), sehingga penentuan *lay out* tidak dibatasi oleh bangunan yang ada.
2. Kemungkinan perluasan pabrik sebagai pengembangan pabrik di masa depan
3. Faktor keamanan sangat diperlukan untuk bahaya kebakaran dan ledakan, maka perencanaan *lay out* selalu diusahakan jauh dari sumber api, bahan panas, dan dari bahan yang mudah meledak, juga jauh dari asap atau gas beracun.
4. Sistem konstruksi yang direncanakan adalah *out door* untuk menekan biaya bangunan dan gedung, dan juga karena iklim Indonesia memungkinkan konstruksi secara *out door*.

5. Lahan terbatas sehingga diperlukan efisiensi dalam pemakaian dan pengaturan ruangan atau lahan.

(Vilbrant,1959)

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

- a) Daerah administrasi/perkantoran, laboratorium dan ruang control serta fasilitas pendukung

Merupakan pusat kegiatan administrasi pabrik yang mengatur kelancaran operasi. Laboratorium dan ruang kontrol sebagai pusat pengendalian proses, kualitas dan kuantitas bahan yang akan diproses serta produk yang dijual. Serta fasilitas – fasilitas bagi karyawan seperti : poliklinik, kantin, aula, dan masjid.

- b) Daerah gudang, bengkel dan garasi.

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

- c) Daerah proses

Merupakan daerah dimana alat proses diletakkan dan proses berlangsung. Dan dilengkapi dengan ruang control yang berfungsi untuk pengendalian proses.

- d) Daerah penyimpanan bahan baku dan produk.

Merupakan daerah untuk tangki bahan baku dan produk.

e) Daerah utilitas

Merupakan daerah dimana kegiatan penyediaan bahan pendukung proses berlangsung dipusatkan seperti penyediaan air steam, air pendingin, tenaga listrik dan lain-lain yang menunjang suatu proses.

(Vilbrant,1959)

Adapun perincian luas tanah sebagai bangunan pabrik dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

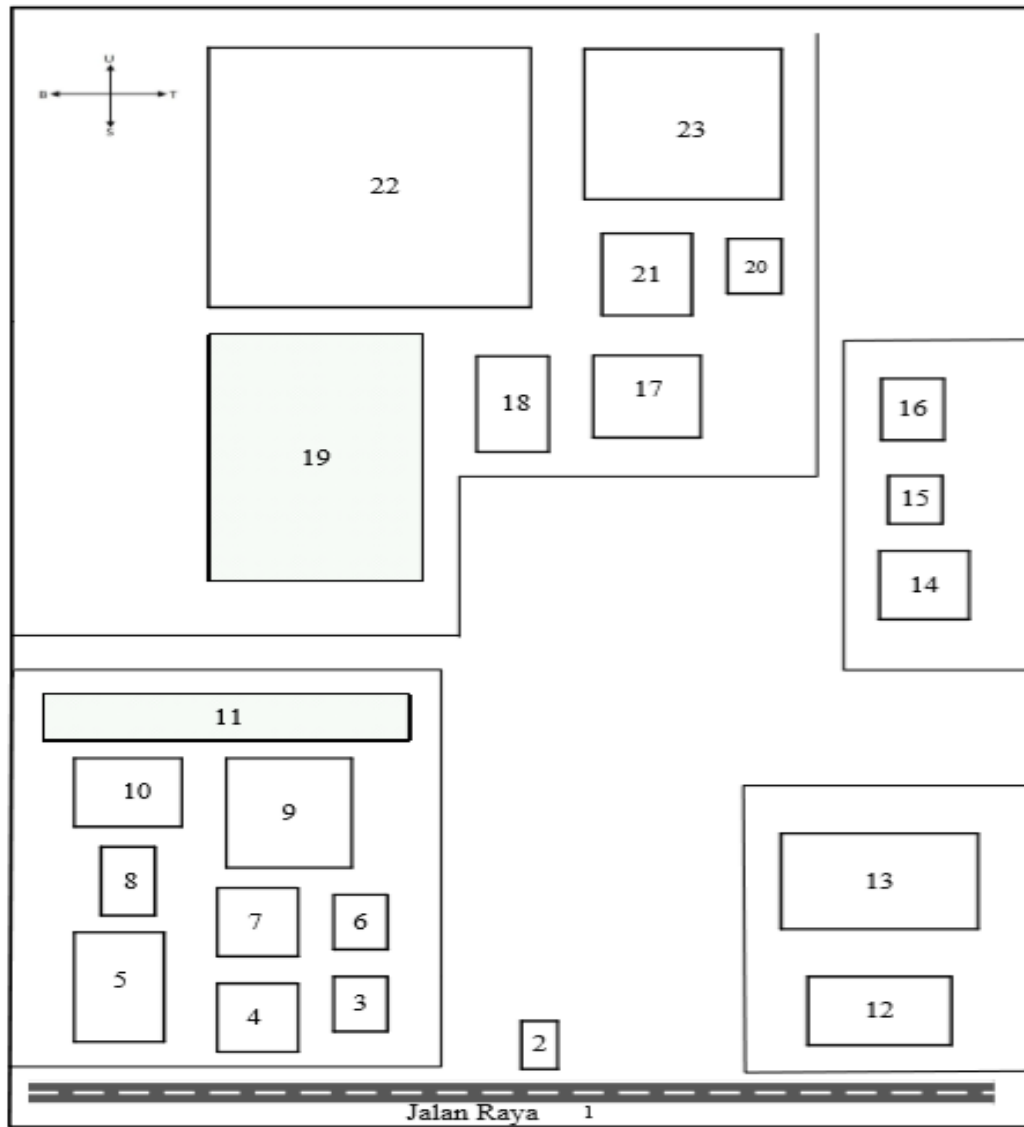
Tabel 4.1 Perincian luas tanah sebagai bangunan pabrik

No.	Lokasi	Panjang, m	Lebar, m	Luas, m ²
1	Area Proses	190	180	34200
2	Area Utilitas	110	110	12100
3	Bengkel	35	30	1050
4	Gudang Peralatan	70	40	2800
5	Kantin	40	30	1200
6	Kantor Teknik dan Produksi	50	45	2250
7	Kantor Utama	50	50	2500
8	Laboratorium	50	45	2250
9	Parkir Utama	60	50	3000
10	Parkir Truk	50	50	2500

11	Perpustakaan	40	30	1200
12	Poliklinik	40	30	1200
13	Pos Keamanan	35	20	700
14	Control Room	60	60	3600
15	Control Utilitas	50	60	3000
16	Area Rumah Dinas	70	90	6300
17	Area Mess	70	110	7700
18	Masjid	50	30	1500
19	Unit Pemadam Kebakaran	45	35	1575
20	Unit Pengolahan Limbah	40	30	1200
21	Taman	40	100	4000
22	Jalan	25	800	20000
23	Daerah Perluasan	120	180	21600
	Luas Tanah			137425
	Luas Bangunan			91825
	Total		1845	229250

Luas tanah : 137.425 m²

Luas Bangunan : 91.825 m²



Skala : 1 : 1000

Keterangan gambar:

- | | |
|-----------------|----------------------------|
| 1. Jalan Raya | 14. Parkir Truk |
| 2. Pos Keamanan | 15. Bengkel |
| 3. Perpustakaan | 16. Unit Pemadam Kebakaran |
| 4. Laboratorium | 17. Ruang Kontrol Proses |

- | | |
|-------------------------------|----------------------------|
| 5. Kantor Utama | 18. Gudang Peralatan |
| 6. Poliklinik | 19. Perluasan Pabrik |
| 7. Kantor Teknik dan Produksi | 20. Unit Pengolahan Limbah |
| 8. Masjid | 21. Ruang Kontrol Utilitas |
| 9. Parkir Utama | 22. Area Proses |
| 10. Kantin | 23. Area Utilitas |
| 11. Taman | |
| 12. Area Mess | |
| 13. Area Rumah Dinas | |

4.5 Tata Letak Alat Proses

Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam menentukan *lay out* peralatan proses pada Pabrik Gypsum, antara lain :

a. Aliran bahan baku dan produk

Pengaliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikan keuntungan ekonomi yang besar serta menunjang kelancaran dan keamanan produksi.

b. Aliran udara

Aliran udara di dalam dan di sekitar area proses perlu diperhatikan kelancarannya. Hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya stagnasi udara pada suatu tempat sehingga mengakibatkan akumulasi bahan kimia yang dapat mengancam keselamatan pekerja.

c. Pencahayaan

Penerangan seluruh pabrik harus memadai dan pada tempat-tempat proses yang berbahaya atau beresiko tinggi perlu adanya penerangan tambahan.

d. Lalu lintas manusia dan kendaraan

Dalam perancangan *lay out* pabrik perlu diperhatikan agar pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah. Hal ini bertujuan apabila terjadi gangguan pada alat proses dapat segera diperbaiki. Keamanan pekerja selama menjalani tugasnya juga diprioritaskan.

e. Pertimbangan Ekonomi

Dalam menempatkan alat-alat proses diusahakan dapat menekan biaya operasi dan menjamin kelancaran dan keamanan produksi pabrik. Pertimbangan ini dilakukan dengan tujuan agar pabrik memperoleh suatu keuntungan.

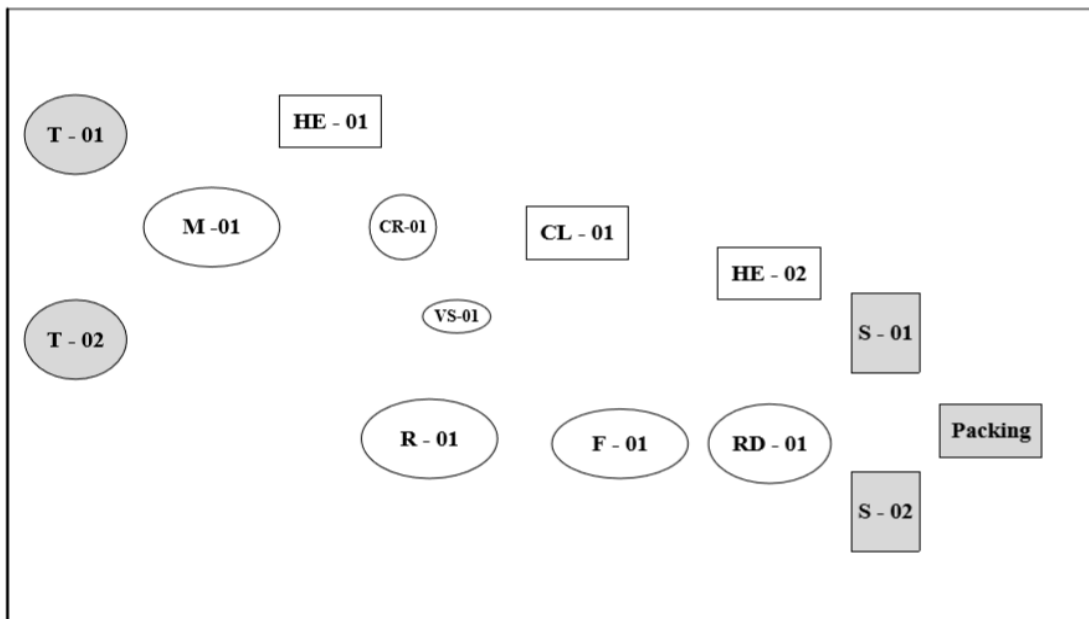
f. Jarak antar alat proses

Untuk alat proses yang mempunyai suhu dan tekanan operasi tinggi sebaiknya dipisahkan dengan alat proses lainnya, sehingga apabila terjadi ledakan atau kebakaran pada alat tersebut maka kerusakan dapat diminimalkan.

(Vilbrant,1959)

Tata letak alat-alat proses harus dirancang sedemikian rupa sehingga :

- Kelancaran proses produksi dapat terjamin
- Dapat mengefektifkan luas lahan yang tersedia
- Karyawan mendapat kepuasan kerja agar dapat meningkatkan produktifitas kerja disamping keamanan yang terjadi.



Skala 1 : 1000

Gambar 4.3 Layout Alat Proses

Keterangan:

1. Tangki - (T-01) : Tempat Penyimpanan H_2SO_4
2. Tangki - (T-02) : Tempat Penyimpanan Air Proses
3. Mixer - (M-01) : Tempat pengenceran H_2SO_4
4. Heater - (HE-01) : Media Pemanas sebelum masuk ke Reaktor
5. Crusher - (CR-01) : Tempat Menghancurkan $CaCO_3$

6. Vibrating Screen -(VS-01) : Tempat Penyeragaman ukuran CaCO_3
7. Reaktor- (R-01) : RATB (mereaksikan beberapa komponen)
8. Cooler – (CL-01) : Media Pendingin sebelum masuk ke *Filter*
9. Filter - (F-01) : Memisahkan antara Cake dan Filtrat
10. Rotary Dryer - (RD-01) : Mengurangi kadar air dalam produk
11. Heater – (HE-02) : Memanaskan udara sebelum masuk ke RD
12. Blower – (BL-01) : Mengalirkan udara masuk ke heater
13. Silo - (S-01) : Tempat penyimpanan produk gipsum
14. Silo – (S-02) : Tempat penyimpanan produk gipsum
15. Packaging : Tempat pengemasan produk

4.6 Aliran Proses dan Material

4.6.1 Neraca Massa Total

Tabel 4.2 Neraca Massa Total

Komponen	Masuk	Keluar
	(kg/jam)	(kg/jam)
H_2SO_4	33861,457	1038,679
H_2O	12448,983	6420,310
CO_2	-	14736,757
CaCO_3	37214,033	3721,403
SiO_2	136,858	136,858
MgCO_3	361,154	361,154
Al_2O_3	64,627	64,627
CaSO_4	30,413	30,413

Fe ₂ O ₃	95,040	95,040
CaSO ₄ .2H ₂ O	-	57607,323
Total	84212,566	84212,566

4.6.2 Neraca Massa Alat

a. Mixer (M-01)

Tabel 4.3 Neraca Massa Mixer (M-01)

Komponen	Masuk			Keluar
	Arus 1	Arus 2	Arus 8	Arus 3
	Kg/jam	Kg/jam	Kg/jam	Kg/jam
H ₂ SO ₄	33.861,457	-	4.154,718	38.016,174
H ₂ O	691,050	8.170,094	29.155,030	38.016,174
Sub Total	34.552,507	8.170,094	33.309,748	76.032,349
Total	76.032,349			76.032,349

b. Crusher (CR-01)

Tabel 4.4 Neraca Massa *Crusher* (CR-01)

Komponen	Masuk	Keluar
	Arus 4	Arus 5
	Kg/jam	Kg/jam
H ₂ O	114,049	114,049
CaCO ₃	37.214,033	37.214,033
SiO ₂	136,858	136,858
MgCO ₃	361,154	361,154
Al ₂ O ₃	64,627	64,627
CaSO ₄	30,413	30,413
Fe ₂ O ₃	95,040	95,040

Sub Total	38.016,174	38.016,174
Total	38.016,174	38.016,174

c. Vibrating Screen (VS-01)

Tabel 4.5 Neraca Massa Vibrating Screen (VS-01)

Komponen	Masuk	Keluar
	Arus 5	Arus 6
	Kg/jam	Kg/jam
H ₂ O	114,049	114,049
CaCO ₃	37.214,033	37.214,033
SiO ₂	136,858	136,858
MgCO ₃	361,154	361,154
Al ₂ O ₃	64,627	64,627
CaSO ₄	30,413	30,413
Fe ₂ O ₃	95,040	95,040
Sub Total	38.016,174	38.016,174
Total	38.016,174	38.016,174

d. Reaktor (R-01)

Tabel 4.6 Neraca Massa Reaktor (R-01)

Komponen	Masuk		Keluar	
	Arus 8	Arus 7	Arus 9	Arus 10
	Kg/jam	Kg/jam	Kg/jam	Kg/jam
H ₂ SO ₄	38.016,174	-	-	5.193,397
H ₂ O	38.016,174	114,049	-	32.101,550
CO ₂	-	-	14.736,757	-
CaCO ₃	-	37.214,033	-	3.721,403
SiO ₂	-	136,858	-	136,858
MgCO ₃	-	361,154	-	361,154
Al ₂ O ₃	-	64,628	-	64,628
CaSO ₄	-	30,413	-	30,413
Fe ₂ O ₃	-	95,040	-	95,040
CaSO ₄ .2H ₂ O	-	-	-	57.607,323
Sub total	76.032,349	38.016,174	14.736,757	99.311,766
Total	114.048,523		114.048,523	

e. Rotary Drum Vacuum Filter (F-01)

Tabel 4.7 Neraca Massa (F-01)

Komponen	Masuk	Keluar	
	Arus 11	Arus 12	Arus 13
	Kg/jam	Kg/jam	Kg/jam
H ₂ SO ₄	5.193,397	4.154,718	1.038,679
H ₂ O	35.575,340	29.155,030	6.420,310
CO ₂	-	-	-
CaCO ₃	3.721,403	-	3.721,403
SiO ₂	136,858	-	136,858
MgCO ₃	361,154	-	361,154
Al ₂ O ₃	64,628	-	64,628
CaSO ₄	30,413	-	30,413
Fe ₂ O ₃	94,040	-	94,7801
CaSO ₄ .2H ₂ O	57.607,323	-	57.607,323
Sub total	102.785,557	33.309,748	69.475,809
Total	102.785,557	102.785,557	

f. *Rotary Dryer (RD-01)*

Tabel 4.8 Neraca Massa (RD-01)

Komponen	Masuk		Keluar	
	Arus 13	Arus 14	Arus 15	Arus 16
	Kg/jam	Kg/jam	Kg/jam	Kg/jam
H ₂ SO ₄	1.038,679	-	883,484	155,196
H ₂ O	6.420,310	-	5.461,012	959,298
CO ₂	-	-	-	-
CaCO ₃	3.721,403	-	-	3.721,403
SiO ₂	136,858	-	-	136,858
MgCO ₃	361,154	-	-	361,154
Al ₂ O ₃	64,628	-	-	64,628
CaSO ₄	30,413	-	-	30,413
Fe ₂ O ₃	95,040	-	-	95,040
CaSO ₄ .2H ₂ O	57.607,323	-	-	57.607,323
Udara Panas	-	259.274,498	264.735,510	-
Sub total	69.475,809	259.274,498	6.344,496	63.131,313
Total	69.475,809		69.475,809	

4.6.3 Neraca Energi

a. Mixer (M-01)

Tabel 4.9 Neraca Energi Mixer

Komponen	ΔH in	ΔH out
	(kj/jam)	(kj/jam)
H ₂ SO ₄	53.825,687	296.824,904
H ₂ O	971.010,981	4.385.167,739
Panas Pelarutan H ₂ SO ₄	3.657.155,975	-
Total	4.681.992,642	4.681.992,642

b. Heater (HE-01)

Tabel 4.10 Neraca Energi Heater

Komponen	ΔH in	ΔH out
	(kj/jam)	(kj/jam)
H ₂ SO ₄	297.276,949	1.262.589,279
H ₂ O	4.390.598,203	12.984.577,629
Q Pemanas	9.559.291,755	-
Total	14.247.166,907	14.247.166,907

c. Reaktor (R-01)

Tabel 4.11 Neraca Energi Reaktor

Komponen	ΔH in	ΔH out
	(kj/jam)	(kj/jam)
H ₂ SO ₄	1.262.589,279	172.482,574
H ₂ O	12.987.490,661	10.964.413,669
CO ₂	-	656.964,627
CaCO ₃	155.554,658	211.554,335
SiO ₂	562,259	7.646,725
MgCO ₃	1.797,169	24.441,504
Al ₂ O ₃	323,454	4.398,978
CaSO ₄	129,031	1.754,827
Fe ₂ O ₃	303,238	4.124,042
CaSO ₄ .2H ₂ O	-	4.263.477,801
Panas Reaksi	30.617.977,337	-
Q pendingin	-	28.715.468,006
Total	45.026.727,088	45.026.727,088

d. Cooler (CL-01)

Tabel 4.12 Neraca Energi Cooler

Komponen	ΔH in	ΔH out
	(kj/jam)	(kj/jam)
H ₂ SO ₄	172.482,574	8.933,980
H ₂ O	10.964.413,669	983.705,305
CO ₂	-	-
CaCO ₃	211.554,335	18.666,559
SiO ₂	7.646,725	674,711
MgCO ₃	24.441,504	2.156,603
Al ₂ O ₃	4.398,978	388,145
CaSO ₄	1.754,827	154,838
Fe ₂ O ₃	4.124,042	362,889
CaSO ₄ .2H ₂ O	4.263.477,801	376.189,218
Q Pendingin	-	14.263.062,207
Total	15.654.294,455	15.654.294,455

e. Rotary Drum Vacuum Filter (F-01)

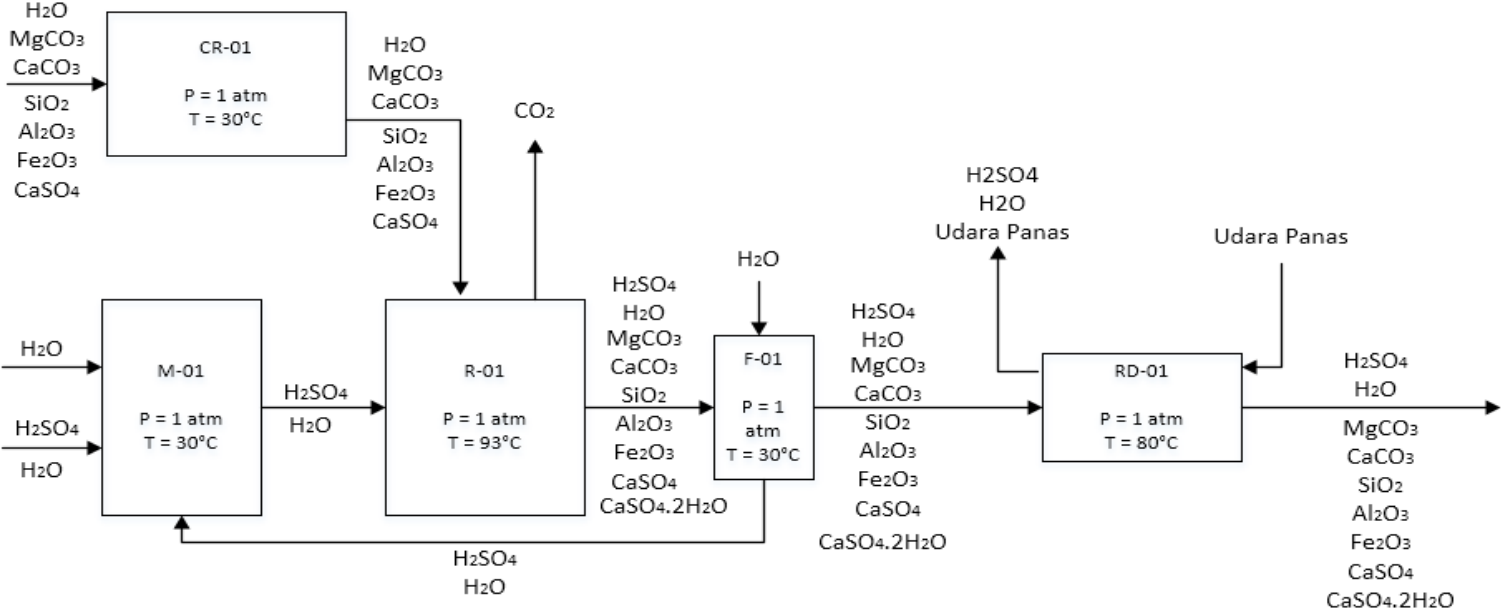
Tabel 4.13 Neraca Energi Filter

Komponen	ΔH in	ΔH out
	(kj/jam)	(kj/jam)
H ₂ SO ₄	7.353,138	7.353,138
H ₂ O	908.667,069	908.667,069
CO ₂	-	-
CaCO ₃	15.555,466	15.555,466
SiO ₂	562,259	562,259
MgCO ₃	1.797,169	1.797,169
Al ₂ O ₃	323,454	323,454
CaSO ₄	129,031	129,031
Fe ₂ O ₃	303,238	303,238
CaSO ₄ .2H ₂ O	313.491,015	313.491,015
Total	1.248.181,840	1.248.181,840

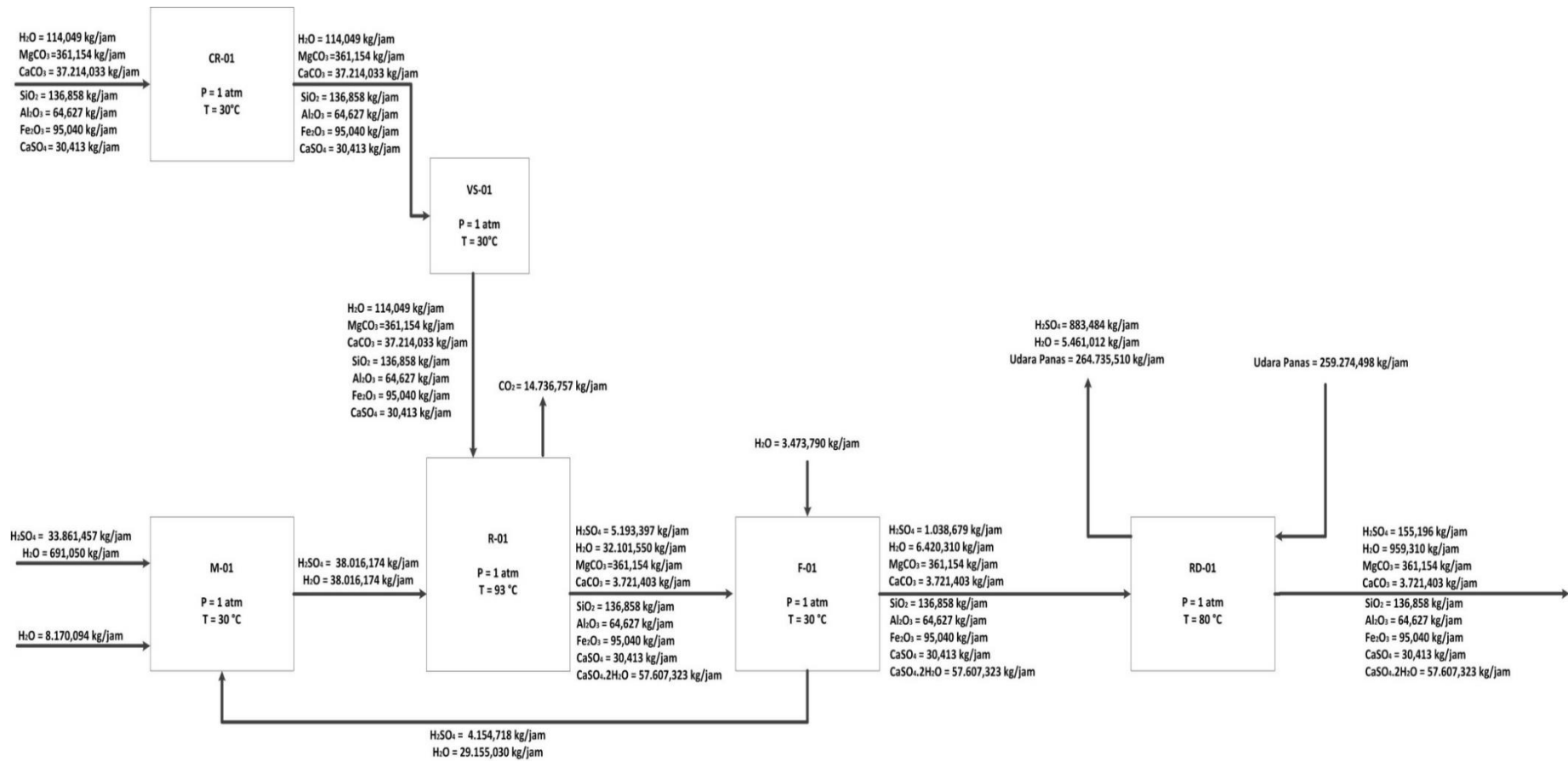
f. Rotary Dryer (RD-01)

Tabel 4.14 Neraca Energi *Rotary Dryer*

Komponen	ΔH in	ΔH out
	(kj/jam)	(kj/jam)
H ₂ SO ₄	1.470,628	25.644,677
H ₂ O	163.987,869	1.780.568,053
CO ₂	-	-
CaCO ₃	15.555,466	171.110,124
SiO ₂	562,259	6.184,851
MgCO ₃	1.797,169	19.768,863
Al ₂ O ₃	323,454	3.557,997
CaSO ₄	129,031	1.419,345
Fe ₂ O ₃	303,238	3.335,622
CaSO ₄ .2H ₂ O	313.491,015	3.448.401,163
Q Pemanas	47.540.446,733	-
Q Loss	3.876.178,789	-
Q Total	-	46.454.254,956
Total	51.914.245,651	51.914.245,651



Gambar 4.4 Diagram Alir Kualitatif



Gambar 4.5 Diagram Alir Kuantitatif

4.7 Pelayanan Teknik (Utilitas)

Untuk mendukung proses dalam suatu pabrik diperlukan sarana penunjang yang penting demi kelancaran jalannya proses produksi. Sarana penunjang merupakan sarana lain yang diperlukan selain bahan baku dan bahan pembantu agar proses produksi dapat berjalan sesuai yang diinginkan.

Unit utilitas merupakan unit penunjang bagi unit-unit yang lain dalam pabrik atau sarana penunjang untuk menjalankan suatu pabrik dari tahap awal sampai produk akhir. Unit utilitas ini meliputi :

1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (*Water Treatment System*)
2. Unit Pembangkit Steam (*Steam Generation System*)
3. Unit Pembangkit Listrik (*Power Plant System*)
4. Unit Penyedia Udara Instrumen (*Instrument Air System*)
5. Unit Penyediaan Bahan Bakar

4.7.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (*Water Treatment System*)

1. Unit Penyediaan Air

Dalam memenuhi kebutuhan air suatu industri, pada umumnya menggunakan air sumur, air sungai, air danau maupun air laut sebagai sumber untuk mendapatkan air. Dalam perancangan pabrik Kalsium Sulfat Dihidrat ini, sumber air yang digunakan berasal dari sungai Sungai bawah tanah di Gua Ngerong, Desa Rengel, Tuban yang tidak jauh dari lokasi

pabrik., Untuk menghindari *fouling* yang terjadi pada alat-alat penukar panas maka perlu diadakan pengolahan air sungai. Pengolahan dilakukan secara fisis dan kimia. Pertimbangan menggunakan air sungai sebagai sumber untuk mendapatkan air adalah sebagai berikut :

- Air sungai merupakan sumber air yang kontinuitasnya relatif tinggi, sehingga kendala kekurangan air dapat dihindari.
- Pengolahan air sungai relatif lebih mudah, sederhana dan biaya pengolahan relatif murah dibandingkan dengan proses pengolahan air laut yang lebih rumit dan biaya pengolahannya umumnya lebih besar.

Secara keseluruhan, kebutuhan air pada pabrik ini digunakan untuk keperluan:

- Air Pendingin

Pada umumnya air digunakan sebagai pendingin karena pertimbangan sebagai berikut :

- Air merupakan materi yang dapat diperoleh dalam jumlah besar.
- Mudah pengolahan dan pengaturannya.
- Dapat menyerap jumlah panas yang relatif tinggi persatuan volume.
- Tidak terdekomposisi.

- Air Sanitasi

Air sanitasi adalah air yang akan digunakan untuk keperluan sanitasi. Air ini antara lain untuk keperluan perumahan, perkantoran laboratorium, masjid. Air sanitasi harus memenuhi kualitas tertentu, yaitu:

- Syarat Fisika, meliputi :
 - a. Suhu : Dibawah suhu udara
 - b. Warna : Jernih
 - c. Rasa : Tidak berasa
 - d. Bau : Tidak berbau
- Syarat Kimia, meliputi :
 - a. Tidak mengandung zat organik dan anorganik yang terlarut dalam air.
 - b. Tidak beracun
 - c. Kadar klor bebas sekitar 0,7 ppm.
- Syarat Bakteriologis :

Tidak mengandung bakteri-bakteri, terutama bakteri patogen.
- Air Umpan Boiler (*Boiler Feed Water*)

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penanganan air umpan boiler adalah sebagai berikut :
- Zat-zat yang dapat menyebabkan korosi.

Korosi yang terjadi dalam boiler disebabkan air mengandung larutan-larutan asam, gas-gas terlarut seperti O₂, CO₂, H₂S dan NH₃. O₂ masuk karena aerasi maupun kontak dengan udara luar.
- Zat yang dapat menyebabkan kerak (*scale forming*).

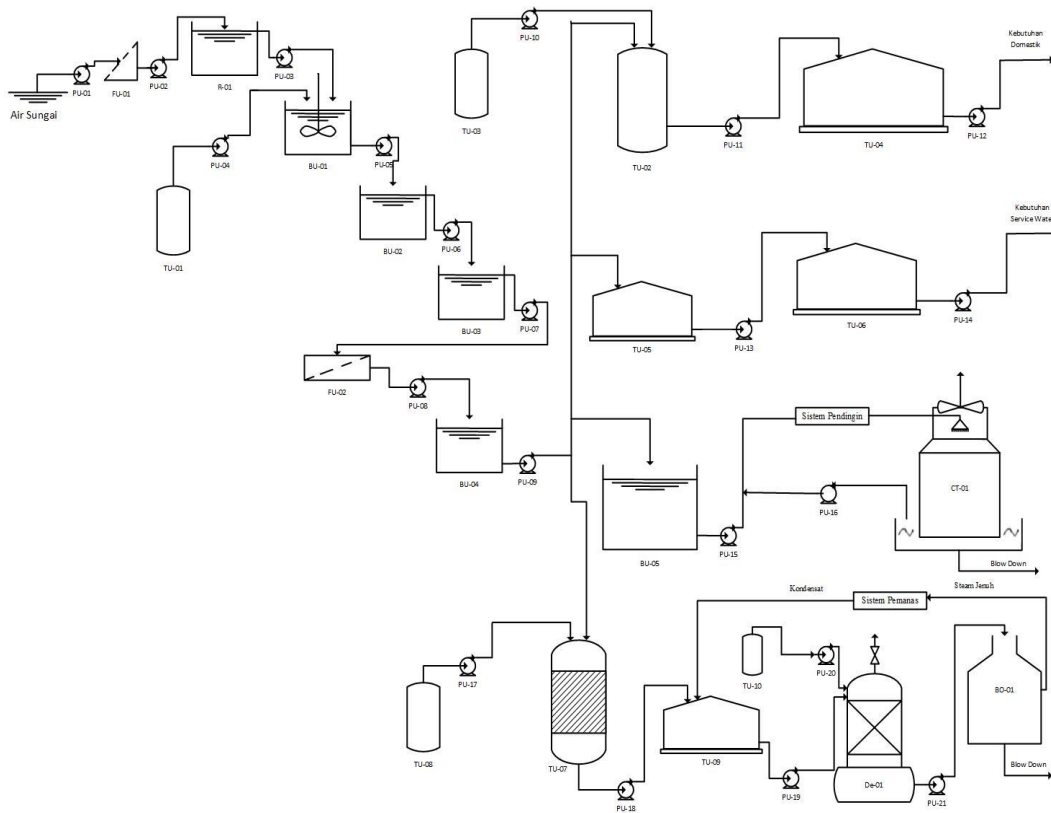
Pembentukan kerak disebabkan adanya kesadahan dan suhu tinggi, yang biasanya berupa garam-garam karbonat dan silika.

- Zat yang menyebabkan *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 pembusuan terutama terjadi pada alkalitas tinggi.

2. Unit Pengolahan Air

Pada perancangan suatu pabrik dibutuhkan sumber air terdekat yang nantinya akan memenuhi keberlangsungan suatu proses. Dan pada pabrik Gypsum ini sumber air didapatkan dari sungai terdekat di sekitar



Gambar 4.6 Diagram Alir Pengolahan Air Utilitas

daerah pabrik. Berikut diagram alir pengolahan air beserta penjelasan tahap-tahap proses pengolahan air yang dilakukan meliputi :

Keterangan :

1. PU : Pompa Utilitas
2. FU-01 : Screening
3. R-01 : Reservoir
4. BU-01 : Bak Penggumpal (Koagulasi dan Flokulasi)
5. TU-01 : Tangki Alum
6. BU-02 : Bak Pengendap I
7. BU-03 : Bak Pengendap II
8. FU-02 : Sand Filter
9. BU-04 : Bak Penampung Air Bersih
10. TU-02 : Tangki Klorinasi
11. TU-03 : Tangki Kaporit
12. TU-04 : Tangki Air Kebutuhan Domestik
13. TU-05 : Tangki *Service Water*
14. TU-06 : Tangki Air Bertekanan
15. BU-05 : Bak *Cooling Water*
16. CT-01 : *Cooling Tower*
17. TU-07 : *Mixed-Bed*
18. TU-08 : Tangki NaCl
19. TU-09 : Tangki Air Demin
20. TU-10 : Tangki N₂H₄

21. De-01 : Deaerator

22. BO-01 : Boiler

a. Penghisapan

Air yang diambil dari sungai perlu adanya pemompaan yang selanjutnya air tersebut dialirkan menuju alat penyaringan (*screen*) untuk proses penyaringan untuk menghilangkan partikel kotoran yang berukuran cukup besar. Setelah tahap *screening* air akan diolah di dalam reservoir.

b. Penyaringan (*Screening*)

Sebelum air dari sungai akan digunakan sebagai air bersih, maka pada proses ini air disaring untuk memisahkan kotoran-kotoran yang berukuran besar, misalnya: daun, ranting, dan sampah-sampah lainnya. Pada tahap *screening* partikel yang berukuran padat dan besar akan tersaring secara langsung tanpa menggunakan bahan kimia. Sementara untuk partikel yang kecil masih akan terbawa bersama air yang kemudian akan diolah ke tahap pengolahan air berikutnya. Tujuan penyaringan yaitu untuk memisahkan kotoran yang besar agar tidak terikut ke pengolahan selanjutnya, sehingga pada sisi isap pompa perlu dipasang saringan (*screen*) dan ditambah fasilitas pembilas agar meminimalisir alat *screen* menjadi kotor.

c. Penampungan (*Reservoir*)

Mengendapkan kotoran dan lumpur yang terbawa dari air sungai dengan proses sedimentasi. Kotoran kasar yang terdapat dalam air akan mengalami pengendapan yang terjadi karena gravitasi.

d. Koagulasi

Koagulasi merupakan proses penggumpalan akibat penambahan zat kimia atau bahan koagulan ke dalam air. Koagulan yang digunakan adalah tawas atau Aluminium Sulfat ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$), yang merupakan garam yang berasal dari basa lemah dan asam kuat, sehingga dalam air yang mempunyai suasana basa akan mudah terhidrolisa. Untuk memperoleh sifat alkalis agar proses flokulasi dapat berjalan efektif, sering ditambahkan kapur ke dalam air. Selain itu kapur juga berfungsi untuk mengurangi atau menghilangkan kesadahan karbonat dalam air untuk membuat suasana basa sehingga mempermudah penggumpalan. Sedangkan pada proses Flokulasi bertujuan untuk mengendapkan kotoran yang berupa dispersi koloid dalam air dengan menambahkan koagulan, untuk menggumpalkan kotoran.

e. Bak Pengendap 1 dan Bak Pengendap 2

Tujuan dari adanya bak pengendap 1 dan 2 ini adalah mengendapkan endapan yang berbentuk flok yang terbawa dari air sungai dengan proses flokulasi (menghilangkan flokulasi). Endapan serta flok yang berasal dari

proses koagulasi akan diendapkan pada bak pengendap 1 dan bak pengendap 2.

f. Penyaringan (*Sand Filter*)

Pada tahap ini terjadi proses filtrasi dimana air yang keluar dari bak pengendap 2 masih terdapat kandungan padatan tersuspensi, sehingga harus di proses ke alat filter untuk difiltrasi.

Unit ini berfungsi untuk menghilangkan mineral-mineral yang terkandung di dalam air, seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , dan lain-lain dengan menggunakan resin. Air yang diperoleh adalah air bebas mineral yang akan diproses lebih lanjut menjadi air umpan ketel (*Boiler Feed Water*).

g. Bak Penampung Air Bersih

Air yang sudah melalui tahap filtrasi sudah bias disebut dengan air bersih. Kemudian air keluaran proses filtrasi akan ditampung dalam bak penampungan air bersih. Dalam hal ini air bersih yang ditampung langsung dapat digunakan sebagai air layanan umum (*service water*) serta untuk air pendingin. Kegunaan air bersih ini juga dapat digunakan untuk *domestic water* dan *boiler feed water* ,namun air harus di desinfektanisasi terlebih dahulu menggunakan resin untuk menghilangkan mineral-mineral yang terkandung dalam air seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ dimana tujuan penghilangan mineral-mineral tersebut untuk menghasilkan air demin yang melalui proses demineralisasi.

h. Demineralisasi

Pada proses demineralisasi bertujuan untuk menyiapkan air yang digunakan untuk *boiler feed water* dan air ini harus murni serta bebas dari kadar mineral-mineral yang terlarut didalamnya. Proses demineralisasi ini dapat dilakukan dengan alat yang terdiri dari penukaran anion (*anion exchanger*) dan kation (*cation exchanger*).

Demineralisasi diperlukan karena air umpan boiler memerlukan syarat-syarat :

- Tidak menimbulkan kerak pada kondisi *steam* yang dikehendaki maupun pada *tube heat exchanger*. Jika steam digunakan sebagai pemanas yang biasanya berupa garam-garam karbonat dan silica, hal ini akan mengakibatkan turunnya efisiensi operasi, bahkan bisa mengakibatkan boiler tidak beroperasi sama sekali.
- Bebas dari gas-gas yang dapat menimbulkan korosi terutama gas O₂, CO₂, H₂S dan NH₃.
- Bebas dari zat yang menyebabkan *foaming*

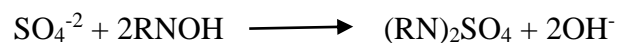
Air yang diambil dari proses pemanasan biasanya menyebabkan foaming pada boiler karena adanya zat-zat organik, anorganik dan zat-zat yang tidak larut dalam jumlah besar. Efek pembusaan terjadi akibat adanya alkalinitas yang tinggi.

Pengolahan air di unit demineralisasi , yaitu :

Proses *Cation Exchanger* dan *Anion Exchanger* berlangsung pada Resin *Mixed-Bed*. Resin *Mixed-Bed* adalah kolom resin campuran antara resin kation dan resin anion. Air yang mengandung kation dan anion bila dilewatkan ke Resin *Mixed-Bed* tersebut, kation akan terambil oleh resin kation dan anion akan terambil oleh resin anion. Saat resin kation dan anion telah jenuh oleh ion-ion, resin penukar kation dan anion akan diregenerasi kembali.

- Anion (*Anion Exchanger*)

Anion Exchanger memiliki fungsi untuk mengikat ion-ion negatif yang larut dalam air dengan resin yang memiliki sifat basa, yang memiliki formula $RNOH_3$. Sehingga anion-anion seperti CO_3^{2-} , Cl^- , dan SO_4^{2-} akan membantu garam resin tersebut. Sebelum di regenerasi anion yang terbentuk di dalam reaksi adalah sebagai berikut :

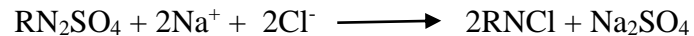


Ion SO_4^{2-} dapat menggantikan ion OH^- yang ada dalam resin karena selektivitas SO_4^{2-} lebih besar dari selektivitas OH^- . Urutan selektivitas anion adalah sebagai berikut:



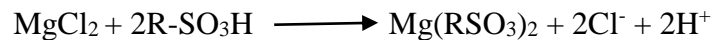
Saat resin anion telah jenuh, maka resin penukar anion akan diregenerasi kembali. Larutan regenerasi yang digunakan adalah NaCl.

Reaksi Regenerasi :

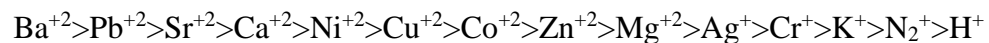


- Kation (*Cation Exchanger*)

Cation Exchanger merupakan resin penukar kation-kation. Untuk *cation exchanger* berupa resin padat yang sering ada dipasaran yaitu kation dengan formula RSO_3H dan $(\text{RSO}_3)\text{Na}$, dimana pengganti kation-kation yang dikandung dalam air akan diganti dengan ion H^+ atau Na^+ . karena disini kita menggunakan ion H^+ sehingga air akan keluar dari *Cation Exchanger* adalah air yang mengandung anion dan ion H^+ . Reaksi penukar kation :

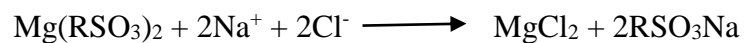


Ion Mg^{+2} dapat menggantikan ion H^+ yang ada dalam resin karena selektivitas Mg^{+2} lebih besar dari selektivitas H^+ . Urutan selektivitas kation adalah sebagai berikut :



Saat resin kation telah jenuh, maka resin penukar kation akan diregenerasi kembali. Larutan peregenerasi yang digunakan adalah NaCl .

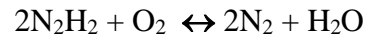
Reaksi Regenerasi :



i. Deaerator

Unit Deaerator ini bertujuan untuk menghilangkan gas CO₂ dan O₂ yang terikat dalam feed water. Air yang sudah mengalami demineralisasi biasanya masih ada kandungan gas-gas terlarut terutama CO₂ dan O₂. Gas-gas tersebut harus dihilangkan dari air karena dapat menimbulkan korosi. Gas-gas tersebut dihilangkan dalam suatu deaerator. Dalam unit deaerator diinjeksikan zat-zat kimia sebagai berikut :

- Hidrazin yang berfungsi mengikat oksigen berdasarkan reaksi berikut:



Berdasarkan reaksi tersebut maka hidrazin berfungsi untuk menghilangkan sisa-sisa gas yang terlarut terutama O₂ sehingga tidak terjadinya korosi.

Unit Deaerator memiliki fungsi untuk memanaskan air yang keluar dari proses pertukaran ion yang terjadi di alat penukar ion (*ion exchanger*) dan sisa kondensat yang belum dikirim sebagai umpan ketel, pada unit deaerator air dipanaskan hingga suhu mencapai 90°C agar gas-gas yang terlarut dalam air yaitu O₂ dan CO₂ dapat dihilangkan. Hal ini disebabkan gas-gas tersebut dapat menimbulkan suatu reaksi kimia yang dapat menyebabkan terjadinya bintik-bintik yang semakin menebal dan pada akhirnya akan menutupi permukaan pipa-pipa, hal itulah penyebab terjadinya korosi pada pipa-pipa ketel. Dalam hal ini perlu

adanya pemanasan yaitu pemanasan dilakukan dengan menggunakan koil pemanas yang ada di dalam deaerator.

3. Kebutuhan Air

a. Kebutuhan Air Pembangkit *Steam*/Pemanas

Tabel 4.15 Kebutuhan Air Pembangkit *Steam*/Pemanas

Nama Alat	Kode	Jumlah (kg/jam)
Heater	HE-01	4.536,1542
Heater	HE-02	6.582,4822
Total		11.118,6364

Direncanakan *steam* yang digunakan adalah saturated steam dengan kondisi :

$$P = 74 \text{ psia} = 5 \text{ atm}$$

$$T = 153 \text{ }^{\circ}\text{C} = 426 \text{ K}$$

$$\text{Faktor keamanan} = 20 \%$$

Perancangan dibuat over design sebesar 20%

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan steam} &= 20\% \times 11.118,6364 \text{ kg/jam} \\ &= 13.342 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Blowdown} &= 15\% \times \text{kebutuhan steam} \\ &= 15\% \times 13.342 \text{ kg/jam} \\ &= 2.001 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Steam Trap} &= 5\% \times \text{kebutuhan steam} \\
 &= 5\% \times 13.342 \text{ kg/jam} \\
 &= 667 \text{ kg/jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan air make up untuk steam} &= \text{Blowdown} + \text{Steam Trap} \\
 &= 2.001 \text{ kg/jam} + 667 \text{ kg/jam} \\
 &= 2.668 \text{ kg/jam}
 \end{aligned}$$

b. Air Pendingin

Tabel 4.16 Kebutuhan Air Proses Pendingin

Nama Alat	Kode	Jumlah (kg/jam)
Reaktor	R-01	912.626,10
Cooler	CL-01	18.724,48
Total		931.350,57

Perancangan dibuat *over design* sebesar 20%, maka kebutuhan air pendingin menjadi :

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan air pendingin} &= 20\% \times 931.350,57 \text{ kg/jam} \\
 &= 1.117.621 \text{ kg/jam}
 \end{aligned}$$

- Jumlah air yang menguap (W_e)

$$= 0,00085 \times W_c \times (T_{in} - T_{out}) \quad (\text{Perry, Pers. 12-14c})$$

$$= 0,00085 \times 1.117.621 \times 10$$

$$= 9.500 \text{ kg/jam}$$

- *Drift Loss (Wd)*

$$= 0,0002 \times Wc \quad (\text{Perry, Pers. 12-14c})$$

$$= 0,0002 \times 1.117.621$$

$$= 224 \text{ kg/jam}$$

- *Blowdown (Wb)* (cycle yang dipilih 4 kali)

$$= \frac{We - (\text{cycle} - 1)Wd}{\text{cycle} - 1} \quad (\text{Perry, Pers. 12-14e})$$

$$= \frac{9.500 - (4 - 1)224}{4 - 1}$$

$$= 9.276 \text{ kg/jam}$$

Sehingga jumlah makeup air adalah :

$$- We = 9.500 \text{ kg/jam}$$

$$- Wd = 224 \text{ kg/jam}$$

$$- Wb = 9.276 \text{ kg/jam}$$

Kebutuhan *Make Up Water (Wm)*

$$Wm = We + Wd + Wb$$

$$Wm = 9.500 \text{ kg/jam} + 224 \text{ kg/jam} + 9.276 \text{ kg/jam}$$

$$W_m = 19.000 \text{ kg/jam}$$

c. Kebutuhan Air Domestik

Kebutuhan air domestik terdiri dari kebutuhan air untuk tempat tinggal area mess dan kebutuhan air karyawan.

- Kebutuhan Air karyawan

Menurut standar WHO, kebutuhan air untuk 1 orang adalah 100-120 liter/hari

$$\begin{aligned} \text{Diambil kebutuhan air tiap orang} &= 120 \text{ liter/hari} \\ &= 5 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah karyawan} = 180 \text{ orang}$$

$$\text{Kebutuhan air untuk semua karyawan} = 921 \text{ kg/jam}$$

- Kebutuhan Air area mess

$$\text{Jumlah mess} = 35 \text{ rumah}$$

$$\text{Penghuni mess} = 70 \text{ orang}$$

$$\text{Kebutuhan air untuk mess} = 12.250 \text{ kg/jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Total kebutuhan air domestik} &= (921 + 12.250) \text{ kg/jam} \\ &= 13.171 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

- Kebutuhan *Service Water*

Kebutuhan air *service water* diperkirakan sekitar 700 kg/jam .
perkiraan kebutuhan air ini nantinya akan digunakan untuk layanan umum

yang meliputi laboratorium, masjid, pemadam kebakaran, kantin, bengkel dan lain-lain.

4.7.2 Unit Pembangkit Steam (Steam Generation System)

Unit ini bertujuan untuk mencukupi kebutuhan *steam* pada proses produksi, yang dengan menyediakan ketel uap (*boiler*) dengan spesifikasi :

Kapasitas : 13.342 kg/jam

Jenis : *Water Tube Boiler*

Jumlah : 1 buah

Boiler tersebut dilengkapi dengan sebuah unit *economizer safety valve* sistem dan pengaman yang bekerja secara otomatis.

Air dari *water treatment plant* yang akan digunakan sebagai umpan *boiler* terlebih dahulu diatur kadar silika, O₂, Ca dan Mg yang mungkin masih terikut dengan jalan menambahkan bahan-bahan kimia ke dalam *boiler feed water tank*. Selain itu juga perlu diatur pHnya yaitu sekitar 10,5-11,5 karena pada pH yang terlalu tinggi korosivitasnya tinggi.

Sebelum masuk ke *boiler*, umpan dimasukkan dahulu ke dalam *economizer*, yaitu alat penukar panas yang memanfaatkan panas dari gas sisa pembakaran minyak residu yang keluar dari *boiler*. Di dalam alat ini air dinaikkan temperaturnya hingga 153°C, kemudian diumpankan ke *boiler*.

Di dalam *boiler*, api yang keluar dari alat pembakaran (*burner*) bertugas untuk memanaskan lorong api dan pipa-pipa api. Gas sisa pembakaran ini masuk ke *economizer* sebelum dibuang melalui cerobong asap, sehingga air di dalam *boiler* menyerap panas dari dinding-dinding dan pipa-pipa api maka air menjadi mendidih. Uap air yang terbentuk terkumpul sampai mencapai tekanan 10 bar, baru kemudian dialirkan ke steam *header* untuk didistribusikan ke area-area proses.

4.7.3 Unit pembangkit Listrik (*Power Plant System*)

Pabrik Kalsium Sulfat Dihidrat (Gypsum) kebutuhan listriknya diperoleh dari PLN dan generator diesel. Dimana fungsi generator diesel yaitu sebagai tenaga cadangan saat terjadinya gangguan atau pemadaman listrik oleh PLN. Berikut spesifikasi generator diese yang digunakan yaitu :

Kapasitas = 2.000 kW

Jumlah = 1 buah

Berikut rincian untuk kebutuhan listrik pabrik :

a) Kebutuhan Listrik untuk alat proses

Tabel 4.17 Kebutuhan Listrik Proses

Alat	Kode Alat	Daya	
		Hp	Watt
Mixer	M-01	9,3731	6989,5121
Reaktor	R-01	6,1554	4590,0575
Rotary Drum Vacum Filter	F-01	0,0028	2,0782
Rotary Dryer	RD-01	5,5000	4101,3500
Crusher	CR-01	15,0000	11185,5000
Belt Conveyor	BC-01	17,6733	13179,0022
Bucket Elevator	BE-01	2,7446	2046,6552
Bucket Elevator	BE-02	2,4837	1852,0925
Bucket Elevator	BE-03	2,4837	1852,0925
Bucket Elevator	BE-04	2,4837	1852,0925
Screw Conveyor	SC-01	5,4033	4029,2071
Screw Conveyor	SC-02	5,4033	4029,2071
Screw Conveyor	SC-03	54,7667	40839,5412
Screw Conveyor	SC-04	21,2285	15830,1293
Boiler	BL-01	238,9111	178156,0277
Pompa-01	P-01	12,8012	9545,8274
Pompa-02	P-02	1,1804	880,2481
Pompa-03	P-03	10,1742	7586,8937
Pompa-04	P-04	13,3180	9931,2180
Pompa-05	P-05	4,2102	3139,5798
Total		431,2972	321.618,3123

Power yang dibutuhkan = 321.618,3123 Watt

= 321,6183 kW

b) Kebutuhan Listrik untuk utilitas

Tabel 4.18 Kebutuhan Listrik Utilitas

Alat	Kode Alat	Daya	
		Hp	Watt
Bak Penggumpal (Koagulasi dan Flokulasi)	BU-01	2,0000	1.491,4000
Blower Cooling Tower	BL-01	100,0000	74.570,0000
Pompa-01	PU-01	135,9756	101.396,9899
Pompa-02	PU-02	129,6531	96.682,3296
Pompa-03	PU-03	123,4311	92.042,5946
Pompa-04	PU-04	6,7179	5.009,5435
Pompa-05	PU-05	122,1844	91.112,8814
Pompa-06	PU-06	123,3611	91.990,3685
Pompa-07	PU-07	42,0140	31.329,8362
Pompa-08	PU-08	71,1666	53.068,9680
Pompa-09	PU-09	39,3647	29.354,2418
Pompa-10	PU-10	0,0200	14,9140
Pompa-11	PU-11	1,6461	1.227,4702
Pompa-12	PU-12	1,6456	1.227,0899
Pompa-13	PU-13	0,7238	539,7245
Pompa-14	PU-14	0,6758	503,9729
Pompa-15	PU-15	27,1319	20.232,2503
Pompa-16	PU-16	25,6096	19.097,1158
Pompa-17	PU-17	0,0300	22,3710
Pompa-18	PU-18	2,8725	2.142,0224
Pompa-19	PU-19	1,1130	829,9891
Pompa-20	PU-20	0,0000	0,0000
Pompa-21	PU-21	2,0890	1.557,7817
Pompa-22	PU-22	1,1846	883,3316
Total		960,6104	716.327,1870

$$\begin{aligned} \text{Power yang dibutuhkan} &= 716.327,1870 \text{ Watt} \\ &= 716,3272 \text{ kW} \end{aligned}$$

c) Kebutuhan listrik untuk penerangan dan AC

- Listrik yang digunakan untuk AC diperkirakan sekitar 15 kW
- Listrik yang digunakan untuk penerangan sekitar 100kW

d) Kebutuhan Listrik untuk bengkel dan laboratorium

- Listrik untuk bengkel dan laboratorium sekitar 40kW

e) Kebutuhan Listrik untuk instrumentasi

- Listrik untuk instrumentasi sekitar 10 kW

Berikut rincian kebutuhan listrik pada pabrik Gypsum :

Tabel 4.19 Rincian Kebutuhan Listrik

No	Keperluan	Kebutuhan (kW)
1	Kebutuhan Plant	
	Proses	321,6183
	Utilitas	716,3272
2	Listrik Ac	15
	Listrik Penerangan	100
3	Laboratorium dan Bengkel	40
4	Instrumentasi	10
Total		1.202,9455

Total kebutuhan listrik untuk keseluruhan proses adalah 1.202,9455

kW. Dengan faktor daya sebesar 80% maka kebutuhan listrik total sebesar

1.503,6819 kW. Kebutuhan listrik dipenuhi dari PLN dan generator sebagai cadangannya.

4.7.4 Unit Penyediaan Udara Tekan

Udara tekan diperlukan untuk pemakaian alat *pneumatic control*. Total kebutuhan udara tekan diperkirakan 46,728 m³/jam.

4.7.5 Unit Penyediaan Bahan Bakar

Unit penyediaan bahan bakar mempunyai fungsi untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar pada boiler dan *generator*. Jenis bahan bakar yang digunakan untuk generator yaitu solar sebanyak 196,6509 kg/jam. Sedangkan untuk bahan bakar *fuel oil* yang digunakan pada boiler sebanyak 765,2907 kg/jam. Bahan bakar tersebut diperoleh dari PT. Pertamina, Cilacap.

4.7.6 Unit Pengolahan Limbah

Limbah yang diperoleh dari pabrik Kalsium Sulfat Dihidrat dikalsifikasikan adalah cair dan gas.

Limbah cair berasal dari :

a. Limbah Sanitasi

Limbah sanitasi pembuangan air yang sudah terpakai untuk keperluan kantor dan pabrik lainnya seperti pencucian, air masak dan lain-

lain. Penanganan limbah ini tidak memerlukan penanganan khusus karena seperti limbah rumah tangga lainnya, air buangan ini tidak mengandung bahan-bahan kimia yang berbahaya. Yang perlu diperhatikan disini adalah volume buangan yang diijinkan dan kemana pembuangan air limbah ini.

b. Air Limbah Laboratorium dan Limbah Cair dari Proses

Secara umum air limbah yang berasal dari setiap kegiatan di pabrik Kalsium Sulfat Dihidrat ini harus diolah agar dapat dibuang ke lingkungan dengan kisaran parameter air yang sesuai dengan peraturan pemerintah, yaitu :

- COD : maks. 100 mg/l

- BOD : maks. 20 mg/l

- TSS : maks. 80 mg/l

- Oil : maks. 5 mg/l

- pH : 6,5 – 8,5

c. Limbah hasil proses

Limbah yang dihasilkan dari proses pembuatan gipsum ini terdapat limbah berupa gas dan cair. Untuk Limbah gas berupa CO_2 dan Limbah cair berupa H_2O serta H_2SO_4 yang ikut terbawa oleh udara panas sehingga menjadi uap air. Dimana limbah tersebut yang berupa uap air dan gas-gas yang tidak diperlukan dalam proses. Uap air yang dihasilkan dari reaktor

dan *dryer* bukan merupakan gas yang berbahaya. Dalam proses penguapan, bahan seperti karbon dioksida dibutuhkan pengawasan yang ketat agar gas terkondensasi secara sempurna. Kondensasi yang sempurna bertujuan agar gas-gas yang akan diuapkan berubah fasa menjadi cair.

4.8 Organisasi Perusahaan

4.8.1 Bentuk Perusahaan

Bentuk Perusahaan yang direncanakan pada perancangan pabrik Kalsium Sulfat Dihidrat ini adalah Perseroan Terbatas (PT). Perseroan terbatas merupakan bentuk perusahaan yang mendapatkan modalnya dari penjualan saham dimana tiap sekutu turut mengambil bagian sebanyak satu saham atau lebih. Saham adalah surat berharga yang dikeluarkan oleh perusahaan atau PT tersebut dan orang yang memiliki saham berarti telah menyetorkan modal ke perusahaan, yang berarti pula ikut memiliki perusahaan. Dalam perseroan terbatas pemegang saham hanya bertanggung jawab menyetor penuh jumlah yang disebutkan dalam tiap-tiap saham.

Bentuk perusahaan-perusahaan besar, rata-rata menggunakan bentuk Perseroan Terbatas (PT/korporasi). Dan bentuk PT ini adalah asosiasi pemegang saham yang diciptakan berdasarkan hukum dan dianggap sebagai badan hukum.

Bentuk Perusahaan PT dipilih berdasarkan beberapa factor yang mendukung antara lain :

1. Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin, dikarenakan jika pemegang saham berhenti dari jabatannya maka tidak ada pengaruhnya terhadap direksi, staf maupun karyawan yang bekerja di dalam perusahaan.
2. Penjualan saham perusahaan merupakan cara yang tepat untuk mendapatkan modal.
3. Tanggung jawab pemegang saham terbatas, sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pimpinan perusahaan
4. Para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai dewan komisaris dan direktur perusahaan yang ditinjau dari berbagai pengalaman, sikap dan caranya mengatur waktu.

4.8.2 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. Direktur Utama
- c. Direktur
- d. Staff Ahli
- 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.

Untuk mendapatkan suatu sistem organisasi yang terbaik maka perlu diperhatikan beberapa azas yang dapat dijadikan pedoman, antara lain:

1. Perumusan tujuan perusahaan dengan jelas
2. Pendelegasian wewenang.
3. Pembagian tugas kerja yang jelas.
4. Kesatuan perintah dan tanggungjawab.
5. Sistem pengontrol atas pekerjaan yang telah dilaksanakan
6. Organisasi perusahaan yang fleksibel.

Dengan berpedoman terhadap azas - azas tersebut, maka diperoleh bentuk struktur organisasi yang baik, yaitu : sistem *line* dan staf. Pada sistem ini, garis kekuasaan sederhana dan praktis. Demikian pula kebaikan dalam pembagian tugas kerja seperti yang terdapat dalam sistem organisasi fungsional, sehingga seorang karyawan hanya bertanggung jawab pada seorang atasan saja. Sedangkan untuk mencapai kelancaran produksi maka perlu dibentuk staf ahli yang terdiri atas orang-orang yang ahli dalam bidangnya. Staf ahli akan memberi bantuan pemikiran dan nasehat pada tingkat pengawas demi tercapainya tujuan perusahaan.

Ada dua kelompok orang-orang yang berpengaruh dalam menjalankan organisasi garis dan staf ini, yaitu:

1. Sebagai garis atau *line* yaitu orang-orang yang menjalankan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan.
2. Sebagai staf yaitu orang - orang yang melakukan tugasnya dengan keahlian yang dimilikinya, dalam hal ini berfungsi untuk memberikan saran-saran kepada unit operasional.

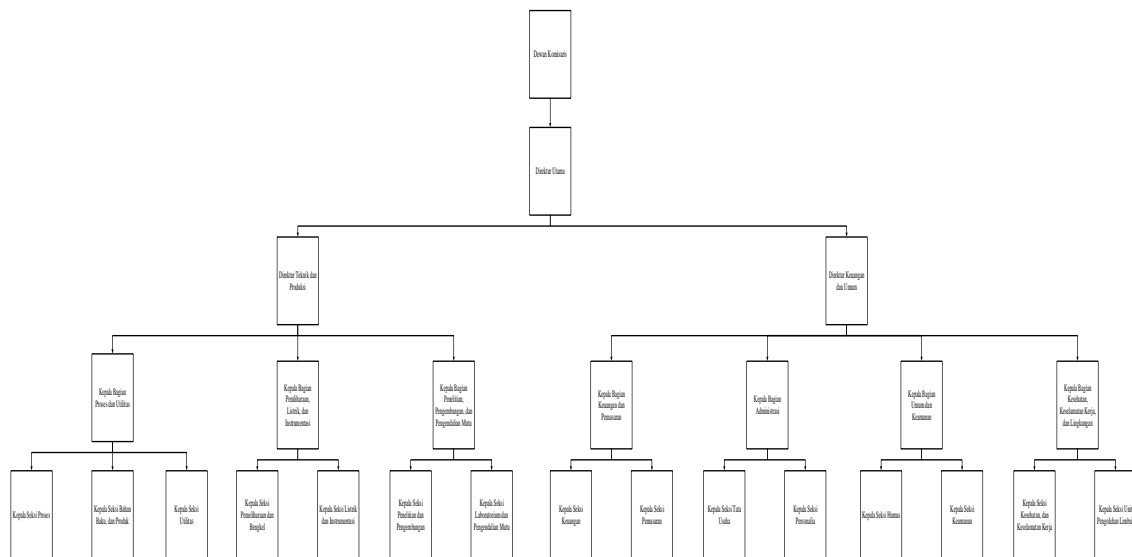
Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan, dalam pelaksanaan tugas sehari - harinya diwakili oleh seorang Dewan Komisaris, sedangkan tugas menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh seorang Direktur Utama yang dibantu oleh Direktur Teknik dan Produksi serta Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum. Dimana Direktur Teknik dan Produksi membawahi bidang produksi, pengendalian, utilitas dan pemeliharaan. Sedangkan Direktur Administrasi,

Keuangan dan Umum membawahi bidang pembelian dan pemasaran, administrasi, keuangan dan umum, serta penelitian dan pengembangan. Direktur ini membawahi beberapa kepala bagian yang bertanggung jawab atas bawahannya sebagai bagian dari pendelegasian wewenang dan tanggung jawab.

Masing-masing kepala bagian akan membawahi beberapa seksi yang dikepalai oleh kepala seksi dan masing-masing seksi akan membawahi dan mengawasi para karyawan perusahaan pada masing-masing bidangnya. Karyawan perusahaan akan dibagi dalam beberapa kelompok regu yang dipimpin oleh masing-masing kepala regu, dimana kepala regu akan bertanggung jawab kepada pengawas pada masing masing seksi. Sedangkan untuk mencapai kelancaran produksi maka perlu dibentuk staf ahli yang terdiri dari orang-orang yang ahli di bidangnya. Staf ahli akan memberikan bantuan pemikiran dan nasehat kepada tingkat pengawas, demi tercapainya tujuan perusahaan. Manfaat adanya struktur organisasi tersebut adalah sebagaimberikut:

1. Menjelaskan mengenai pembatasan tugas,tanggungjawab dan wewenang.
2. Sebagai bahan orientasi untuk pejabat.
3. Penempatan pegawai yang lebih tepat.
4. Penyusunan program pengembangan manajemen.
5. Mengatur kembali langkah kerja dan prosedur kerja yang berlaku bila terbukti kurang lancar.

Berikut gambar struktur organisasi pabrik Gypsum (Kalsium Sulfat Dihidrat) kapasitas 500.000 ton/tahun. Beserta



Gambar 4.7 Struktur Organisasi Pabrik

Berdasarkan gambar struktur tersebut telah dijelaskan sebelumnya urutan tugas dari masing-masing pekerja yang terikat didalam perusahaan dari jabatan yang teratas sampai yang terbawah.

4.8.3 Tugas dan Wewenang

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 para pemegang saham:

- a) Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris
- b) Mengangkat dan memberhentikan direktur
- c) Mengesahkan hasil-hasil usaha serta neraca perhitungan untung rugi tahunan dari perusahaan

2) Dewan Komisaris

Dewan komisaris merupakan pelaksana dari para pemilik saham, sehingga dewan komisaris akan bertanggung jawab terhadap pemilik saham. Tugas-tugas Dewan Komisaris meliputi:

- a) Menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijaksanaan umum, target laba perusahaan, alokasi sumber-sumber dana dan pengarahannya.
- b) Mengawasi tugas-tugas direktur utama.
- c) Membantu direktur utama dalam hal-hal penting.

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 membawahi :

a. Direktur Teknik dan Produksi

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

b. Direktur Keuangan dan Umum

Tugas dari Direktur Keuangan dan Umum adalah bertanggung jawab terhadap masalah-masalah yang berhubungan dengan administrasi, personalia, keuangan, pemasaran, humas, keamanan, dan keselamatan kerja.

c. Staf Ahli

Staf ahli terdiri dari tenaga-tenaga ahli yang bertugas membantu direktur dalam menjalankan tugasnya baik yang berhubungan dengan teknik maupun administrasi. Staf ahli bertanggung jawab kepada Direktur Utama sesuai dengan bidang keahliannya masing-masing. Tugas dan wewenang staf ahli meliputi:

- Memberikan nasehat dan saran dalam perencanaan pengembangan perusahaan.
- Mengadakan evaluasi bidang teknik dan ekonomi perusahaan.
- Memberikan saran-saran dalam bidang hukum.

d. Kepala Bagian

Secara umum tugas Kepala Bagian adalah mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis-garis yang diberikan oleh pimpinan perusahaan. Kepala bagian dapat juga bertindak sebagai staff direktur. Kepala bagian ini bertanggung jawab kepada direktur masing-masing.

Kepala bagian terdiri dari:

➔ **Kepala Bagian Proses dan Utilitas**

Tugas : Mengkoordinasikan kegiatan pabrik dalam bidang proses dan penyediaan bahan baku dan utilitas.

➔ **Kepala Bagian Pemeliharaan, Listrik, dan Instrumentasi**

Tugas : Bertanggung jawab terhadap kegiatan pemeliharaan dan fasilitas penunjang kegiatan produksi.

➔ **Kepala Bagian Penelitian, Pengembangan dan Pengendalian Mutu**

Tugas : Mengkoordinasikan kegiatan yang berhubungan dengan penelitian, pengembangan perusahaan, dan pengawasan mutu.

→ Kepala Bagian Produksi

Tugas : Mengawasi terkait pemakaian bahan baku, pemakaian packing material dengan tujuan meminimalkan pemborosan dan kegagalan proses, menjaga dan mengawasi agar mutu bahan baku dalam proses dan mutu produk yang dihasilkan sesuai dengan standar yang telah ditetapkan serta mengawasi pembuatan laporan produksi terkait laporan absensi, pemakaian bahan baku, hasil produksi dan jam berhenti (*stoppage*) tiap-tiap mesin.

→ Kepala Bagian Teknik

Tugas : Bertanggung jawab atas penyediaan mesin untuk keberlangsungan proses terkait peralatan dan kebutuhan listrik untuk kelancaran produksi. Melakukan pengecekan terkait perawatan mesin proses.

→ Kepala Bagian Keuangan dan Pemasaran

Tugas : Mengkoordinasikan kegiatan pemasaran, pengadaan barang, serta pembukuan keuangan.

→ Kepala Bagian Administrasi

Tugas : Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan dengan tata usaha, personalia dan rumah tangga perusahaan.

→ Kepala Bagian Humas dan Keamanan

Tugas : Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan antara perusahaan dan masyarakat serta menjaga keamanan

perusahaan.

➔ **Kepala Bagian Kesehatan Keselamatan Kerja dan Lingkungan**

Tugas : Bertanggung jawab terhadap keamanan pabrik dan kesehatan dan keselamatan kerja karyawan.

e. Kepala Seksi

Kepala seksi adalah pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan rencana yang telah diatur oleh para Kepala Bagian masing-masing. Setiap kepala seksi bertanggung jawab terhadap kepala bagian masing-masing sesuai dengan seksinya.

a) Kepala Seksi Bahan Baku dan Produk

Tugas : Bertanggung jawab terhadap penyediaan bahan baku dan menjaga kemurnian bahan baku, serta mengontrol produk yang dihasilkan.

b) Kepala Seksi Proses

Tugas : Memimpin langsung serta memantau kelancaran proses produksi.

c) Kepala Seksi Utilitas

Tugas : Bertanggung jawab terhadap penyediaan air, steam, bahan bakar, dan udara tekan baik untuk proses maupun instrumentasi.

d) Kepala Seksi Pemeliharaan dan Bengkel

Tugas : Bertanggung jawab atas kegiatan perawatan dan penggantian alat- alat serta fasilitas pendukungnya.

e) Kepala Seksi Listrik dan Instrumentasi

Tugas : Bertanggung jawab terhadap penyediaan listrik serta kelancaran alat- alat instrumentasi.

f) Kepala Seksi Laboratorium dan pengendalian mutu

Tugas : Menyelenggarakan pengendalian mutu untuk bahan baku, bahan pembantu, produk dan limbah.

g) Kepala Seksi Keuangan

Tugas : Bertanggung jawab terhadap pembukuan serta hal-hal yang berkaitan dengan keuangan perusahaan.

h) Kepala Seksi Pemasaran

Tugas : Mengkoordinasikan kegiatan pemasaran produk dan pengadaan bahan baku pabrik.

i) Kepala Seksi Personalia

Tugas : Mengkoordinasikan kegiatan yang berhubungan dengan kepegawaian.

j) Kepala Seksi Humas

Tugas : Menyelenggarakan kegiatan yang berkaitan dengan relasi perusahaan, pemerintah, dan masyarakat.

k) Kepala Seksi Keamanan

Tugas : Menyelenggarakan kegiatan yang berkaitan dengan mengawasi langsung masalah keamanan perusahaan.

l) Kepala Seksi Kesehatan dan Keselamatan Kerja

Tugas : Mengurus masalah kesehatan karyawan dan keluarga, serta menangani masalah keselamatan kerja di perusahaan.

4.8.4 Status Karyawan

Sistem upah karyawan dibuat berbeda-beda tergantung pada status karyawan, kedudukan, tanggung jawab dan keahlian. Menurut status karyawan ini dapat dibagi menjadi 3 golongan, sebagai berikut:

1) Karyawan Tetap

Karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan Surat Keputusan (SK) Direksi dan mendapat gaji bulanan sesuai dengan kedudukan, keahlian dan masa kerja.

2) Karyawan Harian

Karyawan yang diangkat dan diberhentikan tanpa Surat Keputusan Direksi dan mendapat upah harian yang dibayar tiap akhir pekan.

3) Karyawan Borongan

Karyawan yang digunakan oleh pabrik/perusahaan bila diperlukan saja. Karyawan ini menerima upah borongan untuk suatu pekerjaan.

4.8.5 Pembagian Jam Kerja Karyawan

Pabrik Gypsum dari Asam Sulfat dan Batuan Kapur akan beroperasi 330 hari selama satu tahun dalam 24 jam per hari. Sisa hari yang bukan merupakan hari libur digunakan untuk perbaikan, perawatan atau *shut down*. Pembagian jam kerja karyawan digolongkan menjadi dua golongan, yaitu :

- a. Pegawai *non shift* yang bekerja selama 6 jam dalam seminggu dengan total kerja 40 jam per minggu. Sedangkan hari minggu dan hari besar libur. Pegawai *non shift* termasuk karyawan tidak langsung menangani operasi pabrik yaitu direktur, kepala departemen, kepala divisi, karyawan kantor atau administrasi, dan divisi-divisi di bawah tanggung jawab non teknik atau yang bekerja di pabrik dengan jenis pekerjaan tidak kontinu. Berikut adalah ketentuan jam kerja pegawai *non shift*:

Senin- Kamis : 07.00 - 16.00 (istirahat 12.00 – 13.00)

Jum'at : 07:00 – 16:00 (istirahat 11:00 – 13:00)

Sabtu : 07:00 – 12:00

Minggu : Libur, termasuk hari libur nasional

- b. Pegawai *shift* bekerja 24 jam perhari yang terbagi dalam 3 *shift*. Karyawan *shift* adalah karyawan yang langsung menangani proses operasi pabrik yaitu kepala *shift*, operator, karyawan-karyawan *shift*, gudang serta keamanan dan keselamatan kerja. Berikut adalah ketentuan jam kerja pegawai shift sebagai berikut :

Shift I : 08.00 - 16.00

Shift II : 16.00 - 24.00

Shift III : 24.00- 08.00

Jadwal kerja terbagi menjadi empat minggu dan empat kelompok. Setiap kelompok kerja mendapatkan libur satu kali dari tiga kali shift. Berikut adalah jadwal kerja karyawan shift :

Tabel 4.20 Jadwal Kerja Karyawan Shift

Regu	Hari											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	III	III	III	-	I	I	I	II	II	II	-	-
B	-	I	I	I	II	II	II	-	-	III	III	III
C	I	II	II	II	-	-	III	III	III	-	I	I
D	II	-	-	III	III	III	-	I	I	I	II	II

4.8.6 Status, Sistem Penggajian, dan Penggolongan Karyawan

a) Jumlah Pekerja

Tabel 4.21 Jumlah Karyawan Pabrik

No	Jabatan	Jumlah
1	Direktur Utama	1
2	Direktur Teknik dan Produksi	1
3	Direktur Keuangan dan Umum	1
4	Ka. Bag. Produksi	1
5	Ka. Bag. Teknik	1
6	Staf Ahli	1
7	Ka. Bag. Pemasaran dan Keuangan	1
8	Ka. Bag. Administrasi dan Umum	1
9	Ka. Bag. Litbang	1
10	Ka. Bag. Humas dan Keamanan	1
11	Ka. Bag. K3	1
12	Ka. Bag. Pemeliharaan, Listrik, dan Instrumentasi	1
13	Ka. Sek. UPL	1
14	Ka. Sek. Utilitas	
15	Ka. Sek. Proses	1
16	Ka. Sek. Bahan Baku dan Produk	1
17	Ka. Sek. Pemeliharaan	1
18	Ka. Sek. Listrik dan Instrumentasi	1
19	Ka. Sek. Laboratorium	1
20	Ka. Sek. Keuangan	1
21	Ka. Sek. Pemasaran	1
22	Ka. Sek. Personalia	1
23	Ka. Sek. Humas	1
24	Ka. Sek. Keamanan	1
25	Ka. Sek. K3	1
26	Operator Proses	20
27	Operator Utilitas	10
28	Karyawan Personalia	5

Tabel 4.21 Jumlah Karyawan Pabrik (lanjutan)

No	Jabatan	Jumlah
29	Karyawan Humas	5
30	Karyawan Litbang	5
31	Karyawan Pembelian	5
32	Karyawan Pemasaran	5
33	Karyawan Administrasi	4
34	Karyawan Kas/Anggaran	4
35	Karyawan Proses	17
36	Karyawan Pengendalian	6
37	Karyawan Laboratorium	6
38	Karyawan Pemeliharaan	6
39	Karyawan Utilitas	12
40	Karyawan K3	6
41	Karyawan Keamanan	9
42	Sekretaris	5
43	Dokter	2
44	Perawat	4
45	Supir	10
46	Cleaning Service	9
Total		180

b) Penggolongan Jabatan

Dalam mendirikan suatu pabrik harus adanya penggolongan jabatan, karena hal ini akan berkaitan dengan keberlangsungan pabrik untuk bersaing di pasaran. Berikut rincian penggolongan jabatan.

Tabel 4.22 Rincian Penggolongan Jabatan

No	Jabatan	Jenjang Pendidikan
1	Direktur Utama	Sarjana Teknik Kimia
2	Direktur Produksi dan Teknik	Sarjana Teknik Kimia
3	Direktur Keuangan dan Umum	Sarjana Ekonomi
4	Kepala Bagian Penelitian, Mutu dan Pengembangan	Sarjana Kimia
5	Kepala Bagian Proses dan Utilitas	Sarjana Teknik Kimia
6	Kepala Bagian Pemeliharaan, Listrik, dan Instrument	Sarjana Teknik Mesin / Sarjana Teknik Elektro
7	Kepala Departemen Keuangan dan Pemasaran	Sarjana Ekonomi
8	Kepala Departemen Administrasi	Sarjana Ekonomi
9	Kepala Departemen Umum dan Keamanan	Sarjana Hukum
10	Kepala Departemen Kesehatan, Keselamatan Kerja dan Lingkungan	Sarjana Teknik Kimia / Sarjana Teknik Lingkungan
11	Kepala Divisi	Sarjana Teknik Kimia
12	Operator	STM/SMU/Sederajat
13	Sekretaris	Akademi Sekretaris
14	Staff	STM/SMU/Sederajat
15	Medis	Dokter
16	Paramedis	Keperawatan
17	Lain – lain	SLTA

c) Sistem Gaji Pegawai

Sistem pembagian gaji pada perusahaan terbagi menjadi 3 jenis yaitu:

a. Gaji Bulanan

Gaji yang diberikan kepada pegawai tetap dengan jumlah sesuai peraturan perusahaan.

b. Gaji Harian

Gaji yang diberikan kepada karyawan tidak tetap atau buruh harian.

c. Gaji Lembur

Gaji yang diberikan kepada karyawan yang bekerja melebihi jam kerja pokok.

Berikut adalah perincian gaji sesuai dengan jabatan.

Tabel 4.23 Rincian Gaji Sesuai Jabatan

No	Jabatan	Gaji per Bulan
1	Direktur Utama	Rp 35.000.000
2	Direktur Teknik dan Produksi	Rp 25.000.000
3	Direktur Keuangan dan Umum	Rp 25.000.000
4	Staff Ahli	Rp 16.000.000
5	Ka. Bag. Produksi	Rp 16.000.000
6	Ka. Bag. Teknik	Rp 16.000.000
7	Ka. Bag. Pemasaran dan Keuangan	Rp 16.000.000
8	Ka. Bag. Administrasi dan Umum	Rp 16.000.000
9	Ka. Bag. Litbang	Rp 16.000.000
10	Ka. Bag. Humas dan Keamanan	Rp 16.000.000
11	Ka. Bag. K3	Rp 16.000.000

12	Ka. Bag. Pemeliharaan, Listrik, dan Instrumentasi	Rp 16.000.000
13	Ka. Sek. UPL	Rp 11.000.000
14	Ka. Sek. Proses	Rp 11.000.000
15	Ka. Sek. Bahan Baku dan Produk	Rp 11.000.000
16	Ka. Sek. Pemeliharaan	Rp 11.000.000
17	Ka. Sek. Listrik dan Instrumentasi	Rp 11.000.000
18	Ka. Sek. Laboratorium	Rp 11.000.000
19	Ka. Sek. Keuangan	Rp 11.000.000
20	Ka. Sek. Pemasaran	Rp 11.000.000
21	Ka. Sek. Personalia	Rp 11.000.000
22	Ka. Sek. Humas	Rp 11.000.000
23	Ka. Sek. Keamanan	Rp 11.000.000
24	Ka. Sek. K3	Rp 11.000.000
25	Karyawan Personalia	Rp 7.000.000
26	Operator Proses	Rp 5.000.000
27	Operator Utilitas	Rp 5.000.000
No	Jabatan	Gaji per Bulan
28	Karyawan Humas	Rp 7.000.000
29	Karyawan Litbang	Rp 7.000.000
30	Karyawan Pembelian	Rp 7.000.000
31	Karyawan Pemasaran	Rp 7.000.000
32	Karyawan Administrasi	Rp 7.000.000
33	Karyawan Kas/Anggaran	Rp 7.000.000
34	Karyawan Proses	Rp 7.000.000
35	Karyawan Pengendalian	Rp 7.000.000
36	Karyawan Laboratorium	Rp 7.000.000
37	Karyawan Pemeliharaan	Rp 7.000.000
38	Karyawan Utilitas	Rp 7.000.000
39	Karyawan K3	Rp 7.000.000
40	Karyawan Keamanan	Rp 4.000.000
41	Sekretaris	Rp 6.500.000
42	Dokter	Rp 7.000.000
43	Perawat	Rp 4.500.000
44	Supir	Rp 3.600.000
45	Cleaning Service	Rp 3.600.000

46	Ka. Sek. Utilitas	Rp 11.000.000
Total		Rp 502.200.000

4.8.7 Kesejahteraan Sosial Karyawan

Kesejahteraan sosial yang diberikan oleh perusahaan pada karyawan antara lain berupa:

1. Tunjangan

- a. Tunjangan yang berupa gaji pokok yang diberikan berdasarkan golongan karyawan yang bersangkutan.
- b. Tunjangan jabatan yang diberikan berdasarkan jabatan yang dipegang oleh karyawan.
- c. Tunjangan lembur yang diberikan kepada karyawan yang bekerja di luar jam kerja berdasarkan jumlah jam kerja

2. Cuti

- a. Cuti tahunan diberikan kepada setiap karyawan selama 12 hari kerja dalam satu (1) tahun.
- b. Cuti sakit diberikan kepada setiap karyawan yang menderita sakit berdasarkan keterangan dokter.

3. Pakaian Kerja

Pakaian kerja diberikan kepada setiap karyawan sejumlah 3 pasang untuk setiap tahunnya.

4. Pengobatan

- a. Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit yang diakibatkan oleh kecelakaan kerja ditanggung perusahaan sesuai dengan undang - undang yang berlaku.
- b. Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit yang tidak diakibatkan oleh kecelakaan kerja diatur berdasarkan kebijaksanaan perusahaan.

5. Asuransi Tenaga Kerja (ASTEK)

ASTEK diberikan oleh perusahaan bila jumlah karyawan lebih dari 10 orang dengan gaji karyawan Rp 1.000.000,00 per bulan.

Fasilitas untuk kemudahan bagi karyawan dalam melaksanakan aktivitas selama di pabrik antara lain:

- a) Penyediaan mobil dan bus untuk transportasi antar jemput karyawan.
- b) Kantin, untuk memenuhi kebutuhan makan karyawan terutama makan siang.
- c) Sarana peribadatan seperti masjid.
- d) Pakaian seragam kerja dan peralatan - peralatan keamanan seperti *safety helmet*, *safety shoes* dan kacamata, serta tersedia pula alat - alat keamanan lain seperti *masker*, *ear plug*, sarung tangan tahan api.

- e) Fasilitas kesehatan seperti tersedianya poliklinik yang dilengkapi dengan tenaga medis dan paramedis.

4.9 Evaluasi Ekonomi

Dalam pra rancangan pabrik diperlukan analisa ekonomi untuk mendapatkan perkiraan (*estimation*) 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 dimana total biaya produksi sama dengan keuntungan yang diperoleh. Selain itu analisa ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang akan didirikan dapat menguntungkan dan layak atau tidak untuk didirikan. Dalam evaluasi ekonomi ini faktor-faktor yang ditinjau adalah:

1. *Return On Investment*
2. *Pay Out Time*
3. *Discounted Cash Flow Rate*
4. *Break Even Point*
5. *Shut Down Point*

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

1. Penentuan modal industri (*Total Capital Investment*)

Meliputi :

- a. Modal tetap (*Fixed Capital Investment*)
 - b. Modal kerja (*Working Capital Investment*)
2. Penentuan biaya produksi total (*Total Production Cost*)

Meliputi :

- a. Biaya pembuatan (*Manufacturing Cost*)
 - b. Biaya pengeluaran umum (*General Expenses*)
3. Pendapatan modal

Untuk mengetahui titik impas, maka perlu dilakukan perkiraan terhadap:

- a. Biaya tetap (*Fixed Cost*)
- b. Biaya variabel (*Variable Cost*)
- c. Biaya mengambang (*Regulated Cost*)

4.9.1 Harga Alat

Harga peralatan akan berubah setiap saat tergantung pada kondisi ekonomi yang mempengaruhinya. Untuk mengetahui harga peralatan yang pasti setiap tahun sangatlah sulit, sehingga diperlukan suatu metode atau cara untuk memperkirakan harga alat pada tahun tertentu dan perlu diketahui terlebih dahulu harga indeks peralatan operasi pada tahun tersebut.

Di dalam analisa ekonomi harga – harga alat maupun harga – harga lain diperhitungkan pada tahun analisa. Untuk mencari harga pada tahun analisa, maka dicari index pada tahun analisa. Harga indeks tahun 2019 diperkirakan secara garis besar dengan data indeks dari tahun 1987 sampai 2019, dicari dengan persamaan regresi linier.

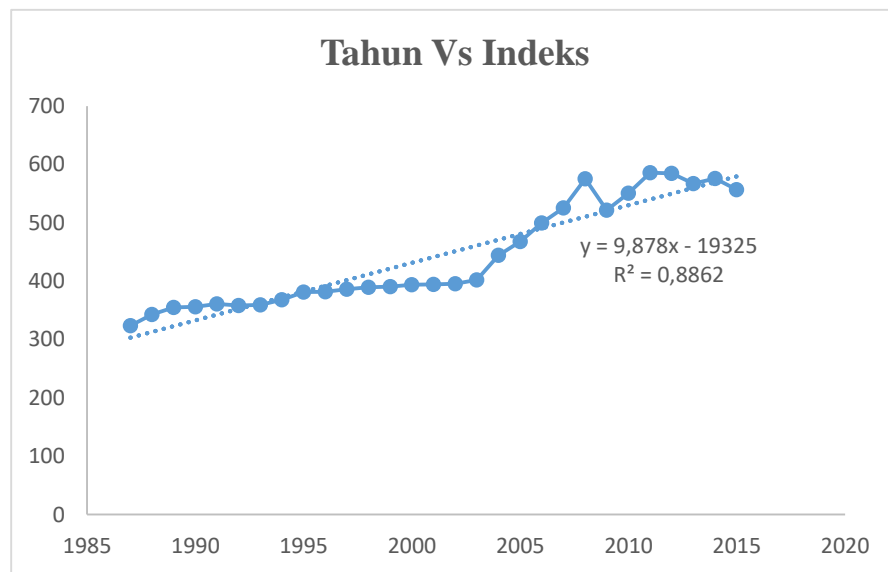
Tabel 4.24 Indeks Harga Alat

No	(Xi)	Indeks (Yi)
1	1987	324
2	1988	343
3	1989	355
4	1990	356
5	1991	361.3
6	1992	358.2
7	1993	359.2
8	1994	368.1
9	1995	381.1
10	1996	381.7
11	1997	386.5
12	1998	389.5
13	1999	390.6
14	2000	394.1
15	2001	394.3
16	2002	395.6
17	2003	402
18	2004	444.2
19	2005	468.2
20	2006	499.6
21	2007	525.4
22	2008	575.4
23	2009	521.9
24	2010	550.8

25	2011	585.7
26	2012	584.6
27	2013	567.3
28	2014	576.1
29	2015	556.8

(www.chemengonline.com/pci)

Berdasarkan data tersebut, maka persamaan regresi linier yang diperoleh adalah $y = 9,878x - 19.325$. Pabrik Kalsium Sulfat Dihidrat dengan Kapasitas 500.000 ton/tahun akan dibangun pada tahun 2019, berikut adalah grafik hasil *plotting* data :



Gambar 4.8 Tahun Vs Indeks Harga

Berdasarkan data tersebut, maka persamaan regresi Linear yang diperoleh adalah $y = 9,878x - 19325$. Pabrik Gypsum (Kalsium Sulfat Dihidrat) dari Asam

Sulfat dan Batuan Kapur dengan kapasitas 500.000 ton/tahun akan dibangun pada tahun 2019, maka dari persamaan regresi Linear diperoleh indeks sebesar 618,682.

Harga-harga alat dan lainnya diperhitungkan pada tahun evaluasi. Selain itu, harga alat dan lainnya ditentukan juga dengan referensi Peters dan Timmerhaus, pada tahun 1990 dan Aries & Newton, pada tahun 1955. Maka harga alat pada tahun evaluasi dapat dicari dengan persamaan:

$$Ex = Ey \frac{Nx}{Ny} \quad (\text{Aries dan Newton, 1955})$$

Dalam hubungan ini:

Ex :Harga pembelian pada tahun 2019

Ey :Harga pembelian pada tahun referensi (1955, 1990 dan 2014)

Nx :Index harga pada tahun 2019

Ny :Index harga pada tahun referensi (1955, 1990 dan 2014)

Berdasarkan rumus tersebut, maka didapatkan hasil perhitungan alat sebagai berikut :

Tabel 4.25 Harga Alat Proses

Nama Alat	Kode Alat	Jumlah	Harga Total
Tangki Asam Sulfat 98 %	T-01	1	\$ 1.187.212
Tangki Air proses	T-02	1	\$ 211.346
Mixer	M-01	1	\$ 196.848
Crusher	CR-01	1	\$ 21.264
Vibrating Screen	VS-01	1	\$ 79.147
Reaktor	R-01	1	\$ 255.914
Rotary Drum Vacum Filter	F-01	1	\$ 1.511.212
Rotary Dryer	RD-01	1	\$ 238.301,572
Heater 1	HE-01	1	\$ 34.365
Heater 2	HE-02	1	\$ 76.570
Cooler 1	CL-01	1	\$ 248.074
Blower	BL-01	1	\$ 70.771
Belt Conveyor 1	BC-01	1	\$ 6.766
Bucket Elevator 1	BE-01	14	\$ 81.188
Bucket Elevator 2	BE-02	12	\$ 76.033
Bucket Elevator 3	BE-03	14	\$ 204.473
Bucket Elevator 4	BE-04	14	\$ 204.473
Hopper 1	H-01	1	\$ 138.105
Hopper 2	H-02	1	\$ 232.825
Screw Conveyor 1	SC-01	1	\$ 21.478
Screw Conveyor 2	SC-02	1	\$ 21.478
Screw Conveyor 3	SC-03	1	\$ 58.099
Screw Conveyor 4	SC-04	1	\$ 39.842
Silo	S-01	2	\$ 375.655
Pompa 1	P-01	2	\$ 42.742
Pompa 2	P-02	2	\$ 24.056
Pompa 3	P-03	2	\$ 51.333
Pompa 4	P-04	2	\$ 51.333
Pompa 5	P-05	2	\$ 56.703
Total		85	\$ 5.817.607

Tabel 4.26 Harga Alat Utilitas

Nama Alat	Kode Alat	Jumlah	Harga Total
Screening	FU-01	1	\$ 25.881
Reservoir	BU-01	1	\$ 1.611
Bak Koagulasi dan Flokulasi	BU-02	1	\$ 1.611
Bak Pengendap I	BU-03	1	\$ 1.611
Bak Pengendap II	BU-04	1	\$ 1.611
Sand Filter	FU-01	1	\$ 7.410
Bak Air Penampung Sementara	BU-05	1	\$ 1.611
Bak Air Pendingin	BU-06	1	\$ 27.814
Cooling Tower	CT-01	1	\$ 27.814
Blower Cooling Tower	BL-01	1	\$ 90.638
Deaerator	De-01	1	\$ 1.396
Boiler	Bo-01	1	\$ 16.968
Tangki Alum	TU-01	1	\$ 21.049
Tangki Klorinasi	TU-02	1	\$ 17.720
Tangki Kaporit	TU-03	1	\$ 17.720
Tangki Air Bersih	TU-04	1	\$ 98.156
Tangki Service Water	TU-05	1	\$ 25.559
Tangki Air Bertekanan	TU-06	1	\$ 25.559
Mixed Bed	TU-07	1	\$ 627.810
Tangki NaCl	TU-08	1	\$ 15.035
Tangki Air Demin	TU-09	1	\$ 146.052
Tangki Hydrazine	TU-10	1	\$ 29.962
Pompa 1	PU-01	2	\$ 53.696
Pompa 2	PU-02	2	\$ 53.696
Pompa 3	PU-03	2	\$ 53.696
Pompa 4	PU-04	2	\$ 9.450
Pompa 5	PU-05	2	\$ 53.696
Pompa 6	PU-06	2	\$ 53.696
Pompa 7	PU-07	2	\$ 51.118
Pompa 8	PU-08	2	\$ 51.118
Pompa 9	PU-09	2	\$ 51.118
Pompa 10	PU-10	2	\$ 9.450
Pompa 11	PU-11	2	\$ 16.753

Tabel 4.26 Harga Alat Utilitas (lanjutan)

Nama Alat	Kode Alat	Jumlah	Harga Total
Pompa 12	PU-12	2	\$ 16.753
Pompa 13	PU-13	2	\$ 9.450
Pompa 14	PU-14	2	\$ 9.450
Pompa 15	PU-15	2	\$ 51.118
Pompa 16	PU-16	2	\$ 51.118
Pompa 17	PU-17	2	\$ 9.450
Pompa 18	PU-18	2	\$ 19.760
Pompa 19	PU-19	2	\$ 19.760
Pompa 20	PU-20	2	\$ 9.450
Pompa 21	PU-21	2	\$ 19.760
Pompa 22	PU-22	2	\$ 16.753
Tangki Bahan Bakar		1	\$ 33.506
Kompresor		2	\$ 17.827
Total		69	\$ 1.972.244

4.9.2 Analisa Kelayakan

Analisa kelayakan digunakan untuk mengetahui keuntungan yang diperoleh tergolong besar atau tidak, sehingga dapat dikategorikan apakah pabrik tersebut potensial atau tidak secara ekonomi. Berikut adalah perhitungan – perhitungan yang digunakan dalam analisa kelayakan ekonomi dari suatu rancangan pabrik.

1. Dasar Perhitungan

- Kapasitas Produksi = 500.000 ton/tahun
- Satu tahun operasi = 330 hari

- Tahun pendirian pabrik = 2019
- Kurs mata uang = 1 US\$ = Rp 14.400
- Upah pekerja asing : \$ 20/manhour
- Upah pekerja Indonesia : Rp. 15.000/manhour
- 1 manhour asing : 2 manhour Indonesia

- 5 % tenaga asing : 95% tenaga Indonesia

2. Perhitungan Biaya

a. Capital Investment

Capital Investment merupakan jumlah pengeluaran yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas – fasilitas pabrik dan untuk mengoperasikannya.

Capital investment terdiri dari:

1. *Fixed Capital Investment*

Biaya yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas – fasilitas pabrik.

2. *Working Capital Investment*

Biaya yang diperlukan untuk menjalankan usaha atau modal untuk menjalankan operasi dari suatu pabrik selama waktu tertentu.

b. *Manufacturing Cost*

Manufacturing Cost merupakan jumlah *Direct*, *Indirect* dan *Fixed Manufacturing Cost*, yang bersangkutan dalam pembuatan produk. Menurut Aries and Newton, 1955 *Manufacturing Cost* meliputi:

1. *Direct Cost*

Direct Cost adalah pengeluaran yang berkaitan langsung dengan pembuatan produk.

2. *Indirect Cost*

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

3. *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 dan tingkat produksi.

c. *General Expense*

Berupa pengeluaran umum meliputi pengeluaran–pengeluaran yang berkaitan dengan fungsi perusahaan yang tidak termasuk *Manufacturing Cost*.

d. *Percent Return On Investment (ROI)*

Return On Investment adalah tingkat keuntungan yang dapat dihasilkan dari tingkat investasi yang dikeluarkan.

$$\% \text{ ROI} = \frac{\text{keuntungan}}{\text{Fixed Capital}} \times 100\% \quad (4.1)$$

e. Pay Out Time (POT)

Pay Out Time (POT) merupakan :

1. Jumlah tahun yang telah berselang, sebelum didapatkan suatu penerimaa yang melebihi investasi awal atau jumlah tahun yang diperlukan untuk kembalinya *Capital Investment* dengan *profit* sebelum dikurangi depresiasi.
2. Waktu minimum secara teoritis yang dibutuhkan untuk pengembalian modal tetap yang ditanamkan atas dasar keuntungan setiap tahun ditambah dengan penyusutan.
3. Waktu pengembalian modal yang dihasilkan berdasarkan keuntungan yang diperoleh. Perhitungan ini diperlukan untuk mengetahui dalam berapa tahun investasi yang telah dilakukan akan kembali.

$$\text{POT} = \frac{\text{Fixed Capital Invesment}}{\text{Keuntungan} + \text{Depresiasi}} \times 100\% \quad (4.2)$$

f. Break Even Point (BEP)

Break Even Point (BEP) merupakan :

1. Titik impas produksi yaitu suatu kondisi dimana pabrik tidak mendapatkan keuntungan maupun kerugian.
2. 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.
3. Kapasitas produksi pada saat *sales* sama dengan *total cost*. Pabrik akan rugi jika beroperasi dibawah BEP dan akan untung jika beroperasi diatas BEP.

$$\text{BEP} = \frac{\text{Fa} + 0,3 \text{ Ra}}{\text{Sa} - \text{Va} - 0,7 \text{ Ra}} \times 100\% \quad (4.3)$$

Keterangan:

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

g. Shut Down Point (SDP)

Shut Down Point (SDP) merupakan:

1. Suatu titik atau saat penentuan suatu aktivitas produksi dihentikan. Penyebabnya antara lain *Variable Cost* yang terlalu tinggi, atau bisa juga karena keputusan manajemen akibat tidak ekonomisnya suatu aktivitas produksi (tidak menghasilkan *profit*).
2. 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.
3. Level produksi di mana biaya untuk melanjutkan operasi pabrik akan lebih mahal daripada biaya untuk menutup pabrik dan membayar *Fixed Cost*.
4. Merupakan titik produksi dimana pabrik mengalami kebangkrutan sehingga pabrik harus berhenti atau tutup.

$$SDP = \frac{0,3 Ra}{Sa - Va - 0,7 Ra} \times 100\% \quad (4.4)$$

h. Discounted Cash Flow Rate Of Return (DCFR)

Discounted Cash Flow Rate Of Return (DCFR) merupakan:

1. Analisa kelayakan ekonomi dengan menggunakan DCFR dibuat dengan menggunakan nilai uang yang berubah terhadap waktu dan dirasakan atau investasi yang tidak kembali pada akhir tahun selama umur pabrik.

2. Laju bunga maksimal dimana suatu proyek dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada bank selama umur pabrik.
3. Merupakan besarnya perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahun, didasarkan atas investasi yang tidak kembali pada setiap akhir tahun selama umur pabrik

Berikut adalah persamaan yang digunakan dalam penentuan DCFR

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

Keterangan :

FC : *Fixed capital*

WC : *Working capital*

SV : *Salvage value*

C : *Cash flow (profit after taxes + depresiasi + finance)*

n : Umur pabrik = 10 tahun

i : Nilai DCFR

i. Hasil Perhitungan

Tabel 4.27 *Physical Plant Cost (PPC)*

No	<i>Type of Capital Investment</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Purchased Equipment cost</i>	Rp 112.173.846.919	\$ 7.789.850
2	<i>Delivered Equipment Cost</i>	Rp 28.043.461.730	\$ 1.947.463
3	Instalasi cost	Rp 25.323.245.942	\$ 1.758.559
4	Pemipaan	Rp 20.335.015.187	\$ 1.412.154
5	Instrumentasi	Rp 13.604.584.372	\$ 944.763
6	Insulasi	Rp 4.200.676.872	\$ 291.714
7	Listrik	Rp 11.217.384.692	\$ 778.985
8	Bangunan	Rp 91.825.000.000	\$ 6.376.736
9	<i>Land & Yard Improvement</i>	Rp 549.700.000.000	\$ 38.173.611
<i>Physical Plant Cost (PPC)</i>		Rp 856.423.215.712	\$ 59.473.834

Tabel 4.28 *Direct Plant Cost (DPC)*

No	<i>Type of Capital Investment</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Teknik dan Konstruksi	Rp 171.284.643.142	\$ 11.894.767
<i>Total (DPC + PPC)</i>		Rp 1.027.707.858.855	\$ 71.368.601

Tabel 4.29 *Fixed Capital Investment (FCI)*

No	<i>Type of Capital Investment</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Total DPC + PPC	Rp 1.027.707.858.855	\$ 71.368.601
2	Kontraktor	Rp 82.216.628.708	\$ 5.709.488
3	Biaya tak terduga	Rp 102.770.785.885	\$ 7.136.860
<i>Fixed Capital Investment (FCI)</i>		Rp 1.212.695.273.449	\$ 84.214.950

1. Penentuan Total Production Cost (TPC)

Tabel 4.30 *Direct Manufacturing Cost (DMC)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Raw Material</i>	Rp 1.902.444.954.008	\$ 132.114.233
2	<i>Labor</i>	Rp 15.514.800.000	\$ 1.077.417
3	<i>Supervision</i>	Rp 1.551.480.000	\$ 107.742
4	<i>Maintenance</i>	Rp 24.253.905.469	\$ 1.684.299
5	<i>Plant Supplies</i>	Rp 3.638.085.820	\$ 252.645
6	<i>Royalty and Patents</i>	Rp 31.320.000.000	\$ 2.175.000
7	<i>Utilities</i>	Rp 59.488.434.759	\$ 4.131.141
<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>		Rp 2.038.211.660.056	\$ 141.542.476

Tabel 4.31 *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Payroll Overhead</i>	Rp 2.327.220.000	\$ 161.613
2	<i>Laboratory</i>	Rp 1.551.480.000	\$ 107.742
3	<i>Plant Overhead</i>	Rp 13.187.580.000	\$ 915.804
4	<i>Packaging and Shipping</i>	Rp 156.600.000.000	\$ 10.875.000
<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>		Rp 173.666.280.000	\$ 12.060.158

Tabel 4.32 *Fixed Manufacturing Cost (FMC)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Depreciation</i>	Rp 103.079.098.243	\$ 7.158.271
2	<i>Propertu taxes</i>	Rp 24.253.905.469	\$ 1.684.299
3	<i>Insurance</i>	Rp 12.126.952.734	\$ 842.149
<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>		Rp 139.459.956.447	\$ 9.684.719

Tabel 4.33 *Manufacturing Cost (MC)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	Rp 2.038.211.660.056	\$ 141.542.476
2	<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	Rp 173.666.280.000	\$ 12.060.158
3	<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	Rp 139.459.956.447	\$ 9.684.719
<i>Manufacturing Cost (MC)</i>		Rp 2.351.337.896.503	\$ 163.287.354

Tabel 4.34 *Working Capital (WC)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Raw Material Inventory</i>	Rp 518.848.623.820	\$ 36.031.154
2	<i>In Process Inventory</i>	Rp 320.636.985.887	\$ 22.266.457
3	<i>Product Inventory</i>	Rp 641.273.971.774	\$ 44.532.915
4	<i>Extended Credit</i>	Rp 854.181.818.182	\$ 59.318.182
5	<i>Available Cash</i>	Rp 641.273.971.774	\$ 44.532.915
<i>Working Capital (WC)</i>		Rp 2.976.215.371.436	\$ 206.681.623

Tabel 4.35 *General Expense (GE)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Administration</i>	Rp 70.540.136.895	\$ 4.898.621
2	<i>Sales expense</i>	Rp 117.566.894.825	\$ 8.164.368
3	<i>Research</i>	Rp 82.296.826.378	\$ 5.715.057
4	<i>Finance</i>	Rp 167.556.425.795	\$ 11.635.863
<i>General Expense (GE)</i>		Rp 437.960.283.893	\$ 30.413.909

Tabel 4.36 *Total Production Cost (TPC)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Manufacturing Cost (MC)</i>	Rp 2.351.337.896.503	\$ 163.287.354
2	<i>General Expense (GE)</i>	Rp 437.960.283.893	\$ 30.413.909
<i>Total Production Cost (TPC)</i>		Rp 2.789.298.180.396	\$ 193.701.263

Tabel 4.37 *Fixed Cost (Fa)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Depreciation</i>	Rp 103.079.098.243	\$ 7.158.271
2	<i>Property taxes</i>	Rp 24.253.905.469	\$ 1.684.299
3	<i>Insurance</i>	Rp 12.126.952.734	\$ 842.149
<i>Fixed Cost (Fa)</i>		Rp 139.459.956.447	\$ 9.684.719

Tabel 4.38 *Variable Cost (Va)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Raw material</i>	Rp 1.902.444.954.008	\$ 132.114.233
2	<i>Packaging & shipping</i>	Rp 156.600.000.000	\$ 10.875.000
3	<i>Utilities</i>	Rp 59.488.434.759	\$ 4.131.141
4	<i>Royalties and Patents</i>	Rp 31.320.000.000	\$ 2.175.000
<i>Variable Cost (Va)</i>		Rp 2.149.853.388.767	\$ 149.295.374

Tabel 4.39 *Regulated Cost (Ra)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Labor cost</i>	Rp 15.514.800.000	\$ 1.077.417
2	<i>Plant overhead</i>	Rp 13.187.580.000	\$ 915.804
3	<i>Payroll overhead</i>	Rp 2.327.220.000	\$ 161.613
4	<i>Supervision</i>	Rp 1.551.480.000	\$ 107.742
5	<i>Laboratory</i>	Rp 1.551.480.000	\$ 107.742
6	<i>Administration</i>	Rp 70.540.136.895	\$ 4.898.621
7	<i>Finance</i>	Rp 167.556.425.795	\$ 11.635.863
8	<i>Sales expense</i>	Rp 117.566.894.825	\$ 8.164.368
9	<i>Research</i>	Rp 82.296.826.378	\$ 5.715.057
10	<i>Maintenance</i>	Rp 24.253.905.469	\$ 1.684.299
11	<i>Plant supplies</i>	Rp 3.638.085.820	\$ 252.645
<i>Regulated Cost (Ra)</i>		Rp 499.984.835.183	\$ 34.721.169

Berdasarkan rincian perhitunga tersebut maka didapatkan data untuk menguji apakah pabrik layak dibangun, berikut perhitungannya :

1) Percent Return On Investment (ROI)

$$ROI = \frac{Keuntungan}{FixedCapital} \times 100\%$$

$$ROI \text{ sebelum pajak} = 28,26 \%$$

$$ROI \text{ setelah pajak} = 14,13 \%$$

Syarat ROI sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan resiko rendah minimum adalah 11% dan syarat ROI setelah pajak maksimum adalah 44% (Aries and Newton, 1955).

2) Pay Out Time (POT)

$$POT = \frac{FixedCapitalInvestement}{KeuntunganTahunan + Depresiasi}$$

$$POT \text{ sebelum pajak} = 2,72 \text{ tahun}$$

$$POT \text{ setelah pajak} = 4,42 \text{ tahun}$$

Syarat POT sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan resiko rendah maksimum adalah (5 tahun atau 2 tahun) dan syarat POT setelah pajak maksimum adalah 5 tahun (Aries and Newton, 1955).

3) Break Even Point (BEP)

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

$$BEP = 45,79 \%$$

BEP untuk pabrik kimia pada umumnya adalah 40%–60%.

4) Shut Down Point (SDP)

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

$$SDP = 23,73\% \quad (\text{SDP pabrik kimia umumnya adalah } 20\% - 30\%)$$

5) Discounted Cash Flow Rate (DCFR)

$$(FC + WC)(1+i)^N = C \sum_{Ta=j}^{n=X-1} (1+i)^N + WC + SV$$

$$\text{Umur pabrik} = 10 \text{ tahun}$$

$$\text{Fixed Capital Investment} = \text{Rp } 1.212.695.273.449$$

$$\text{Working Capital} = \text{Rp } 2.976.215.371.436$$

$$\text{Salvage Value (SV)} = \text{Rp } 103.079.098.243$$

$$\begin{aligned} \text{Cash flow (CF)} &= \text{Annual profit} + \text{depresiasi} + \text{finance} \\ &= \text{Rp } 338.914.493.868 \end{aligned}$$

Dengan *trial & error* diperoleh nilai i : 0,0740

DCFR : 7,40 %

Minimum nilai DCFR : 1,5 x suku bunga acuan bank

: 4,75 %

Kesimpulan : Memenuhi syarat

: 1,5 x 4,75 % = 7,13 %

(Didasarkan pada suku bunga acuan di bank saat ini adalah 4,75 %, berlaku mulai 1 juni 2018).

4.9.3 Analisis keuntungan

a. Keuntungan Sebelum Pajak

Total penjualan : Rp 3.132.000.000.000

Total biaya produksi : Rp 2.789.298.180.396

Keuntungan : Total penjualan - Total biaya produksi

: Rp 342.701.819.604

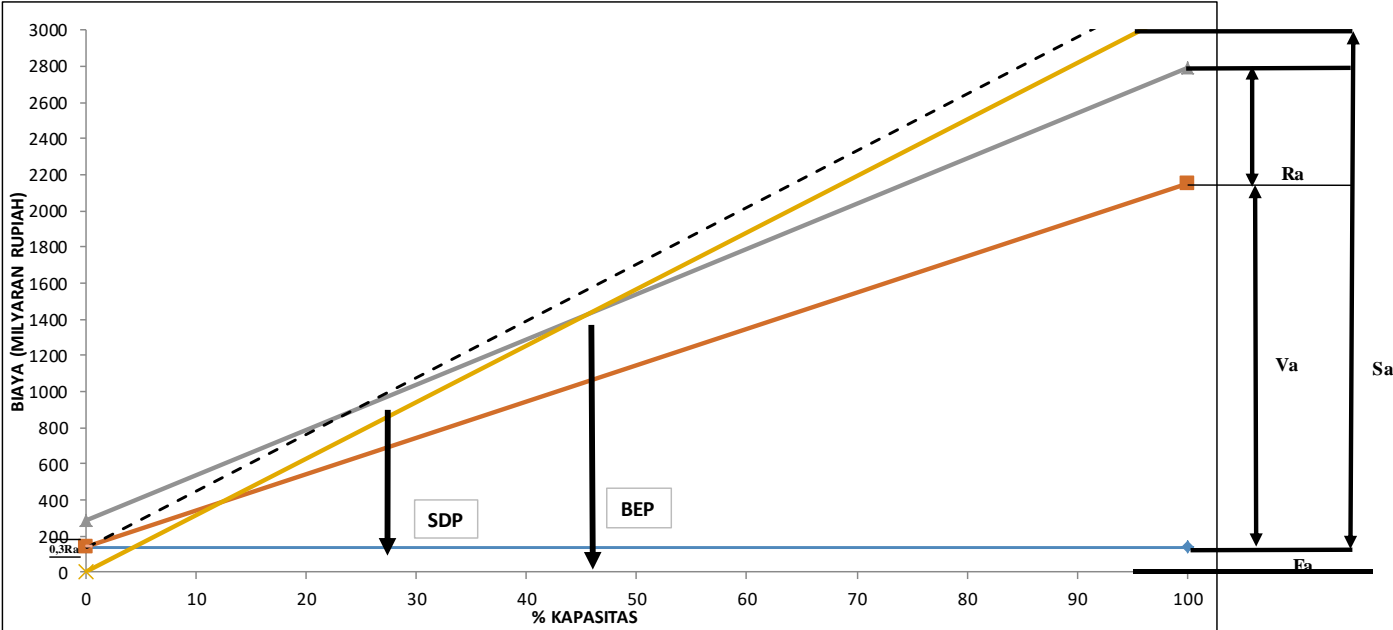
b. Keuntungan Sesudah Pajak

Pajak : 50 % x Rp 342.701.819.604

: Rp 171.350.909.802

Keuntungan : Keuntungan sebelum pajak – pajak

: Rp 171.350.909.802



Keterangan:
Fa= Annual Fixed Cost
Va= Annual Variable Cost
Ra= Annual Regulated Cost
Sa= Annual Sales Cost (Sa)

Gambar 4.9 Grafik Analisis Kelayakan

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Pabrik Kalsium Sulfat Dihidrat (Gypsum) dari asam sulfat dan batuan kapur dengan kapasitas 500.000 ton/tahun ini tergolong sebagai pabrik beresiko rendah Berdasarkan tinjauan proses, kondisi operasi, sifat-sifat bahan baku dan produk, serta lokasi pabrik, maka gipsum dari asam sulfat dan batuan kapur ini tergolong pabrik beresiko rendah.
2. Pabrik Gypsum didirikan dengan pertimbangan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, mengurangi ketergantungan import, memberikan lapangan pekerjaan dan meningkatkan pertumbuhan ekonomi.
3. Pabrik Gypsum akan didirikan dengan kapasitas 500.000 ton/tahun, dengan bahan baku Asam Sulfat sebanyak 34.552,507 kg/jam dan Batuan Kapur sebanyak 38.016,174 kg/jam.
4. Pabrik akan didirikan di kawasan industri Tuban, dengan pertimbangan mudah mendapatkan bahan baku, tenaga kerja, pengembangan pabrik, ketersediaan air dan listrik, serta mempunyai prospek pemasaran yang baik karena lokasinya yang tepat di kawasan industri dan dekat dengan PT.Semen Gresik.
5. Berdasarkan analisis ekonomi, maka didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 5.1 Hasil Analisa Ekonomi

Parameter Kelayakan	Perhitungan	Standar Kelayakan (Aries and Newton, 1945)
<i>Profit</i>		
<i>Profit</i> sebelum pajak	Rp 342.701.819.604	
<i>Profit</i> sesudah pajak	Rp 171.350.909.802	keuntungan setelah pajak (50%)
<i>Return on investment (ROI)</i>		
(ROI) sebelum pajak	28,26 %	<i>Industrial Chemical</i>
(ROI) setelah pajak	14,13 %	11 - 44 %
<i>Pay out time (POT)</i>		
(POT) sebelum pajak	2,72 tahun	<i>Industrial Chemical</i>
(POT) setelah pajak	4,42 tahun	min 2 th / <i>High Risk</i> - 5 th/ <i>low Risk</i>
<i>Break even point (BEP)</i>	45,79 %	40 % -60 %
<i>Shut down point (SDP)</i>	23,73 %	20 % -30 %
<i>Discounted cash flow rate of return (DCFRR)</i>	7,40 %	1,5 x suku bunga acuan bank = 7,13 % (suku bunga acuan bank indonesia juni 2018: 4,75 %)

Dari hasil analisis ekonomi diatas dapat disimpulkan bahwa pabrik kalsium sulfat dihidrat (gypsum) dengan kapaitas perancangan 500.000 ton/tahun ini 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 sebagai berikut:

1. Optimasi pemilihan seperti alat proses atau alat penunjang dan bahan baku perlu diperhatikan sehingga akan lebih mengoptimalkan keuntungan yang diperoleh.
2. Perancangan pabrik kimia tidak lepas dari produksi limbah, sehingga diharapkan berkembangnya pabrik-pabrik kimia yang lebih ramah lingkungan.
3. Produk Gypsum dapat direalisasikan sebagai sarana untuk memenuhi kebutuhan dimasa mendatang yang jumlahnya semakin meningkat melihat pesatnya pembangunan saat ini.
4. Pemenuhan bahan baku didapatkan dari produk pabrik lain sehingga pemenuhan bahan baku tergantung pada produksi pabrik tersebut jadi diperlukan adanya kontrak pembelian bahan baku pada kurun waktu tertentu agar kebutuhan bahan baku dapat terpenuhi selama pabrik berjalan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aries, R.S., and Newton, R.D. 1955. *Chemical Engineering Cost Estimation*. Mc Graw Hill Handbook Co., Inc. New York
- Austin, G.T. 1984. *Shreve's Chemical Process Industries, 5th ed.* Mc Graw Hill Book Co., Inc. New York
- Badan Pusat Statistik. 2018. Statistik Indonesia. www.bps.go.id. Diakses pada tanggal 27 Februari 2018 pukul 11.00 WIB
- Badger, W.L. and Banchero, J.T., 1955, *Introduction to Chemical Engineering*, International Student Edition, McGraw Hill Kogakusha Company, Tokyo
- Brown, G.G. 1978. *Unit Operations*. John Wiley and Sons Inc. New York
- Brownell, L.E. and Young, E.H. 1979. *Process Equipment Design*. John Wiley and Sons Inc. New York.
- Coulson, J. M. and Richardson, J. F. 1983. *Chemical Engineering, 1st edition, Volume 6*. Pergason Press. Oxford.
- Dewi, Anita Saktika and Indriana Trisnawati.2018.Prarancangan Pabrik Kalsium Sulfat Dihidrat Dari Batu Kapur Dan Asam Sulfat Dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun. <https://digilib.uns.ac.id/>. Diakses pada tanggal 19 Februari 2018 pukul 21.52 WIB.
- Faith, Keyes & Clark, 1957, *Industrial Chemicals*, John Wiley & Sons, Inc., London

Kern, D.Q. 1950. *Process Heat Transfer*. Mc. Graw-Hill International Book Company Inc. New York.

Kirk, R. E., and Othmer D. F. 1998. *Encyclopedia of Chemical Technology, 4th ed.* The Interscience Encyclopedia Inc. New York.

Levenspiel, O., 1976, *Chemical Reaction Engineering, 2nd Edition*, John Wiley and Sons Inc., New York

Matche. 2018. *equipment cost*. <http://www.matche.com/>. Diakses pada tanggal 23 Juli 2018 pukul 09.30 WIB

Perry, R. H., and Green, D. W. 2008. *Perry's Chemical Engineers, 7th ed.* McGraw Hill Companies Inc. USA.

Peters, M.S., Timmerhaus, K.D., West, R.E., 2003, *Plant Design and Economics for Chemical Engineers, 5th ed.*, Mc-Graw Hill, New York.

Powell, S.P., 1954, *Water Conditioning for Industry*, Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York

PT Petrokimia Gresik, 2015, *Spesifikasi Produk*, www.petrokimia-gresik.com, diakses pada tanggal 26 Februari 2018

PT Siam-Indo Gypsum Industry, 2006, *About Us*, www.siam-indo.com, diakses pada tanggal 26 Februari 2018

Properti Bisnis, 2016, *Rumah & Real Estat*, www.properti.bisnis.com,

diakses pada tanggal 26 Februari 2018

R.K.Sinnot. 1983. *An Introduction to Chemical Engineering Design*. Pergamon Press. Oxford.

Smith, J.M. and Van Ness, H.H., 1975, *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics*, 3rd editon, McGraw Hill International Book Co., Tokyo

Treybal, R.E., 1984, *Mass Transfer Operation*, 3rd ed., McGraw Hill International Book Company, Japan

Ulrich, G.D., 1984, *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*, John Wiley and Sons, New York

Wallas, S.M., 1988, *Chemical Process Equipment*, 3rd ed., Butterworths series in Chemical engineering, USA

Yaws, C.L. dkk., 1999, *Chemical Properties Handbook*, McGraw Hill Companies Inc., USA

LAMPIRAN A

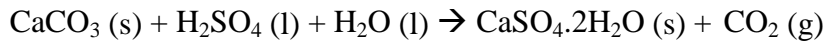
LAMPIRAN

PERHITUNGAN REAKTOR

Kode	: R-01
Fase	: Cair – Padat
Bentuk	: Tangki Silinder
Fungsi	: Mereaksikan senyawa CaCO_3 (batu kapur) sebanyak 38.016,1744 kg/jam dan Asam Sulfat 50% serta air 50% sebanyak 76.032,3488 kg/jam
Jenis	: Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB)
Bahan Konstruksi	: <i>Stainless Steel SA 167 Grade 3 Type 304</i>
Kondisi Operasi	: Suhu : 93°C Waktu Tinggal (τ) : 10 menit Tekanan : 1 atm
Konversi	: 90%

1. Perhitungan Neraca Massa Reaktor

Reaksi di Reaktor adalah sebagai berikut :



Tabel A.1. Neraca Massa Reaktor

Komponen	Masuk	Keluar
	(kg/jam)	(kg/jam)
H ₂ SO ₄	38016,174	5193,397
H ₂ O	38130,223	32101,550
CO ₂	0,000	14736,757
CaCO ₃	37214,033	3721,403
SiO ₂	136,858	136,858
MgCO ₃	361,154	361,154
Al ₂ O ₃	64,627	64,627
CaSO ₄	30,413	30,413
Fe ₂ O ₃	95,040	95,040
CaSO ₄ ·2H ₂ O	0,000	57607,323
Total	114048,523	114048,523

2. Menentukan Kecepatan Volumetrik ($F_v, L/jam$)

a. Menentukan volume bahan (cairan)

Tabel A.2. Densitas Cairan

$$\begin{aligned} &= \frac{m \text{ cairan}}{\rho \text{ cairan}} \\ &= \frac{76032,3488 \text{ kg/jam}}{1355,3761 \text{ kg/m}^3} \\ &= 56,0969 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

Densitas Cairan

Komponen	massa (kg/jam)	Fraksi Massa (xi)	ρ_i (kg/m ³)	$\rho_i \cdot x_i$ (kg/m ³)	x_i/ρ_i (kg/m ³)
H ₂ SO ₄ (l)	38016,1744	0,5000	1747,9569	873,9785	0,0003
H ₂ O (l)	38016,1744	0,5000	962,7954	481,3977	0,0005
Total	76032,3488	1,0000	2710,7523	1355,3761	0,0008

b. Menentukan volume bahan (padatan)

Tabel A.3. Densitas Padatan

Komponen	massa (kg/jam)	Fraksi Massa (xi)	ρ_i (kg/m ³)	$\rho_i \cdot x_i$ (kg/m ³)	x_i/ρ (kg/m ³)
CaCO ₃	37214,0331	0,9789	2711,0000	2653,7979	0,00036108
SiO ₂	136,8582	0,0036	2650,0000	9,5400	0,00000136
MgCO ₃	361,1537	0,0095	2958,0000	28,1010	0,00000321
Al ₂ O ₃	64,6275	0,0017	3965,0000	6,7405	0,00000043
CaSO ₄	30,4129	0,0008	2329,0000	1,8632	0,00000034
Fe ₂ O ₃	95,0404	0,0025	5250,0000	13,1250	0,00000048
H ₂ O	114,0485	0,0030	962,7954	2,8884	0,00000312
Total	38016,1744	1,0000	20825,7954	2716,0560	0,00037002

$$= \frac{m_{\text{padatan}}}{\rho_{\text{padatan}}}$$

$$= \frac{38016,1744}{2716,0560}$$

$$= 13,9968 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Total Kecepatan Volumetrik = Volume Bahan cairan + Volume Bahan Padatan

$$\text{Kecepatan Volumetrik} = 56,0969 \text{ m}^3/\text{jam} + 13,9968 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{Kecepatan Volumetrik} = 70,0937 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$= 70,094 \text{ L/jam}$$

Sehingga di dapatkan kecepatan volumetrik sebesar 70,0940 L/jam.

c. Perancangan Reaktor

a. Volume alat (reaktor)

Pada perancangan reaktor fase yang direaksikan adalah fase cair-padat yang berupa pembentukan gipsum yaitu dengan cara mereaksikan antara asam sulfat dan batu kapur. Dan reaksinya termasuk reaksi orde satu (pseudo first order-reaction) reaksi terhadap batuan kapur ($-r_A = k.C_A$).

(Primiceriomonti, 2013)

Dalam reaktor waktu tinggal yang dibutuhkan adalah 5-10 menit. Dalam hal ini reaksi akan selesai dalam waktu 10 menit dengan mengumpankan batu kapur ke reaktor dengan ekses 10%. Reaksi dijalankan dengan mencampurkan antara asam sulfat 50% massa dan batu kapur. Suhu reaksi pencampuran $93,3^{\circ}\text{C}$.

(US Patents 6.613.141B)

$$\text{Volume bahan} = \theta \times (\text{volume cairan} + \text{volume padatan})$$

$$= 0,1667 \text{ jam} \times (56,0969 + 13,9968) \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$= 11,6823 \text{ m}^3$$

Perancangan reaktor memilih over design 20%, sehingga di dapatkan volume alat sebagai berikut :

$$\text{Volume alat} = 1,2 \times \text{Volume bahan}$$

$$\text{Volume alat} = 1,2 \times 11,6823 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume alat} = 14,0187 \text{ m}^3$$

$$= 495,0671 \text{ ft}^3$$

b. Penentuan Dimensi Reaktor

1. Penentuan tinggi reaktor awal (H) dan diameter dalam (ID)

- Diameter reaktor (ID)

$$H = 2D \quad (\text{Brownell, hal 95})$$

Digunakan reaktor dengan tutup berbentuk *torispherical dished head*

$$\text{Volume head (Vh)} = 0,000049 D^3 \quad (\text{Pers. 5.11, Brownell, hal 88})$$

$$\text{Volume Shell reaktor} = \frac{1}{4} \pi \times D^2 \times H + (0,000049 \times D^3)$$

$$\text{Volume Reaktor} = \text{volume shell reaktor} + 2 \text{ volume head torispherical}$$

$$495,0671 \text{ ft}^3 = \frac{1}{4} \pi \times D^2 \times 2D + (0,000049 \times D^3)$$

$$495,0671 \text{ ft}^3 = D^3 \left\{ \frac{2}{4} \pi + 0,000049 \right\}$$

$$495,0671 \text{ ft}^3 = D^3 \left\{ \frac{2}{4} \times 3,14 + 0,000049 \right\}$$

$$495,0671 \text{ ft}^3 = D^3 \times 1,5700$$

$$D^3 = \frac{495,0671}{1,5700}$$

$$D^3 = 314,4556$$

$$D = \sqrt[3]{315,3195}$$

$$D = 6,8064 \text{ ft}$$

$$= 81,6767 \text{ in}$$

$$= 2,0746 \text{ m}$$

- Tinggi reaktor (H)

$$H = 2D$$

$$H = 2 \times 6,8064 \text{ ft}$$

$$H = 13,6128 \text{ ft}$$

$$= 163,3534 \text{ in}$$

$$= 4,1492 \text{ m}$$

2. Penentuan tebal reaktor (t_s)

- Tekanan Hidrostatik

$$\text{Volume cairan} = h \text{ cairan} \times (\pi D^2/4)$$

$$11,6823 \text{ m}^3 = h \text{ cairan} \times (3,14 \times (2,0746\text{m})^2)/4$$

$$h \text{ cairan} = \frac{11,6823 \text{ m}^3}{3,3786 \text{ m}^2}$$

$$h \text{ cairan} = 3,4578 \text{ m}$$

$$\text{Tekanan hidrostatik} = \rho \times g \times h \text{ cairan}$$

$$\text{Tekanan hidrostatik} = 1.355,3761 \text{ kg/m}^3 \times 9,8 \text{ m/s}^2 \times 3,3786 \text{ m}$$

$$\text{Tekanan hidrostatik} = 45.928,2733 \text{ N/m}^2$$

$$\text{Tekanan hidrostatik} = 45.928,2733 \text{ N/m}^2 \times 0,000145038$$

$$\text{Tekanan hidrostatik} = 6,6613 \text{ psia}$$

$$= 0,4533 \text{ atm}$$

- Tekanan desain

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

$$= 14,7 \text{ psia}$$

$$P_{\text{desain}} = 14,7 + 6,6613 \text{ psia}$$

$$P_{\text{desain}} = 21,3613 \text{ psia}$$

$$P_{\text{desain}} = 1,4531 \text{ atm}$$

- Tebal tangki (ts)

$$\text{Rumus : } t_s = \frac{P \times r_i}{(f \times E - 0,6 P)} + C \quad (\text{Brownell, 1959.p.254., 13.1})$$

Pertimbangan : cairan dalam reaktor mengandung asam (sifatnya korosif)

Sehingga, berdasarkan tabel 23-3 Perry , dipilih bahan konstruksi yaitu *Stainless Steel SA 167 Grade 3 Type 304*. Pemilihan bahan material untuk reaktor cukup kuat dan terhadap korosi serta mudah di fabrikasi dan harga relatif murah.

Data-data didapatkan sebagai berikut :

$$\text{Allowable stress (f)} = 18847,948 \text{ psia}$$

$$\text{Sambungan yang dipilih} = \text{Double welded but joint}$$

$$\text{Effisiensi sambungan (E)} = 80 \%$$

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

$$\text{Jari-jari raktor (ri)} = 40,8384 \text{ in}$$

$$\text{Tekanan (P)} = \text{tekanan operasi} + \text{tekanan hidrostatik}$$

$$= 14,7 \text{ psia} + 6,6613 \text{ psia}$$

$$= 21,3613 \text{ psia}$$

$$= 1,4531 \text{ atm}$$

Sehingga :

$$t_s = \frac{21,3613 \text{ psia} \times 40,8384 \text{ in}}{(18847,948 \text{ psia} \times 80\%) - (0,6 \times 21,3613 \text{ psia})} + 0,125 \text{ in}$$

$$t_s = \frac{872,3613 \text{ psia} \cdot \text{in}}{15065,5416 \text{ psia}} + 0,125 \text{ in}$$

$$t_s = 0,0579 \text{ in} + 0,125 \text{ in}$$

$$t_s = 0,1829 \text{ in}$$

Jadi, tebal shell minimum yang dibutuhkan sebesar 0,1829 in Berdasarkan tabel 5.6

Brownell & Young, maka dipilih th standar :

$$t_h = 5/16 \text{ in}$$

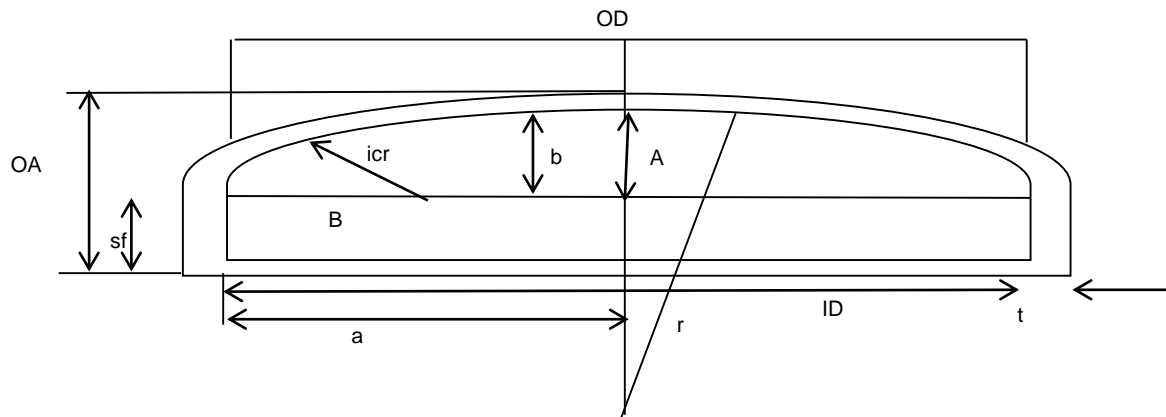
$$\begin{aligned}
 &= 0,3125 \text{ in} \\
 \text{ID shell} &= 81,6767 \text{ in} \\
 \text{OD shell} &= \text{ID} + 2t_s \\
 &= 81,6767 \text{ in} + (2 \times 0,3125 \text{ in}) \\
 &= 82,3017 \text{ in}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan tabel 5.7 (*Brownell & Young, 1959*), untuk OD standar maka diambil OD terdekat yaitu :

$$\begin{aligned}
 \text{OD} &= 84 \text{ in} \\
 &= 2,1336 \text{ m} \\
 \text{ID} &= \text{OD} - 2t_s \\
 &= 84 \text{ in} - (2 \times 0,3125 \text{ in}) \\
 &= 83,3750 \text{ in} = 6,9479 \text{ ft} = 2,1177 \text{ m} \\
 \text{H} &= 2 \times \text{D} \\
 &= 2 \times 83,3750 \text{ in} \\
 &= 166,7500 \text{ in} = 13,8958 \text{ ft} = 4,2355 \text{ m} \\
 \text{icr} &= 5,125 \text{ in} \\
 \text{rc} &= 84 \text{ in}
 \end{aligned}$$

d. Menghitung Dimensi Head Reaktor

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



Keterangan gambar :

ID : diameter dalam *head*

icr : *inside corner radius*

OD : diameter luar *head*

b : *deep of dish*

a : jari-jari *head*

sf : *straight of flanged*

t : tebal *head*

OA : tinggi *head*

r : jari-jari dalam *head*

a. Menghitung tebal *head*

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

(Brownell & Young 1959, Page 138)

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

$$W = \frac{1}{4} \times \left(3 + \sqrt{\frac{84 \text{ in}}{5,125 \text{ in}}} \right)$$

$$W = 1,7621$$

Sehingga :

$$t_h = \frac{21,3613 \text{ psia} \times 84 \text{ in} \times 1,7621}{(2 \times 18847,948 \text{ psia} \times 80\%) - (0,2 \times 21,3613 \text{ psia})} + 0,125 \text{ in}$$

$$t_h = \frac{3161,8227 \text{ psia} \cdot \text{in}}{30152,4445 \text{ psia}} + 0,125 \text{ in}$$

$$t_h = 0,1049 \text{ in} + 0,125 \text{ in}$$

$$t_h = 0,2299 \text{ in}$$

Berdasarkan tabel 5.6 Brownell & Young, dipilih t_h standar :

$$t_h = 1/4 \text{ in} = 0,25 \text{ in}$$

b. Menghitung tinggi head

Berdasarkan tabel 5.8 (Brownell & Young, hal. 93), maka digunakan s_f :

$$S_f = 3 \text{ in}$$

$$\begin{aligned} ID &= OD - 2t_h \\ &= 84 \text{ in} - (2 \times 0,25 \text{ in}) \\ &= 83,5 \text{ in} \\ &= 2,1209 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a &= ID/2 \\ &= 83,5/2 \\ &= 41,75 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} AB &= a - icr \\ &= (41,75 - 5,125) \text{ in} \\ &= 36,6250 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 BC &= rc - icr \\
 &= (84 - 5,125) \text{ in} \\
 &= 78,8750 \text{ in}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 AC &= \sqrt{BC^2 - AB^2} \\
 &= \sqrt{78,8750^2 - 36,6250^2} \\
 &= 69,8561 \text{ in}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 b &= rc - AC \\
 &= (84 - 69,8561) \text{ in} \\
 &= 14,1439 \text{ in}
 \end{aligned}$$

Tinggi *head* total :

$$\begin{aligned}
 AO &= sf + b + th \\
 &= (3 + 14,1439 + 0,25) \text{ in} \\
 &= 17,3939 \text{ in} = 0,4418 \text{ m}
 \end{aligned}$$

e. Menghitung Dimensi Pengaduk

Pada reaktor alir tangki berpengaduk (RATB) dibutuhkan pengaduk untuk mencampurkan beberapa senyawa menjadi satu agar tercampur secara homogen.

Berikut perhitungan pengaduk :

- Volume cairan yang diaduk $= 11,6823 \text{ m}^3$
 $= 3086,1372 \text{ gallon}$
- Kekentalan cairan yang diaduk (μ) $= 1,0166 \text{ cp}$

$$= 0,000683 \text{ lb/ft.s}$$

Sehingga, berdasarkan nilai kekentalan cairan yang diaduk (μ) sebesar 0,000683 cp jenis pengaduk yang dipilih adalah *marine propeller with 3 blades and pitch 2Di*, dengan alasan cocok untuk cairan dengan viskositas mencapai 4000 cp.

Dalam perancangan untuk pengaduk dilakukan dengan prinsip similaritas menggunakan model yang sesuai dengan referensi di buku (*Brown , Fig 477, no 15 , hal 507*) dan tabelnya.

$$\frac{Dt}{Di} = 3$$

$$\frac{Zl}{Di} = 3,9$$

$$\frac{Zi}{Di} = 1,3$$

Keterangan :

Dt = Diameter Tangki

Di = Diamater Pengaduk

Zi = Jarak Pengaduk dari Dasar Tangki

Zl = Tinggi cairan dalam pengaduk

Dari data diatas maka diperoleh perhitungan sebagai berikut :

a. Diameter Pengaduk (Di)

$$\begin{aligned} Di &= \frac{Dt}{3} \\ &= \frac{83,3750 \text{ in}}{3} \end{aligned}$$

$$= 27,7917 \text{ in}$$

$$= 0,7059 \text{ m}$$

$$= 2,3160 \text{ ft}$$

b. Tinggi Cairan dalam Pengadukan (Zl)

$$Zl = Di \times 3,9$$

$$= 27,7917 \text{ in} \times 3,9$$

$$= 108.3875 \text{ in}$$

$$= 2,7530 \text{ m}$$

$$= 9,0323 \text{ ft}$$

c. Jarak Pengaduk dari Dasar Tangki (Zi)

$$Zi = Di \times 1,3$$

$$= 27,7917 \text{ in} \times 1,3$$

$$= 36,1292 \text{ in}$$

$$= 0,9177 \text{ m}$$

$$= 3,0108 \text{ ft}$$

f. Menghitung jumlah pengaduk

(sesuai referensi Wallas, hal 288)

$$\begin{aligned} \text{Rasio tinggi permukaan cairan dan diameter tangki} &= H/D \\ &= 3,4578/2,1177 \\ &= 1,6328 \end{aligned}$$

Berdasarkan referensi Wallas, maka jumlah pengaduk yang dipakai = 1 buah

g. Trial nilai rpm (N)

- Diambil $\pi DN = 21,0160 \text{ ft/s}$

$$N = \frac{21,0160 \text{ ft/s}}{\pi D}$$

$$N = \frac{21,0160 \text{ ft/s}}{3,14 \times 2,3160 \text{ ft}}$$

$$N = 2,8899 \text{ /s}$$

- Menghitung nilai Re

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

$$Re = \frac{84,8952 \text{ lb/ft}^3 \times 2,8899 \text{ /s} \times (2,3160 \text{ ft})^2}{0,000683 \text{ lb/ft.s}}$$

$$Re = 1926277,524$$

Power number (Po) yang didapat dari Fig. 477 Brown = 0,8

Sehingga :

$$P = \frac{N^3 \times Di^5 \times \rho \times Po}{gc}$$

$$P = \frac{(2,8899 \text{ /s})^3 \times (2,3160 \text{ ft})^5 \times 84,8952 \text{ lb/ft}^3 \times 0,8}{32,174 \text{ ft/s}^2}$$

$$P = 3394,6807 \text{ lb.ft/s}$$

$$P = 6,1721 \text{ hp}$$

Pada reaksi dengan transfer panas, nilai Hp/1000 gallon = 1,5-5

Diambil Hp/1000 gallon = 2

$$\begin{aligned}
 H_p &= 2 \text{ Hp}/1000 \text{ gallon} \times \text{volume cairan} \\
 &= 2 \text{ Hp}/1000 \text{ gallon} \times 3086,1372 \text{ gallon} \\
 &= 6,1723 \text{ Hp}
 \end{aligned}$$

h. Menghitung Dimensi *Coil Pendingin*

$$\begin{aligned}
 \text{OD} &= 84 \text{ in} &= 2,1336 \text{ m} &= 7 \text{ ft} \\
 \text{ID} &= 83,375 \text{ in} &= 2,1177 \text{ m} &= 6,9479 \text{ ft} \\
 \text{H} &= 166,7500 \text{ in} &= 4,2354 \text{ m} &= 13,8958 \text{ ft} \\
 \text{Luas Selimut (A)} &= \pi \cdot \text{OD} \cdot \text{H} \\
 &= 3,14 \times 7 \text{ ft} \times 13,8958 \text{ ft} \\
 &= 305,4304 \text{ ft}^2 \\
 \text{Q pendinginan} &= 14357734,003 \text{ kJ/jam} \\
 &= 13611131,835 \text{ Btu/jam}
 \end{aligned}$$

1. Menghitung suhu LMTD (ΔT_{LMTD})

Hot fluid

$$\begin{aligned}
 T_{in} &= 30 \text{ }^\circ\text{C} &= 303 \text{ K} &= 86 \text{ }^\circ\text{F} \\
 T_{out} &= 93 \text{ }^\circ\text{C} &= 366 \text{ K} &= 199,40 \text{ }^\circ\text{F}
 \end{aligned}$$

Cold fluid

$$\begin{aligned}
 t_{in} &= 30 \text{ }^\circ\text{C} &= 303 \text{ K} &= 86 \text{ }^\circ\text{F} \\
 t_{out} &= 45 \text{ }^\circ\text{C} &= 318 \text{ K} &= 113 \text{ }^\circ\text{F}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Delta t_1 &= (113 - 86) \text{ }^\circ\text{F} \\
 &= 27 \text{ }^\circ\text{F}
 \end{aligned}$$

$$\Delta t_2 = (199,40 - 86) \text{ }^\circ\text{F}$$

$$= 113,40 \text{ }^\circ\text{F}$$

$$\Delta T_{\text{LMTD}} = \frac{\Delta t_2 - \Delta t_1}{\ln\left(\frac{\Delta t_2}{\Delta t_1}\right)}$$

$$\Delta T_{\text{LMTD}} = \frac{(113,40 - 27)^\circ\text{F}}{\ln\left(\frac{113,40 \text{ }^\circ\text{F}}{27 \text{ }^\circ\text{F}}\right)}$$

$$\Delta T_{\text{LMTD}} = 60,2055 \text{ }^\circ\text{F}$$

2. Menghitung Luas Transfer Panas

Untuk *cold fluid* = water dan *hot fluid* = aqueous of solution

$$U_d = 250\text{-}500 \text{ btu/ft}^2 \cdot \text{F} \cdot \text{jam} \quad (\text{Kern, Tabel 8 Hal.840})$$

Diambil harga $U_d = 500 \text{ btu/ft}^2 \cdot \text{F} \cdot \text{jam}$

$$A = \frac{Q}{U_d \times \Delta T_{\text{LMTD}}}$$

$$A = \frac{13611131,8349 \text{ btu/jam}}{500 \text{ btu/ft}^2 \cdot \text{F} \cdot \text{jam} \times 60,2055 \text{ }^\circ\text{F}}$$

$$A = 452,1557 \text{ ft}^2$$

Luas selimut < A terhitung, sehingga luas selimut tidak mencukupi sebagai

luas transfer panas, maka digunakan *coil* pendingin.

3. Menghitung Kebutuhan Air Pendingin

Sifat fisis air pada $T_f = 99,5 \text{ }^\circ\text{F}$:

$$C_p = 4183,7938 \text{ j/kg} \cdot \text{K} = 0,9999 \text{ btu/lb} \cdot \text{F}$$

$$\rho = 1016,0968 \text{ kg/m}^3 = 63,4044 \text{ lb/ft}^3$$

$$\mu = 0,6991 \text{ cp} = 1,6919 \text{ lb/ft} \cdot \text{jam}$$

$$k = 0,3596 \text{ btu/jam.ft.F}$$

$$m_{\text{air}} = \frac{Q_{\text{pendinginan}}}{C_p \text{ air} \times \Delta T}$$

$$m_{\text{air}} = \frac{14357734,0031 \text{ kj/jam}}{4,1838 \text{ kj/kg.K} \times 15 \text{ K}}$$

$$\begin{aligned} m_{\text{air}} &= 4118099,906 \text{ kg/jam} \\ &= 9080410,293 \text{ lb/jam} \end{aligned}$$

i. Menghitung Kecepatan Volumetrik Air

$$Q_v = \frac{m_{\text{air}}}{\rho_{\text{air}}}$$

$$Q_v = \frac{4118099,9060 \text{ kg/jam}}{1016,0968 \text{ kg/m}^3}$$

$$Q_v = 4052,8618 \text{ m}^3/\text{jam}$$

j. Menentukan Diameter Standar

Dipilih diameter standard berdasarkan buku *Kern, 1965, table 11, page 844*

$$\text{Nominal Pipe Size (IPS)} = 3 \text{ in}$$

$$\text{OD} = 3,50 \text{ in} = 0,2917 \text{ ft}$$

$$\text{ID} = 3,068 \text{ in} = 0,2557 \text{ ft}$$

$$\text{Flow area per pipe (A')} = 7,380 \text{ in}^2 = 0,0513 \text{ ft}^2$$

$$\text{Surface per lin (A'')} = 0,917 \text{ ft}^2/\text{ft}$$

k. Menghitung nilai ho

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

Dengan :

$$L = \text{diameter Impeller} = 2,3160 \text{ ft}$$

$$N = \text{kecepatan putar pengaduk} = 10403,7647 \text{ rad/jam}$$

$$\rho = \text{densitas fluida panas} = 84,5755 \text{ lb/ft}^3$$

$$\mu = \text{viskositas fluida panas} = 2,4603 \text{ lb/ft.jam}$$

$$k = \text{konduktivitas panas} = 0,3020 \text{ btu/jam.ft.F}$$

$$cp = \text{kapasitas panas} = 0,6517 \text{ btu/lb.F}$$

sehingga,

$$Re = \frac{(2,3160 \text{ ft})^2 \times 10814,9498/\text{jam} \times 84,5755 \text{ lb/ft}^3}{2,4603 \text{ lb/ft.jam}}$$

$$Re = 1918299,543$$

Berdasarkan buku Kern, Fig.28 hal 838 maka didapatkan nilai JH = 13412

$$ho = JH \times \frac{k}{De} \times \left(\frac{cp}{k}\right)^{1/3} \times \left(\frac{\mu}{\mu_w}\right)^{0,14}$$

$$ho = 13412 \times \frac{0,3020}{6,9479} \times \left(\frac{0,6517 \times 2,4603}{0,3020}\right)^{1/3} \times (1)^{0,14}$$

$$ho = 1016,8920 \text{ btu/ft}^2.\text{jam.F}$$

1. Menghitung nilai hio

$$Re = \frac{\rho \times v \times D}{\mu}$$

$$Re = \frac{63,4044 \text{ lb/ft}^3 \times 2792691,9727 \text{ ft/jam} \times 0,2557 \text{ ft}}{1,6919 \text{ lb/ft.jam}}$$

$$Re = 26757618,9733$$

Berdasarkan buku Kern, Fig.24 hal 834 maka didapatkan nilai $JH = 26738$

$$hi = JH \times \frac{k}{De} \times \left(\frac{C\mu}{k}\right)^{1/3} \times \left(\frac{\mu}{\mu_w}\right)^{0,14}$$

$$hi = 26738 \times \frac{0,3596}{0,2557} \times \left(\frac{0,9999 \times 1,6919}{0,3596}\right)^{1/3} \times (1)^{0,14}$$

$$hi = 63019,1502 \text{ btu/ft}^2 \cdot \text{jam} \cdot \text{F}$$

$$hio = hi \times \frac{ID}{OD}$$

$$hio = 63019,1502 \times \frac{0,2557}{0,2917}$$

$$hio = 55240,7865 \text{ btu/ft}^2 \cdot \text{jam} \cdot \text{F}$$

m. Menghitung U_c

$$= \frac{hio \times ho}{hio + ho}$$

$$U_c = \frac{55240,7865 \times 1016,8920}{55240,7865 + 1016,8920}$$

$$U_c = 998,5111$$

n. Menghitung nilai R_d

$$R_d = \frac{U_c - U_d}{U_c \times U_d}$$

$$R_d = \frac{998,5111 - 500}{998,5111 \times 500}$$

$$R_d = 0,001$$

Syarat :

R_d terhitung \geq R_d yang diperlukan

$$0,001 \geq 0,001 \quad (\text{memenuhi syarat})$$

o. Menghitung jumlah lilitan

$$\begin{aligned} \text{Luas satu lilitan (a)} &= \pi \times D \times \text{surface per lin ft} \\ &= \pi \times (0,8 \times \text{ID reaktor}) \times \text{surface per lin ft} \\ &= 3,14 \times (0,8 \times 6,9479 \text{ ft}) \times 0,917 \text{ ft}^2/\text{ft} \\ &= 16,0046 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah lilitan} &= A/a \\ &= 452,1557 \text{ ft}^2 / 16,0046 \text{ ft}^2 \\ &= 28,2517 \\ &= 28 \text{ lilitan} \end{aligned}$$

p. Menentukan tinggi tumpukan coil

x = jarak antar lilitan

$$\begin{aligned} \text{Diambil } x &= 0,4 \text{ OD} \\ &= 0,4 \times 0,0889 \text{ m} \\ &= 0,0356 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tinggi tumpukan coil} &= (N_{\text{lilitan}} - 1) * x + N_{\text{lilitan}} * \text{OD} \\ &= (28-1) * 0,0356 \text{ m} + (28 * 0,0889 \text{ m}) \end{aligned}$$

$$= 3,4493 \text{ m}$$

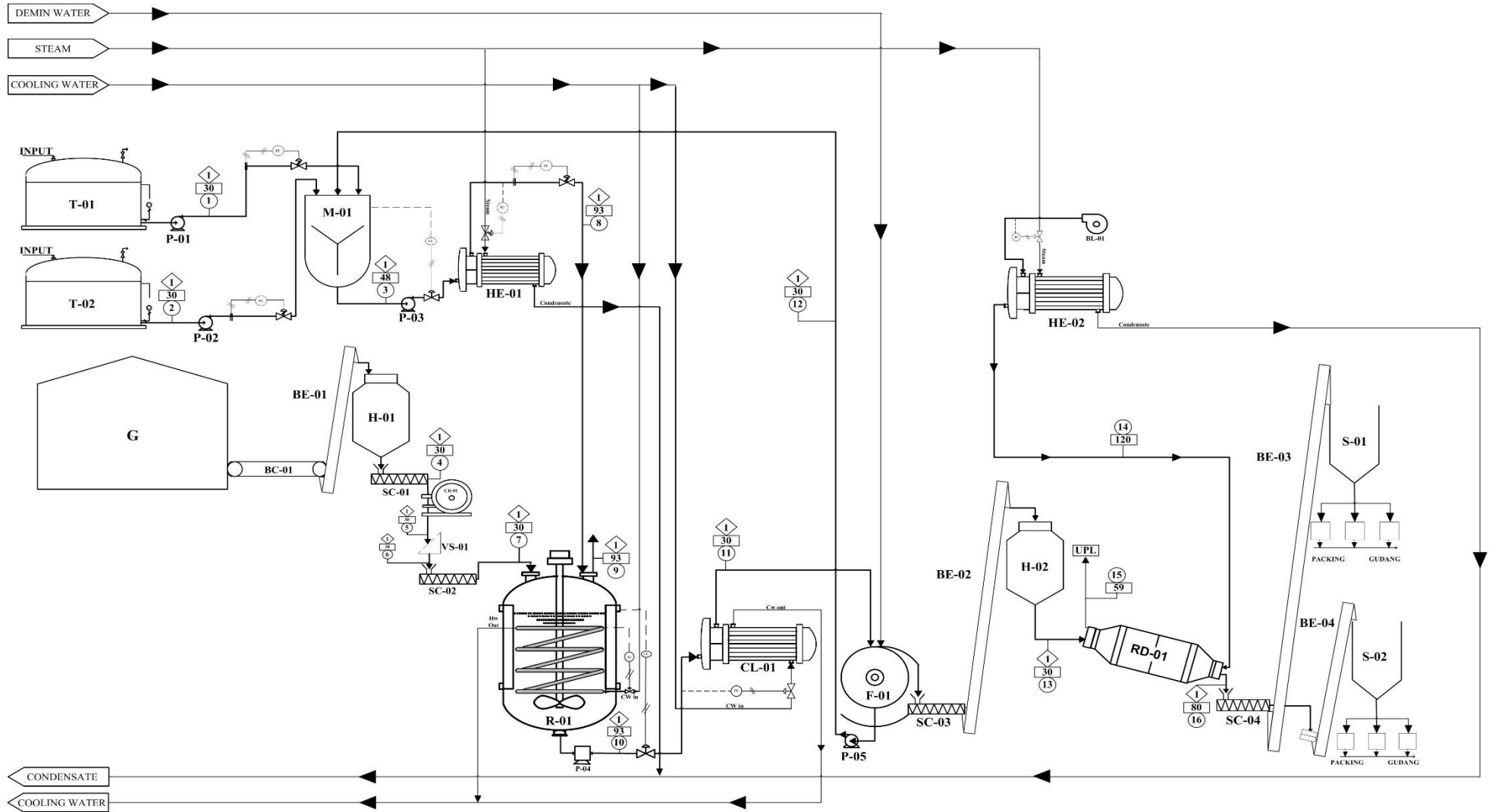
Tinggi cairan dalam shell = 3,4578 m

Sehingga *coil* masih tercelup di dalam cairan.

LAMPIRAN B

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM

PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA GIPSUM (KALSIMUM SULFAT DIHIDRAT) DARI ASAM SULFAT DAN BATUAN KAPUR DENGAN KAPASITAS 500.000 TON/TAHUN



Komponen	Arus (kg/jam)															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
H ₂ SO ₄	33861.457		38016.174					38016.174		5193.397	5193.397	4154.718	1038.679		883.484	155.196
H ₂ O	691.050	8170.094	38016.174	114.049	114.049	114.049	114.049	38016.174		32101.550	32101.550	29155.050	6420.310		5461.012	959.298
CO ₂											14736.757					
CaCO ₃				37214.033	37214.033	37214.033	37214.033			3721.403	3721.403		3721.403			3721.403
SiO ₂				136.858	136.858	136.858	136.858			136.858	136.858		136.858			136.858
MgCO ₃				361.154	361.154	361.154	361.154			361.154	361.154		361.154			361.154
Al ₂ O ₃				64.627	64.627	64.627	64.627			64.627	64.627		64.627			64.627
CaSO ₄				30.413	30.413	30.413	30.413			30.413	30.413		30.413			30.413
Fe ₂ O ₃				95.040	95.040	95.040	95.040			95.040	95.040		95.040			95.040
CaSO ₄ ·2H ₂ O										57607.323	57607.323		57607.323			57607.323
Udara Panas														259274.498	264735.510	
Total	34552.507	8170.094	76032.349	38016.174	38016.174	38016.174	38016.174	76032.349	14736.757	99311.766	99311.766	33309.748	69475.809	259274.498	271080.005	63131.313

Keterangan Alat	
F	: Tangki
M	: Mixer
HE	: Heater
H	: Hopper
CR	: Crusher
VS	: Vibrating Screen
R	: Rodine
CL	: Cooler
F	: Rotary Drum Vacuum Filter
RD	: Rotary Dryer
S	: Silo
BC	: Belt Conveyor
BE	: Bucket Elevator
SC	: Screw Conveyor
P	: Pompa
BL	: Blower

KETERANGAN INSTRUMEN	
FC	: Flow Controller
LC	: Level Controller
TC	: Temperature Controller

KETERANGAN SIMBOL	
◇	: Tekanan, atm
○	: Nomor Arus
○	: Suhu, °C
⊗	: Control Valve
⊗	: Arus Sinyal Pneumatic
⊗	: Arus Sinyal Listrik
→	: Arus Proses
→	: Arus Cooling Water, Process Water, Condensate

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PABRIK GIPSUM (KALSIMUM SULFAT DIHIDRAT)
DARI ASAM SULFAT DAN BATUAN KAPUR
DENGAN KAPASITAS 500.000 TON/TAHUN

Dikerjakan Oleh :
1. Subha Nafila (14521174)
2. Dwida Afriliyatin (14521177)

Dosen Pembimbing : Prof. Ir. Zaimu Salimio, M.Si