

**PRA RANCANGAN PABRIK KALSIUM KARBONAT
DARI KALSIUM OKSIDA DAN AIR DENGAN
KAPASITAS 15.000 TON/TAHUN**

PERANCANGAN PABRIK

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat

Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia

Konsentrasi Teknik Kimia



Oleh:

Nama : Imam Nurrahman

No. Mahasiswa : 14521129

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

YOGYAKARTA

2021

SURAT TUGAS PEMBIMBING TA PERANCANGAN PABRIK



FAKULTAS
TEKNOLOGI INDUSTRI

Gedung KH. Mas Mansur
Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia
Jl. Kalirejo km 14,5 Yogyakarta 55584
T. (0274) 898444 ext. 4110, 4100
F. (0274) 895007
E. fti@uii.ac.id
W. fti.uii.ac.id

Nomor : 181/Ka-Prodi/20/TK/XII/2021
Lamp : -
Hal : **Surat Tugas Pembimbing TA Prarancangan Pabrik**

Yth. Bapak/Ibu Dosen
Arif Hidayat, Dr., S.T., M.T.
Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri UII
Yogyakarta

Assalamu'alaikum Warahmatullaahi Wabarakaatuh

Berdasarkan peraturan akademis di Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia Yogyakarta, mahasiswa tersebut di bawah ini:

1. Nama : Imam Nurrahman
Nomor Mhs : 14521129
2. Nama :
Nomor Mhs :

dinyatakan telah memenuhi persyaratan untuk melaksanakan prarancangan. Sehubungan dengan itu kami memberi tugas Bapak/Ibu Dosen sebagai **Dosen Pembimbing 1 TA Prarancangan Pabrik** mahasiswa tersebut di atas. Masa bimbingan terhitung mulai tanggal **6 Desember 2021** sampai dengan **4 Juni 2022**.

Demikian permohonan ini kami sampaikan, atas perhatian dan kesediaan Bapak/Ibu dosen kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Warahmatullaahi Wabarakaatuh



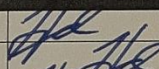
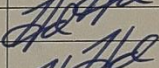
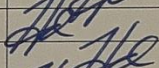
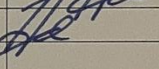
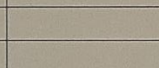
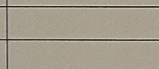
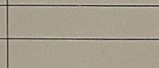
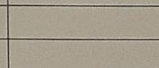
Yogyakarta, 6 Desember 2021
Ketua Program Studi,

Dr. Suharno Rusdi
NIK. 845210102

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRA RANCANGAN PABRIK

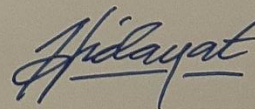
KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRA RANCANGAN PABRIK

Nama Mahasiswa 1 : Imam Nurrahman
No. Mahasiswa 1 : 14521129
Nama Mahasiswa 2 :
No. Mahasiswa 2 :
Judul Pra rancangan Pabrik : PRARANCANGAN PABRIK KALSIMUM KARBONAT DARI
KALSIMUM OKSIDA DARI AIR DENGAN KAPASITAS
15.000 TON/TAHUN
Mulai Masa Bimbingan : 06 Desember 2021
Selesai Masa Bimbingan : 2 Juni 2022

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1	15 Desember 2021	Konsultasi judul pra-rancangan pabrik	
2	10 Januari 2022	Konsultasi Penentuan kapasitas	
3	12 Februari 2022	Konsultasi Pemilihan proses	
4	20 Maret 2022	Konsultasi Penentuan Kapasitas & Proses Fix	
5	28 April 2022	Konsultasi Diagram Alir	
6	01 Mei 2022	Konsultasi Neraca Massa & Neraca Panas	
7	1 Juni 2022	Konsultasi Perancangan alat	
8	4 Juni 2022	Pengumpulan naskah	

Disetujui Draft Penulis :
Yogyakarta, 27 Desember 2021

Dosen Pembimbing 1



(Arif Hidayat, Dr., S.T., M.T.)

Catatan:

- Kartu Konsultasi Bimbingan dilampirkan pada Laporan Pra Rancangan Pabrik
- Kartu Konsultasi Bimbingan dapat difotocopy

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING
PRA RANCANGAN PABRIK KALSIMUM
KARBONAT DARI KALSIMUM OKSIDA DAN AIR
DENGAN KAPASITAS 15.000 TON/TAHUN

PRA RANCANGAN PABRIK

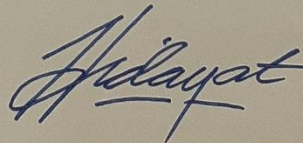


Nama : Imam Nurrahman

NIM :14521129

Yogyakarta, 27 Desember 2021

Pembimbing 1



Dr. Arif Hidayat, S.T., M.T.

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA KALSIUM KARBONAT DARI KALSIUM OKSIDA DAN AIR DENGAN KAPASITAS 15.000 TON/TAHUN

PERANCANGAN PABRIK

Oleh :

Nama : Imam Nurrahman

No. Mahasiswa : 145212129

Telah dipertahankan di depan sidang penguji sebagai salah satu syarat

untuk memperoleh gelar konsentrasi Teknik Kimia

Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 20 Januari 2022

Tim Penguji,

1. Arif Hidayat, Dr., ST., M.T.

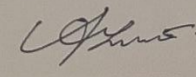
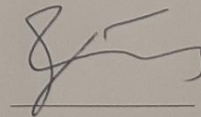
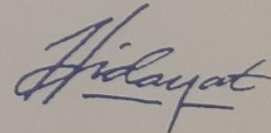
Ketua

2. Agus Taufiq Ir. M.Sc.

Anggota 1

3. Cholila Tamzysi, S.T., M.Eng.

Anggota 2



Mengetahui:

Ketua Program Studi Teknik Kimia

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



Dr. Suharno Rusdi

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA KALSIUM KARBONAT DARI KALSIUM OKSIDA DAN AIR DENGAN KAPASITAS 15.000 TON/TAHUN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Imam Nurrahman

No. Mahasiswa : 14521129

Yogyakarta, Desember 2021

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

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



Imam Nurrahman

v

KATA PENGANTAR

Tiada kata lain yang diucapkan kecuali Alhamdulillah dan mengucapkan Puji Syukur kepada Allah SWT yang selalu memberikan Rahmat, Rezeki dan Keberkahan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan baik. Sholawat dan salam juga selalu dihaturkan kepada Rasulullah SAW yang telah mengajarkan kami untuk terus berikhtiar dengan ikhlas. Pembuatan tugas akhir ini merupakan persyaratan untuk menyelesaikan Program Studi Sarjana Strata Satu (S-1) Teknik Kimia dengan Konsentrasi Teknik Kimia di Universitas Islam Indonesia.

Dalam hal ini penulis juga ingin menyampaikan rasa terimakasih kepada pihak yang telah membantu baik secara moril, psikis, dan materialnya telah membantu pelaksanaan pengerjaan tugas akhir ini dari awal hingga akhir kepada:

1. Allah SWT yang selalu memberikan rahmat dan keberkahan serta penyemangat Ketika penulis merasa lelah.
2. Bapak Suparman dan Ibu Rufidah Dwiwati selaku Orang tua saya yang tiada hentinya mendoakan dan meridhoi saya.
3. Bapak Hari Purnomo, Prof., Dr., Ir., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Dr. Suharno Rusdi selaku Ketua Jurusan Program Studi Teknik Kimia Universitas Islam Indonesia.
5. Bapak Arif Hidayat, S.T., M.T., Dr. selaku pembimbing 1 yang sudah berperan penting membantu dan membimbing saya dalam penyusunan naskah.
6. Serta teman-teman Teknik Kimia Angkatan 2018 dan angkatan 2017 terkhususnya saudara Wildan Nur Rizki, M.Ibnu Zakaria AR, Adib Hanansyah, dan Aria Wira Sakti yang banyak membantu serta menyemangati penulis.

Oleh karena itu, penulis membuka diri terhadap segala saran dan kritik yang membangun.
Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca sekalian.



Penulis

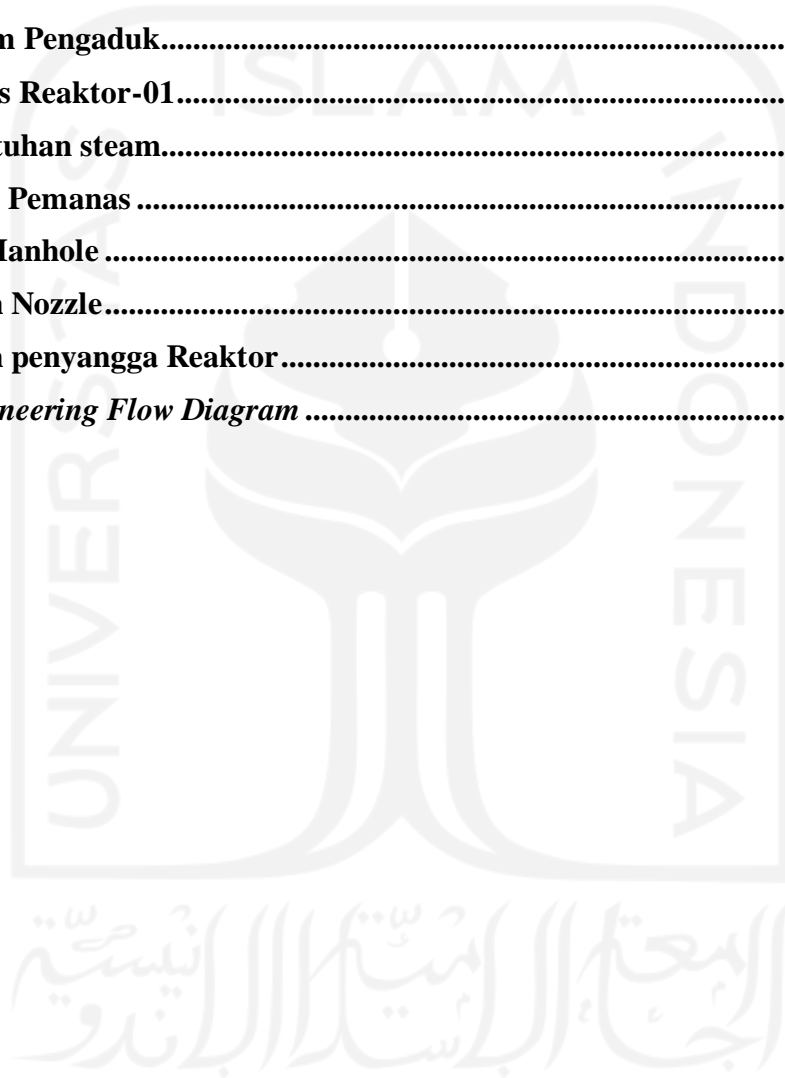
DAFTAR ISI

COVER	
SURAT TUGAS PEMBIMBING TA PERANCANGAN PABRIK	i
KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRA RANCANGAN PABRIK	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iv
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
ABSTRAC	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik	1
1.1.1 Alasan Pendirian Pabrik	2
1.2 Penentuan Kapasitas Perancangan	4
1.2.1 Alasan Pendirian Pabrik	4
1.2.2 Ketersediaan Bahan Baku	5
1.3 Tinjauan Pustaka	5
1.3.1 Macam-Macam Proses	5
BAB II PERANCANGAN PRODUK	9
2.1 Spesifikasi Bahan	9
2.2 Spesifikasi Produk	13
2.3 Pengendalian Kualitas	13
2.3.1 Pengendalian Kualitas Bahan	13
2.3.2 Pengendalian Kualitas Proses Produksi	15
BAB III PERANCANGAN PROSES	17
3.1 Uraian Proses	17
3.1.1 Persiapan Bahan Baku	17
3.1.2 Tahap Reaksi	17
3.1.3 Tahap Pengeringan dan Penghancuran	18
3.1.4 Tahap Pemisahan	18
3.2 Spesifikasi Alat	20
3.2.1 Slaker (SL-01)	20

3.2.2	Reaktor (R-01)	21
3.2.3	Screening-01 (S-01).....	22
3.2.4	Screening-02 (S-02).....	23
3.2.5	Gas Scrubber 01	24
3.2.6	Rotary Drum Vacuum Filter (RDVF-01).....	25
3.2.7	Rotary Dryer (RD-01)	25
3.2.8	Ball Mill (BM-01).....	26
3.2.9	Heater (HE-01)	27
3.2.10	Heater (HE-02)	28
3.2.11	Cooler (C-01).....	28
3.2.12	Expansion Valve	29
3.2.13	Storage Silo (SS-01).....	31
3.2.14	Storage Silo (SS-02).....	32
3.2.15	Tangki (T-01)	33
3.2.16	Bucket Elevator	34
3.2.17	Belt Conveyor	35
3.2.18	Screw Conveyor	36
3.2.19	Pompa.....	37
3.3	Perencanaan Produksi	39
3.3.1	Kapasitas Perancangan.....	39
3.3.2	Perencanaan Bahan Baku dan Alat Proses.....	39
BAB IV PERANCANGAN PABRIK		41
4.1	Lokasi Pabrik.....	41
4.2	Tata Letak Pabrik (Plant Layout).....	43
4.2.1	Area Administrasi dan Perkantoran	45
4.2.2	Area Proses dan Ruang Kontrol	45
4.2.3	Area Penyimpanan Bahan Baku dan Produk	45
4.2.4	Area Utilitas	46
4.2.5	Area Fasilitas Umum.....	46
4.2.6	Area Laboratorium	46
4.2.7	Area Perluasan.....	46
4.3	Tata letak Mesin/Alat Proses (Machines Layout)	49
4.4	Alir Proses dan Material.....	53
4.4.1	Neraca Massa	53

4.4.1.1	Neraca Massa Total.....	53
4.4.1.2	Neraca Massa Alat.....	54
4.4.2	Neraca Massa Kualitatif	58
4.4.3	Neraca Massa Kuantitatif.....	59
4.4.4	Neraca Energi	60
4.5	Maintenance.....	62
4.6	Pelayanan Teknik (Utilitas).....	64
4.6.1	Unit Pengadaan Air.....	64
4.6.2	Pengadaan air	65
4.6.3	Unit Penyedia Listrik	83
4.6.4	Unit Penyedia Udara Tekan	85
4.6.5	Unit Penyedia Bahan Bakar	85
4.7	Organisasi Perusahaan	86
4.7.1	Bentuk Perusahaan	86
4.7.2	Struktur Perusahaan.....	87
4.7.3	Tugas dan Wewenang	89
4.7.3.1	Pemegang Saham.....	89
4.7.3.2	Dewan Komisaris.....	90
4.7.3.3	Dewan Direksi.....	90
4.7.3.4	Staff Ahli dan Pusat Penelitian dan Pengembangan.....	91
4.7.3.5	Kepala Bagian.....	93
4.7.3.6	Kepala Seksi.....	97
4.7.4	Status Karyawan	97
4.7.5	Ketenagakerjaan	99
4.7.6	Fasilitas Karyawan.....	100
4.7.7	Golongan dan Jabatan Karyawan.....	101
4.8	Evaluasi Ekonomi.....	102
4.8.1	Harga Alat.....	104
4.8.2	Dasar Perhitungan	109
4.8.3	Perhitungan Biaya.....	109
4.8.3.1	Modal (Capital Investment)	109
4.8.3.2	Biaya Produksi (Manufacturing Cost)	110
4.8.4	Analisa Keuntungan.....	112
4.8.5	Analisa Kelayakan.....	112
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		120

a) Kesimpulan	120
b) Saran.....	121
DAFTAR PUSTAKA	122
LAMPIRAN.....	125
Desain Proses Slaker-01.....	125
Kinetika reaksi	126
Dimensi Reaktor.....	129
Desain Sistem Pengaduk.....	135
Neraca Panas Reaktor-01.....	141
Desain kebutuhan steam.....	145
Desain Jacket Pemanas	146
Penentuan Manhole	150
Perancangan Nozzle.....	151
Perancangan penyangga Reaktor.....	158
<i>Process Engineering Flow Diagram</i>	<i>163</i>



ABSTRAC

Calcium Carbonate plant is planned to be built in Balikpapan, East Kalimantan with an area of 18,950 m² and a production capacity of 12212,5045 kg/hour which operates for 330 days with a total of 153 employees. The process of making Calcium Carbonate using the Ca(OH)₂ purification process method to produce CaCO₃ deposits which has a higher reaction conversion than other methods that can achieve a reaction conversion of 97%. To reach the production capacity, Calcium Oxide as raw material is 1355,4019 kg/hour, Water is 9873,0172 kg/hour and Carbon Dioxide is 984,0854 kg/hour. Utilities needed for each hour are 2421 kg/hour steam water, 39959 kg/hour cooling water, 19197 kg/hour domestic water, 2421 kg/hour service water, 11848 process water, 222,7602 kW electricity and 24,5814 kg/fuel hour. The results of the economic analysis indicates that the plant and the plant's Calcium Carbonate has a low level of risk (low risk) to obtain the results of an economic evaluation indicates a fixed capital of Rp. 171.252.842.352, production costs Rp. 150.272.727.050, profit before tax of Rp. 40.441.722.950, profit after tax of Rp. 35.993.133.426 Based on the results of the feasibility study obtained a Return On Investment before tax (ROI_b) of 23,62% (ROI_b requirement for low risk factories > 11%) and Return On Investment after tax (ROI_a) of 21.81%, Pay Out Time before tax (POT_b) for 3 years (POT_b requirement for low risk factories < 5 years) and Pay Out Time after tax (POT_a) of 3,2 years, Break Even Point (BEP) of 47,19% (BEP requirement of 40% -60%) , Shut Down Point (SDP) amounted to 20,36%, and Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFR) amounted to 19,83%. Based on the results of this economic evaluation, it can be concluded that the Calcium Carbonate plant using the Ca(OH)₂ purification process method to produce CaCO₃ deposits is economically feasible to establish

Keyword : Calcium Carbonate, Calcium Oxide, Purification of Ca(OH)₂ to produce CaCO₃ deposits.

ABSTRAK

Pabrik Kalsium Karbonat ini direncanakan akan dibangun di Balikpapan, Kalimantan Timur dengan luas lahan 18.950 m² dan kapasitas produksi 12212,5045 kg/jam yang beroperasi selama 330 hari dengan total 153 karyawan. Proses pembuatan Kalsium Karbonat menggunakan metode proses pemurnian Ca (OH)₂ untuk menghasilkan endapan CaCO₃ yang memiliki konversi reaksi lebih tinggi disbanding metode lainnya yaitu dapat mencapai konversi reaksi sebesar 97%. Untuk mencapai kapasitas produksi dibutuhkan bahan baku Kalsium Oksida sebesar 1355,4019 kg/jam, Air sebesar 9873,0172 kg/jam dan Karbon Dioksida sebesar 984,0854 kg/jam. Utilitas yang dibutuhkan untuk setiap jamnya yaitu 2421 kg/jam air steam, 39959 kg/jam air pendingin, 19197 kg/jam air domestic, 2421 kg/jam *service water*, 11848 air proses, 222,7602 kW listrik dan 24,5814 kg/jam bahan bakar. Hasil analisis pabrik dan ekonomi menunjukkan bahwa pabrik Kalsium Karbonat ini memiliki tingkat resiko rendah (*low risk*) sehingga diperoleh hasil evaluasi ekonomi menunjukkan modal tetap sebesar Rp 171.252.842.352, biaya produksi Rp 150.272.727.050, keuntungan sebelum pajak Rp 40.441.722.950, keuntungan setelah pajak Rp 35.993.133.426. Berdasarkan hasil studi kelayakan diperoleh *Return On Investment* sebelum pajak (ROI_b) sebesar 23,62% (syarat ROI_b pabrik beresiko rendah >11%) dan *Return On Investment* sesudah pajak (ROI_a) sebesar 21,81% *Pay Out Time* sebelum pajak (POT_b) sebesar 3 tahun (syarat POT_b untuk pabrik beresiko rendah <5 tahun) dan *Pay Out Time* sesudah pajak (POT_a) sebesar 3,2 tahun, *Break Even Point* (BEP) sebesar 47,19% (syarat BEP 40%-60%), *Shut Down Point* (SDP) sebesar 20,36%, dan *Discounted Cash Flow Rate of Return* (DCFR) sebesar 19,83%. Berdasarkan hasil evaluasi ekonomi ini, dapat disimpulkan bahwa pabrik Kalsium Karbonat dengan metode Proses Pemurnian Ca(OH)₂ untuk menghasilkan endapan CaCO₃ secara ekonomi layak untuk didirikan.

Kata kunci : kalsium karbonat, kalsium oksida, pemurnian Ca(OH)₂ untuk menghasilkan endapan CaCO₃

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Upaya untuk meningkatkan kinerja perekonomian nasional, sektor Industri kimia tetap menjadi salah satu tumpuan dan harapan. Peluang yang cukup baik dalam sector industry kimia dimasa-masa yang akan datang diharapkan mampu berperan dalam meningkatkan pendapatan negara. Kondisi tersebut sangat ditunjang dengan kebijakan pemerintah Indonesia dalam bidang industri kimia yang mendukung berkembangnya industri-industri kimia. Selain itu, peningkatan kegiatan penelitian dan pengembangan di bidang industri kimia yang mendukung berkembangnya industri-industri kimia. Selain itu, peningkatan kegiatan penelitian dan pengembangan di bidang teknologi industri merupakan salah satu factor pengembangan di bidang teknologi industri merupakan salah satu factor penunjang dalam mempercepat pertumbuhan industri-industri di Indonesia.

Sebagaimana diketahui pemanfaatan sumber daya alam dalam bidang industri khususnya dalam bidang industri kimia merupakan tantangan terhadap pendirian pabrik-pabrik kimia di Indonesia. Salah satunya dapat mengurangi pengangguran dan meningkatkan taraf hidup serta menambah devisa negara. Selain itu pembangunan industri kimia diharapkan dapat mengurangi ketergantungan impor bahan kimia dari negara luar.

Sehubungan dengan hal tersebut diatas maka dibuatlah suatu pra rancangan pabrik pembuatan Kalsium Karbonat. Kalsium Karbonat (CaCO_3) merupakan salah satu produk kimia yang berasal dari pemanfaatan Kalsium Oksida. Adapun kegunaan

Kalsium Karbonat ini sangat luas terutama dipakai sebagai bahan baku pabrik cat, tapal gigi, kosmetik, industri kertas dan lain sebagainya.

Maka Kalsium Karbonat merupakan komoditi yang perlu dipertimbangkan pembuatannya di Indonesia, terutama makin ketatnya persaingan dalam dunia industri. Sehingga kebutuhan akan Kalsium Karbonat di Indonesia dapat dipenuhi dan ini berarti akan meningkatkan nilai tambah terutama nilai ekonomis bagi bangsa umumnya dan masyarakat industri khususnya.

1.1.1 Alasan Pendirian Pabrik

Kebutuhan akan bahan kimia di Indonesia dari tahun ke tahun semakin meningkat, sejalan dengan berkembangnya industri kimia khususnya industri Kalsium Karbonat, Kalsium Karbonat merupakan bahan kimia yang digunakan sebagai bahan baku pabrik cat, tapal gigi, kosmetik, industri kertas dan lain sebagainya.

Ada beberapa faktor yang menjadi pertimbangan dalam pendirian pabrik Kalsium Karbonat yaitu :

- a. Pembangunan sektor industri sebagai salah satu sektor yang diandalkan untuk mencapai sasaran dan tujuan pembangunan nasional dalam bidang ekonomi.
- b. Pendirian pabrik Kalsium Karbonat diharapkan dapat mengurangi ketergantungan impor Indonesia dari luar negeri dan menghemat devisa negara.
- c. Pendirian pabrik ini memungkinkan untuk berkembangnya industri kimia lainnya yang menggunakan Kalsium Karbonat sebagai bahan baku industri yang terus berkembang.

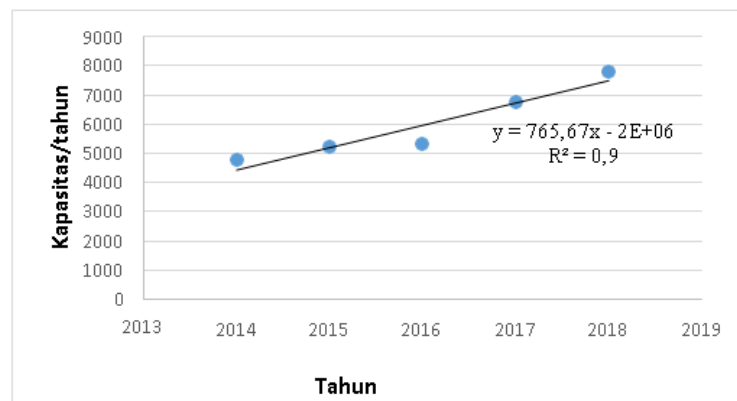
- d. Dari segi sosial ekonomi pabrik ini dapat memperluas kesempatan kerja, yang berarti mengurangi tingkatan pengangguran dan meningkatkan penghasilan penduduk di sekitar pabrik.



1.2 Penentuan Kapasitas Perancangan

1.2.1 Alasan Pendirian Pabrik

Besarnya kapasitas pabrik pembuatan Kalsium Karbonat ditentukan berdasarkan kebutuhan dalam negeri dan luar negeri. Direncanakan pabrik akan didirikan pada tahun 2021 dan mulai beroperasi pada tahun 2024. Dikutip dari data Biro Pusat Statistik pada tahun 2014 sampai 2018 diperoleh data peningkatan impor kebutuhan Kalsium Karbonat di Indonesia per tahunnya seperti tercantum dalam gambar 1.1.



Gambar 1. 1 Data Impor Calcium Carbonate Indonesia

Dari data diatas, secara regresi linier diperkirakan kebutuhan kalsium karbonat di Indonesia tahun 2024 sebesar 7256,567 ton/tahun. Dikutip dari Zauba.com untuk kebutuhan impor negara ASEAN yaitu negara Malaysia, Thailand, dan Vietnam ditunjukkan dalam table 1.1. Berdasarkan data yang ditunjukkan sehingga dipilih kapasitas pabrik sebesar 15.000 ton/tahun, dengan harapan dapat memenuhi kebutuhan impor Kalsium Karbonat di Indonesia dan Negara ASEAN khususnya di Malaysia.

Negara	Volume (Ton/Tahun)
Malaysia	31.130
Thailand	1.139
Vietnam	21.558

Tabel 1.1 data Impor Kalsium Karbonat di Negara ASEAN

1.2.2 Ketersediaan Bahan Baku

Sumber bahan baku merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi pemilihan lokasi pabrik.

Hal-hal yang harus diperhatikan pada bahan baku adalah :

- a. Harga beli bahan baku
- b. Kelangsungan penyediaan bahan baku
- c. Kemurnian bahan baku
- d. Penanganan dan penyimpanan bahan baku

Kebutuhan bahan baku utama untuk pabrik pembuatan Kalsium Karbonat ini adalah Kalsium Oksida, Air, dan Karbon Dioksida. Bahan Baku Kalsium Oksida diperoleh dari PT. Total Suplai Indonesia dan Karbon Dioksida diperoleh dari PT. Samator Gas Industri yang berlokasi di Kalimantan Timur.

1.3 Tinjauan Pustaka

1.3.1 Macam-Macam Proses

Mekanisme reaksi dasar pembuatan kalsium karbonat sama untuk semua proses yang dikenal, semua proses menggunakan kalsium oksida atau kalsium karbonat melalui proses pemurnian ataupun pengendapan,

diantaranya :

a. Proses Foster Wheeler Energy

Pada proses ini sebelum masuk reaktor *carbide lime hydrat* dihomogenkan dulu di dalam *mixed tank* dengan penambahan air untuk membentuk *slurry* Kalsium Karbonat pada temperatur 30 °C dan tekanan 1 atm. Di dalam reaktor, *slurry* Kalsium Karbonat dikontakkan dengan gas Karbon Dioksida pada temperatur 16 °C dan tekanan 20 atm.

Reaksi yang terjadi adalah :



Selanjutnya Kalsium Karbonat yang terbentuk dimasukkan ke unit purifikasi untuk dikeringkan, sehingga diperoleh Kalsium Karbonat dalam

b. Pembakaran Bahan Baku (*Carbide Lime Hydrat*) di dalam *Furnace*

Metode ini digunakan di *The Dravo corp*, dimana pada proses ini bahan baku dibakar terlebih dahulu kemudian dipecah dengan penambahan air sehingga membentuk *slurry*, untuk kemudian dikontakkan dengan gas Karbon Dioksida yang dihasilkan dari pembakaran bahan baku pada awal proses.

Metode ini membutuhkan peralatan yang lebih kompleks karena memerlukan unit pembakaran untuk mendapatkan bahan

baku yang diinginkan.

Bahan baku *carbide lime hydrat* telah dipecah kemudian ditambahkan air membentuk *slurry* Ca(OH)_2 pada unit slaker dan kemudian *slurry* tersebut dijadikan bahan baku pada *reactor*. Kalsium Karbonat terbentuk dengan cara mengkontakkan Ca(OH)_2 dengan gas CO_2 yang telah dipisahkan pada unit *scrubber*.



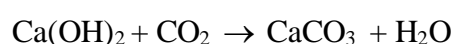
c. Proses Pemurnian Ca(OH)_2 untuk Menghasilkan Endapan CaCO_3

Pada proses ini bahan baku yang digunakan adalah Kalsium Oksida, dimana Kalsium Oksida ini dapat diperoleh dari produk samping dari pabrik *acetylene* yang masih terdapat zat-zat pengotor lainnya atau dari pertambangan. Untuk memperoleh endapan Kalsium Karbonat terlebih dahulu Kalsium Oksida dihomogenisasikan dengan penambahan air sehingga terbentuk *slurry* Ca(OH)_2 dalam unit slaker.



Selanjutnya dilakukan penyaringan untuk memisahkan partikel kasar di dalam *slurry* Ca(OH)_2 . Sebelum akhirnya *slurry* Ca(OH)_2 yang cukup murni dimasukkan ke dalam *reactor* dengan suhu di atas 35°C tekanan 2 atm, dimana gas CO_2 yang telah dipisah dari *impurities* di unit *scrubber* dialirkan ke dalam *reactor*. Kemurnian yang dihasilkan sekitar 99%.

Reaksi yang terjadi pada unit *reactor* adalah :



Berdasarkan perbandingan proses diatas, maka dipilih proses pemurnian Ca(OH)_2 untuk menghasilkan endapan CaCO_3 dengan pertimbangan dari segi harga bahan baku pada proses pemurnian Ca(OH)_2 relatif lebih murah dibandingkan dengan proses *foster wheeler energy* dan proses pembakaran bahan baku (*Carbide Lime Hydrat*) di dalam *Furnace*.



BAB II

PERANCANGAN PRODUK

2.1 Spesifikasi Bahan

2.1.1 Kalsium Oksida

Rumus Molekul	: CaO
Berat Molekul	: 56,0774 kg/kmol
Fase	: Padat
Warna	: Putih hingga kuning/coklat pucat
Spgr	: 3,32
Densitas	: 3,34 g/cm ³
Titik didih	: 2850 °C
Titik lebur	: 2613 °C
Entalpi pembentukan	: -635,09 kJ/kmol

Kelarutan dalam air : 1,19 gr/L (25°C); 0,57 g/L (100°C)

reaksi Eksotermis

c_p , kJ/kmol^{°K} : $10 + 0,00484T - 108000/T^2$ (273-2000 °K)

(Sumber : *Perry's Chemical Engineerings Handbook*, 8th edition,
McGraw Hill.)

2.1.2 Air

Rumus Molekul : H₂O

Berat Molekul : 18,0153 kg/kmol

Fase : Cair

Warna : Tidak berwarna

Spgr 1

Titik Didih : 100°C (373,15 K) (212°F)

Titik Beku : 0 °C

Densitas : 0,998 gr/cm³

Kalor Jenis : 4148 J/(kg.K) (20°C)

Entalpi Pembentukan : -285,83 kJ/kmol

cp, KJ/kmol°K : $92,053 - 0,004T - 0,000211T^2 + 0,000000535T^3$

(Sumber : *Perry's Chemical Engineerings Handbook*, 8th edition, McGraw Hill.)

2.1.3 Karbon Dioksida

Rumus Molekul : CO₂

Berat Molekul : 44,0095 kg/kmol

Fase : Gas

Warna : Tidak berwarna

Titik Didih : -78°C (195 K)

Titik Lebur : -57°C (216 K)

Spgr : 1,56

Densitas gas : 1,98 gr/L

Kelarutan dalam air : 1,45 gr/L

Energi pembentukan : -393,509 kJ/kmol

$c_p, \text{ kJ/kmol}^\circ\text{K} : 27,437 + 0,042315T - 0,000019555T^2 +$
 $0,0000000039968T^3 - 0,00000000000029872T^4$

Tekanan uap : $\ln = 22,5896 - \frac{3103,39}{T - 0,16} \text{ mmHg } ^\circ\text{K}$

(Sumber : *Perry's Chemical Engineerings Handbook*, 8th edition,
McGraw Hill.)

2.1.4 Kalsium Hidroksida

Rumus Molekul : Ca(OH)_2

Berat Molekul : 74 kg/kmol

Fase : Padat

Spgr : 2,2

Titik Lebur : 580 °C

Entalpi pembentukan : -986090 KJ/kmol

cp, kJ/kmol°K : 21,4

(Sumber : *Perry's Chemical Engineerings Handbook*, 8th edition,
McGraw Hill.)

2.2 Spesifikasi Produk

2.2.1 Kalsium Karbonat

Rumus Molekul	: CaCO_3
Berat Molekul	: 100,0869 kg/kmol
Warna	: Putih
Fase	: Padat
Spgr	: 2,93
Densitas	: 2,83 g/cm ³
Bentuk kristal	: <i>Orthorombic</i>
Titik Lebur	: 825 °C
Titik Didih	: Mengurai
Kelarutan dalam air	: 0,0013 gr/100mL (25°C)
Entalpi pembentukan	: -1206,920 kJ/Kmol
cp, kJ/kmol°K	: $19,68 + 0,01189T - 307600/T^2$

(Sumber : *Perry's Chemical Engineerings Handbook*, 8th edition, McGraw Hill.)

2.3 Pengendalian Kualitas

2.3.1. Pengendalian Kualitas Bahan

Pengendalian kualitas dari bahan baku dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana kualitas bahan baku yang digunakan, apakah sudah sesuai

dengan spesifikasi yang ditentukan untuk proses.

Kegiatan proses produksi diharapkan menghasilkan produk yang mutunya sesuai dengan standar dan jumlah produksi yang sesuai dengan rencana serta waktu yang tepat sesuai jadwal. Penyimpangan kualitas terjadi karena mutu bahan baku tidak baik, kesalahan operasi dan kerusakan alat. Penyimpangan dapat diketahui dari hasil *monitoring* atau analisis pada bagian laboratorium pemeriksaan. Pengendalian kualitas (*Quality Control*) pada pabrik Kalsium Karbonat ini meliputi:

1) Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Pengendalian kualitas dari bahan baku dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana kualitas bahan baku yang digunakan, apakah sudah sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan untuk proses. Apabila setelah dianalisa ternyata tidak sesuai, maka ada kemungkinan besar bahan baku tersebut akan dikembalikan kepada *supplier*.

Pengendalian kualitas produk dilakukan terhadap produksi kalsium karbonat agar mendapatkan hasil yang sesuai dengan perencanaan.

2) Pengendalian Kualitas Produk pada Waktu Pemindahan

Pengendalian kualitas yang dimaksud disini adalah pengawasan produk terutama kalsium karbonat pada saat akan dipindahkan ke tangki penyimpanan tetap (*storage tank*), dari *storage tank* ke mobil truk dan ke kapal.

2.3.2. Pengendalian Kualitas Proses Produksi

Pengendalian produksi dilakukan untuk menjaga kualitas produk yang akan dihasilkan. Pengendalian dilakukan setiap tahapan proses mulai dari bahan baku hingga menjadi produk. Pengendalian ini meliputi pengawasan terhadap mutu bahan baku, bahan pembantu, produk setengah jadi maupun produk penunjang mutu proses. Semua pengawasan mutu dapat dilakukan dengan analisis bahan di laboratorium maupun penggunaan alat kontrol.

Pengendalian dan pengawasan terhadap proses produksi dilakukan dengan alat pengendalian yang berpusat di control room, dengan fitur otomatis yang menjaga semua proses berjalan dengan baik dan kualitas produk dapat diseragamkan. Beberapa alat kontrol yang dijalankan yaitu, control terhadap kondisi operasi baik tekanan maupun suhu.

Alat control yang harus diatur pada kondisi tertentu antara lain:

a. *Level Controller*

Level Controller merupakan alat yang dipasang pada bagian dinding tangki berfungsi sebagai pengendalian volume cairan tangki / vessel.

b. *Flow Rate Controller*

Flow Rate Controller merupakan alat yang dipasang untuk mengatur aliran, baik itu aliran masuk maupun aliran keluar proses.

c. *Temperature Controller*

Alat ini mempunyai *set point* / batasan nilai suhu yang dapat diatur. Ketika nilai suhu aktual yang diukur melebihi *set point*-nya

maka outputnya akan bekerja.

d. Pressure Control

Alat pengendalian ini digunakan untuk mengendalikan tekanan didalam alat proses agar tetap sesuai dengan kondisi operasi yang telah ditetapkan.

e. Volume Control

Alat pengendalian ini digunakan untuk merekam atau mencatat volume cairan yang masuk maupun keluar dari alat agar sesuai dengan volume alat tersebut. Biasanya alat ini dipasang pada bagian aliran masuk dan keluar bahan baku.

f. Level Indicator

Alat pengendalian ini digunakan untuk mengukur volume cairan dalam tangki agar tetap sesuai dengan volume alat proses yang diinginkan.

BAB III

PERANCANGAN PROSES

3.1 Uraian Proses

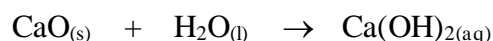
Proses pembuatan Kalsium Karbonat dengan menggunakan proses pemurnian Ca(OH)_2 untuk mendapatkan endapan CaCO_3 , yang dipilih dari *US. Paten No. 0089466 A1*, 28 April 2005, dapat dibagi menjadi beberapa tahap yaitu :

3.1.1 Persiapan Bahan Baku

Pembuatan Kalsium Karbonat dengan proses pemurnian Ca(OH)_2 untuk mendapatkan endapan CaCO_3 , menggunakan bahan baku kalsium oksida dan air. Kalsium oksida pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm yang tersimpan dalam tangka penyimpanan *storage silo* (SS-01) dalam fase *powder*, untuk air disimpan dalam tangka utilitas dengan suhu 30°C dan tekan 1 atm sebelum dinaikkan suhunya menjadi 95°C dan tekanan 2 atm kedua bahan baku direaksikan di Slacker (SI-01). Sedangkan untuk CO_2 pada suhu 30°C dan tekanan 22,5 atm yang tersimpan dalam tangka penyimpanan tangka gas (T-01) sebelum direaksikan di Reaktor (R-01).

3.1.2 Tahap Reaksi

Bahan baku yang sudah disiapkan dengan suhu dan tekanan yang sudah sesuai kemudian diumpankan ke dalam *slaker-01* dengan konversi reaksi 97% , dan reaksi yang terjadi di *slaker-01* adalah :



Reaksi ini terjadi pada kondisi operasi dengan suhu 75°C , tekanan 2 atm dan konversi sebesar 97%. Hasil dari pereaksian didalam *Slaker-01* selanjutnya akan dialirkan ke *Screening-01* untuk menghilangkan kotoran yang terkandung di dalam

Ca(OH)₂ agar memiliki kemurnian yang tinggi sebelum direaksi kan kembali di Reaktor-01 dengan CO₂ untuk mendapatkan produk. Adapun reaksi yang terjadi di Reaktor-01 adalah :



Reaksi ini terjadi pada kondisi operasi dengan suhu 35 °C, tekanan 2 atm dan konversi sebesar 95%. Reaksi didalam reaktorCa(OH)₂ dikontakkan dengan CO₂ untuk menghasilkan CaCO₃ dalam bentuk *slurry*. Hasil dari reaksi yang terjadi di dalam reaktor selanjutnya akan dialirkan ke *Rotary Drum Vacuum Filter-01* untuk dipisahkan antara padatan dan air sebelum dilakukan pemisahan di *Screening-02* dengan ukuran 140 mesh untuk mendapatkan CaCO₃ *powder* dengan ukuran 140 mesh.

3.1.3 Tahap Pengeringan dan Penghancuran

Tahap pengeringan dilakukan menggunakan *Rotary Drum Vacuum Filter – 01* dan *Rotary Dryer-01* sebelum produk dimasukkan ke dalam *Ball Mill-01*. Tahap pengeringan dilakukan guna menghilangkan kadar air yang terkandung didalam CaCO₃ sebelum dimasukkan ke dalam *Ball Mill-01* agar mendapatkan produk berupa *powder*. Sedangkan untuk proses penghancuran menggunakan alat *Ball Mill* agar produk memiliki ukuran butiran 140 mesh.

3.1.4 Tahap Pemisahan

Tahap pemisahan dilakukan menggunakan alat *Screening-01* dan *Screening-02*. Pada *Screening-01* dilakukan untuk menghilangkan kadar *impurities* yang terkandung didalam bahan baku untuk mendapatkan bahan baku dengan kemurnian

yang tinggi. Sedangkan untuk *Screening-02* dilakukan agar produk hasil reaksi bisa didapatkan dalam bentuk *powder* 140 mesh.



3.2 Spesifikasi Alat

3.2.1 Slaker (SL-01)

Tabel 3. 1 Slaker (SL-01)

IDENTIFIKASI		
Nama Alat	<i>Slaker</i>	
Kode Alat	SL-01	
Jumlah	1 buah	
Fungsi	Tempat melarutkan CaO dan H ₂ O sehingga terbentuk Ca(OH) ₂ dengan laju alir massa sebesar 9.244 kg/jam	
DATA DESIGN		
Tipe	<i>Continous quicklime slaker</i> dengan menggunakan Jaket pendingin	
<i>Temperature design</i>	75	°C
<i>Tekanan design</i>	2	atm
Kapasitas	6,7713	m ³
DATA MEKANIK		
Tipe pengaduk	<i>Six Pitched Blade Turbine</i>	
<i>Diameter vessel</i>	1,6278	M
<i>Tinggi silinder</i>	3,2555	M
<i>Tinggi tutup</i>	0,2521	M
<i>Tinggi total tangki</i>	3,9136	M
<i>Tinggi liquid</i>	2,9136	M
<i>Diameter impeller</i>	0,5426	M
<i>Lebar baffle</i>	0,1989	M
<i>Posisi baffle</i> dari dinding tangki	0,5850	M
<i>Tebal tangki</i>	0,1738	M
<i>Kecepatan putaran pengaduk</i>	177,8113	rpm
<i>Tenaga pengaduk</i>	3	Hp
<i>Desain jaket pendingin :</i> <i>Diameter luar</i>	1,7939	m
<i>Diameter dalam</i>	1,778	m
<i>Tebal jaket</i>	0,0079	ft ²
<i>Luas perpindahan panas</i>	177,6860	
<i>Bahan konstruksi</i>	<i>Carbon Steel SA 299</i>	
<i>Harga Alat</i>	\$ 57.549,26	

3.2.2 Reaktor (R-01)

Tabel 3. 2 Reaktor (R-01)

IDENTIFIKASI		
Nama Alat	Reaktor	
Kode Alat	R-01	
Jumlah	1 buah	
Fungsi	Tempat mereaksikan Ca(OH)_2 dengan gas CO_2 untuk menghasilkan CaCO_3 dengan laju alir massa sebesar 10.005 kg/jam	
DATA DESIGN		
Tipe	Reaktor alir tangki berpengaduk <i>slurry</i> dengan menggunakan jaket pendingin	
<i>Temperature design</i>	35	°C
<i>Tekanan design</i>	2	atm
Kapasitas	23,6616	m ³
DATA MEKANIK		
Tipe pengaduk	<i>Six Pitched Blade Turbine</i>	
Diameter <i>vessel</i>	2,4701	M
Tinggi silinder	4,9402	M
Tinggi tutup	0,4730	M
Tinggi total tangki	5,8861	M
Tinggi liquid	4,4672	M
Diameter <i>impeller</i>	0,8234	M
Lebar <i>baffle</i>	0,14	M
Tebal tangki	0,0079	M
Kecepatan putaran pengaduk	118,2572	rpm
Tenaga pengaduk	7	Hp
Desain jaket pemanas :		
Diameter luar	2,5908	M
Diameter dalam	2,47	M
Tebal jaket	0,0048	m
Volume jaket	7,6759	m ³
Bahan konstruksi	<i>Carbon Steel SA 299</i>	
Harga Alat	\$ 110.884,895	

3.2.3 Screening-01 (S-01)

Tabel 3. 3 Screening (S-01)

IDENTIFIKASI		
Nama Alat	<i>Screening</i>	
Kode Alat	S-01	
Jumlah	1 buah	
Fungsi	Untuk memisahkan Ca(OH) ₂ dengan ukuran <325 mesh	
DATA DESIGN		
Tipe	<i>Electically vibrating screen</i>	
Laju alir	11092,6090	kg/jam
No ayakan	325	mesh
Bukaan ayakan	35,3543	%
DATA MEKANIK		
Luas <i>screening</i>	41,8341	ft ²
Kecepatan ayakan	120	<i>vibrating/sec</i>
<i>Power</i>	3	Hp
Bahan konstruksi	<i>Carbon steel</i>	
Harga Alat	\$ 24.062,022	

3.2.4 Screening-02 (S-02)

Tabel 3. 4 Screening (S-02)

IDENTIFIKASI		
Nama Alat	<i>Screening</i>	
Kode Alat	S-02	
Jumlah	1 buah	
Fungsi	Memisahkan produk dengan ukuran <140 mesh	
DATA DESIGN		
Tipe	<i>Electrically vibrating screen</i>	
Kapasitas	2655,3725	kg/jam
Ukuran produk	0,105	Mm
Bukaan ayakan	33,6528	%
DATA MEKANIK		
Luas <i>screening</i>	4,29	ft ²
Panjang	0,77	M
Lebar	0,52	M
Kecepatan getaran	120	<i>vibrating/sec</i>
<i>Power</i>	1	Hp
Bahan kontruksi	<i>Carbon steel</i>	
Harga Alat	\$ 17.741,583	

3.2.5 Gas Scrubber 01

Tabel 3. 5 Gas Scrubber (GS-01)

IDENTIFIKASI		
Nama Alat	<i>Gas Scrubber</i>	
Kode Alat	GS-01	
Jumlah	1 buah	
Fungsi	Untuk menghilangkan <i>impurities</i> yang ada di CO ₂	
DATA DESIGN		
<i>Temperature design</i>	35	°C
<i>Pressure design</i>	7,5	atm
Kapasitas CO ₂	984,0854	kg/jam
Kapasitas H ₂ O	984,0854	kg/jam
DATA MEKANIK		
<i>Tower section area</i>	0,0719	m ²
<i>Diameter packing scrubber</i>	12	M
Tinggi head kolom scrubber	0,0378	M
Tinggi kolom scrubber	13,0027	M
Tebal dinding	0,0139	M
Harga Alat	\$ 443,540	

3.2.6 Rotary Drum Vacuum Filter (RDVF-01)

Tabel 3. 6 Rotary Drum Vacuum Filter (RDVF-01)

IDENTIFIKASI		
Nama Alat	<i>Rotary Drum Vacum Filter</i>	
Kode Alat	RDVF-01	
Jumlah	1 buah	
Fungsi	Untuk memisahkan partikel padat dan cair	
DATA DESIGN		
Tipe	<i>Continous Rotary Drum Vacum Filter</i>	
Kapasitas	11005,4216	kg/jam
Laju alir padatan	10004,9287	kg/jam
Laju alir cairan	1000,4929	kj/jam
DATA MEKANIK		
Luas permukaan	608	ft ²
Panjang drum	16	Ft
Diameter drum	12	Ft
Bak Penampung <i>cake</i>		
Tinggi bak	3	M
Luas bak	2,6289	M
Panjang bak	5,2579	M
Daya	5	Hp
Harga Alat	\$ 425.797,998	

3.2.7 Rotary Dryer (RD-01)

Tabel 3. 7 Rotary Dryer (RD-01)

IDENTIFIKASI	
Nama Alat	<i>Rotary Dryer</i>
Kode Alat	RD-01
Jumlah	1 buah
Fungsi	Mengeringkan CaCO ₃ hingga mencapai kadar air yang diinginkan
DATA DESIGN	

Tipe	<i>Direct counter current rotary dryer</i>	
T udara masuk	160	°C
T udara keluar	75	°C
T umpan masuk	35	°C
T umpan keluar	60	°C
Massa umpan masuk	2482,7239	kg/jam
Massa produk dikeringkan	2087,5570	kg/jam
Laju alir udara	9988,4908	kg/jam
DATA MEKANIK		
A	29,6837	ft ²
Diameter	6,1493	Ft
Panjang	24,5971	Ft
<i>Volume drum</i>	22,0617	m ³
Jumlah putaran	5	Rpm
Waktu tinggal	1,9	Jam
Jumlah <i>flight</i>	16	<i>Flight</i>
Tinggi <i>flight</i>	0,7687	Ft
<i>Power</i>	3	Hp
Tebal <i>rotary dryer</i>	0,1456	In
Harga Alat	\$ 202.364,934	

3.2.8 Ball Mill (BM-01)

Tabel 3. 8 Ball Mill (BM-01)

IDENTIFIKASI		
Nama Alat	<i>Ball Mill</i>	
Kode Alat	BM-01	
Jumlah	1 buah	
Fungsi	Menghaluskan produk sebelum masuk ke <i>Screening-02</i>	
Ukuran Produk	140 mesh	
DATA DESIGN		
Tipe	Sirkit tertutup mill	
Kapasitas	2212,8104	kg/jam
Ukuran umpan	1,105	Mm
Ukuran produk	0,105	Mm
DATA MEKANIK		
Diameter	1,83	M
Panjang	1,37	M

Volume mill	3,6017	m ³
Kecepatan actual	12,95	Rpm
Volume bola	25,43	Ft
Jumlah bola	164025	Bola
Diameter bola	0,0667	Ft
Berat bola	3,5	Ton
Power	10	Hp
Harg Alat	\$ 440.656,574	

3.2.9 Heater (HE-01)

Tabel 3. 9 Heater (HE-01)

IDENTIFIKASI	
Nama Alat	Heater
Kode Alat	HE-01
Fungsi	Menaikkan suhu H ₂ O sebelum masuk ke Reaktor-01
Tipe	<i>Double Pipe Heat Exchanger</i>
DATA DESIGN	
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Annulus</i> 	
IPS (in)	2,5
Sch No	40
ID (in)	2,469
OD (in)	2,88
a" (ft)	0,647
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Inner pipe</i> 	
IPS (in)	2
Sch No	40
ID (in)	2,067
OD (in)	2,38
a" (ft)	0,542
Nilai A (ft ²)	41,8099
Jumlah <i>hairpin</i>	2
<i>Dirt factor</i> (ft ² .jam ^o F/Btu)	0,0026 (<i>standart dirt factor</i> 0,002 ft ² .jam. ^o F/Btu)

ΔP_a (psi)	0,1917
ΔP_p (psi)	0,3246
Harga Alat	\$ 17.298,044

3.2.10 Heater (HE-02)

Tabel 3. 10 Heater (HE-02)

IDENTIFIKASI		
Nama Alat	<i>Heater</i>	
Kode Alat	HE-02	
Jumlah	1 buah	
Fungsi	Meenaikkan temperatur udara yang akan masuk ke <i>Rotary Dryer (RD-01)</i>	
DATA DESIGN		
Tipe	<i>Shell and tube heat exchanger</i>	
Laju alir steam	910,3173	kg/jam
Laju alir udara	9988,4908	kg/jam
Beban panas heater	1764650,1025	kJ/jam
DATA MEKANIK		
A	397,7814	ft ²
BWG	14	
ID	0,584	In
OD	0,75	In
a''	0,1963	ft ²
Jumlah <i>tube</i>	74	Tube
ID <i>shell</i>	10	in <i>tringular pitch</i>
Dirt Factor (jam.ft ² °F/Btu)	0,0218 (<i>standart dirt factor</i> 0,02 jam.ft ² °F/Btu)	
ΔP_T	0,3726	Psi
ΔP_s	0,0009	Psi
Harga Alat	\$ 40.140,332	

3.2.11 Cooler (C-01)

Tabel 3. 11 Cooler (C-01)

IDENTIFIKASI	
Nama Alat	<i>Cooler</i>
Kode Alat	C-01

Jumlah	1 buah	
Fungsi	Menurunkan temperatur <i>Slurry</i> dari <i>Screening</i> -01 sebelum masuk ke Reaktor-01	
DATA DESIGN		
Tipe	<i>Shell and tube exchanger</i>	
Laju alir fluida panas	10004,9287	kg/jam
Laju alir fluida dingin	14929,2246	kg/jam
Beban panas <i>cooler</i>	1872169,557	kJ/jam
DATA MEKANIK		
BWG	16	
OD	0,75	In
ID	0,62	In
a"	0,1963	ft ²
Jumlah <i>tube</i>	39,6710	<i>Tube</i>
ID <i>shell</i>	10	in <i>tringular pitch</i>
Dirt Factor (jam.ft ² .°F/Btu)	0,0047 (<i>standart dirt factor</i> 0,003 jam.ft ² .°F/Btu)	
ΔP _T	0,4862	Psi
ΔP _s	0,6167	Psi
A	239,6126	ft ²
Harga Alat	\$ 71520,757	

3.2.12 Expansion Valve

Tabel 3. 12 Expansion valve

IDENTIFIKASI				
Nama Alat	<i>Expansion Valve</i>			
Kode Alat	EV-01		EV-02	
Jumlah	1 buah		1 buah	
Fungsi	Menurunkan tekanan gas CO ₂ sebelum masuk GS-01		Menurunkan tekanan gas CO ₂ sebelum masuk R-01	
DATA DESIGN				
<i>Temperature design</i>	35	°C	35	°C
Tekanan masuk	22,5	atm	7,5	atm
Tekanan keluar	7,5	atm	2,5	atm
Kapasitas	1180,9024	kg/jam	1062,8122	kg/jam
DATA MEKANIK				

IPS	4	in	5	in
ID	4,026	in	5,047	in
OD	4,5	in	5,563	in
<i>Flow area</i>	0,0884	ft ²	0,139	ft ²
<i>Surface per lin</i>	1,178	ft ² /ft	1,456	ft ² /ft
Harga Alat	\$ 177,416		\$ 177,416	



3.2.13 Storage Silo (SS-01)

Tabel 3. 13 Stroge Silo(SS-01)

IDENTIFIKASI		
Nama Alat	<i>Storage Silo</i>	
Alat Kode	SS-01	
Jumlah	1 buah	
Fungsi	Sebagai tempat untuk menyimpan CaO <i>powder</i> dengan laju alir massa sebesar 1355 kg/jam selama 7 hari penyimpanan.	
DATA DESIGN		
Tipe	Silinder vertikal dengan alas bentuk kerucut.	
<i>Temperature design</i>	30	°C
Tekanan design	2	Atm
Kapasitas	81,2796	m ³
Ukuran bahan baku	325	mesh
DATA MEKANIK		
Diameter	3,9605	M
Tinggi Silinder	5,9408	M
Tinggi Kerucut	1,9804	M
Bahan konstruksi	<i>Carbon Steel</i>	
Harga Alat	\$ 55220,678	

3.2.14 Storage Silo (SS-02)

Tabel 3. 14 Stroge Silo(SS-02)

IDENTIFIKASI		
Nama Alat	<i>Storage Silo</i>	
Alat Kode	SS-02	
Jumlah	1 buah	
Fungsi	Tempat menyimpan produk berupa CaCO_3 <i>powder</i> dengan laju alir massa 2088 kg/jam selama 10 hari	
DATA DESIGN		
Tipe	Silinder vertikal dengan alas bentuk kerucut.	
<i>Temperature design</i>	30	$^{\circ}\text{C}$
<i>Tekanan design</i>	2	Atm
Kapasitas	221,0986	m^3
Ukuran produk	140	Mesh
DATA MEKANIK		
Diameter	5,5287	M
Tinggi Silinder	8,2930	M
Tinggi Kerucut	2,7643	M
Bahan konstruksi	<i>Carbon Steel</i>	
Harga Alat	\$ 61762,887	

3.2.15 Tangki (T-01)

Tabel 3. 15 Tangki (T-01)

IDENTIFIKASI		
Nama Alat	Tangki	
Alat Kode	T-01	
Jumlah	1 buah	
Fungsi	Tempat penyimpanan gas CO ₂ dengan laju alir massa 985 kg/jam selama 1 hari penyimpanan.	
DATA DESIGN		
Tipe	<i>Silinder vertical dengan head type elipsoidal</i>	
<i>Temperature design</i>	35	°C
<i>Tekanan design</i>	22,5	Atm
Kapasitas	540,3018	m ³
DATA MEKANIK		
Diameter	4,8147	M
Tebal	0,0727	M
<i>Tinggi elipsoidal</i>	2,4074	M
<i>Tinggi silinder</i>	28,8884	M
Bahan konstruksi	<i>Carbon Steel</i>	
Harga Alat	\$ 133.172,759	



3.2.16 Bucket Elevator

Tabel 3. 16 Bucket Elevator

IDENTIFIKASI				
Nama Alat	<i>Bucket Elevator</i>			
Kode Alat	BE-01		BE-02	
Jumlah	1 buah		1 buah	
Fungsi	Mengangkut Kalsium Oksida (CaO) dari <i>Storage Silo (SS-01)</i> menuju Slaker (SI-01)		Mengangkut Kalsium Oksida (CaO) dari <i>Storage Silo (SS-01)</i> menuju Slaker (SI-01)	
DATA DESIGN				
Tipe	<i>Supercapacity Continious-Bucket Elevators</i>			
<i>Temperature design</i>	30	°C	30	°C
<i>Tekanan design</i>	2	atm	2	atm
Kapasitas	1,6265	ton/jam	2,5051	ton/jam
DATA MEKANIK				
Ukuran <i>bucket</i> :				
Lebar	6	in	6	in
Tebal		in		in
Panjang	4	in	4	in
Jarak antar <i>bucket</i>	4 ¼		4 ¼	
	12		12	
Tinggi elevasi	50	Ft	50	ft
Kecepatan <i>bucket</i>	225	Ft	225	ft
Kecepatan putaran <i>head shaft</i>	43	rpm	43	rpm

3.2.17 Belt Conveyor

Tabel 3. 17 Belt Conveyor (BC-01)

IDENTIFIKASI				
Nama Alat	<i>Belt Conveyor</i>			
Kode Alat	BC-01		BC-02	
Jumlah	1 buah		1 buah	
Fungsi	Mengangkut Kalsium Oksida (CaO) dari <i>Storage Silo</i> (SS-01) menuju <i>Slaker</i> (SI-01)		Mengangkut hasil atas screening-02 menuju ball mill-01	
DATA DESIGN				
Tipe	<i>Horizontal belt conveyor</i>			
<i>Temperature design</i>	30	°C	30	°C
<i>Tekanan design</i>	2	Atm	2	atm
Kapasitas	1,6265	ton/jam	0,1503	ton/jam
DATA MEKANIK				
<i>Lebar belt</i>	14	In	14	in
<i>Tebal belt</i>	3	In	3	in
<i>Kecepatan belt</i>	100	ft/min	100	ft/min
<i>Panjang belt</i>	32,8084	Ft	32,8084	ft
<i>Sudut elevasi</i>	20°		20°	
<i>Power</i>	3	Hp	3	Hp
Bahan konstruksi	<i>Rubber</i>			
Harga Alat	\$ 17.519,813		\$ 17.519,813	

3.2.18 Screw Conveyor

Tabel 3. 18 Screw Conveyor

IDENTIFIKASI								
Nama Alat	<i>Screw Conveyor</i>							
Kode Alat	SC-01	SC-02	SC-03	SC-04				
Jumlah	1 buah	1 buah	1 buah	1 buah				
Fungsi	Mengangkut produk dari RDVF-01 menuju RD-01	Mengangkut produk dari RD-01 menuju BM-01	Mengangkut produk dari BM-01 menuju S-02	Mengangkut produk dari S-02 menuju SS-02				
DATA DESIGN								
Tipe	<i>Sectional flight screw conveyor</i>							
T. design	60	°C	60	°C	30	°C	30	°C
Tekanan design	2	Atm	2	atm	2	atm	2	atm
Kapasitas	57,1110	ft/jam	29,5875	ft/jam	31,3504	ft/jam	29,5759	ft/jam
DATA MEKANIK								
Kapasitas	74	ft/jam	74	ft/jam	74	ft/jam	74	ft/jam
Diameter	3	In	3	in	3	in	3	in
Kecepatan putaran	250	Rpm	250	rpm	250	rpm	250	rpm
Panjang	16,4042	Ft	16,4042	ft	16,4042	ft	16,4042	ft
Power	0,05	Hp	0,05	Hp	0,05	Hp	0,05	Hp
Harga Alat	\$ 1.552,389							

3.2.19 Pompa

Tabel 3. 19 Pompa

IDENTIFIKASI						
Nama Alat	Pompa					
Kode Alat	P-01		P-02		P-03	
Jumlah	2 buah		2 buah		2 buah	
Fungsi	Untuk mengalirkan H ₂ O dari tangki utilitas ke <i>Slaker-01</i>		Untuk mengalirkan <i>Slurry</i> dari <i>Slaker-01</i> ke <i>Screening-01</i>		Untuk mengalirkan <i>Slurry</i> dari <i>Screening-01</i> ke Reaktor-01	
DATA DESIGN						
Jenis	<i>Centrifugal pump</i>		<i>Reciprocating pump</i>		<i>Reciprocating pump</i>	
Temperature design	30	°C	75	°C	75	°C
Laju alir	7888,4390	kg/jam	9243,8409	kg/jam	9119,2519	kg/jam
DATA MEKANIK						
Keterangan :	<i>Suction pipe</i>	<i>Discharge pipe</i>	<i>Suction pipe</i>	<i>Discharge pipe</i>	<i>Suction pipe</i>	<i>Discharge pipe</i>
IPS, in	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
ID, in	2,469	2,469	2,469	2,469	2,469	2,469
OD, in	2,875	2,875	2,875	2,875	2,875	2,875
Flow area, ft ²	0,0332	0,0332	0,0332	0,0332	0,0332	0,0332
Velocity, ft/s	2,628	2,6283	2,920	2,9203	2,887	2,8866
Friction Loss, ft(lbf/lb)	0,3070	0,3314	0,4278	0,4428	0,4977	0,4779
Pressure, psi	36,1850	17,3395	35,0441	30,6636	36,4814	30,6308
NPSH, ft(lbf/lb)	27,7814		33,2114		33,1821	
Daya pompa, Hp	1		0,3333		0,5	
Harga Alat	\$ 10866,72		\$ 10866,72		\$ 10866,72	

Lanjutan table 3.19 Pompa

IDENTIFIKASI						
Nama Alat	Pompa					
Kode Alat	P-04		P-05		P-06	
Jumlah	2 buah		2 buah		2 buah	
Fungsi	Untuk mengalirkan H ₂ O dari tangki utilitas ke GS-01		Untuk mengalirkan produk dari R-01 ke RDVF-01		Untuk mengalirkan H ₂ O dari tangka utilitas ke RDVF-01	
DATA DESIGN						
Jenis	<i>Centrifugal pump</i>		<i>Reciprocating pump</i>		<i>Centrifugal pump</i>	
Temperature design	30		35		30	
		°C		°C		°C
Laju alir	984,0854	kg/jam	10004,9287	kg/jam	1000,4929	kg/jam
DATA MEKANIK						
Keterangan :	<i>Suction pipe</i>	<i>Discharge pipe</i>	<i>Suction pipe</i>	<i>Discharge pipe</i>	<i>Suction pipe</i>	<i>Discharge pipe</i>
IPS, in	1	2,5	1	1	2,5	2,5
ID, in	1,049	2,469	1,049	1,049	2,469	2,469
OD, in	1,315	2,875	1,315	1,315	2,875	2,875
Flow area, ft ²	0,006	0,0332	0,006	0,006	0,0332	0,0332
Velocity, ft/s	1,778	0,3211	1,807	1,8072	3,305	3,3045
Friction Loss, ft(lbf/lb)	0,2728	0,0059	0,3773	0,2336	0,6376	0,6167
Pressure, psi	36,4700	17,4105	33,5395	17,3654	36,1270	31,9192
NPSH, ft/lbf/lb	38,9087		37,6438		38,8041	
Daya pompa, Hp	0,5		0,3333		0,25	
Harga Alat	\$ 10866,72		\$ 5322,475		\$ 3548,317	

3.3 Perencanaan Produksi

3.3.1 Kapasitas Perancangan

Kapasitas perancangan yang ditentukan dalam merancang pabrik Kalsium Karbonat ini berdasarkan meningkatnya kebutuhan Indonesia yang didapat dari data Biro Pusat Statistik. Sejalan dengan berkembangnya industri kimia dasar khususnya industri Kalsium Karbonat merupakan bahan kimia yang digunakan sebagai bahan bakupabrik cat, tapal gigi, kosmetik, industri kertas dan lain sebagainya.

Bahan baku yang digunakan dalam produksi Kalsium Karbonat adalah Kalsium Oksida yang diperoleh dari PT. Total Suplai Indonesia, Karbon Dioksida yang diperoleh dari PT. Samator Gas dan Air yang diperoleh dari sungai manggar dengan melalui beberapa tahap pemurnian.

3.3.2 Perencanaan Bahan Baku dan Alat Proses

Dalam menyusun rencana produksi secara garis besar ada duahal yang perlu diperhatikan, yaitu faktor eksternal dan faktor internal. Faktor eksternal adalah faktor yang menyangkut kemampuan pasar terhadap jumlah produk yang dihasilkan, sedangkan faktor internal adalah kemampuan pabrik.

a. Kemampuan Pasar

Dapat dibagi menjadi 2 kemungkinan, yaitu :

- Kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan pabrik, maka rencana produksi disusun secara maksimal.

- Kemampuan pasar lebih kecil dibandingkan kemampuan pabrik.

Oleh karena itu perlu dicari alternatif untuk menyusun rencana produksi, misalnya :

- Rencana produksi sesuai dengan kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai kemampuan pasar dengan mempertimbangkan untung dan rugi.
- Rencana produksi tetap dengan mempertimbangkan bahwa kelebihan produksi disimpan dan dipasarkan tahun berikutnya.
- Mencari daerah pemasaran.

b. Kemampuan Pabrik

Pada umumnya pabrik ditentukan oleh beberapa faktor, antarlain:

- Material (bahan baku)

Dengan pemakaian material yang memenuhi kualitas dan kuantitas maka akan tercapai target produksi yang diinginkan.

- Manusia (tenaga kerja)

Kurang terampilnya tenaga kerja akan menimbulkan kerugian pabrik, untuk itu perlu dilakukan pelatihan atau *training* pada karyawan agar keterampilannya meningkat.

- Mesin (peralatan)

Ada dua hal yang mempengaruhi keandalan dan kemampuan mesin, yaitu jam kerja mesin efektif dan kemampuan mesin. Jam kerja efektif adalah kemampuan suatu alat untuk beroperasi pada kapasitas yang diinginkan pada periode tertentu. Kemampuan mesin adalah kemampuan suatu alat dalam proses produksi.

BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

4.1 Lokasi Pabrik

Dalam melakukan perancangan suatu pabrik, penentuan dalam lokasi pabrik merupakan salah satu hal yang penting untuk diperhatikan dalam keberhasilan suatu pabrik. Penentuan lokasi pabrik yang tepat dan ekonomis dipengaruhi oleh berbagai macam factor. Beberapa factor yang harus dipertimbangkan dalam menentukan lokasi pabrik agar pabrik yang dirancang bisa mendatangkan keuntungan yang besar.

Disamping pertimbangan teknis dan ekonomis diperlukan pula pertimbangan sosiologis, yaitu pertimbangan dalam mempelajari sifat dan sikap masyarakat di sekitar daerah yang dipilih sebagai lokasi pabrik, sehingga jika ada hambatan sosiologis yang timbul dari luar dapat diperhitungkan sebelumnya.

Lokasi pabrik dikatakan ekonomis bila memenuhi beberapa syarat antara lain:

1. Tersedianya bahan baku dan utilitas.
2. Lancarnya transportasi.
3. Daerah pemasaran yang cukup potensial.
4. Penyediaan tenaga kerja yang cukup.
5. Tidak menimbulkan efek social yang negative terhadap masyarakat sekitar.
6. Keadaan iklim yang stabil
7. Adanya sarana pembuangan limbah yang baik.

Berdasarkan factor-faktor tersebut diatas maka pabrik pembuatan Kalsium Karbonat direncanakan berlokasi di Balikpapan, Kalimantan Timur, dengan berbagai pertimbangan sebagai berikut:

1. Sumber Bahan Baku

Sumber bahan baku yang digunakan yaitu Kalsium Oksida (yang disimpan dalam fase padat) yang langsung diperoleh dari PT. Total Suplai Indonesia. Dalam mengurangi biaya penyediaan bahan baku, maka pabrik Kalsium Karbonat didirikan tidak jauh dengan penghasil utama bahan baku.

2. Pemasaran

Besarnya permintaan pasar terhadap produk yang dihasilkan pada suatu wilayah dapat menjadi pertimbangan dalam penentuan lokasi pabrik. Distribusi produk akan berjalan lebih mudah dan efisien apabila pabrik berada dekat dengan wilayah pemasaran.

3. Sarana Transportasi

Fasilitas transportasi di daerah Balikpapan ini cukup memadai. Untuk penyediaan bahan baku cukup dengan transportasi darat, yaitu berada dekat dengan Jalan MT. Haryono. Sedangkan untuk pemasaran produk di luar pulau Kalimantan dapat menggunakan transportasi laut dimana telah tersedia Pelabuhan Semayang yang didukung fasilitas yang memadai.

4. Fasilitas Air

Balikpapan merupakan salah satu Kawasan industri di Indonesia, sehingga penyediaan utilitas umumnya air untuk kebutuhan utilitas tidak mengalami kesulitan karena dekat dengan sungai dan laut.

5. Tersedianya Sarana Pendukung

Fasilitas pendukung berupa air, energi, dan bahan bakar tersedia cukup memadai karena merupakan kawasan industri.

- Penyediaan air diperoleh dari air sungai.
- Penyediaan tenaga listrik, dapat diperoleh dari PLN dan generator pabrik.

6. Tersedianya tenaga kerja

Kawasan industri Balikpapan merupakan daerah yang terletak di daerah Kalimantan Timur dengan lembaga Pendidikan formal maupun non formal, dan juga banyak dihasilkan tenaga kerja ahli maupun tenaga kerja amatir, sehingga tenaga kerja di daerah ini mudah didapatkan.

Adapun peta lokasi perencanaan pendirian pabrik Kalsium Karbonat adalah sebagai berikut:



Gambar 4.1 Peta Lokasi Pabrik

4.2 Tata Letak Pabrik (Plant Layout)

Tata letak pabrik adalah suatu perencanaan dan pengintegrasian aliran dari

komponen-komponen produksi suatu pabrik, sehingga diperoleh suatu hubungan yang efisien dan efektif antara operator, peralatan, dan gerakan material dari bahan baku menjadi produk.

Desain yang rasional harus memasukkan unsur lahan proses, *storage* (persediaan) dan lahan alternatif (*area handling*) dalam posisi yang efisien dan dengan mempertimbangkan faktor-faktor sebagai berikut (*Timmerhaus, 2004*):

Urutan proses produksi, yaitu :

- a. Pengembangan lokasi baru atau penambahan/perluasan lokasi yang belum dikembangkan pada masa yang akan datang.
- b. Distribusi ekonomis pada pengadaan air, *steam* proses, tenaga listrik dan bahan baku.
- c. Pemeliharaan dan perbaikan.
- d. Keamanan (*safety*) terutama dari kemungkinan kebakaran dan keselamatan kerja.
- e. Bangunan yang meliputi luas bangunan, kondisi bangunan dan konstruksinya yang memenuhi syarat.
- f. Fleksibilitas dalam perencanaan tata letak pabrik dengan mempertimbangkan kemungkinan perubahan dari proses/mesin, sehingga perubahan-perubahan yang dilakukan tidak memerlukan biaya yang tinggi.
- g. Masalah pembuangan limbah cair.
- h. *Service area*, seperti kantin, tempat parkir, ruang ibadah, dan sebagainya diatur sedemikian rupa sehingga tidak terlalu jauh dari tempat kerja.

Pengaturan tata letak pabrik yang baik akan memberikan beberapa

keuntungan, seperti (Timmerhaus, 2004) :

- a. Mengurangi jarak transportasi bahan baku dan produksi, sehingga mengurangi *material handling*.
- b. Memberikan ruang gerak yang lebih leluasa sehingga mempermudah perbaikan mesin dan peralatan yang rusak atau di-*blowdown*.
- c. Mengurangi ongkos produksi.
- d. Meningkatkan keselamatan kerja.
- e. Mengurangi kerja semimum mungkin.
- f. Meningkatkan pengawasan operasi dan proses agar lebih baik.

4.2.1 Area Administrasi dan Perkantoran

Area Administrasi dan Perkantoran merupakan area pusat dari berbagai macam kegiatan administrasi dalam mengatur operasi pabrik serta kegiatan-kegiatan lainnya.

4.2.2 Area Proses dan Ruang Kontrol

Area ini merupakan tempat alat-alat proses diletakkan dan area proses produksi berlangsung. Ruang kontrol sebagai pusat pengendalian berlangsungnya proses produksi.

4.2.3 Area Penyimpanan Bahan Baku dan Produk

Dalam area ini berfungsi sebagai tempat penyimpanan bahan baku yang akan digunakan dalam proses produksi, dan juga digunakan sebagai

tempat penyimpanan produksi yang pada umumnya dimasukkan ke dalam *warehouse* yang telah siap untuk dipasarkan. Area ini harus mudah dijangkau oleh alat pengangkutan.

4.2.4 Area Utilitas

Area ini digunakan sebagai tempat pendukung dalam penyediaan kebutuhan suatu pabrik yang erat hubungannya dengan utilitas, yakni seperti air, steam, bahan bakar, dan listrik.

4.2.5 Area Fasilitas Umum

Area fasilitas umum ini meliputi masjid/mushola, tempat parkir, toilet, bengkel, dan fasilitas kesehatan/poliklinik yang akan disediakan. Bangunan-bangunan ini harus disediakan sebaik mungkin, sehingga akan meningkatkan efisiensi dan efektifitas para pegawai yang bekerja.

4.2.6 Area Laboratorium

Area laboratorium ini digunakan sebagai tempat pengecekan dan pengendalian suatu kualitas bahan baku yang akan masuk ke dalam proses produksi, dan juga kualitas produk yang akan diperjualkan.

4.2.7 Area Perluasan

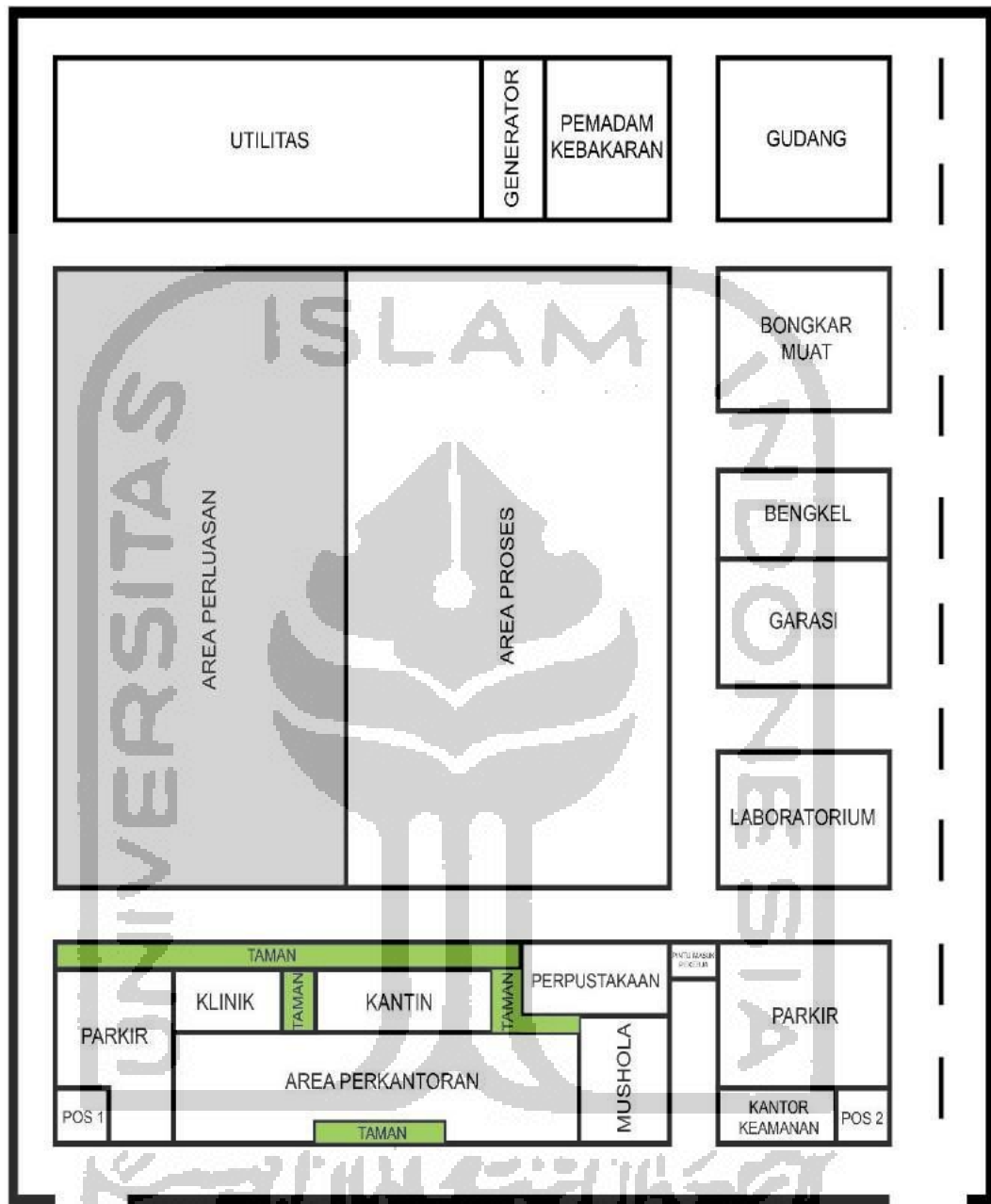
Area ini digunakan untuk apabila pabrik akan mendirikan alat tambahan untuk proses produksi dimasa yang akan datang, sehingga diperlukan perluasan sebidang tanah disekitar pabrik. Daerah perluasan ini

terletak dibagian belakang pabrik.

Adapun *layout* dari pabrik Kalsium Karbonat dengan luas masing-masing adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 1 Tabel area bangunan pabrik Kalsium Karbonat

No.	Lokasi	Panjang (m)	Lebar (m)	Luas (m ²)
1	Area Proses	100	40	4000
2	Area Utilitas	80	20	1600
3	Bengkel	18	8	144
4	Gudang Peralatan	10	7	70
5	Kantin	12	10	120
6	Kantor Teknik dan Produksi	10	15	150
7	Kantor Utama	20	15	300
8	Laboratorium	13	13	169
9	Parkir Utama	14	15	210
10	Parkir Truk	20	8	160
11	Litbang	13	13	169
12	Poliklinik	7	15	105
13	Pos Keamanan 1	4	4	16
	Pos Keamanan 2	4	4	16
	Pos Keamanan 3	4	4	16
14	Control Room	11	15	165
15	Control Utilitas	11	15	165
17	Masjid	15	20	300
18	Unit Pemadam Kebakaran	10	15	150
19	Unit Pengolahan Limbah	15	15	225
20	Taman 1	10	15	150
	Taman 2	5	10	50
	Taman 3	15	10	150
21	Jalan	200	6	1200
22	Daerah Perluasan	60	15	900
Luas Tanah				10700
Luas Bangunan				8250
Total				18950



Skala 1:1000

Gambar 4. 2 Gambar Tata letak pabrik *Calcium Carbonate*

4.3 Tata letak Mesin/Alat Proses (Machines Layout)

Dalam perancangan tata letak peralatan proses pada pabrik adabeberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu:

1. Aliran Bahan Baku dan Produk

Jalannya aliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikan keuntungan ekonomis yang besar, serta menunjang kelancaran dan keamanan produksi.

2. Aliran Udara

Aliran udara di dalam dan sekitar area proses perlu diperhatikan kelancarannya. Hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya stagnasi udara pada suatu tempat berupa penumpukan atau akumulasi bahan kimiaberbahaya yang dapat membahayakan keselamatan pekerja, selain itu perlu memperhatikan arah hembusan angin.

3. Pencahayaan

Penerangan seluruh pabrik harus memadai. Pada tempat-tempatproses yang berbahaya atau beresiko tinggi harus diberi penerangan tambahan.

4. Lalu Lintas Manusia dan Kendaraan

Dalam perancangan *layout* peralatan, perlu diperhatikan agar pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah agar apabila terjadi gangguan pada alat proses dapat segera diperbaiki, selain itu keamanan pekerja selama menjalankan tugasnya perlu diprioritaskan.

5. Pertimbangan Ekonomi

Dalam menempatkan alat – alat proses pada pabrik diusahakan agar dapat menekan biaya operasi dan menjamin kelancaran serta keamanan produksi pabrik sehingga dapat menggantungkan dari segi ekonomi.

6. Jarak Antar Alat Proses

Untuk alat proses yang mempunyai suhu dan tekanan operasi tinggi, sebaiknya dipisahkan dari alat proses lainnya, sehingga apabila terjadi ledakan atau kebakaran pada alat tersebut, tidak membahayakan alat-alat proses lainnya.

7. *Maintenance*

Maintenance berguna untuk menjaga sarana atau fasilitas peralatan pabrik dengan cara pemeliharaan dan perbaikan alat agar produksi dapat berjalan dengan lancar dan produktivitas menjadi tinggi sehingga akan tercapai target produksi dan spesifikasi produk yang diharapkan.

Perawatan preventif dilakukan setiap hari untuk menjaga dari kerusakan alat dan kebersihan lingkungan alat. Sedangkan perawatan periodik dilakukan secara terjadwal sesuai dengan buku petunjuk yang ada. Penjadwalan tersebut dibuat sedemikian rupa sehingga alat-alat mendapat perawatan khusus secara bergantian. Alat-alat memproduksi secara kontinyu dan akan berhenti jika terjadi kerusakan.

Perawatan alat-alat proses dilakukan dengan prosedur yang tepat. Hal ini dilihat dari penjadwalan yang dilakukan pada tiap-tiap alat. Perawatan tiap-tiap alat meliputi :

a) *Overhead* 1 x 1 Tahun

Merupakan perbaikan dan pengecekan serta *levelling* alat secara keseluruhan meliputi pembongkaran alat, pergantian bagian-bagian alat yang sudah rusak, kemudian kondisi alat dikembalikan seperti kondisi semula.

b) *Repairing*

Merupakan kegiatan *maintenance* yang bersifat memperbaiki bagian-bagian alat. Hal ini biasanya dilakukan setelah pemeriksaan.

Faktor-faktor yang mempengaruhi *maintenance* :

- Umur alat

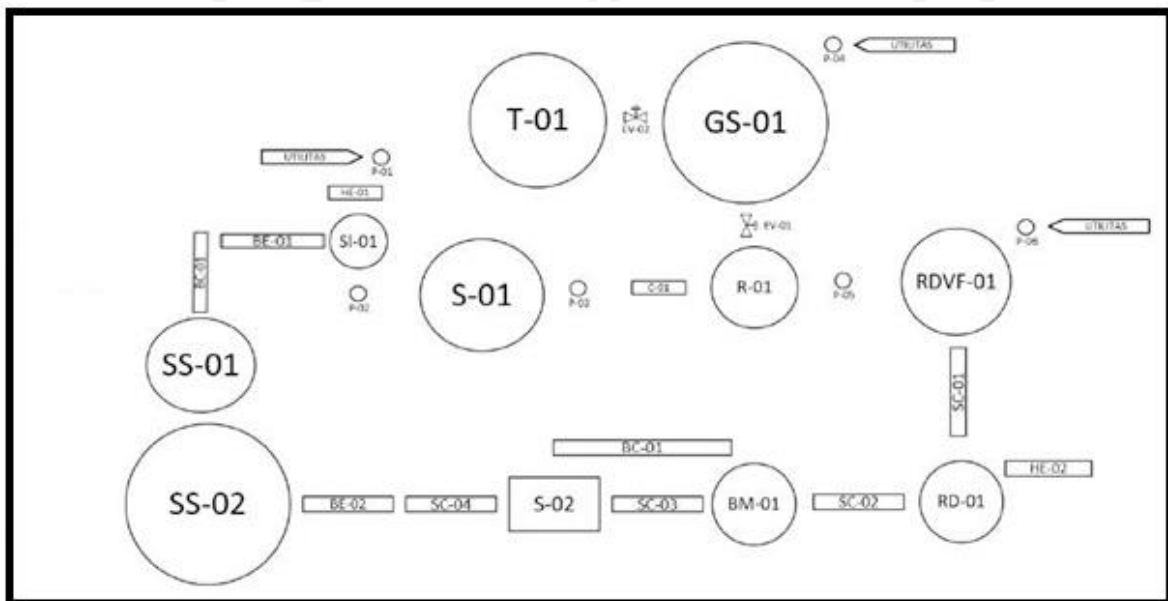
Semakin tua umur alat maka semakin banyak pula perawatan yang harus diberikan yang menyebabkan bertambahnya biaya perawatan.

- Bahan baku

Panggunaan bahan baku yang kurang berkualitas akan menyebabkan kerusakan alat sehingga alat akan lebih sering dibersihkan.

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

- Kelancaran proses produksi dapat terjamin
- Dapat mengefektifkan penggunaan luas lantai
- Biaya penanganan material menjadi rendah dan menyebabkan turunnya pengeluaran untuk kapital yang tidak penting.



Skala 1:200

Gambar 4. 3 Gambar tata letak mesin

Keterangan :

SS = *Storage Silo*

P = *Pompa*

SC = *Screw Conveyor*

BC = *Belt Conveyor*

C = *Cooler*

RD = *Rotary Dryer*

BE = *Bucket Elevator*

S = *Screening*

BM = *Ball Mill*

HE = *Heat Exchanger*

Sl = *Slaker*

EV = *Expansion Valve*

RDVF = *Rotary Drum Vacuum Filter*

4.4 Alir Proses dan Material

4.4.1 Neraca Massa

4.4.1.1 Neraca Massa Total

Komponen	Slaker-01			Screen-01			Gas Scrubber-01			Reaktor-01			RDVF-01			Rotary Dryer-01			Ball Mill-01			Screen-02					
	Input		Output	Input		Output	Input		Output	Input		Output	Input		Output	Input		Output	Input		Output	Input		Output			
	Airan 1	Airan 2	Airan 3	Airan 3	Airan 4	Airan 5	Airan 6	Airan 7	Airan 8	Airan 9	Airan 4	Airan 8	Airan 10	Airan 10	Airan 11	Airan 12	Airan 13	Airan 12	Airan 14	Airan 15	Airan 14	Airan 18 (Recycle)	Airan 16	Airan 16	Airan 18	Airan 17	
CaO	1287,6318	0	38,6290	38,6290	36,6975	1,9314	0	0	0	0	36,6975	0	36,6975	36,6975	0	34,8626	1,8349	34,8626	34,8278	0,03486	34,8278	2,0897	36,9174	36,9174	2,0897	34,8278	
SiO2	27,1080	0	27,1080	27,1080	25,7526	1,3554	0	0	0	0	25,7526	0	25,7526	25,7526	0	24,4650	1,2876	24,4650	24,4405	0,02447	24,4405	1,4664	25,9070	25,9070	1,4664	24,4405	
MgO	16,2648	0	16,2648	16,2648	15,4516	0,8132	0	0	0	0	15,4516	0	15,4516	15,4516	0	14,6790	0,7726	14,6790	14,6643	0,01468	14,6643	0,8799	15,5442	15,5442	0,8799	14,6643	
Fe2O3	2,8463	0	2,8463	2,8463	2,7040	0,1423	0	0	0	0	2,7040	0	2,7040	2,7040	0	2,5688	0,1352	2,5688	2,5663	0,00257	2,5663	0,1540	2,7202	2,7202	0,1540	2,5663	
Al2O3	6,0993	0	6,0993	6,0993	5,7943	0,3050	0	0	0	0	5,7943	0	5,7943	5,7943	0	5,5046	0,2897	5,5046	5,4991	0,00550	5,4991	0,3299	5,8291	5,8291	0,3299	5,4991	
S	0,0949	0	0,0949	0,0949	0,0901	0,0047	0	0	0	0	0,0901	0	0,0901	0,0901	0	0,0856	0,0045	0,0856	0,0855	0,00009	0,0855	0,0051	0,0907	0,0907	0,0051	0,0855	
P	0,0407	0	0,0407	0,0407	0,0386	0,0020	0	0	0	0	0,0386	0	0,0386	0,0386	0	0,0367	0,0019	0,0367	0,0367	0,00004	0,0367	0,0022	0,0389	0,0389	0,0022	0,0367	
Moisture	15,3160	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H2O	0	7888,4390	7502,2898	7502,2898	7464,7784	37,5114	0	984,0854	0	984,0854	7464,7784	0	7827,1007	7827,1007	1000,4929	413,7873	8413,8063	413,7873	20,6894	393,09795	20,6894	1,2414	21,9307	21,9307	1,2414	20,6894	
Ca(OH)2	0	0	1650,4680	1650,4680	1567,9446	82,5234	0	0	0	0	1567,9446	0	78,3972	78,3972	0	74,4774	3,9199	74,4774	74,4029	0,07448	74,4029	4,4642	78,8671	78,8671	4,4642	74,4029	
CO2(s)	0	0	0	0	0	0	984,0854	0	885,6768	0	885,6768	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Impurities	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CaCO3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2012,9019	2012,9019	0	1912,2568	100,6451	1912,2568	1910,3445	1,91226	1910,3445	114,6207	2024,9652	2024,9652	114,6207	1910,3445	
Total	1355,4019	7888,4390	9243,8409	9243,8409	9119,2519	124,5890	984,0854	984,0854	885,6768	1082,4939	9119,2519	885,6768	10004,9287	10004,9287	1000,4929	2482,7239	8522,6977	2482,7239	2087,5570	395,1669	2087,5570	125,2534	2212,8104	2212,8104	125,2534	2087,5570	
Seluruh	0,0000		0,0000			0,0000			0,0000			0,0000			0,0000			0,0000			0,0000						

4.4.1.2 Neraca Massa Alat

a. Slaker-01

Tabel 4. 3 Tabel Neraca Massa Slaker-01

Komponen	Input		output
	aliran 1	aliran 2	aliran 3
	kg/jam	kg/jam	kg/jam
CaO	1287,6318	0	38,6290
SiO ₂	27,1080	0	27,1080
MgO	16,2648	0	16,2648
Fe ₂ O ₃	2,8463	0	2,8463
Al ₂ O ₃	6,0993	0	6,0993
S	0,0949	0	0,0949
P	0,0407	0	0,0407
Moisture	15,3160	0	0,0000
H ₂ O	0	7888,4390	7502,2898
Ca(OH) ₂	0	0	1650,4680
Total	1355,4019	7888,4390	9243,8409
	9243,8409		
Selisih	0,0000		

b. Screening-01

Tabel 4. 4 Tabel Neraca Massa Screening-01

Komponen	Input	Output	
	Aliran 3	Aliran 4	Aliran 5
	kg/jam	kg/jam	kg/jam
CaO	38,6290	36,6975	1,9314
SiO ₂	27,1080	25,7526	1,3554
MgO	16,2648	15,4516	0,8132
Fe ₂ O ₃	2,8463	2,7040	0,1423
Al ₂ O ₃	6,0993	5,7943	0,3050
S	0,0949	0,0901	0,0047
P	0,0407	0,0386	0,0020
H ₂ O	7502,2898	7464,7784	37,5114
Ca(OH) ₂	1650,4680	1567,9446	82,5234
Total	9243,8409	9119,2519	124,5890
		9243,8409	
Selisih	0,0000		

c. Gas Scrubber-01

Tabel 4. 5 Tabel Neraca Massa Gas Scrubber-01

Komponen	Input		Output	
	Aliran 6	Aliran 7	Aliran 8	Aliran 9
	kg/jam	kg/jam	kg/jam	kg/jam
CO2	984,0854	0	885,6768	0
Impurities	0	0	0	98,4085
H2O	0	984,0854	0	984,0854
Total	984,0854	984,0854	885,6768	1082,4939
	1968,1707		1968,1707	
Selisih	0,0000			

d. Reaktor-01

Tabel 4. 6 Tabel Neraca Massa Reaktor-01

Komponen	Input		Output
	Aliran 4	Aliran 8	Aliran 10
	kg/jam	kg/jam	kg/jam
CaO	36,6975	0	36,6975
SiO2	25,7526	0	25,7526
MgO	15,4516	0	15,4516
Fe2O3	2,7040	0	2,7040
Al2O3	5,7943	0	5,7943
S	0,0901	0	0,0901
P	0,0386	0	0,0386
H2O	7464,7784	0	7827,1007
Ca(OH)2	1567,9446	0	78,3972
CO2(g)	0	885,6768	0,0000
CaCO3	0	0	2012,9019
Total	9119,2519	885,6768342	10004,9287
	10004,9287		10004,9287
Selisih	0,0000		

e. Rotary Drum Vacuum Filter-01

Tabel 4. 7 Tabel Neraca Massa Rotary Drum Vacuum Filter-01

Komponen	Input		Output	
	Aliran 10	Aliran 11	Aliran 12	Aliran 13
	kg/jam	kg/jam	kg/jam	kg/jam
CaO	36,6975	0	36,6975	1,8349
SiO2	25,7526	0	25,7526	1,2876
MgO	15,4516	0	15,4516	0,7726

Fe ₂ O ₃	2,7040	0	2,7040	0,1352
Al ₂ O ₃	5,7943	0	5,7943	0,2897
S	0,0901	0	0,0901	0,0045
P	0,0386	0	0,0386	0,0019
H ₂ O	7827,1007	1000,4929	7827,1007	8413,8063
Ca(OH) ₂	78,3972	0	78,3972	3,9199
CaCO ₃	2012,9019	0	2012,9019	100,6451
Total	10004,9287	1000,49287	2482,7239	8522,6977
	11005,4216		11005,4216	
Selisih	0,0000			

f. Rotary Dryer-01

Tabel 4. 8 Tabel Neraca Massa Rotary Dryer-01

Komponen	Input		Output	
	Aliran 12	Aliran 14	Aliran 14	Aliran 15
	kg/jam	kg/jam	kg/jam	kg/jam
CaO	34,8626	34,8278	34,8278	0,0349
SiO ₂	24,4650	24,4405	24,4405	0,0245
MgO	14,6790	14,6643	14,6643	0,0147
Fe ₂ O ₃	2,5688	2,5663	2,5663	0,0026
Al ₂ O ₃	5,5046	5,4991	5,4991	0,0055
S	0,0856	0,0855	0,0855	0,0001
P	0,0367	0,0367	0,0367	0,0000
H ₂ O	413,7873	20,6894	20,6894	393,0980
Ca(OH) ₂	74,4774	74,4029	74,4029	0,0745
CaCO ₃	1912,2568	1910,3445	1910,3445	1,9123
Total	2482,7239	2087,5570	2087,5570	395,1669
	2482,7239	2482,7239		
Selisih	0,0000			

g. Ball mill-01

Tabel 4. 9 Tabel Neraca Massa Ball Mill-01

Komponen	Input		Output
	Aliran 14	Recycle (Aliran 18)	Aliran 16
	kg/jam	kg/jam	kg/jam
CaO	34,8278	2,0897	36,9174
SiO ₂	24,4405	1,4664	25,9070

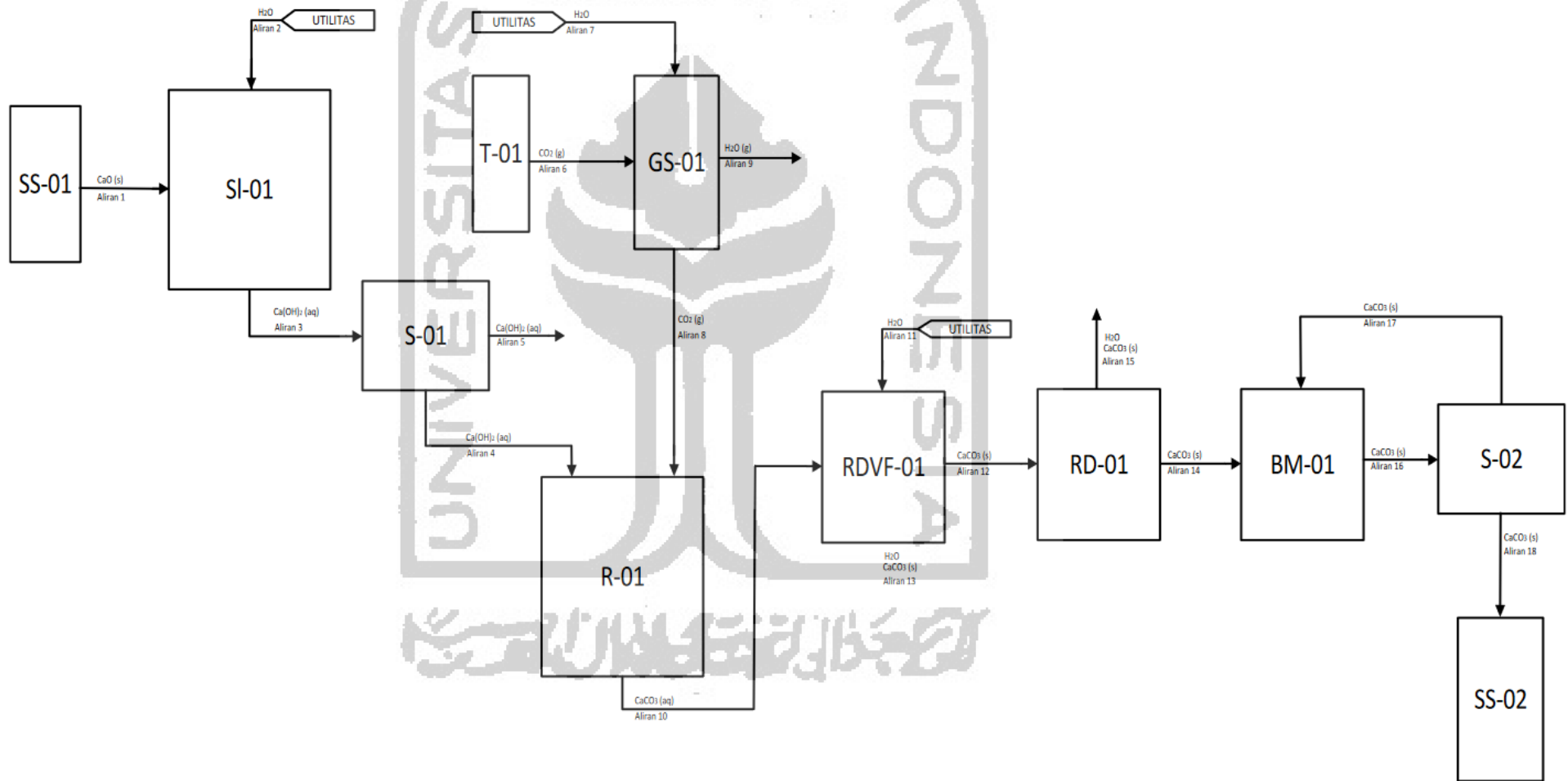
MgO	14,6643	0,8799	15,5442
Fe ₂ O ₃	2,5663	0,1540	2,7202
Al ₂ O ₃	5,4991	0,3299	5,8291
S	0,0855	0,0051	0,0907
P	0,0367	0,0022	0,0389
H ₂ O	20,6894	1,2414	21,9307
Ca(OH) ₂	74,4029	4,4642	78,8671
CaCO ₃	1910,3445	114,6207	2024,9652
Total	2087,5570	125,2534	2212,8104
	2212,8104		
Selisih	0,0000		

h. Screening-02

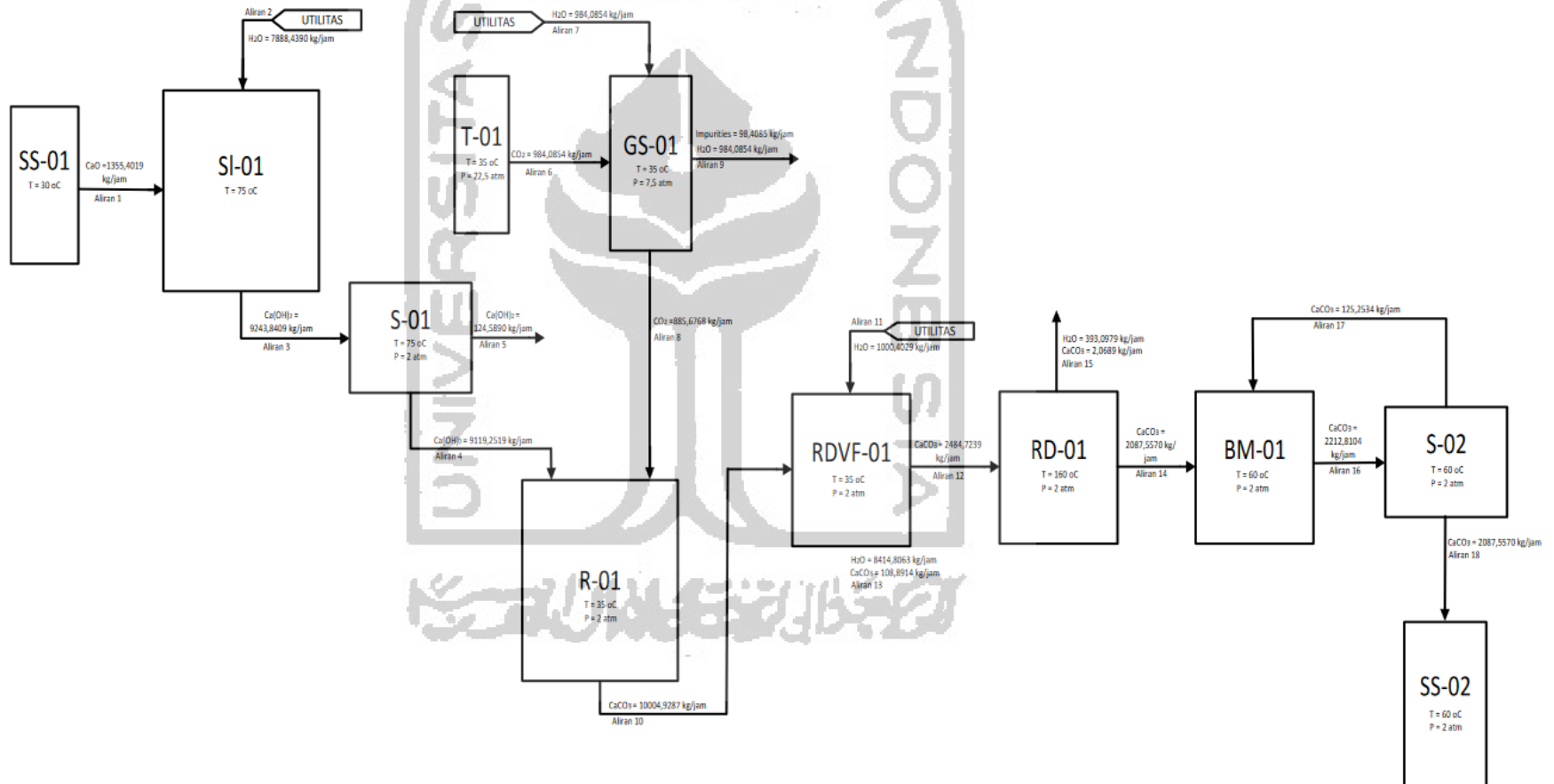
Tabel 4. 10 Tabel Neraca Massa Screening-02

Komponen	Input	Output	
	Aliran 16	Aliran 17	Aliran 18
	kg/jam	kg/jam	kg/jam
CaO	36,9174	34,8278	2,0897
SiO ₂	25,9070	24,4405	1,4664
MgO	15,5442	14,6643	0,8799
Fe ₂ O ₃	2,7202	2,5663	0,1540
Al ₂ O ₃	5,8291	5,4991	0,3299
S	0,0907	0,0855	0,0051
P	0,0389	0,0367	0,0022
H ₂ O	21,9307	20,6894	1,2414
Ca(OH) ₂	78,8671	74,4029	4,4642
CaCO ₃	2024,9652	1910,3445	114,6207
Total	2212,8104	2087,5570	125,2534
		2212,8104	
Selisih	0,0000		

4.4.2 Neraca Massa Kualitatif



4.4.3 Neraca Massa Kuantitatif



4.4.4 Neraca Energi

4.4.2.1 Neraca Energi Alat

a. Heater-01

Tabel 4. 11 Tabel Neraca Energi

Neraca Panas pada Heater-01			
Panas Input		Panas Output	
(kJ)		(kJ)	
Q1 =	165432,1271	Q2 =	2307647,4699
Qin =	3084193,3455	Qout =	941978,0027
Σ	3249625,4725	Σ	3249625,4725
Selisih	0,0000		

b. Slaker-01

Tabel 4. 12 Tabel Neraca Energi Slaker-01

Neraca Panas pada Slaker-01			
Panas Input		Panas Output	
(kJ)		(kJ)	
Q2 =	2307647,4699	Q4 =	2196030,9357
Q3 =	4712,6562	Qrx =	-2187328,6003
Qin =	383942,9651	Qout =	2687600,7558
Σ	2696303,0911	Σ	2696303,0911
Selisih	0,0000		

c. Screening-01

Tabel 4. 13 Tabel Neraca Energi Screening-01

Neraca Panas pada Screen-01			
Panas Input		Panas Output	
(kJ)		(kJ)	
Q4 =	2196030,9357	Q5 =	2184990,2220
		Q6 =	11040,7137
Σ	2196030,9357	Σ	2196030,9357
Selisih	0,0000		

d. Cooler-01

Tabel 4. 14 Tabel Neraca Energi Cooler-01

Neraca panas pada Cooler-01			
Panas input		Panas Output	
kJ		kJ	
Q5 =	2184990,2220	Q7 =	312820,6648

Qc in =	312028,2595	Qc out =	2184197,8168
Σ	2497018,482	Σ	2497018,4816
Selisih	0,0000		

e. Scrubber-01

Tabel 4. 15 Tabel Neraca Energi Scrubber-01

Neraca panas pada Scrubber-01			
Panas input		Panas Output	
kJ		kJ	
Q8 =	8627,8301	Q10 =	7765,0471
Q9 =	12386,1966	Q11 =	13248,9796
Σ	21014,0266	Σ	21014,0266

f. Reaktor-01

Tabel 4. 16 Tabel Nerca Energi

Neraca Panas pada Reaktor-01			
Panas Input		Panas Output	
(kJ)		(kJ)	
Q7 =	312820,6648	Q12 =	324969,3703
Q10 =	7765,0471	Qrx =	627,3938
Qs in =	5941,4257	Qs out =	930,3735
Σ	326527,1375	Σ	326527,1375
Selisih	0,0000		

g. Rotary Drum Vacuum Filter-01

Tabel 4. 17 Tabel Neraca Energi RDVF-

Neraca Panas pada RDVF-01			
Panas Input		Panas Output	
(kJ)		(kJ)	
Q12 =	324969,3703	Q14 =	14399,1193
Q13 =	41935,1454	Q15 =	352505,3963
Σ	366904,5156	Σ	366904,5156
Selisih	0,0000		

h. Heater-01

Tabel 4. 18 Tabel Neraca Energi Heater-

Neraca Panas pada Heater-02			
Panas Input		Panas Output	
(kJ)		(kJ)	
Q1 =	50269,6632	Q2 =	1814919,7657
Qin =	2540604,5763	Qout =	775954,4738
Σ	2590874,2395	Σ	2590874,2395
Selisih	0,0000		

i. Rotary Dryer-01

Tabel 4. 19 Tabel Neraca Energi Rotary Dryer-01

Neraca Panas pada Rotary Dryer-01			
Panas Input (kJ)		Panas Output (kJ)	
Qs1 =	73246,7749	Q16 =	3463,9250
QG2 =	1814919,7657	QG1 =	1651612,7464
		Qh =	233089,8693
∑	1888166,5406	∑	1888166,5406
Selisih	0,0000		

j. Ball mill-01

Tabel 4. 20 Tabel Neraca Energi Ball

Neraca Panas pada Ball mill-01			
Panas Input (kJ)		Panas Output (kJ)	
Q16 =	3463,9250	Q17 =	3671,7605
Q18 =	207,8355		
∑	3671,7605	∑	3671,7605
Selisih	0,0000		

k. Screening-02

Tabel 4. 21 Tabel Neraca Energi

Neraca Panas pada Screen-02			
Panas Input (kJ)		Panas Output (kJ)	
Q17 =	3671,7605	Q18 =	207,8355
		Q19 =	3463,9250
∑	3671,7605	∑	3671,7605
Selisih	0,0000		

4.5 Maintenance

Maintenance berguna untuk menjaga sarana atau fasilitas peralatan pabrik dengan cara pemeliharaan dan perbaikan alat agar produksi dapat berjalan dengan lancar dan produktivitas menjadi tinggi sehingga akan tercapai target produksi dan spesifikasi produk yang diharapkan.

Perawatan preventif dilakukan setiap hari untuk menjaga dari kerusakan alat dan kebersihan lingkungan alat. Sedangkan perawatan periodik dilakukan secara

terjadwal sesuai dengan buku petunjuk yang ada. Penjadwalan tersebut dibuat sedemikian rupa sehingga alat-alat mendapat perawatan khusus secara bergantian. Alat-alat memproduksi secara kontinyu dan akan berhenti jika terjadi kerusakan.

Perawatan alat-alat proses dilakukan dengan prosedur yang tepat. Hal ini dapat dilihat dari penjadwalan yang dilakukan pada setiap alat. Perawatan mesin tiap-tiap alat meliputi:

1. *Over head 1 x 1 tahun*

Merupakan perbaikan dan pengecekan serta leveling alat secara keseluruhan meliputi pembongkaran alat, pergantian bagian-bagian alat yang sudah rusak, kemudian kondisi alat dikembalikan seperti kondisi semula.

2. *Repairing*

Merupakan kegiatan maintenance yang bersifat memperbaiki bagian-bagian alat. Hal ini biasanya dilakukan setelah pemeriksaan. Faktor-faktor yang mempengaruhi *maintenance*

a. Umur alat

Semakin tua umur alat semakin banyak pula perawatan yang harus diberikan yang menyebabkan bertambahnya biaya perawatan.

b. Bahan baku

Penggunaan bahan baku yang kurang berkualitas akan menyebabkan kerusakan alat sehingga alat akan lebih sering dibersihkan.

c. Tenaga manusia

Pemanfaatan tenaga kerja terdidik, terlatih dan berpengalaman akan menghasilkan pekerjaan yang baik pula.

4.6 Pelayanan Teknik (Utilitas)

4.6.1 Unit Pengadaan Air

Suatu sistim penyediaan air yang mampu menyediakan air dalam jumlah yang cukup merupakan hal yang penting bagi suatu industri. Unsur-unsur yang membentuk suatu sistim penyediaan air meliputi:

1. Sumber pengadaan air
Sumber-sumber air permukaan, misalnya sungai, danau, waduk atau sumber air tanah (sumur).
2. Sarana-sarana penampungan
Sarana-sarana yang dipergunakan untuk menampung air biasanya diletakkan pada atau dekat sumber penyediannya.
3. Sarana-sarana penyaluran
Sarana-sarana untuk menyalurkan air dari penampungan ke sarana-sarana pengolahan.
4. Sarana-sarana pengolahan
Sarana-sarana yang dipergunakan untuk memperbaiki dari mutu air.
5. Sarana-sarana penyaluran (dari pengolahan)
Sarana-sarana untuk menyalurkan air yang sudah diolah ke sarana-sarana penampungan sementara serta kesatu atau beberapa titik distribusi.
6. Sarana-sarana distribusi
Sarana-sarana yang dipergunakan untuk membagi air ke masing-masing pemakai yang terkait didalam sistem. Adapun langkah-langkah sistem penyediaan air pada pabrik Kalsium

Karbonat ini adalah sebagai berikut:

4.6.2 Pengadaan air

a. Air pendingin

Sumber air diambil dari air sungai yang telah diolah sehingga memenuhi syarat sebagai air pendingin. Pertimbangan digunakannya air sungai sebagai sumber untuk mendapatkan air adalah:

- 1) Lokasi pendirian pabrik ini berada dekat dengan sungai.
- 2) Penggunaan air sungai yang kontinuitasnya relatif tinggi sehingga kekurangan air dapat dihindari.

Pada umumnya dipergunakan air sebagai media pendingin adalah karena faktor-faktor berikut :

- 1) Air merupakan materi yang dapat diperoleh dalam jumlah yang besar.
- 2) Mudah dalam pengaturan dan pengolahannya.
- 3) Dapat menyerap sejumlah panas persatuan volume yang tinggi.
- 4) Tidak terdekomposisi.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam penggunaan air pendingin adalah:

- 1) Kesadahan (*Hardness*), yang dapat menyebabkan kerak.
- 2) Besi, yang dapat menimbulkan korosi.
- 3) Minyak, yang menyebabkan terganggunya *film corrosion inhibitor*, menurunkan *heat transfer coefficient*, dapat menjadi makanan mikroba sehingga menimbulkan endapan.

Air pendingin air harus mempunyai sifat-sifat yang tidak menimbulkan kerak dan tidak mengandung mikroorganisme yang dapat menimbulkan lumut. Untuk mengatasi hal di atas, maka kedalam air pendingin diinjeksikan bahan kimia sebagai berikut :

- 1) Fosfat berguna mencegah timbulnya kerak
- 2) Klorin untuk membunuh mikroorganisme
- 3) Zat dispersan untuk mencegah terjadinya penggumpalan.

b. Umpan air *boiler*

Air yang digunakan sebagai umpan *boiler* terlebih dahulu dilakukan pengolahan secara kimiawi. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penanganan air umpan *boiler* adalah sebagai berikut:

- 1) Zat-zat yang dapat menyebabkan korosi

Korosi yang terjadi didalam boiler disebabkan karena air mengandung larutan asam dan gas – gas terlarut, seperti O_2 , CO_2 , H_2S dan NH_3 .

- 2) Zat yang dapat menyebabkan kerak (*scale foaming*)

Pembentukan kerak disebabkan karena adanya kesadahan dan suhu tinggi.

- 3) Zat yang dapat menyebabkan *foaming*

Air yang diambil dari proses pemanasan bisa menyebabkan *foaming* pada *boiler* karena adanya zat-zat organik, anorganik dan zat-zat yang larut dalam jumlah besar. Efek pembusukan terjadi pada alkalinitas tinggi.

c. Air sanitasi

Air sanitasi digunakan untuk kebutuhan air minum, laboratorium, kantor dan perumahan. Syarat air sanitasi meliputi:

- a. Syarat fisik, yaitu berupa suhu dibawah suhu udara luar, warna jernih, tidak mempunyai warna, dan tidak berbau.
- b. Syarat kimia, yaitu berupa tidak mengandung zat organik maupun zat anorganik dan tidak beracun.
- c. Syarat bakteriologis, yaitu berupa tidak mengandung bakteri patogen.

4.6.2.1 Pengolahan air

Sumber air pabrik Kalsium Karbonat berasal dari air sungai. Pengolahan air untuk kebutuhan pabrik dilakukan dengan cara fisis dan kimia. Pengolahan secara fisis yaitu dengan cara diendapkan sedangkan pengolahan secara kimia dengan cara penambahan zat kimia seperti klorin.

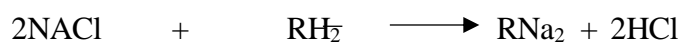
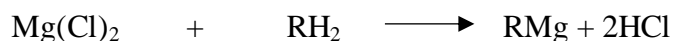
Pengolahan air ini pada tahap penyaringan menggunakan *screening* untuk menyaring kotoran dan benda-benda asing yang ada pada air. Air yang tersaring kemudian dipompa menuju bak sedimentasi untuk mengendapkan lumpur yang masih terbawa oleh air. Hasil sedimentasi kemudian dialirkan ke bak penggumpal untuk menggumpalkan kotoran yang tidak mengendap dengan cara menambahkan tawas. Kemudian air dipompa menuju ke bak pengendap untuk mengendapkan gumpalan yang sudah terbentuk. Hasil keluaran bak pengendap kemudian masuk ke *sand filter* untuk menyaring kotoran halus

yang terbawa oleh air dengan media *filter* berupa pasir dan kerikil. Setelah proses *filtrasi* selesai kemudian air ditampung ke dalam tangki penampungan sementara yang kemudian akan didistribusikan sesuai dengan kebutuhan.

Air yang digunakan sebagai umpan *boiler* harus diolah terlebih dahulu untuk menghilangkan padatan yang terkandung di dalam air. Padatan tersebut berupa garam terlarut dalam bentuk ion positif (*cation*) dan ion negatif (*anion*). Ion tersebut dihilangkan dengan menggunakan alat *cation exchanger* dan *anion exchanger*. *Cation Exchanger* diisi resin *cation* yang akan mengikat *cation* dan melepaskan ion H^+ sedangkan pada *Anion Exchanger* anion dalam air bertukar dengan ion OH^- dari resin anion. Resin juga dapat mengalami kejenuhan. Maka dari itu perlu penyegaran kembali secara regenerasi. Regenerasi resin kation menggunakan larutan H_2SO_4 dan pada resin anion menggunakan larutan $NaOH$.

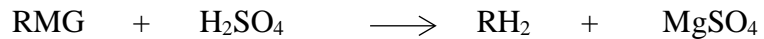
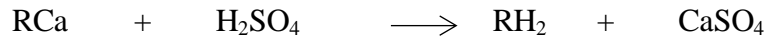
Reaksi yang terjadi di *ion exchanger*:

a. *Cation Exchanger*



Apabila resin sudah jenuh dilakukan pencucian dengan menggunakan larutan H_2SO_4 4%.

Reaksi yang terjadi pada waktu regenerasi adalah:



b. *Anion Exchanger*



Apabila resin sudah jenuh dilakukan dengan pencucian menggunakan larutan NaOH 40%.

Reaksi yang terjadi pada waktu regenerasi adalah:



4.6.2.2 Kebutuhan air

a. Kebutuhan air Domestik

Tabel 4. 22 Kebutuhan air domestik

No	Kebutuhan	Jumlah	Satuan
1	Air Karyawan	783	kg/jam
2	Air untuk mess	18414	kg/jam
Total		19197	kg/jam

b. Kebutuhan air Domestik

Tabel 4. 23 Kebutuhan Air Service

No	Kebutuhan	Jumlah	Satuan
1	Bengkel	200	kg/hari
2	Poliklinik	300	kg/hari
3	Laboratorium	500	kg/hari
4	Pemadam Kebakaran	1000	kg/hari
5	Kantin, musholla, dan kebun	1500	kg/hari
Total		3500	kg/hari

Nama Alat	Kode	Jumlah (kg/jam)
Slaker	SI-01	18.370,04
Cooler	C-01	14.929,22
Total		33.299,26

Kebutuhan air *make up* berdasarkan jumlah air yang menguap (W_e) sebesar 20,5798 kg/jam, *blowdown* (W_b) sebesar 20,0956 kg/jam, dan air yang terbawa aliran keluar *tower* (W_d) sebesar 0,4842 kg/jam.

d. Kebutuhan air Steam

Tabel 4. 25 Kebutuhan air Steam

Nama Alat	Kode	Jumlah (kg/jam)
Heater	HE-01	1105,0892
Reaktor	R-01	2,2199
Heater	HE-02	910,3173
Total		2017,6264

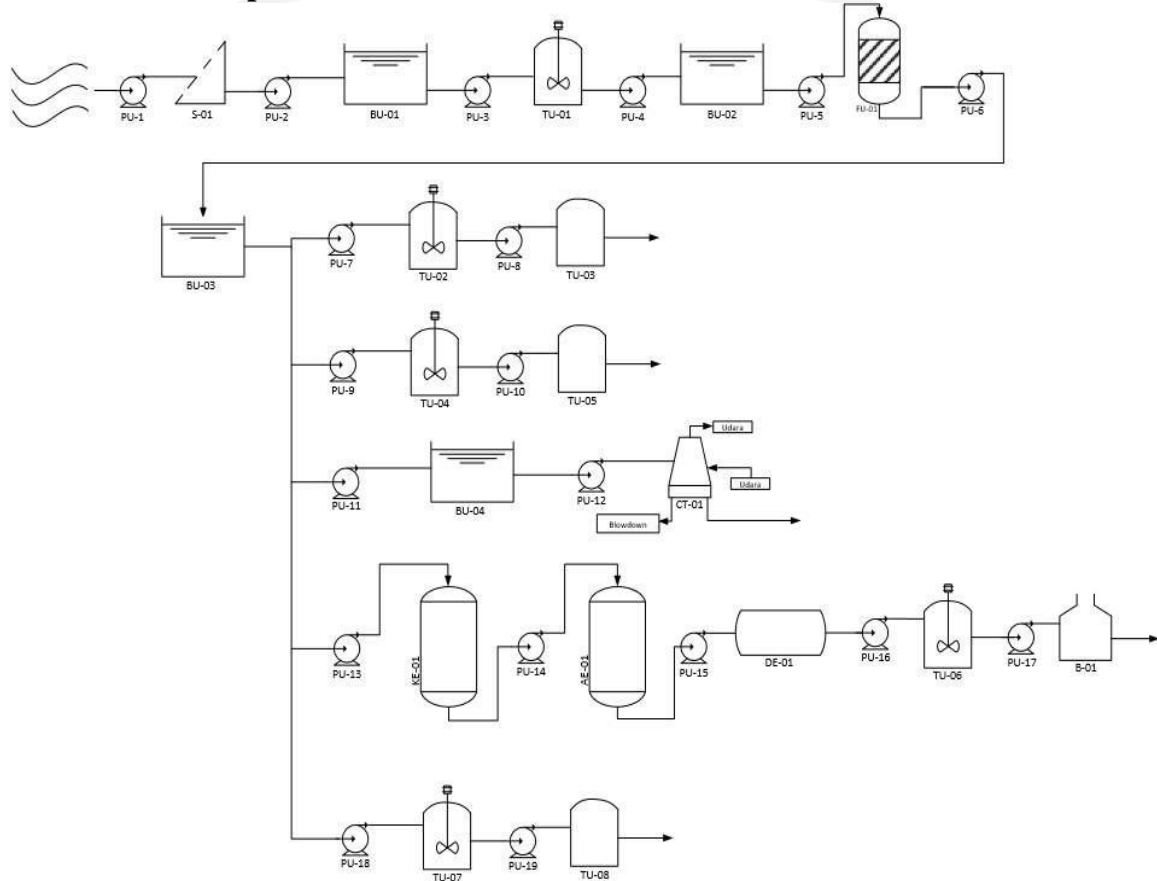
Kebutuhan air *make up* sebesar 20%, jadi kebutuhan air umpan *boiler* untuk kebutuhan *make up* yang harus disediakan sebesar 0,2324 kg/jam.

e. Kebutuhan air Proses

Tabel 4. 26 Kebutuhan air Proses

No	Nama Alat	Kebutuhan (kg/jam)
1.	Slaker-01	7888,4390
2.	Gas Scrubber-01	984,0854
3.	RDVF-01	1000,4929
Total		9873,0172

4.6.2.3 Spesifikasi Alat Utilitas



Gambar 4. 4 Diagram alir pengolahan

A. Spesifikasi alat utilitas yaitu :

1. *Screening*

Tabel 4. 27 Spesifikasi Screening

Fungsi	Menyaring kotoran-kotoran yang berukuran besar, misalnya: daun, ranting, dan sampah-sampah lainnya.	
Ukuran lubang saringan	1	cm
Panjang saringan	304,80	cm
Lebar saringan	243,84	cm

2. Bak Pengendap Awal

Tabel 4. 28 Spesifikasi bak pengendap awal

Fungsi	Mengendapkan kotoran dan lumpur yang terbawa dari air sungai	
Kapasitas	75,2577	m ³ /jam
Tinggi	5	m
Panjang	19,33	m
Lebar	9,6659	m

3. Tangki Kesadahan

Tabel 4. 29 Spesifikasi tangki kesadahan

Fungsi	Mencampurkan air dengan Alum (Tawas) 5 % dan CaOH 5 %	
Kapasitas	75,2258	m ³ /jam
Kebutuhan tawas 5%	75,7180	kg/jam
Kebutuhan CaOH 5%	75,3738	kg/jam
Volume tangki	90,4485	m ³
Tinggi tangki	4,8661	m
Diameter tangki	4,8661	m
Putaran pompa	15	rpm
Daya	10	Hp

4. *Clarifier*

Tabel 4. 30 Spesifikasi *clarifier*

Fungsi	Menggumpalkan dan mengendapkan kotoran yang ada pada air dari TK-01	
Volme	361,7942	m ³
Diameter	7,7244	m
Tinggi	10,2992	m

5. Tangki Kesadahan

Tabel 4. 31 Spesifikasi tangki kesadahan

Fungsi	Menyaring sisa-sisa kotoran yang masih terdapat dalam air terutama kotoran yang berukuran kecil yang tidak dapat mengendap di clarifier	
Luas penyaringan	4,0719	m ²
Volume bak	5,4708	m ³
Tinggi bak	1,1100	M
Panjang bak	2,2200	M
Lebar bak	2,2200	M

6. Bak Penampung Sementara

Tabel 4. 32 Spesifikasi bak penampung sementara

Fungsi	Menampung sementara air dari sand filter air untuk kebutuhan rumah tangga	
Kapasitas	75,1938	m ³
Volume tangki	45,1163	m ³
Volume kaporit	2,6589	m ³
Diameter	2,6589	m
Tinggi	5,3179	m

7. Tangki Klorinasi (*Domestic water*)

Tabel 4. 33 Spesifikasi tangki klorinasi (*Domestic water*)

Fungsi	mencampur klorin dalam bentuk kaporit ke dalam air untuk kebutuhan rumah tangga	
Kapasitas	18,7650	m ³
Volume tangki	18,7650	m ³
Volume kaporit	0,00006	m ³
Diameter	3,0612	m
Tinggi	3,0612	m

8. Tangki Air Bersih (*Domestic water*)

Tabel 4. 34 Spesifikasi tangki air bersih (*Domestic water*)

Fungsi	Menampung air untuk keperluan kantor dan rumah tangga	
Kapasitas	450,3600	m ³
Volume tangki	540,4320	m ³
Diameter	8,8299	m
Tinggi	8,8299	m

9. Tangki Klorinasi (*Service water*)

Tabel 4. 35 Spesifikasi tangki klorinasi (*Service water*)

Fungsi	mencampur klorin dalam bentuk kaporit ke dalam air untuk kebutuhan service water	
Kapasitas	3,4212	m ³ /jam
Volume tangki	3,4212	m ³
Volume kaporit	0,00001	m ³
Tinggi	1,7358	m
Diameter	1,7358	m

10. Tangki Air Bersih (*Service water*)

Tabel 4. 36 Spesifikasi tangki air bersih (*Service water*)

Fungsi	Menampung air untuk service water	
Kapasitas	3,4212	m ³ /jam
Volume tangki	98,5316	m ³
Tinggi	5,0069	m
Diameter	5,0069	m

11. Tangki air bersih (Air pendingin)

Tabel 4. 37 Spesifikasi tangki air bersih (Air pendingin)

Fungsi	Menampung kebutuhan air pendingin	
Volume tangki	46,8719	m ³ /jam
Lebar	4,5427	m
Panjang	4,5427	m

12. *Cooling Tower* (Air pendingin)

Tabel 4. 35 Spesifikasi *Cooling Tower* (Air pendingin)

Fungsi	Mendinginkan air pendingin sebelum digunakan	
Kapasitas	39,0599	m ³ /jam
Suhu masuk	40	°C
Suhu keluar	30	°C
Velocity udara	20736,1454	kg/jam.ft ²
Panjang	0,3711	m
Lebar	0,3711	m
Blowdown	20,0956	

13. *Kation Exchanger (Steam)*

Tabel 4. 39 Spesifikasi kation exchanger (Steam)

Fungsi	Menurunkan kesadahan air umpan boiler	
Kapasitas	2,8400	m ³ /jam
Tinggi kolom	1,3422	m
Jumlah NaCl	20736,1454	kg/waktu siklus
Kesadahan sebelum KEU	70	ppm

14. *Anion Exchanger (Steam)*

Tabel 4. 40 Spesifikasi kanion exchanger (Steam)

Fungsi	Menghilangkan anion dari air keluaran KEU	
Kapasitas	2,8400	m ³ /jam
Luas kolom	0,2324	m ²
Diameter	0,5441	m
Tinggi kolom	1,2172	m
Jumlah NaCl	70,6180	kg/waktu siklus
Kesadahan sebelum KEU	70	ppm

15. *Dearator (Steam)*

Tabel 4. 41 Spesifikasi dearator (Steam)

Kapasitas	2,8400	m ³ /jam
Volume	2,0009	m ³
Diameter	1,2165	m
Tinggi kolom	1,7223	m

16. *Boiler Feed Water Tank (Steam)*

Tabel 4. 42 Spesifikasi boiler feed water tank(Steam)

Fungsi	Mencampurkan kondensat sirkulasi dan make up air	
	umpan boiler sebelum diumpankan	
Volume tangki	1,4200	m ³ /jam
Diameter	0,9671	m
Tinggi	1,9342	m
Kebutuhan H2N2	7.063,3777	kg/jam
Kebutuhan NaH2PO2	7063,3777	kg/jam

17. Boiler

Tabel 4. 43 Spesifikasi boiler (Steam)

Fungsi	Membuat steam jenuh pada tekanan 10.4138 atm	
Kapasitas	2905,3820	kg/jam
Tekanan	15,0000	atm
Suhu rata-rata	160,0000	°C
Panas total	14356669,2460	Btu/jam
Panas kebutuhan	18.172.999,0456	Btu/jam
Bahan bakar	18172999,0456	Btu/jam
Nt	220	tube

18. Tangki Klorinasi (*Service Water*)

Tabel 4. 44 Spesifikasi tangki klorinasi (*Service Water*)

Fungsi	mencampur klorin dalam bentuk kaporit ke dalam air untuk kebutuhan service water	
Kapasitas	11,5810	m ³ /jam
Volume kaorit	0,00004	m ³
Volume tangki	13,8973	m ³
Tinggi	2,6063	Btu/jam
Diameter	2,6063	Btu/jam

19. Tangki air bersih (*Service Water*)

Tabel 4. 45 Spesifikasi tangki air bersih (*Service Water*)

Fungsi	Menampung air untuk service water	
Kapasitas	11,5810	m ³ /jam
Volume tangki	333,53302	m ³
Tinggi	7,5178	Btu/jam
Diameter	7,5178	Btu/jam

20. Pompa Utilitas-01

Tabel 4. 46 Spesifikasi Pompa utilitas

Kode	PU-01	
Fungsi	Mengalirkan air dari sungai ke S-01	
Laju alir	90,2326	m ³ /jam
NPS	6	in
ID	6,065	in
OD	6,625	in

At	28,9	in ²
Head pompa	7,7000	m
Daya pompa	9,2731	Hp
Power motor	11	Hp
Kec. Putar motor	3095,3747	rpm

21. Pompa Utilitas-02

Tabel 4. 47 Spesifikasi Pompa utilitas

Kode	PU-02	
Fungsi	Mengalirkan air dari S-01 ke BU-01	
Laju alir	90,2326	m ³ /jam
NPS	6	in
ID	6,065	in
OD	6,625	in
At	28,9	in ²
Head pompa	7,7000	m
Daya pompa	9,2731	Hp
Power motor	11	Hp
Kec. Putar motor	3095,3747	rpm

22. Pompa Utilitas-03

Tabel 4. 48 Spesifikasi Pompa utilitas

Kode	PU-03	
Fungsi	Mengalirkan air dari BU-01 ke TU-01	
Laju alir	90,2326	m ³ /jam
NPS	6	in
ID	6,065	in
OD	6,625	in
At	28,9	in ²
Head pompa	7,7000	m
Daya pompa	9,2731	Hp
Power motor	11	Hp
Kec. Putar motor	3095,3747	rpm

23. Pompa Utilitas-04

Tabel 4. 49 Spesifikasi Pompa utilitas

Kode	PU-04	
Fungsi	Mengalirkan air dari TU-01 ke BU-02	
Laju alir	90,4485	m ³ /jam
NPS	6	in
ID	6,065	in
OD	6,625	in
At	28,9	in ²
Head pompa	7,7033	m

Daya pompa	9,2993	Hp
Power motor	11	Hp
Kec. Putar motor	3098,0647	rpm

24. Pompa Utilitas-05

Tabel 4. 50 Spesifikasi Pompa utilitas

Kode	PU-05	
Fungsi	Mengalirkan air dari BU-02 ke FU-01	
Laju alir	90,2326	m ³ /jam
NPS	6	in
ID	6,065	in
OD	6,625	in
At	28,9	in ²
Head pompa	7,7000	m
Daya pompa	9,2731	Hp
Power motor	11	Hp
Kec. Putar motor	3095,3747	rpm

25. Pompa Utilitas-06

Tabel 4. 51 Spesifikasi Pompa utilitas

Kode	PU-06	
Fungsi	Mengalirkan air dari FU-01 ke BU-03	
Laju alir	90,2326	m ³ /jam
NPS	6	in
ID	6,065	in
OD	6,625	in
At	28,9	in ²
Head pompa	7,7000	m
Daya pompa	9,2731	Hp
Power motor	11	Hp
Kec. Putar motor	1185,7682	rpm

26. Pompa Utilitas-07

Tabel 4. 52 Spesifikasi Pompa utilitas

Kode	PU-07	
Fungsi	Mengalirkan air dari BU-03 ke TU-02	
Laju alir	22,5180	m ³ /jam
NPS	2,5	in
ID	2,469	in
OD	2,88	in
At	4,79	in ²
Head pompa	10,9703	m

Daya pompa	3,2970	Hp
Power motor	4	Hp
Kec. Putar motor	1185,7682	rpm

27. Pompa Utilitas-08

Tabel 4. 53 Spesifikasi Pompa utilitas

Kode	PU-08	
Fungsi	Mengalirkan air dari TU-02 ke TU-03	
Laju alir	22,5180	m ³ /jam
NPS	2,5	in
ID	2,469	in
OD	2,88	in
At	4,79	in ²
Head pompa	10,9703	m
Daya pompa	3,2970	Hp
Power motor	4	Hp
Kec. Putar motor	1185,7682	rpm

28. Pompa Utilitas-09

Tabel 4. 54 Spesifikasi Pompa utilitas

Kode	PU-09	
Fungsi	Mengalirkan air dari BU-03 ke TU-04	
Laju alir	4,1055	m ³ /jam
NPS	1	in
ID	1,049	in
OD	1,32	in
At	0,864	in ²
Head pompa	18,5200	m
Daya pompa	1,0148	Hp
Power motor	2	Hp
Kec. Putar motor	341,8608	rpm

29. Pompa Utilitas-10

Tabel 4. 55 Spesifikasi Pompa utilitas

Kode	PU-10	
Fungsi	Mengalirkan air dari TU-04 ke TU-05	
Laju alir	4,1055	m ³ /jam
NPS	1	in
ID	1,049	in
OD	1,32	in
At	0,864	in ²
Head pompa	18,5200	m
Daya pompa	1,0148	Hp
Power motor	2	Hp
Kec. Putar motor	341,8608	rpm

30. Pompa Utilitas-11

Tabel 4. 56 Spesifikasi Pompa utilitas

Kode	PU-11	
Fungsi	Mengalirkan air dari BU-03 ke BU-04	
Laju alir	46,8719	m ³ /jam
NPS	4	in
ID	4,026	in
OD	4,5	in
At	12,7	in ²
Head pompa	8,3372	m
Daya pompa	5,2156	Hp
Power motor	8	Hp
Kec. Putar motor	2101,7939	rpm

31. Pompa Utilitas-12

Tabel 4. 57 Spesifikasi Pompa utilitas

Kode	PU-12	
Fungsi	Mengalirkan air dari BU-04 ke CT-01	
Laju alir	46,8719	m ³ /jam
NPS	4	in
ID	4,026	in
OD	4,5	in
At	12,7	in ²
Head pompa	8,3372	m
Daya pompa	5,2156	Hp
Power motor	8	Hp
Kec. Putar motor	2101,7939	Rpm

32. Pompa Utilitas-13

Tabel 4. 58 Spesifikasi Pompa utilitas

Kode	PU-13	
Fungsi	Mengalirkan air dari BU-03 ke KE-01	
Laju alir	2,8400	m ³ /jam
NPS	1	in
ID	1,049	in
OD	1,32	in
At	0,864	in ²
Head pompa	12,7291	m
Daya pompa	0,4825	Hp
Power motor	1	Hp
Kec. Putar motor	376,6688	rpm

33. Pompa Utilitas-14

Tabel 4. 59 Spesifikasi Pompa utilitas

Kode	PU-14	
Fungsi	Mengalirkan air dari KE-01 ke AE-01	
Laju alir	2,8400	m ³ /jam
NPS	1	in
ID	1,049	in
OD	1,32	in
At	0,864	in ²
Head pompa	12,7291	m
Daya pompa	0,4825	Hp
Power motor	1	Hp
Kec. Putar motor	376,6688	rpm

34. Pompa Utilitas-15

Tabel 4. 60 Spesifikasi Pompa utilitas

Kode	PU-15	
Fungsi	Mengalirkan air dari AE-01 ke DE-01	
Laju alir	2,8400	m ³ /jam
NPS	1	in
ID	1,049	in
OD	1,32	in
At	0,864	in ²
Head pompa	12,7291	m
Daya pompa	0,4825	Hp
Power motor	1	Hp
Kec. Putar motor	376,6688	rpm

35. Pompa Utilitas-16

Tabel 4. 61 Spesifikasi Pompa utilitas

Kode	PU-16	
Fungsi	Mengalirkan air dari DE-01 ke TU-06	
Laju alir	2,8400	m ³ /jam
NPS	1	in

ID	1,049	in
OD	1,32	in
At	0,864	in ²
Head pompa	12,7291	m
Daya pompa	0,4825	Hp
Power motor	1	Hp
Kec. Putar motor	376,6688	rpm

36. Pompa Utilitas-17

Tabel 4. 62 Spesifikasi Pompa utilitas

Kode	PU-17	
Fungsi	Mengalirkan air dari TU-06 ke B-01	
Laju alir	2,8400	m ³ /jam
NPS	1	in
ID	1,049	in
OD	1,32	in
at	0,864	in ²
Head pompa	12,7291	m
Daya pompa	0,4825	Hp
Power motor	1	Hp
Kec. Putar motor	376,6688	rpm

37. Pompa Utilitas-18

Tabel 4. 63 Spesifikasi Pompa utilitas

Kode	PU-18	
Fungsi	Mengalirkan air dari BU-03 ke TU-07	
Laju alir	13,8972	m ³ /jam
NPS	2	in
ID	2,067	in
OD	2,38	in
At	3,35	in ²
Head pompa	10,8363	m
Daya pompa	2,0099	Hp
Power motor	3	Hp
Kec. Putar motor	940,1568	rpm

38. Pompa Utilitas-19

Tabel 4. 64 Spesifikasi Pompa utilitas

Kode	PU-19	
Fungsi	Mengalirkan air dari TU-07 ke TU-08	
Laju alir	13,8972	m ³ /jam
NPS	2	In
ID	2,067	In
OD	2,38	In
At	3,35	in ²
Head pompa	10,8363	M
Daya pompa	2,0099	Hp
Power motor	3	Hp
Kec. Putar motor	940,1568	rpm

4.6.3 Unit Penyedia Listrik

Untuk memenuhi kebutuhan listrik dalam pabrik, diambil dari PLN dan sebagai cadangan adalah generator set untuk menghindari gangguan-gangguan yang mungkin terjadi pada PLN. Kebutuhan listrik dapat dibagi:

1. Listrik untuk keperluan proses.
2. Listrik untuk keperluan pengolahan air.
3. Listrik untuk penerangan dan AC.
4. Listrik untuk laboratorium dan instrumentasi.

Pada perancangan pabrik Kalsium Karbonat ini kebutuhan akan tenaga listrik dipenuhi dari pembangkit listrik PLN dan generator set sebagai cadangan dengan total kebutuhan listrik sebesar 222,7602 kW. Generator yang digunakan adalah generator arus bolak-balik (AC) dengan pertimbangan:

1. Tenaga listrik yang dihasilkan cukup besar.
2. Tegangan dapat dinaikkan atau diturunkan sesuai dengan kebutuhan

dengan menggunakan transformator.

Keuntungan tenaga listrik dari PLN adalah biayanya murah, sedangkan kerugiannya adalah kesinambungan penyediaan listrik kurang terjamin dan tenaganya tidak terlalu tetap. Sebaliknya jika disediakan sendiri (Genset), kesinambungan akan tetap dijaga, tetapi biaya bahan bakar dan perawatannya harus diperhatikan. Generator ini berfungsi untuk menyediakan listrik bagi bahan-bahan yang tidak boleh berubah-ubah tenaganya. Generator yang digunakan arus bolak-balik (AC) sistem 3 *phase*.

Kebutuhan listrik untuk pabrik meliputi:

1. Listrik untuk keperluan alat proses.
2. Kebutuhan listrik untuk peralatan utilitas.
3. Listrik untuk kantor dan *mess*.
4. Alat *control*.

4.6.4 Unit Penyedia Udara Tekan

Udara tekan digunakan sebagai penggerak alat-alat kontrol dan bekerja secara *pneumatis*. Jumlah udara tekan yang dibutuhkan diperkirakan 55,44 m³/jam pada tekanan 3,74 atm. Udara instrumen bersumber dari udara di lingkungan pabrik, hanya saja udara tersebut harus dinaikkan tekanannya dengan menggunakan *compresser*. Untuk memenuhi kebutuhan digunakan *compresser* dan didistribusikan melalui pipa-pipa

4.6.5 Unit Penyedia Bahan Bakar

kebutuhan bahan bakar pada *boiler* dan generator. Pada perancangan ini digunakan bahan bakar jenis solar untuk generator sedangkan untuk *furnace* dan *boiler* digunakan bahan bakar jenis *fuel oil*. Untuk menjalankan generator digunakan bahan bakar:

1. Tipe bahan : *fuel oil*
2. Total bahan bakar : 25,5814 kg/jam
3. *Heating value* : 45766,3760 Btu/gallon
4. Efisiensi bahan bakar : 80%

4.7 Organisasi Perusahaan

4.7.1 Bentuk Perusahaan

Pabrik Kalsium Karbonat ini direncanakan berbentuk Perseroan Terbatas (PT), yang dirancang dengan kapasitas 15.000 ton/tahun dengan status perusahaan terbuka. Perseroan Terbatas merupakan perusahaan yang modalnya didapatkan dari penjualan saham dimana tiap sekutu mengambil bagian sebanyak satu saham atau lebih dan pemegang saham bertanggung jawab untuk menyetorkan secara penuh apa yang tersebut di dalam tiap saham. Terdapat beberapa alasan terpilihnya bentuk perusahaan ini, diantaranya:

1. Modal yang dengan mudah didapatkan dengan menjualkan saham di pasar modal atau peminjaman dana atau perjanjian tertutup yang dilakukan oleh pihak yang memiliki kepentingan.
2. Sistem manajemen yang efisien dan mudah bergerak di pasarglobal.
3. Pemegang saham bertanggung jawab secara terbatas dan dapat memilih orang ahli sebagai dewan komisaris dan direktur.
4. Lapangan usaha yang lebih luas karena dapat menarik modal dengan besar.
5. Kelangsungan perusahaan terjamin karena tidak berpengaruh terhadap berhentinya pemegang saham dan seluruh jajarannya.

4.7.2 Struktur Perusahaan

Struktur organisasi memiliki peran penting dalam sebuah perusahaan karena dapat melalui struktur organisasi untuk menciptakan suatu hubungan komunikasi yang baik antar karyawan untuk kelangsungan dan kemajuan sebuah perusahaan. Menurut (Widjaja, 2003) terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan untuk memenuhi system organisasi yang baik, yaitu:

1. Perumusan tujuan perusahaan dengan jelas.
2. Tujuan organisasi harus dipahami oleh setiap orang dalam organisasi.
3. Tujuan organisasi harus diterima setiap orang dalam organisasi.
4. Adanya kesatuan arah (*unity of direction*).
5. Adanya kesatuan perintah.
6. Pembagian tugas kerja yang jelas.
7. Kesatuan perintah dan tanggung jawab.
8. Sistem pengontrol atas pekerjaan yang telah dilaksanakan.

Selain itu terdapat tiga bentuk struktur organisasi, diantaranya:

1. *Line system*, yaitu sistem yang digunakan pada perusahaan kecil.

Pemegang komando tertinggi berada di pemilik perusahaan dan memberikan perintah langsung kepada bawahan.

2. *Line and staff system*, yaitu sistem yang digunakan pada sebagian besar perusahaan dimana seorang karyawan hanya bertanggung jawab kepada atasannya saja.

3. *Functional system*, yaitu sistem yang digunakan pada perusahaan

besar dan kompleks dengan menempatkan karyawan sesuai dengan bidang yang dimiliki dan wewenangnya hanya sebatas bidang keahliannya saja.

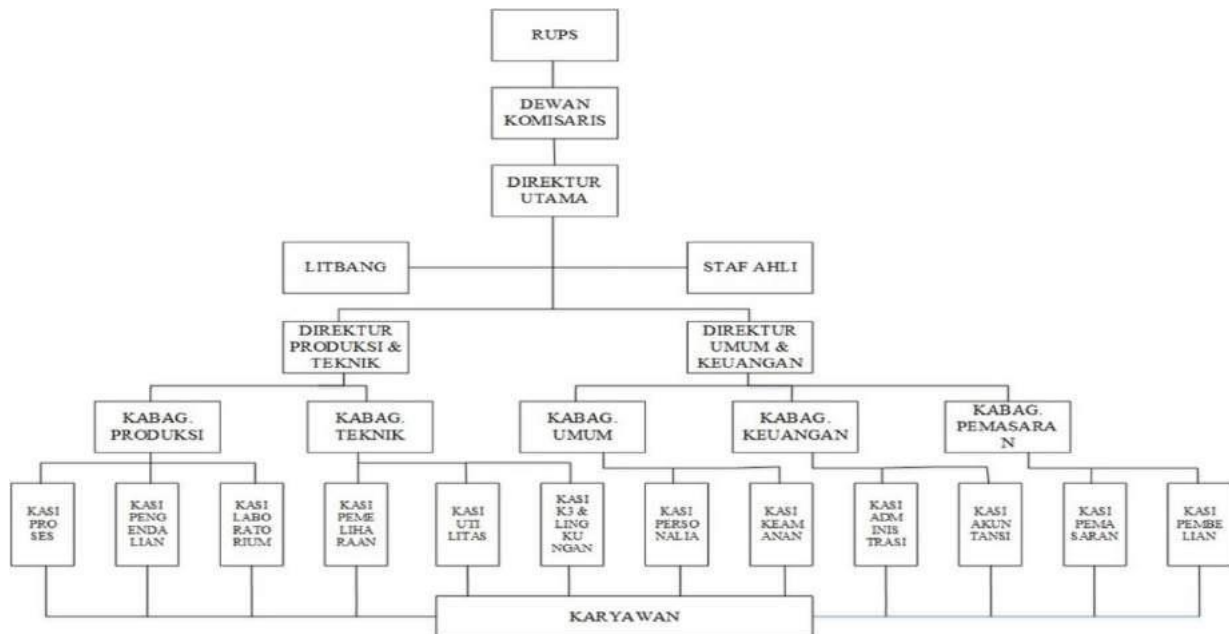
Dengan berpedoman pada pedoman tersebut maka diperoleh struktur organisasi yang baik yaitu Sistem *Line and Staff*. Pada sistem ini garis kekuasaan lebih sederhana dan praktis. Demikian pula kebaikan dalam pembagian tugas kerja seperti yang terdapat dalam sistem organisasi fungsional, sehingga seorang karyawan hanya akan bertanggung jawab pada seorang atasan saja.

Sedangkan untuk mencapai kelancaran produksi maka perlu dibentuk staff ahli yang terdiri dari orang-orang yang ahli dibidangnya. Staff ahli akan memberi bantuan pemikiran dan nasehat kepada tingkat pengawas, demi tercapainya tujuan perusahaan. Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan dalam pelaksanaantugas sehari-harinya diwakili oleh Dewan Komisaris, sedangkan tugas untuk menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh Direktur Utama dibantu oleh Direktur Produksi, Direktur Keuangan dan Umum. Direktur Produksi membawahi bidang teknik dan produksi, sedangkan Direktur Keuangan dan Umum membidangi keuangan, umum dan pemasaran.

Direktur-direktur ini membawahi beberapa kepala bagian yang bertanggung jawab membawahi atas bagian dalam perusahaan, sebagai bagian dari pendelegasian wewenang dan tanggung jawab.

Masing-masing kepala bagian membawahi beberapa seksi dan masing-masing seksi akan membawahi beberapa karyawan perusahaan pada

masing-masing bidangnya. Karyawan perusahaan akan dibagi dalam beberapa kelompok regu yang setiap kepala regu akan bertanggung jawab kepada pengawas masing-masing seksi (Gunawan W, 2003). Berikut ini adalah struktur organisasinya :



Gambar 4.5 Struktur Organisasi pabrik *Calcium Carbonate*

4.7.3 Tugas dan Wewenang

4.7.3.1 Pemegang Saham

Pemegang saham merupakan kumpulan dari beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk pendirian suatu

perusahaan. Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS) merupakan kekuasaan tertinggi yang dimiliki perusahaan jika berbentuk Perseroan Terbatas. Menurut (Widjaja, 2003) pemegang saham dalam RUPS memiliki wewenang yaitu:

- Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris.

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

4.7.3.2 Dewan Komisaris

Dewan Komisaris merupakan orang yang bertanggung jawab kepada pemilik saham sehingga sehari-hari berfungsi sebagai pelaksana tugas. Dimana tugas Dewan Komisaris meliputi:

1. Menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijakan umum, alokasi sumber dana, target perusahaan dan pemasaran.
2. Mengawasi dan membantu tugas Direksi.

4.7.3.3 Dewan Direksi

Direksi Utama merupakan pimpinan tertinggi diperusahaan yang bertanggung jawab penuh atas seluruh perusahaan dan juga bertanggung jawab kepada Dewan Komisaris atas kebijakan yang dipilih atau diambil.

Direktur Utama membawahi Direktur Produksi dan Direktur Keuangan dan Umum.

1. Melaksanakan kebijakan perusahaan dan mempertanggungjawabkan pekerjaannya pada pemegang saham pada akhir jabatannya.
2. Menjaga stabilitas organisasi perusahaan dan membuat

kontinuitas hubungan yang baik antara pemilik saham, pimpinan, konsumen dan karyawan.

3. Mengangkat dan memberhentikan Kepala Bagian dengan persetujuan rapat pemegang saham.
4. Mengkoordinir kerja sama dengan Direktur Produksi dan Direktur Keuangan dan Umum.

Tugas Direktur Produksi:

1. Bertanggung jawab kepada Direktur Utama dalam bidang produksi, teknik dan pemasaran.
2. Mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya.

Tugas Direktur Keuangan dan Umum:

1. Bertanggung jawab kepada Direktur Utama dalam bidang keuangan dan pelayanan umum.
2. Mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya. (*Gunawan W, 2003*)

4.7.3.4 Staff Ahli dan Pusat Penelitian dan Pengembangan

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

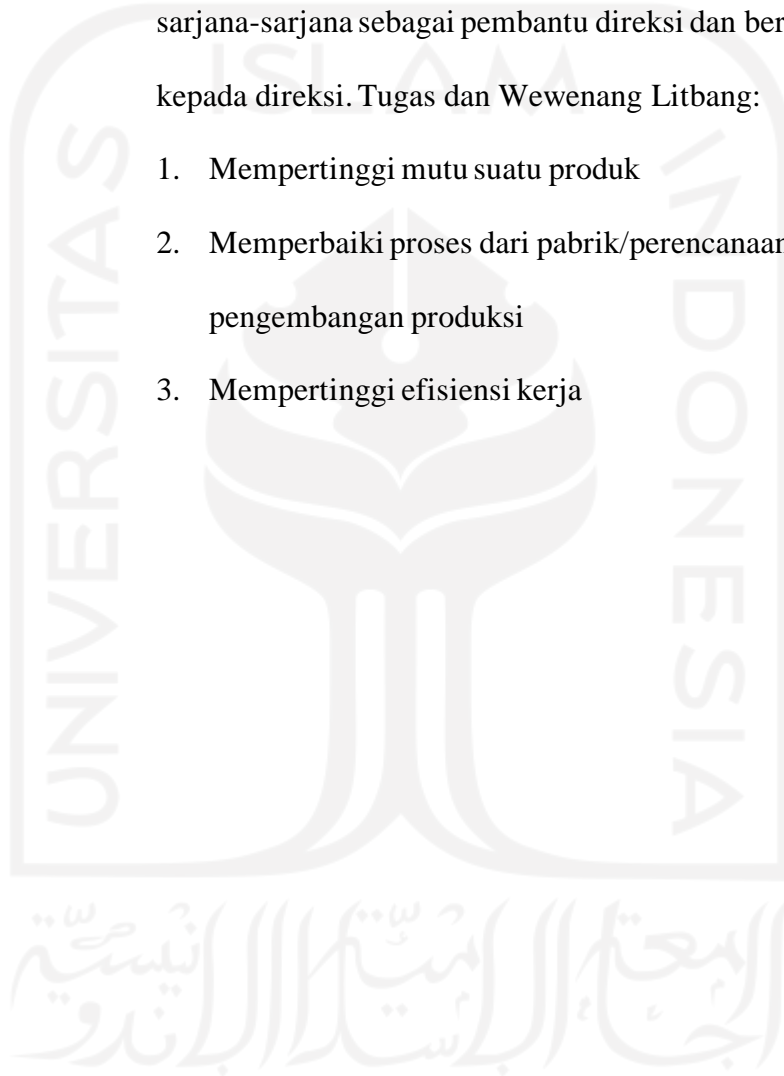
1. Memberikan nasehat dan saran dalam perencanaan

pengembangan perusahaan.

2. Mengadakan evaluasi bidang teknik dan ekonomi perusahaan.
3. Memberikan saran-saran dalam bidang hukum.

Penelitian dan Pengembangan terdiri dari ahli-ahli atau sarjana-sarjana sebagai pembantu direksi dan bertanggung jawab kepada direksi. Tugas dan Wewenang Litbang:

1. Mempertinggi mutu suatu produk
2. Memperbaiki proses dari pabrik/perencanaan alat untuk pengembangan produksi
3. Mempertinggi efisiensi kerja



4.7.3.5 Kepala Bagian

Secara umum tugas kepala bagian adalah mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengangaris-garis yang diberikan oleh perusahaan. Kepala bagian dapat pula bertindak sebagai staff direktur bersama-sama staff ahli. Kepala bagian bertanggung jawab kepada Direktur Utama yang terdiri dari:

1. Kepala bagian produksi.

Kepala bagian produksi bertanggung jawab kepada Direktur Produksi dalam bidang mutu dan kelancaran produksi serta mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya. Kepala bagian produksi membawahi seksi proses, seksi pengendalian dan seksi laboratorium.

Tugas seksi proses, meliputi :

- a. mengawasi jalannya proses produksi
- b. menjalankan tindakan seperlunya pada peralatan produksi yang mengalami kerusakan dan sebelumdiperbaiki oleh seksi yang berwenang.

Tugas seksi pengendalian, yaitu:

- a. Menangani hal-hal yang dapat mengancam keselamatan kerja dan mengurangi potensi bahaya yang ada.

Tugas seksi laboratorium, meliputi:

- a. Mengawasi dan menganalisa mutu bahan baku dan

produk.

- b. Memberikan rekomendasi terhadap tindakan koreksi proses yang berjalan
- c. Mengawasi hal-hal tentang buangan pabrik

2. Kepala Bagian Pemasaran

Kepala bagian pemasaran bertanggung jawab kepada direktur keuangan dan umum dalam bidang bahan baku, pemasaran hasil produksi dan pembelian alat. Kepala bagian ini membawahi seksi penjualan dan seksi pembelian.

Tugas seksi pemasaran, meliputi:

- a. Merencanakan strategi penjualan hasil produksi
 - b. Mengatur distribusi produk
- Tugas seksi pembelian, meliputi:
- a. Melaksanakan pembelian barang dan peralatan yang dibutuhkan perusahaan dalam kaitannya dengan proses produksi
 - b. Mengetahui pasar dan mutu bahan baku sertamengatur keluar masuknya bahan dan alat dari gudang

3. Kepala Bagian Teknik

Kepala bagian teknik bertanggung jawab kepada direktur produksi dalam bidang peralatan, *safety* dan utilitas. Kepala bagian teknik membawahi seksi pemeliharaan, seksi utilitas dan seksi K3 dan lingkungan.

Tugas seksi pemeliharaan, meliputi:

a. Melaksanakan pemeliharaan fasilitas gedung dan peralatan pabrik

b. Memperbaiki kerusakan peralatan pabrik Tugas seksi utilitas, meliputi:

a. Melaksanakan dan mengatur sarana utilitas untuk memenuhi kebutuhan proses, kebutuhan uap, air dan tenaga listrik.

Tugas seksi K3 dan Lingkungan, meliputi:

a. Mengatur, menyediakan, dan mengawasi hal yang berhubungan dengan keselamatan kerja

b. Melindungi pabrik dari resiko kecelakaan kerja.

4. Kepala Bagian Keuangan

Kepala bagian keuangan bertanggung jawab kepada Direktur keuangan dan umum dalam bidang administrasi dan keuangan. Kepala bagian keuangan membawahi kepala seksi akuntansi dan kepala seksi administratif

Tugas kepala seksi administrasi, meliputi:

a. Menghitung penggunaan uang perusahaan, mengamankan uang dan membuat anggaran keuangan.

b. Mengadakan perhitungan gaji dan insentif karyawan.

Tugas seksi akuntansi meliputi:

a. Mencatat hutang piutang perusahaan

b. Mengatur administrasi kantor dan pembukuan

c. Mengaudit masalah perpajakan

5. Kepala Bagian Umum

Kepala bagian umum bertanggung jawab kepada Direktur keuangan dan umum dalam bidang personalia, hubungan masyarakat dan keamanan. Kepala Bagian Umum membawahi seksi personalia, humas dan seksi keamanan.

Tugas seksi personalia, yaitu:

- a. Membina tenaga kerja dan menciptakan suasana kerja yang sebaik mungkin antara pekerja dan pekerjaannya serta lingkungannya supaya tidak terjadi pemborosan waktu dan biaya.
- b. Mengusahakan disiplin kerja yang tinggi dalam menciptakan kondisi kerja yang dinamis.
- c. Melaksanakan hal-hal yang berhubungan dengan kesejahteraan karyawan.

Tugas seksi humas, yaitu:

- a. Mengatur hubungan perusahaan dengan masyarakat di luar lingkungan perusahaan

b. Menjalin relasi atau kerja sama dengan instansi lain
Tugas seksi keamanan, meliputi:

- Menjaga semua bangunan pabrik dan fasilitas yang ada di perusahaan.
- Mengawasi keluar masuknya orang-orang, baik karyawan maupun yang bukan dari lingkungan perusahaan.

- Menjaga dan memelihara kerahasiaan yang berhubungan dengan intern perusahaan. (M. Masud, 1989).

4.7.3.6 Kepala Seksi

Merupakan pelaksana pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan rencana yang telah diatur oleh kepala bagian masing-masing, agar diperoleh hasil yang maksimum dan efektif selama berlangsungnya proses produksi. Setiap kepala seksi bertanggung jawab terhadap kepala bagian masing-masing sesuai dengan seksinya.

4.7.4 Status Karyawan

Pabrik direncanakan beroperasi selama 330 hari dalam satu tahun dan proses produksi berlangsung 24 jam per hari. Sisa hari yang bukan hari libur digunakan untuk perbaikan dan perawatan (*shutdown* pabrik). Sedangkan pembagian jam kerja karyawan digolongkan dalam dua golongan, yaitu:

1. Karyawan *non shift* / harian adalah para karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Yang termasuk karyawan harian adalah Direktur, Staff Ahli, Kepala Bagian, Kepala Seksi serta bawahan yang ada di kantor. Karyawan harian dalam satu minggu akan bekerja selama 5 hari dengan pembagian jam kerja sebagai berikut:

Senin-Kamis : Jam kerja : 07.00 s/d 17.00 Istirahat: 12.00 s/d 13.00

Jumat : Jam kerja : 07.00 s/d 16.00

Istirahat : 11.00 s/d 13.00

2. Karyawan *Shift* adalah karyawan yang secara langsung menangani proses produksi atau mengatur bagian-bagian tertentu dari pabrik yang mempunyai hubungan dengan masalah keamanan dan kelancaran produksi. Yang termasuk karyawan *shift* antara lain: bagian produksi, bagian teknik, dan bagian keamanan. Para karyawan *shift* akan bekerja bergantian sehari semalam, dengan pengaturan sebagai berikut:

a. *Shift* operasi

- 1) *Shift* pagi : 07.00 s/d 15.00
- 2) *Shift* sore : 15.00 s/d 23.00
- 3) *Shift* malam : 23.00 s/d 07.00

b. *Shift* keamanan

- 1) *Shift* pagi : 06.00 s/d 14.00
- 2) *Shift* sore : 14.00 s/d 22.00
- 3) *Shift* malam : 22.00 s/d 06.00

Untuk karyawan *shift* ini dibagi dalam 4 regu (A, B, C, D)

dimana 4 regu bekerja dan 1 regu istirahat dan dikenakan secara bergantian. Tiap regu akan mendapat giliran 3 hari kerja dan 1 hari libur tiap-tiap shift dan masuk lagi untuk *shift* berikutnya. Jadwal pembagian kerja *shift* selama 15 hari tersaji dalam Tabel 4.65.

Tabel 4. 65 Pembagian Kerja Shift

Grup Hari	A	B	C	D
1	Shift I	-	Shift II	Shift III
2	Shift I	Shift II	-	Shift III
3	Shift I	Shift II	Shift III	-
4	-	Shift II	Shift III	Shift I
5	Shift II	-	Shift III	Shift I
6	Shift II	Shift III	-	Shift I
7	Shift II	Shift III	Shift I	-
8	-	Shift III	Shift I	Shift II
9	Shift III	-	Shift I	Shift II
10	Shift III	Shift I	-	Shift II
11	Shift III	Shift I	Shift II	-
12	-	Shift I	Shift II	Shift III
13	Shift I	-	Shift II	Shift III
14	Shift I	Shift II	-	Shift III
15	Shift I	Shift II	Shift III	-

4.7.5 Ketenagakerjaan

Menurut statusnya, karyawan dibagi menjadi 3 golongan sebagai berikut :

1. Karyawan tetap Yaitu karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan Surat Keputusan (SK) direksi dan mendapat gaji bulanan sesuai dengan kedudukan, keahlian dan masa kerja.

2. Karyawan Kontrak Yaitu Karyawan yang diangkat dan diberhentikan direksi dengan surat kontrak kerja sama.
3. Karyawan Borongan Yaitu karyawan yang digunakan oleh pabrik bila diperlukan saja. Karyawan ini menerima upah borongan untuk suatu perusahaan. (M. Masud, 1989).

4.7.6 Fasilitas Karyawan

Kesejahteraan atau fasilitas yang diberikan oleh perusahaan pada karyawan antara lain:

1. Tunjangan
 - a. Tunjangan jabatan yang diberikan berdasarkan jabatan yang dipegang karyawan.
 - b. Tunjangan lembur yang diberikan kepada karyawan yang bekerja diluar jam kerja berdasarkan jumlah jam kerja
 - c. Tunjangan lain yang besarnya ditentukan berdasarkan undang-undang yang berlaku
2. Cuti
 - a. Cuti tahunan diberikan kepada setiap karyawan selama 12 hari kerja dalam 1 tahun
 - b. Cuti sakit diberikan pada karyawan yang menderita sakit berdasarkan keterangan Dokter.
 - c. Cuti hamil bagi karyawan wanita.
 - d. Pakaian kerja, diberikan pada setiap karyawan sejumlah 1 pasang untuk setiap tahunnya

3. Pengobatan
 - a. Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit yang diakibatkan oleh kerja ditanggung oleh perusahaan sesuai dengan undang-undang yang berlaku
 - b. Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit tidak disebabkan oleh kecelakaan kerja diatur berdasarkan kebijakan perusahaan.
4. Kantin perusahaan menyediakan pelayanan makan siang bagi karyawan yang berada di lokasi pabrik.
5. Transportasi perusahaan menyediakan sarana transportasi untuk antar jemput karyawan
6. Asuransi perusahaan menjamin seluruh karyawan dengan mengasuransikan ke perusahaan asuransi setempat.
7. Tempat ibadah, perusahaan memberikan fasilitas tempat ibadah berupa masjid yang dipergunakan karyawan untuk beribadah.

4.7.7 Golongan dan Jabatan Karyawan

Jumlah karyawan harus ditentukan dengan tepat, sehingga semua pekerjaan dapat diselenggarakan dengan baik dan efektif. Berdasarkan peraturan Pemerintah No 78 Tahun 2015 dan Keputusan Gubernur Balikpapan Nomor 911/X/2018 tentang UMP 2021 tentang upah minimum Balikpapan tahun 2021 didapatkan upah minimum sebesar Rp 2,662.025 berikut penggolongan jabatan, dan gaji.

Tabel 4. 66 Penggolongan Gaji Karyawan

No	Jabatan	Jumlah	Gaji/Bulan	Total Gaji
1	Direktur Utama	1	Rp 25.000.000	Rp 25.000.000
2	Direktur Teknik dan Produksi	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
3	Direktur Keuangan dan Umum	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
5	Ka.Bag. Produksi	1	Rp 16.000.000	Rp 16.000.000
6	Ka.Bag. Teknik	1	Rp 16.000.000	Rp 16.000.000
7	Ka.Bag. K3	1	Rp 16.000.000	Rp 16.000.000
8	Ka.Bag. Penelitian dan Pengembangan	1	Rp 16.000.000	Rp 16.000.000
9	Ka.Bag. Pemasaran	1	Rp 16.000.000	Rp 16.000.000
10	Ka.Bag. Administrasi dan Keuangan	1	Rp 16.000.000	Rp 16.000.000
11	Ka.Bag. Personalia dan Umum	1	Rp 16.000.000	Rp 16.000.000
12	Ka. Seksi Produksi	1	Rp 13.000.000	Rp 13.000.000
13	Ka. Seksi Utilitas	1	Rp 13.000.000	Rp 13.000.000
14	Ka. Seksi Listrik dan Instrumentasi	1	Rp 13.000.000	Rp 13.000.000
15	Ka. Penelitian	1	Rp 13.000.000	Rp 13.000.000
16	Ka. Seksi Laboratorium	1	Rp 13.000.000	Rp 13.000.000
17	Ka. Seksi Keuangan	1	Rp 13.000.000	Rp 13.000.000
18	Ka. Seksi Pemasaran	1	Rp 13.000.000	Rp 13.000.000
19	Ka. Seksi Humas	1	Rp 13.000.000	Rp 13.000.000
20	Ka. Seksi Administrasi	1	Rp 13.000.000	Rp 13.000.000
21	Ka. Seksi Pengembangan SDM	1	Rp 13.000.000	Rp 13.000.000
22	Ka. Tata Usaha	1	Rp 13.000.000	Rp 13.000.000
23	Ka. Seksi Personalia	1	Rp 13.000.000	Rp 13.000.000
24	Ka. Seksi K3	1	Rp 13.000.000	Rp 13.000.000
25	Ka. Seksi UPL	1	Rp 13.000.000	Rp 13.000.000
26	Karyawan Maintenance	6	Rp 6.500.000	Rp 39.000.000
27	Karyawan Produksi	8	Rp 6.500.000	Rp 52.000.000
28	Karyawan Utilitas	6	Rp 6.500.000	Rp 39.000.000
29	Karyawan Listrik dan Instrumentasi	7	Rp 6.500.000	Rp 45.500.000
30	Karyawan Litbang	6	Rp 6.500.000	Rp 39.000.000
31	Karyawan Pengolahan Limbah	6	Rp 6.500.000	Rp 39.000.000
32	Karyawan Kas/Anggaran	5	Rp 6.500.000	Rp 32.500.000
33	Karyawan Pemasaran/Penjualan	5	Rp 6.500.000	Rp 32.500.000
34	Karyawan SDM	5	Rp 6.500.000	Rp 32.500.000
35	Karyawan Administrasi	5	Rp 6.500.000	Rp 32.500.000
36	Operator Produksi	24	Rp 5.000.000	Rp 120.000.000
37	Operator Utilitas	11	Rp 5.000.000	Rp 55.000.000
38	Sekretaris	5	Rp 6.000.000	Rp 30.000.000
39	Dokter	2	Rp 9.000.000	Rp 18.000.000
40	Perawat	4	Rp 4.000.000	Rp 16.000.000
41	Supir	5	Rp 3.500.000	Rp 17.500.000
42	Cleaning Service	10	Rp 3.000.000	Rp 30.000.000
43	Security	9	Rp 3.000.000	Rp 27.000.000
	Total	153	Rp 462.500.000	Rp 1.056.000.000

4.8 Evaluasi Ekonomi

Analisa ekonomi berfungsi untuk mengetahui apakah pabrik yang akan didirikan dapat menguntungkan dari segi ekonomi atau tidak dan layak atau tidak layak jika didirikan. Bagian terpenting dari prarancangan ini adalah estimasi

harga dari alat-alat, karena harga digunakan sebagai dasar untuk estimasi analisis ekonomi, dimana analisis ekonomi dipakai untuk mendapatkan perkiraan atau estimasi tentang kelayakan investasi modal dalam kegiatan produksi suatu pabrik dengan meninjau kebutuhan modal investasi, besarnya laba yang akan diperoleh, lamanya modal investasi dapat dikembalikan dalam titik impas. Perhitungan evaluasi ekonomi meliputi:

1. Modal (*Capital Investment*)
 - a. Modal tetap (*Fixed Capital Investment*)
 - b. Modal kerja (*Working Capital Investment*)
2. Biaya Produksi (*Manufacturing Cost*)
 - a. Biaya produksi langsung (*Direct Manufacturing Cost*)
 - b. Biaya produksi tak langsung (*Indirect Manufacturing Cost*)
 - c. Biaya tetap (*Fixed Manufacturing Cost*)
3. Pengeluaran Umum (*General Cost*)
4. Analisa Kelayakan Ekonomi
 - a. *Percent Return on investment* (ROI)
 - b. *Pay out time* (POT)
 - c. *Break event point* (BEP)
 - d. *Shut down point* (SDP)
 - e. *Discounted cash flow* (DCF)

Untuk dapat mengetahui keuntungan yang diperoleh tergolong besar atau tidak sehingga dapat dikategorikan apakah pabrik tersebut potensial didirikan atau tidak maka dilakukan analisis kelayakan. Beberapa analisis untuk menyatakan kelayakan:

1. *Percent Return on Investment (ROI)* merupakan perkiraan laju keuntungan tiap tahun yang dapat mengembalikan modal yang diinvestasikan.
2. *Pay Out Time (POT)* adalah jumlah tahun yang telah berselang sebelum didapatkan sesuatu penerimaan melebihi investasi awal atau jumlah tahun yang diperlukan untuk kembalinya *capital investment* dengan profit sebelum dikurangi depresiasi.
3. *Break Even Point (BEP)* adalah titik impas dimana tidak mempunyai suatu keuntungan/kerugian.
4. *Shut Down Point (SDP)* adalah 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 keuntungan).
5. *Discounted Cash Flow* merupakan Analisa kelayakan ekonomi yang memperkirakan keuntungan yang diperoleh setiap tahun didasarkan pada jumlah investasi yang tidak kembali pada setiap tahun selama umur ekonomi. *Rated of return based on discounted cash flow* adalah laju bunga maksimal di mana suatu pabrik atau proyek dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada bank selama umur pabrik.

4.8.1 Harga Alat

Harga peralatan proses selalu mengalami perubahan setiap tahun tergantung pada kondisi ekonomi yang ada. Untuk mengetahui harga

peralatan yang ada sekarang, dapat ditaksir dari harga tahun sebelumnya dikalikan rasio indeks harga. Diasumsikan kenaikan hargasetiap tahun adalah linear, sehingga dapat ditentukan indeks nilai padatahun tertentu.

Tabel 4. 67 Indeks Nilai tiap Tahun

No	(Xi)	Indeks (Yi)	XY	X2
1	1987	324,000	643788,000	3948169
2	1988	343,000	681884,000	3952144
3	1989	355,000	706095,000	3956121
4	1990	356,000	708440,000	3960100
5	1991	361,300	719348,300	3964081
6	1992	358,200	713534,400	3968064
7	1993	359,200	715885,600	3972049
8	1994	368,100	733991,400	3976036
9	1995	381,100	760294,500	3980025
10	1996	381,700	761873,200	3984016
11	1997	386,500	771840,500	3988009
12	1998	389,500	778221,000	3992004
13	1999	390,600	780809,400	3996001
14	2000	394,100	788200,000	4000000
15	2001	394,300	788994,300	4004001
16	2002	395,600	791991,200	4008004
17	2003	402,000	805206,000	4012009
18	2004	444,200	890176,800	4016016
19	2005	468,200	938741,000	4020025
20	2006	499,600	1002197,600	4024036
21	2007	525,400	1054477,800	4028049
22	2008	575,400	1155403,200	4032064
23	2009	521,900	1048497,100	4036081
24	2010	550,800	1107108,000	4040100
25	2011	585,700	1177842,700	4044121
26	2012	584,600	1176215,200	4048144
27	2013	567,300	1141974,900	4052169
28	2014	576,100	1160265,400	4056196
29	2015	556,800	1121952,000	4060225
Σ	58029	12796,200	25625248,500	116118059

Dengan asumsi kenaikan indeks linear, maka didapatkan persamaan berikut:

$$y = 9.88x + (-19324.59)y$$

Dengan:

y = indeks harga

x = tahun pembelian

Dari persamaan di atas di dapat harga indeks pada tahun 2021 adalah 638.808. Untuk memperkirakan harga alat, terdapat dua persamaan pendekatan yang dapat digunakan. Harga alat pada tahun pabrik didirikan dapat ditentukan berdasarkan harga pada tahun referensi dikalikan dengan rasio index harga. (Aries and Newton, 1955).

$$E_x = E_x \frac{N_x}{N_v}$$

Dimana:

E_x : Harga alat pada tahun x

E_y : Harga alat pada tahun y

N_x : Index harga pada tahun x

N_y : Index harga pada tahun y

Apabila suatu alat dengan kapasitas tertentu ternyata tidak ada spesifikasi di referensi, maka harga alat dapat diperkirakan dengan persamaan: (Peters et al., 2003).

$$E_b = E_a \left| \frac{C_b}{C_a} \right|^{0.6}$$

Dimana:

E_a : Harga alat a

E_b : Harga alat b

C_a : Kapasitas alat a

C_b : Kapasitas alat b

Harga eksponen tergantung dari jenis alat yang akan dicari harganya. Harga eksponen untuk berbagai macam jenis alat dapat dilihat di web

matches.com, sedangkan ntuk alat yang tidak diketahui harga eksponennya maka diambil harga x sebesar 0,6.

Tabel 4. 68 Harga Alat Proses

No	Nama Alat	Harga 2014	Harga 2021	Jumlah Alat	Harga Alat
1	Slaker	\$ 51.900,000	\$ 57.549,26	1	\$ 57.549,261
2	Screening 1	\$ 21.700,000	\$ 24.062,022	1	\$ 24.062,022
3	Screening 2	\$ 16.000,000	\$ 17.741,583	1	\$ 17.741,583
4	Reaktor alir tangki berpengaduk	\$ 100.000,000	\$ 110.884,895	1	\$ 110.884,895
5	Gas Scrubber	\$ 400,00	\$ 443,540	1	\$ 443,540
6	Rotary Drum Vacum Filter	\$ 384.000,000	\$ 425.797,998	1	\$ 425.797,998
7	Rotary Dryer	\$ 182.500,000	\$ 202.364,934	1	\$ 202.364,934
8	Ball Mill	\$ 397.400,000	\$ 440.656,574	1	\$ 440.656,574
9	Tangki Gas	\$ 120.100,000	\$ 133.172,759	1	\$ 133.172,759
10	Storage Silo 1	\$ 49.800,000	\$ 55.220,678	1	\$ 55.220,678
11	Storage Silo 2	\$ 55.700,000	\$ 61.762,887	1	\$ 61.762,887
12	Pompa 1	\$ 4.900,000	\$ 5.433,360	2	\$ 10.866,720
13	Pompa 2	\$ 4.900,000	\$ 5.433,360	2	\$ 10.866,720
14	Pompa 3	\$ 4.900,000	\$ 5.433,360	2	\$ 10.866,720
15	Pompa 4	\$ 4.900,000	\$ 5.433,360	2	\$ 10.866,720
16	Pompa 5	\$ 4.800,000	\$ 5.322,475	2	\$ 10.644,950
17	Pompa 6	\$ 3.200,000	\$ 3.548,317	2	\$ 7.096,633
18	Screw Conveyor 1	\$ 1.400,000	\$ 1.552,389	1	\$ 1.552,389
19	Screw Conveyor 2	\$ 1.400,000	\$ 1.552,389	1	\$ 1.552,389
20	Screw Conveyor 3	\$ 1.400,000	\$ 1.552,389	1	\$ 1.552,389
21	Screw Conveyor 4	\$ 1.400,000	\$ 1.552,389	1	\$ 1.552,389
22	Bucket Elevator 1	\$ 15.500,000	\$ 17.187,159	1	\$ 17.187,159
23	Bucket Elevator 2	\$ 15.500,000	\$ 17.187,159	1	\$ 17.187,159
24	Belt Conveyor 1	\$ 15.800,000	\$ 17.519,813	1	\$ 17.519,813
25	Belt Conveyor 2	\$ 15.800,000	\$ 17.519,813	1	\$ 17.519,813
26	Heater 1	\$ 15.600,000	\$ 17.298,044	1	\$ 17.298,044
27	Heater 2	\$ 36.200,000	\$ 40.140,332	1	\$ 40.140,332
28	Cooler	\$ 64.500,00	\$ 71.520,757	1	\$ 71.520,757
29	Expansion Valve 1	\$ 160,000	\$ 177,416	1	\$ 177,416
30	Expansion Valve 2	\$ 160,000	\$ 177,416	1	\$ 177,416
Total					\$ 1.795.803,056
					Rp 25.450.120.913

Tabel 4. 69 Harga Alat Utilitas

No	Nama Alat	Harga 2014	Harga 2021	Jumlah Alat	Harga Alat
1	Screening	\$ 26.500,000	\$ 29.384,497	1	\$ 29.384,497
2	BU-01 (bak pengendapan)	\$ 33.000,000	\$ 36.592,015	1	\$ 36.592,015
3	BU-02 (bak clarifier)	\$ 7.200,000	\$ 7.983,712	1	\$ 7.983,712
4	BU-03 (bak clarifier)	\$ 20.300,000	\$ 22.509,634	1	\$ 22.509,634
5	BU-04 (bak clarifier)	\$ 5.800,000	\$ 6.431,324	1	\$ 6.431,324
6	TU-01 (tangki kesadahan)	\$ 27.600,000	\$ 30.604,231	1	\$ 30.604,231

7	TU-02 (tangka klorinasi)	\$ 15.600,000	\$ 17.298,044	1	\$ 17.298,044
8	TU-03 (tangka air bersih)	\$ 37.000,000	\$ 41.027,411	1	\$ 41.027,411
9	TU-04 (tangka klorinasi)	\$ 6.600,000	\$ 7.318,403	1	\$ 7.318,403
10	TU-05 (tangka air bersih)	\$ 30.100,000	\$ 33.376,353	1	\$ 33.376,353
11	TU-06 (tangka boiler feed)	\$ 3.600,000	\$ 3.991,856	1	\$ 3.991,856
12	TU-07 (tangka klorinasi)	\$ 9.800,000	\$ 10.866,720	1	\$ 10.866,720
13	TU-08 (tangka air bersih)	\$ 37.800,000	\$ 41.914,490	1	\$ 41.914,490
14	Filter utilitas	\$ 39.300,000	\$ 43.577,764	1	\$ 43.577,764
15	Cooling Tower	\$ 188.700,000	\$ 209.239,797	1	\$ 209.239,797
16	Blower	\$ 26.500,000	\$ 29.384,475	1	\$ 29.384,497
17	Kation Exchanger	\$ 38.174,000	\$ 42.329,200	1	\$ 42.329,200
18	Anion Exchanger	\$ 38.174,000	\$ 42.329,200	1	\$ 42.329,200
19	Derator	\$ 8.300,000	\$ 9.203,446	1	\$ 9.203,446
20	Boiler	\$ 483.100,000	\$ 535.684,929	1	\$ 535.684,929
21	Pompa 1	\$ 13.200,000	\$ 14.636,806	2	\$ 29.273,612
22	Pompa 2	\$ 13.200,000	\$ 14.636,806	2	\$ 29.273,612
23	Pompa 3	\$ 13.200,000	\$ 14.636,806	2	\$ 29.273,612
24	Pompa 4	\$ 13.200,000	\$ 14.636,806	2	\$ 29.273,612
25	Pompa 5	\$ 13.200,000	\$ 14.636,806	2	\$ 29.273,612
26	Pompa 6	\$ 13.200,000	\$ 14.636,806	2	\$ 29.273,612
27	Pompa 7	\$ 7.700,000	\$ 8.538,137	2	\$ 17.076,274
28	Pompa 8	\$ 7.700,000	\$ 8.538,137	2	\$ 17.076,274
29	Pompa 9	\$ 4.600,000	\$ 5.100,705	2	\$ 10.201,410
30	Pompa 10	\$ 4.600,000	\$ 5.100,705	2	\$ 10.201,410
31	Pompa 11	\$ 10.400,000	\$ 11.532,029	2	\$ 23.064,058
32	Pompa 12	\$ 10.400,000	\$ 11.532,029	2	\$ 23.064,058
33	Pompa 13	\$ 4.600,000	\$ 5.100,705	2	\$ 10.201,410
34	Pompa 14	\$ 4.600,000	\$ 5.100,705	2	\$ 10.201,410
35	Pompa 15	\$ 4.600,000	\$ 5.100,705	2	\$ 10.201,410
36	Pompa 16	\$ 4.600,000	\$ 5.100,705	2	\$ 10.201,410
37	Pompa 17	\$ 4.600,000	\$ 5.100,705	2	\$ 10.201,410
38	Pompa 18	\$ 6.900,000	\$ 7.651,058	2	\$ 15.302,116
39	Pompa 19	\$ 6.900,000	\$ 7.651,058	2	\$ 15.302,116
Total					\$ 1.558.983,968
					Rp 22.093.920.789

الجامعة الإسلامية
الاستاذ الدكتور

4.8.2 Dasar Perhitungan

Dasar perhitungan yang digunakan dalam analisis ekonomi adalah:

1. Kapasitas produksi : 15.000 ton/tahun
2. Satu tahun operasi : 330 hari
3. Pabrik didirikan tahun 2021
4. Nilai kurs dollar 2021 : \$ 1 = Rp 14.172 (*Bank BI per 15 Desember 2021*)
5. Umur alat : 10 tahun

4.8.3 Perhitungan Biaya

4.8.3.1 Modal (Capital Investment)

1. Fixed Capital Investment

Fixed Capital Investment Adalah biaya yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik. Setelah melakukan perhitungan rencana maka pabrik Kalsium Karbonat ini memerlukan rencana *physical plant cost, direct plant cost, fixed capital instrument* seperti pada Tabel 4.70 sampai Tabel 4.73.

Tabel 4. 70 Physical Plant Cost

No	Jenis Biaya	Jumlah Biaya	Jumlah Biaya
1	Purchased Equipment cost	Rp 47.393.076.286	\$ 3.354.787,024
2	Delivered Equipment Cost	Rp 11.848.269.072	\$ 838.696,756
3	Instalation Cost	Rp 8.691.141.626	\$ 615.214,952
4	Piping Cost	Rp 11.980.915.002	\$ 848.086,289
5	Instrumentation Cost	Rp 2.004.407.528	\$ 141.884,868
6	Insulation Cost	Rp 1.965.214.669	\$ 139.110,545
7	Electrical Cost	Rp 5.213.238.391	\$ 369.026,573
8	Building Cost	Rp 8.250.000.000	\$ 583.988,108
9	Land & Yard Improvement	Rp 26.750.000.000	\$ 1.893.537,198
	Total Pengeluaran Biaya	Rp 124.096.262.574	\$ 8.784.332,312

Tabel 4. 71 Direct Plant Cost

No	Jenis Biaya	Jumlah Biaya	Jumlah Biaya
1	Engineering and Construction	Rp 24.819.252.515	\$ 1.756.866,462
2	Physical Plant Cost	Rp 124.096.262.574	\$ 8.784.332,312
Total Pengeluaran Biaya		Rp 148.915.515.089	\$ 10.541.198,775

Tabel 4. 72 Fixed Capital Investment

No	Jenis Biaya	Jumlah Biaya	Jumlah Biaya
1	Direct Plant Cost	Rp 148.915.515.089	\$ 10.541.198,775
2	Cotractor's fee	Rp 7.445.775.754	\$ 527.059,939
3	Contingency	Rp 14.891.551.509	\$ 1.054.119,877
Total Pengeluaran Biaya		Rp 171.252.842.352	\$ 12.122.378,591

2. Working Capital Investment

Working Capital Investment adalah biaya yang diperlukan untuk menjalankan usaha atau modal untuk menjalankan operasi dari suatu pabrik selama waktu tertentu seperti pada Tabel 4.52.

Tabel 4. 73 Working Capital Investment

No	Type of Expenses	Biaya	Biaya
1	Raw Material Inventory	Rp 670.661.783	\$ 47.473,758
2	Inproses Onventory	Rp 6.000.393.172	\$ 424.746,455
3	Product Inventory	Rp 4.000.262.115	\$ 283.164,303
4	Extended Credit	Rp 1.733.768.182	\$ 122.727,273
5	Available Cash	Rp 12.000.786.345	\$ 849.492,910
Total Pengeluaran Biaya		Rp 24.405.871.597	\$ 1.727.604,700

4.8.3.2 Biaya Produksi (Manufacturing Cost)

Manufacturing cost merupakan jumlah *direct*, *indirect* dan *fixed manufacturing cost*, yang bersangkutan dalam pembuatan produk.

1. Direct Manufacturing Cost (DMC)

Direct Manufacturing Cost adalah pengeluaran langsung dalam pembuatan suatu produk.

Tabel 4. 74 Direct Manufacturing Cost

No	Type of Expenses	Biaya	
1	Raw Material	Rp 31.616.912.643	\$ 2.238.048,605
2	Labor	Rp 12.672.000.000	\$ 897.005,734
3	Supervision	Rp 2.534.400.000	\$ 179.401,147
4	Maintenance	Rp 3.425.056.847	\$ 242.447,572
5	Plant Supplies	Rp 513.758.527	\$ 36.367,136
6	Royalty and Patents	Rp 9.535.725.000	\$ 675.000,000
7	Utilities	Rp 27.051.930.694	\$ 1.914.909,796
Total Pengeluaran Biaya		Rp 87.349.783.711	\$ 6.183.179,989

1. *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*

Indirect Manufacturing Cost adalah pengeluaran tidak langsung akibat dari pembuatan suatu produk.

Tabel 4. 75 Indirect Manufacturing Cost

No	Type of Expenses	Biaya	
1	Payroll Overhead	Rp 2.534.400.000	\$ 179.401,147
2	Laboratory	Rp 2.534.400.000	\$ 179.401,147
3	Plant Overhead	Rp 9.504.000.000	\$ 672.754,300
4	Packaging and Shipping	Rp 9.535.725.000	\$ 675.000,000
Total Pengeluaran Biaya		Rp 24.108.525.000	\$ 1.706.556,594

2. *Fixed Manufacturing Cost (FMC)*

Fixed Manufacturing Cost adalah pengeluaran tetap yang tidak bergantung waktu dan tingkat produksi.

Tabel 4. 76 Fixed Manufacturing Cost

No	Jenis Biaya	Biaya	
1	Depreciation	Rp 17.125.284.235	\$ 1.212.237,859
2	Property taxes	Rp 1.712.528.424	\$ 121.223,786
3	Insurance	Rp 1.712.528.424	\$ 121.223,786
Total Pengeluaran Biaya		Rp 20.550.341.082	\$ 1.454.685,431

Tabel 4. 77 Manufacturing Cost

No	Type of Expenses	Biaya	
1	Direct Manufacturing Cost (DMC)	Rp 87.349.783.711	\$ 6.183.179,989

2	Indirect Manufacturing Cost (IMC)	Rp	24.108.525.000	\$	1.706.556,594
3	Fixed Manufacturing Cost (FMC)	Rp	20.550.341.082	\$	1.454.685,431
Total Pengeluaran Biaya		Rp	132.008.649.793	\$	9.344.422,014

4.8.4 Analisa Keuntungan

1. Keuntungan Sebelum Pajak

Total penjualan : Rp 190.714.500.000

Total biaya produksi : Rp 150.272.777.050

Keuntungan : Total penjualan - Total biaya produksi

: Rp 40.441.722.950

2. Keuntungan Sesudah Pajak

Pajak : 11 % x Rp 40.441.722.950

: Rp 4.448.589.524

Keuntungan : Keuntungan sebelum pajak – pajak

: Rp 35.993.133.426

4.8.5 Analisa Kelayakan

A. Analisa kelayakan pabrik

Perlunya dilakukan analisa kelayakan pabrik untuk mengetahui apakah pabrik yang akan didirikan tidak berbahaya bagi lingkungan sekitar dan merusak ekosistem. Prarancangan pabrik Kalsium Karbonat dengan kapasitas 15.000 ton/tahun dirancang sebaik mungkin demi memenuhi syarat bahwa pabrik tidak mengandung unsur berbahaya bagi lingkungan sekitar. Dalam proses pembuatan Kalsium Karbonat menggunakan bahan baku berupa Kalsium Oksida, air dan Karbo Dioksida. Pada umumnya Kalsium Oksida dibuat

melalui dekomposisi termal bahan-bahan seperti batu gamping (*limestone*), atau cangkang kerang, sehingga Kalsium Oksida yang digunakan tidak mengandung unsur berbahaya, mudah terbakar dan bersifat korosif bagi lingkungan sekitar pabrik dan untuk kondisi proses menggunakan suhu 75°C, tekanan 2 atm, dan perbandingan air dengan Kalsium Oksida 6:1 sehingga limbah yang dihasilkan tidak akan memberikan dampak yang beresiko tinggi bagi lingkungan sekitar.

Untuk memenuhi proses pembuatan Kalsium Karbonat, bahan baku didapatkan dari pabrik yang berada disekitar lokasi pendirian pabrik dan untuk air didapatkan dari sungai manggar dengan melalui proses pemurnian maka dapat mengurangi tingginya resiko yang ada. Dengan analisa yang dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa pabrik beresiko rendah.

B. Analisa Kelayakan Ekonomi

1. Return on Investment (ROI)

Return on investment adalah tingkat keuntungan yang dapat dihasilkan dari tingkat investasi yang telah dikeluarkan

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

a. ROI sebelum pajak (ROI_b)

Syarat ROI sebelum pajak untuk pabrik kimiadengan resiko rendah minimum adalah 11% (*Aries dan Newton, 1955*).

$$(ROI_b) = \frac{\text{Rp } 40.441.772.950}{\text{Rp } 171.252.842.352} \times 100\% = 23,62\%$$

b. ROI setelah pajak (ROI_a)

$$(ROI_a) = \frac{\text{Rp } 35.993.133.426}{\text{Rp } 171.252.842.352} \times 100\% = 21,81\%$$

2. Pay Out Time

Pay out time adalah lama waktu pengembalian modal yang berdasarkan keuntungan yang dicapai. Menurut (*Aries dan Newton 1955*) syarat POT sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan resiko tinggi minimal 2 tahun dan untuk resiko rendah maksimal adalah 5 tahun.

$$POT = \frac{\text{Fixed Capital Investment}}{(\text{Keuntungan tahunan} + \text{depresiasi})}$$

$$(POT_b) = \frac{\text{Rp } 171.252.842.352}{(\text{Rp } 40.441.722.950 + \text{Rp } 17.125.284.235)}$$

$$= 3 \text{ tahun}$$

$$(POT_a) = \frac{\text{Rp } 171.252.842.352}{(\text{Rp } 35.993.133.426 + \text{Rp } 17.125.284.235)}$$

$$= 3,2 \text{ tahun}$$

3. Break Even Point

Break even point adalah titik yang menunjukkan pada suatu tingkat dimana biaya dan penghasilan jumlahnya sama. Dengan *break even point* kita dapat menentukan tingkat harga jual dan jumlah unit yang dijual secara minimum dan berapa harga perunit yang dijual agar mendapatkan keuntungan. Nilai BEP pabrik kimia pada umumnya adalah 40-60%.

Kapasitas produksi pada saat *sales* sama dengan total *cost*.

Pabrik akan untung jika beroperasi diatas BEP, dan akan rugi jika beroperasi dibawah BEP.

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

Dalam hal ini:

Fa = *Annual Fixed Manufacturing Cost* pada produksi maksimum

Ra = *Annual Regulated Expenses* pada produksi

maksimum
Va = *Annual Variable Value* pada produksi maksimum

Sa = *Annual Sales Value* pada produksi maksimum

Tabel 4. 80 Annual Fixed Manufacturing Cost

Depresiasi =	Rp	17.125.284.235	\$	1.212.237,86
Property Taxes =	Rp	1.712.528.424	\$	121.223,79
Asuransi =	Rp	1.712.528.424	\$	121.223,79
TOTAL Nilai Fa =	Rp	20.550.341.082	\$	1.454.685,43

Tabel 4. 81 Annual Regulated Cost

Gaji Karyawan =	Rp	12.672.000.000	\$	897.005,73
Payroll Overhead =	Rp	2.534.400.000	\$	179.401,15
Supervision =	Rp	2.534.400.000	\$	179.401,15
Plant Overhead =	Rp	9.504.000.000	\$	672.754,30
Laboratorium =	Rp	2.534.400.000	\$	179.401,15
General Expense =	Rp	18.170.108.457	\$	1.286.197,24
Maintenance =	Rp	3.425.056.847	\$	242.447,57
Plant Supplies =	Rp	513.758.527	\$	36.367,14
TOTAL Nilai Ra =	Rp	51.888.123.831	\$	3.672.975,43

Tabel 4. 82 Annual Variable Cost

Raw Material =	Rp	17.125.284.235	\$	1.212.237,86
Packaging and Shipping =	Rp	1.712.528.424	\$	121.223,79
Utilities =	Rp	1.712.528.424	\$	121.223,79
Royalty & Patent =	Rp	9.535.725.000	\$	675.000,00
TOTAL Nilai Va =	Rp	77.740.293.337	\$	5.502.958,40

Tabel 4. 83 Annual Sales Cost

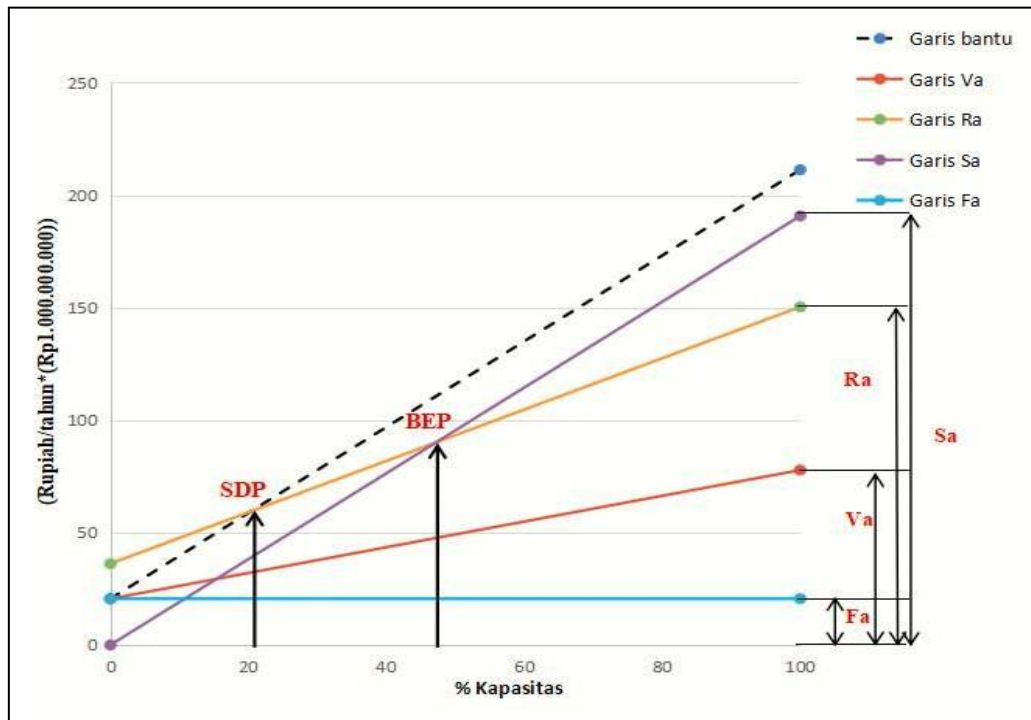
Annual Sales Cost =	Rp	190.714.500.000	\$	13.500.000
Total Nilai Sa =	Rp	190.714.500.000	\$	13.500.000

Sesuai dengan data yang terdapat pada Tabel 4.59 – 4.62, maka didapatkan BEP sebesar

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

$$BEP = \frac{Rp\ 20.550.341.082 + (0,3 \times Rp\ 51.982.142.631)}{Rp\ 190.714.500.000 - Rp\ 77.740.293.337 - (0,7 \times Rp\ 51.982.142.631)}$$

$$BEP = 47\%$$



Gambar 4. 6 Grafik BEP

4. Shut Down Point

Shut Down Point dapat dinyatakan dalam beberapa pengertian, yaitu :

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

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

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

$$SDP = \left(\frac{(0,3 \times \text{Rp } 51.982.142.631)}{(\text{Rp } 190.741.500.000 - \text{Rp } 77.740.293.337 - 0,7 \times \text{Rp } 51.982.142.631)} \times 100\% \right)$$

$$SDP = 20,4 \%$$

5. *Discounted cash Flow of Return*

Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFR) adalah:

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

$$\frac{(WC + FCI) \times (1 + i)^{10}}{CF} = [(1 + i)^9 + (1 + i)^8 + \dots + (1 + i) + 1] + \frac{(WC + SV)}{CF}$$

Dimana:

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

Sebagai perhitungan maka dapat diperoleh:

Umur pabrik (n) : 10 tahun

Fixed Capital Investment (FCI) : Rp 171.252.842.352 *Working*

Capital Investment (WCI): Rp 24.419.971.597

Salvage value (SV) = Depresiasi : Rp 17.125.284.235

Cash flow (CF) : Rp 41.259.601.989

Discounted cash flow dihitung secara *trial & error*

Dengan *trial & error* diperoleh nilai i : 0,1983

DCFR : 19,83 %

Minimum nilai DCFR : 1.5 x bunga simpanan depositobank (*Aries Newton*)

Bunga bank : 3,5 % (Bank BI per 19 Oktober 2021)

Kesimpulan : Memenuhi syarat ($1,5 \times 3,5 \% = 5,25\%$)

(Didasarkan pada suku bunga deposito di BI saat ini adalah 3,5% berlaku mulai 19 Oktober 2021)

Syarat minimum DCFR adalah di atas suku bunga pinjaman bank yaitu sekitar

$1,5 \times$ suku bunga simpanan deposito bank ($1,5 \times 4,8\% = 7,20\%$).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

a) Kesimpulan

Kesimpulan Prarancangan pabrik pembuatan Kalsium Karbonat, adalah sebagai berikut :

- 1) Ditinjau dari segi pengadaan bahan baku, produk yang dihasilkan, sumber dan cara mendapatkan bahan baku, lokasi pabrik, kondisi proses dan pensuplai bahan baku, maka pabrik Kalsium Karbonat memiliki resiko yang cukup rendah.
- 2) Berdasarkan Analisa ekonomi, didapatkan nilai sebagai berikut :
 - a. Keuntungan pabrik sebelum pajak diperoleh sebesar Rp 40.441.722.950 sedangkan keuntungan pabrik setelah pajak diperoleh Rp 35.993.133.426
 - b. Nilai ROI sebelum pajak sebesar 23,62% dan nilai ROI sesudah pajak sebesar 21,81%. Menurut (Aries Newton, 1955). Untuk pabrik kimia beresiko rendah nilai ROI sebelum pajak minimum sebesar 11%, sehingga memenuhi syarat.
 - c. Menurut (Aries Newton, 1955). Syarat (*Pay Out Time*) POT sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan resiko tinggi minimal 2 tahun dan untuk resiko rendah adalah 5 tahun, sehingga memenuhi syarat dengan POT yaitu 3,2 tahun.
 - d. Diperoleh nilai *Break Even Point* (BEP) sebesar 47,19%. Menurut

(Aries Newton, 1955), untuk pabrik di Indonesia nilai BEP sekitar 40% sampai 60% sehingga memenuhi syarat.

- e. Diperoleh nilai *shut down point* (SDP) sebesar 20,4 %
- f. Dikutip dari Kompas.com, Nilai bunga simpanan deposito bank ICBC Indonesia sebesar 6,88% . Sedangkan nilai *Discounted Cash Flow Rate of Return* (DCFR) diperoleh sebesar 19,83% , sehingga nilai DCFR lebih besar dari 1,5 bunga simpanan deposito BI yaitu 7,20%.

3) Dengan mempertimbangkan hasil Analisa kelayakan pabrik dan perhitungan evaluasi ekonomi diatas maka pabrik Kalsium Karbonat dengan kapasitas 15.000 ton/tahun layak dikaji lebih lanjut untuk didirikan.

b) Saran

1. Mencari referensi sebanyak-banyaknya tentang proses control dan alat yang akan digunakan agar tidak banyak melakukan pergantian alat saat sedang mengerjakan tugas akhir.
2. Banyak membaca buku referensi dan bertanya ke teman-teman Teknik kimia agar tugas akhir yang dikerjakan tidak banyak kesalahan dan revisi pada saat bimbingan dan pendadaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Backhurst, J.R. and Harker, J.H., 1973, "*Process Plant Design*", Heinemann Education Book Co., London.
- Brown, G.G, John Willey and Sons, 1950, "*Unit Operation*", John Willey and Sons, New York.
- Coulson, J. M., Richardsons, J. F., Sinnott R. K, 1983, "*Chemical Engineering Design*", volume 6, Pergamon Press.
- DeGenova, et, al, 28 April 2005, "*Method and Apparatus for Production Precipitated Calcium Carbonate*", No. 2005/0089366 A1, United State.
- Fogler H. Scott, 1999, "*Elements of Chemical Reaction Engineering*", Third edition, Prentice-Hall International, Inc., USA.
- Geankoplis, Christi J., 1993, "*Transport Processes and Unit Operations*", 3rd edition, Prentice Hall International, Inc., Singapore.
- Ismail, Syarifuddin, 1996, "*Alat Industri Kimia*", Universitas Sriwijaya, Inderalaya,.
- Ismail, Syarifuddin, 2000, "*Kinetika Kimia*", Universitas Sriwijaya, Inderalaya.
- Kern, D. G, 1965, "*Process Heat Tansfer*", International edition, Mc Graw Hill Book Co, Tokyo.
- Lane, 13 Maret 1984, "*Lime Slaker*", No. 1984/4436703, United State.
- Levenspiel, O, 1973, "*Chemical Reaction Engineering*", 2nd edition, John Willey and Sons, New York.

- Ludwig, E. E., 1984, "*Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plant*", 2nd edition, Volume 3, Gulf Publishing Co, Texas.
- Mathur, et, al, 20 Maret 2003, "*Method and Apparatus for Production of Precipitated Calcium Carbonate in Common Process Equipment*", No. 2003/0051841 A1, United State.
- Max S. Peters, Klaus D. Timmerhaus, "*Plant Design and Economics for Chemical Engineers*", Fourth edition, Mc Graw Hill Book-Inc, New York.
- Mc Cabe, Smith, and Harriot, "*Unit Operation of Chemical Engineering*", Fourth edition, Mc Graw Hill Kogakusha Ltd, Tokyo.
- Richard M. Felder, Ronald W. Rousseau, 1976, "*Elementary Principles of Chemical Process*", second edition, John Willey and Sons, New York.
- Robert Perry, Don Green, 1973, "*Perry's Chemical Engineerings' Handbook*", sixth edition, page : 3-6 to 3-154, Mc Graw Hill.
- Siregar, Ali Basyah, 1988, "*Manajemen Industri*", ITB, Bandung
- Smith J. M., Van Ness H. C., & Abbott M. M., 1996, "*Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics*", sixth edition, Mc Graw Hill Book, New York.
- Treyball R. E., "*Mass Transfer Operation*", 3th edition, Mc Graw Hill Kogakusha Ltd, Tokyo.
- Underwood, David & Birmingham, 25 Oktober 1988, "*Lime Slaker*", o. 1988/4779992, United State.
- Vilbrant and Dryden, "*Chemical Engineering Plant Design*", Fourth edition, Mc Graw Hill Kogakusha Ltd, Tokyo.

Wallas S. M., 1988, “*Chemical Process Equipment*”, Butterworth Publisher, USA.

www. matche. com, “*Harga peralatan*”.

www. google.com, “*Slaker*”.

Mufrodi Zahrul, Tesis *UGM, 2016*, “*Reaksi absorpsi gas CO₂ dengan suspensi*

*Ca(OH)₂ menjadi CaCO₃ dalam reaktor *slurry* tangki berpengaduk*”



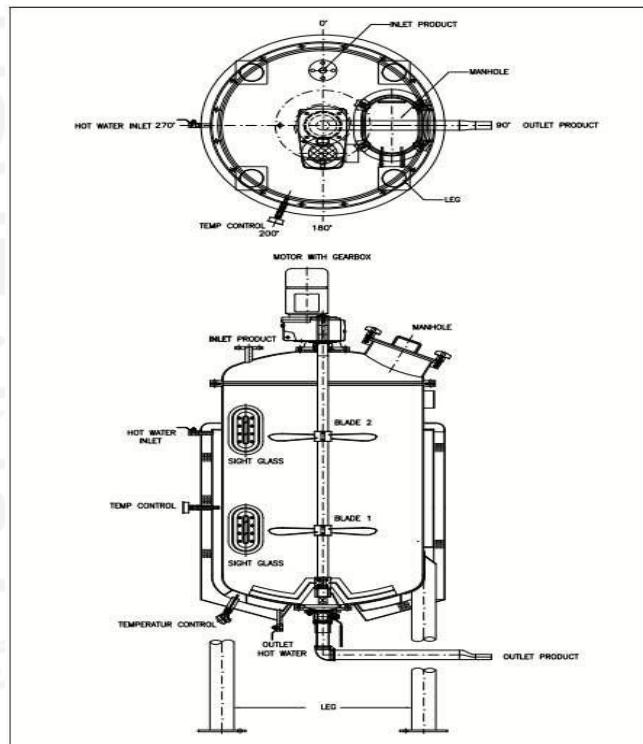
LAMPIRAN

- **Desain Proses Slaker-01**

Fungsi : Tempat melarutkan kapur mentah (quicklime) dan H₂O
sehinggaterbentuk larutan Ca(OH)₂

Type : Continuous
quicklime slaker

Gambar :



Data-data :

Temperatur = 75 °C

Tekanan = 2 atm = 29,4 psia

Densitas campuran = 1017,5123 kg/m³ = 63,4928 lb/ft³

Laju alir massa = 9243,8409 kg/jam

Waktu tinggal = 40 menit = 0,67 jam (Peters and Timmerhaus, 1991:37)

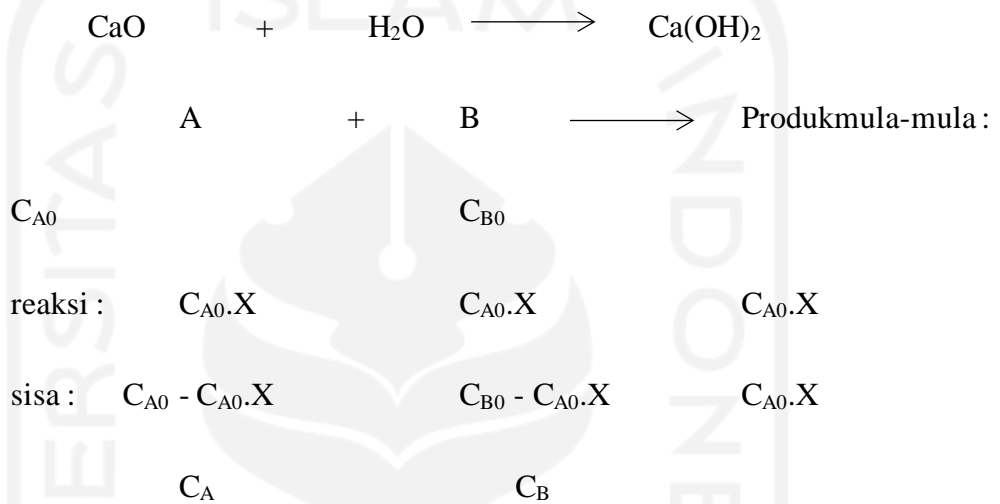
Over design = 20%
 Konversi = 0,97 Perhitungan :

• **Kinetika reaksi**

1. Menentukan

persamaan laju

reaksi : Reaksi :



2. Densitas Komponen

$\rho_{\text{campuran}} = 1/\sum w_i/\rho_i = 1017,5123 \text{ kg/m}^3$

$\rho_{\text{solid}} = 1/\sum w_i/\rho_i = 57572,7043 \text{ kg/m}^3$

$\rho_{\text{fluida}} = 1/\sum w_i/\rho_i = 1035,8189 \text{ kg/m}^3$

3. Menentukan C_{A0} dan C_{B0}

$C_{A0} = \text{mol A}/F_v = 2,7166 \text{ kmol/m}^3$ $C_{B0} = \text{mol B}/F_v = 51,7767 \text{ kmol/m}^3$ C_A

$= C_{A0} (1-X_A) = 0,0815 \text{ kmol/m}^3$

$C_B = C_{B0} - C_{A0} \cdot X_A = 49,1417 \text{ kmol/m}^3$ $M = C_{B0}/C_{A0} = 19,0596$

NM total :

in - out - rx = 0

$$F_{A0} - F_A - (-r_A) \cdot V = 0$$

$$F_{A0} - (F_{A0} - F_{A0} \cdot X) = (-r_A) \cdot V$$

$$F_{A0} - F_{A0} + F_{A0} \cdot X = (-r_A) \cdot V$$

$$F_{A0} \cdot X = (-r_A) \cdot V$$

$$F_v \cdot C_{A0} \cdot X / V = (-r_A)$$

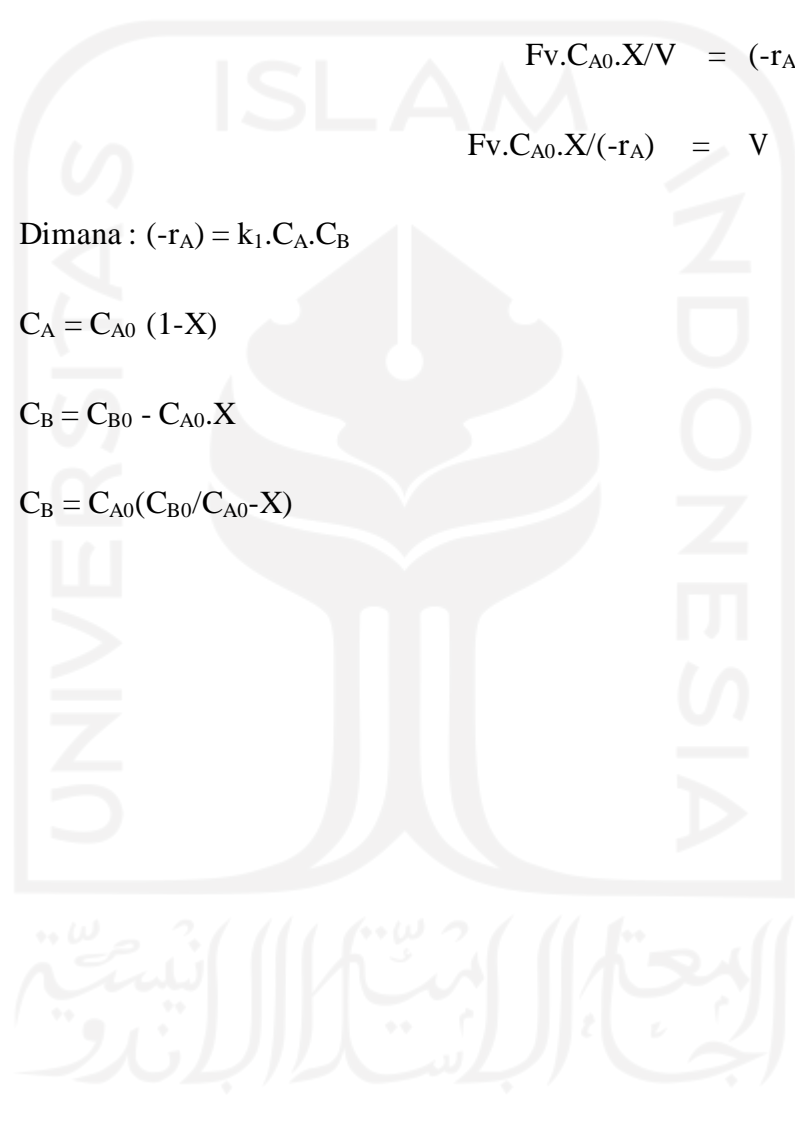
$$F_v \cdot C_{A0} \cdot X / (-r_A) = V$$

Dimana : $(-r_A) = k_1 \cdot C_A \cdot C_B$

$$C_A = C_{A0} (1 - X)$$

$$C_B = C_{B0} - C_{A0} \cdot X$$

$$C_B = C_{A0} (C_{B0} / C_{A0} - X)$$



$$C_B = C_{A0}(M-X)$$

Maka :

$$\begin{aligned} V &= F_v \cdot C_{A0} \cdot X / k_1 \cdot C_A \cdot C_B \\ &= F_v \cdot C_{A0} \cdot X / k_1 \cdot C_{A0}(1-X) \cdot C_{A0}(M-X) \\ &= F_v \cdot X / k_1 \cdot C_{A0}(1-X)(M-X) \end{aligned}$$

Jadi :

$$k = F_v \cdot X / V \cdot C_{A0}(1-X)(M-X)$$

Dimana : $V = \tau \cdot F_v$

$$k = F_v \cdot X / \tau \cdot F_v \cdot C_{A0}(1-X)(M-X)$$

4. Menentukan Konstanta kecepatan reaksi $k = F_v \cdot X / \tau \cdot F_v \cdot C_{A0}(1-X)(M-X)$

$$k = 0,9869 \text{ m}^3/\text{kmol.jammaka} :$$

$$(-r_A) = k \cdot C_A \cdot C_B$$

$$= 4,0 \text{ kmol/m}^3 \cdot \text{jam} = 0,0040 \text{ kmol/L.jam}$$

Menentukan Volume Reaktor

$$V = F_v \cdot X / k_1 \cdot C_{A0}(1-X)(M-X)$$

$$= 5,6428 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Neraca massa total :

$$F_{A \text{ in}} - F_{A \text{ out}} + (-r_A) \cdot V = 0$$

$$22,9934 - F_{A \text{ out}} + 22,3036 = 0$$

$$F_{A \text{ out}} = 0,6898 \text{ kmol/jam}$$

- **Dimensi Reaktor**

1. Menentukan Dimensi Reaktor

Untuk operasi dengan tekanan dalam rentang 1 atm (15 psig) sampai 14 atm (200 psig), menggunakan: Teori Pherical Flanged and Dished Head (Brownell n Yoing, 1959: hal 92)

- a. Diameter dan tinggi reaktor

- Diketahui $V = 11,7242 \text{ m}^3$
 $= 413,9904 \text{ ft}^3$

(Over design : 20%)

$V \text{ reaktor} = 14,0691 \text{ m}^3$
 $= 835,5079 \text{ ft}^3$

Pengambilan H/D diusahakan mendekati 1, karena jika H/D terlalu besar atau terlalu kecil maka :

- > Pengadukan tidak sempurna
- > Distribusi panas tidak merata

Dipilih : (Brownell,1959) $H/D = 2$

$H = 2D$

Volume shell $= \frac{\pi}{2} 2D 14,0691 = \frac{\pi}{2} D^3$

$$D = \sqrt{\frac{2 \times V_{shell}}{\pi}}$$

$D = 2,0771 \text{ m}$

$= 81,7752 \text{ in}$

Jumlah reaktor yang digunakan : 1 RATB

Dengan :

$$V_{shell} = 23,6616 \text{ m}^3$$

$$D_{shell} = 2,0771 \text{ m} = 81,7750$$

$$\text{in} = 6,8146 \text{ ft } H_{shell} = 4,1542$$

$$\text{m} = 163,5500 \text{ in} = 13,6292 \text{ ft}$$

Dipilih standart ;

$$D_{shell} = 2,1 \text{ m} = 81,8 \text{ in} = 6,8 \text{ ft}$$

$$H_{shell} = 4,2 \text{ m} = 163,5 \text{ in} = 13,6 \text{ ft}$$

2. Menentukan Tinggi Cairan

$$HL = (V_{shell}) / (\pi D^2 / 4)$$

$$HL = 4,1542 \text{ m} = 163,5500 \text{ in} = 13,6292 \text{ ft}$$

3. Menentukan Tekanan Desain

$$\text{Tekanan operasi (Pops)} = 2 \text{ atm} (29,4 \text{ psia})$$

Keterangan :

$$g = \text{Percepatan gravitasi} = 32,174 \text{ ft/det}^2$$

$$g_c = \text{Faktor konversi percepatan gravitasi} = 32,174 \text{ g.cm/gf.det}^2$$

$$P_{\text{hidrostatik}} = \frac{\rho_{\text{mix}} \left(\frac{g}{g_c} \right) H_L}{144}$$

$$= 7,2361 \text{ psia}$$

$$P_{\text{abs}} = P_{\text{operasi}} + P_{\text{hidrostatik}}$$

$$= 29,4 + 7,2361$$

$$= 36,6279 \text{ psia}$$

Tekanan desain 5-10% diatas tekanan kerja absolute (Coulson, 1988:637)

Tekanan desain yang dipilih 10% diatasnya.

$$P_{\text{desain}} = 1,1 \times P_{\text{abs}}$$

$$= 1,1 \times 36,6279 \text{ psia}$$

$$= 40,2907 \text{ psia}$$

$$= 25,5907 \text{ psig}$$

4. Menentukan Ketebalan Dinding Reaktor

Tipe material penyusun reaktor adalah Carbon

Steel SA-229. Hal ini disebabkan:

- > Mempunyai allowable stress yang besar
- > Struktur kuat
- > Harga yang relatif lebih murah
- > Dapat menangani Ca(OH)_2

(pers 14.34 Brownell, 1959:275)

Ketebalan dinding shell :

$$t_2 = \frac{P \cdot r_i}{f \cdot E - 0,6P} + C$$

Keterangan :

ts = tebal shell, in

ri = jari-jari shell = D/2 = 1,0385 m = 48,6241 in = 4,0520 ft

f = Allowable stress untuk Carbon Steel SA 229 = 18750 psi

(Table 13.1 Brownell, 1959:251)

E = Joint efisiensi tipe double – butt weld = 80% (Table 13.2 Brownell, 1959:255)

C = Corrosian allowance = 0,0125 in/yr (Table 6. Timmerhaus, 1991:542)

= 0,125 in/10 yr

P = Tekanan desain = 25,5907 psig

maka :

$$t_s = \frac{P \cdot r_i}{f \cdot E - 0,6P} + C$$

$$= 0,2080 \text{ in}$$

Diambil, ts standart = 5/16 in = 0,3125 in

5. Menentukan Diameter Luar Tangki

Standarisasi OD :

$$OD = ID + 2.t_s$$

$$= 82,4000 \text{ in}$$

Diambil OD standart = 102 in (Table 5.7 Brownell & young, 1959:91)

6. Perancangan Head Tangki

$$th = \frac{P \cdot r_c \cdot W}{2 \cdot f \cdot E - 0,2 \cdot P} + C$$

Bentuk : Torispherical dished head

Digunakan untuk tangki dengan tekanan dalam rentang 15 psig (1,020689 atm) - 200 psig (13,60919 atm).

Menentukan dimensi tutup atas dan bawah :

Ketebalan teorisherical head (Pers. 7.77 Brownell & Young, 1959)

Keterangan :

th = Tebal head, in

W = Faktor intensifikasi stress

f = Allowable stress untuk Carbon Steel SA 229 grade C = 18750 psi

(Table 13.1 Brownell, 1959:251)

E = Joint efisiensi tipe double – butt weld = 80% (Table 13.2 Brownell, 1959:254)

C = Corrosian allowance = 0,0125 in/yr (Table 6.Timmerhaus, 1991:542)

$$= 0,125 \text{ in}/10 \text{ yr}$$

P = Tekanan desain = 25,5907 psig

Untuk OD = 102 in (Table 5.7 Brownell & young, 1959:91)

$$th = \frac{P \cdot r_c \cdot W}{2 \cdot f \cdot E - 0,2 \cdot P} + C$$

inside corner radius (icr) = 6,125 in

crown radius (rc) = 96 in

$$W = \frac{1}{4} \left(3 + \frac{\sqrt{r_c C}}{icr} \right) = 1,7397 \text{ in}$$

Jadi :

$$th = 0,27 \text{ in}$$

Digunakan tebal head standard = 5/16

Tebal bottom = tebal head (th) = 0,3125 in

Untuk th = 3/8 in, maka sf = 1,5 – 3 in (Tabel 5.6 Brownell, 1959:88)

Dipilih, sf = 1,5 in

$$AB = (ID/2) - icr$$

$$= 34,7625 \text{ in}$$

$$BC = rc - icr$$

$$= 90 \text{ in}$$

$$\text{Depth of Dish (b)} = r_c - \sqrt{BC^2 - AB^2}$$

$$= 13,1201 \text{ in}$$

$$\text{Tinggi Head (OA)} = th + b + sf$$

$$= 14,9326$$

Jadi :

Tinggi dished head (Hd) = OA

$$= 14,9326 \text{ in} = 1,2444 \text{ ft} = 0,3793 \text{ m}$$

Tinggi cairan di shell (HL,S) = HL - OA

$$= 179,5637 \text{ in} = 14,9636 \text{ ft} = 4,5609 \text{ m}$$

Tinggi total reaktor (Hreaktor) = Hs + 2. Hd

$$= 193,4151 \text{ in} = 16,1179 \text{ ft} = 4,9127 \text{ m}$$

Volume pada sf (Vsf) = $(\pi/4).D^2.sf$

$$= 7874,1164 \text{ in}^3 = 4,5568 \text{ ft}^3 = 0,1290 \text{ m}^3$$

Volume head torispherical (Vd) = $0,000049 ID^3$ (pers. 5.11. Brownell, 1959:88)

$$= 26,7952 \text{ in}^3 = 0,0155 \text{ ft}^3 = 0,0004 \text{ m}^3$$

Volume sebuah head = $2(Vd + Vsf)$

$$= 15801,8233 \text{ in}^3 = 9,1446 \text{ ft}^3 = 0,2588 \text{ m}^3$$

Vreaktor = Vshell + Vhead

$$Vreaktor = 14,3278 \text{ m}^3 = 3785,0161 \text{ gallon}$$

- **Desain Sistem Pengaduk**

1. Dimensi Pengaduk

Digunakan jenis six pitched blade turbine. Karena dapat digunakan untuk campuran berviskositas $< 10.000 \text{ cp}$ (Geankoplis, 1993:143) dan cocok untuk pengadukan suspensi solid (Wallas, 1990:298). Berikut ini dijabarkan geometrinya :

$$Dt/Di = 3 \text{ (Brown, 1950:507)}$$

$$Z_i/D_i = 1 \text{ (Brown, 1950:507)}$$

$$w/D_i = 0,17 \text{ (Brown, 1950:507)}$$

$$r = 0,25 D_i \text{ (Metcalf and Eddy, 1991) Offset 1} = 0,5 D_i$$

$$\text{(Wallas, 1990:288)}$$

$$\text{Offset 2} = 0,17 w \text{ (Wallas, 1990:288)}$$

$$D_d = 0,67 D_i \text{ (Geankoplis, 1993:144)}$$

$$W/D_i = 0,2 \text{ (Geankoplis, 1993:144)}$$

Keterangan :

D_i = Diameter impeller, m D_t = Diameter tangki, m

Z_i = Tinggi impller dari dasar tangki,

m_w = Lebar baffle, m

W = Tebal baffle, m

D_d = Diameter batang penyangga impeller,

m_r = impeller blade length, m

Offset 1 = Jarak baffle dari dasar tangki, m

Offset 2 = Jarak baffle dari permukaan cairan, m

Dimensi pengaduk adalah :

$$D_i = (1/3) \times D_t = 0,6924 \text{ m } Z_i = 1 \times D_i = 0,6924 \text{ m}$$

$$w = 0,17 \times D_i = 0,1177 \text{ m } m_r = 0,25 \times D_i = 0,2058 \text{ m}$$

$$\text{Offset 1} = 0,5 \times D_i = 0,3462 \text{ m}$$

$$\text{Offset 2} = 0,17 \times w = 0,0200 \text{ m } D_d = 0,67 \times D_i = 0,4639 \text{ m}$$

$$W = 0,2 \times D_i = 0,1647 \text{ m}$$

$$\text{Jumlah baffle} = 4$$

$$\text{Panjang baffle} = H_{L,S} - (\text{Offset 1} + \text{Offset 2}) = 4,2 \text{ m}$$



1. Kecepatan Putaran Pengaduk

a. Menentukan jumlah

pengaduk Jumlah pengaduk =

WELH/ID

b. Keterangan :

WELH = water equivalent

liquid height = $H_{L,S} \times sg$ ID =

Diameter dalam reaktor , in

sg = specific height sg

$$= \frac{\rho_{campuran}}{\rho_{air}}$$

$$= 1,0303$$

maka :

$$WELH = 185,0002 \text{ in}$$

sehingga:

Jumlah impeller = 2 buah

Kecepatan putaran pengaduk :

Keterangan :

N = Kecepatan putaran pengaduk

Di = Diameter impeller = 0,6924 m =

27,2584 in = 2,2715 ft WELH = Water

equivalent liquid height = 185,0002 in

Maka :

$N = 154,9614 \text{ rpm} = 2,5827 \text{ rps}$

2. Daya pengaduk

(pers 9-24 Mc.Cabe,1993)

Keterangan :

KT = konstanta untuk impeller = 1,63 (Table 9.2 Mc. Cabe 1993:252)

Di = Diameter impeller =

0,6924 m = 2,272 ftgc =

percepatan gravitasi = 32,174

ft/s²

N = kecepatan putaran = 2,5827 rps

ρ = densitas fluida = 64,2892 lb/ft³

Maka :

$P = 6,1698 \text{ HP}$

Daya yang hilang (Gland loss)

Hilang (gland loss) = 10% x Daya Pengaduk (MV. Joshi)

= 0,6170 hp

Daya Input

Daya Input = Kebutuhan daya pengaduk + Hilang (gland loss)

$$= 6,1698 + 0,6170$$

$$= 6,7867 \text{ HP}$$

$$\text{Efisiensi motor } (\eta)(\eta) = 80 \%$$

Daya motor yang digunakan:

$$P = 100/80 \times 0,6323 \text{ HP}$$

$$= 8,4834 \text{ HP}$$

Diambil, standart daya motor yang digunakan (P) =

10 HP (Standard NEMA, Resa and Barrow, p.358)

3. Panjang batang sumbu pengaduk (Axis length)

Axis length = tinggi total reaktor + jarak dari motor ke bagian bearing - jarak pengaduk dari dasar tangki

$$\text{Axis length} = 4,5252 \text{ m}$$

$$\text{Diameter sumbu} = (Z_p \times 16)/\pi$$

Keterangan :

$$Z_p = T_m / f_s$$

T_m = Torsi maksimum

Z_p = Shear stress

f_s = Section of shaft cross section

Material sumbu yang digunakan adalah commercial

cold rolled steel Axis shear stress yang diizinkan, f_s

$$= 550 \text{ kg/cm}^2$$

Batasan elastis pada tegangan = 2460 kg/cm^2

* Menghitung T_m

$$T_m = (1,5 \text{ atau } 2,5) \times T_c \text{ Dari M.V Joshi, pers}$$

14.10, hal 400 Diambil :

$$T_m = 1,5 \cdot T_c$$

$$T_c = (P \cdot 75 \cdot 60) / (2\pi N)$$

$$= 46,2412 \text{ kg,}$$

$$m T_m = 69,3619 \text{ kg, m}$$

$$= 12,6112 \text{ cm}$$

* Menghitung diameter sumbu (d) d^3

$$= 84,3262 \text{ cm}$$

$$d = 4,3852 \text{ cm} = 0,0439 \text{ m}$$

- **Neraca Panas Reaktor-01**

Kondisi Operasi :

$$T = 35 \text{ }^\circ\text{C} \quad 308,15 \text{ K}$$

$$T_{ref} = 25 \text{ }^\circ\text{C} \quad 298,15 \text{ K}$$

$$P = 2 \text{ atm}$$

a. Panas sensibel yang dibawa feed masuk (Q7) $T = 35 \text{ }^\circ\text{C}$:

Komponen	Kg	n (kmol)	ΔH (kJ/kmol)	Q7 (kJ)
CaO	36,6975	0,6553	-32,5087	-21,3033
SiO	25,7526	0,4292	-415,3350	-178,2662
MgO	15,4516	0,3863	-336,4009	-129,9482
Fe ₂ O ₃	2,7040	0,0169	-188,2093	-3,1808
Al ₂ O ₃	5,7943	0,0568	-3156,2229	-179,2965
S	0,0901	0,0028	-1191,6080	-3,3564
P	0,0386	0,0012	182,5225	0,2274
H ₂ O	7464,7784	414,7099	754,4608	312882,3560
Ca(OH) ₂	1567,9446	21,1884	21,4000	453,4326
Total	9119,251865			312820,6648

b. Panas sensibel yang dibawa CO₂ masuk (Q₁₀) T= 35 °C :

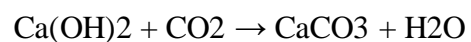
komponen	Kg	N (kmol)	$\Delta H \left(\frac{kJ}{kmol} \right)$	Q ₁₀ (kj)
CO ₂	885.6768	20.1290	385.7638	7756.0471
		total		7756.0471

c. Panas Reaksi

Reaksi yang terjadi

pada Reaktor (R-01)

Reaksi :



>> Panas reaksi pembentukan standar (ΔH_f)

1. Entalpi pembentukan standar pada reaktan

komponen	kmol	ΔH (kj/kmol)	Qproduk (kj)
Ca(OH) ₂	21,1884	21,4000	453,4326
CO ₂	20,1290	385,7638	7765,0471
total			8218,4797

2. Entalpi pembentukan standar pada produk

Komponen	kmol	ΔH_f ($\frac{kJ}{kmol}$)	Q(kj)
CaCO ₃	20.1290	-1206.9200	-24294,1156
H ₂ O	20.1290	-285,8300	-5753.4775
			-30047.5931

jadi : $\Delta HR,298 = \Delta H_f \text{ produk} - \Delta H_f \text{ reaktan}$

$$\Delta HR,298 = -3733,5929 \text{ kJ}$$

>> Panas reaksi pada T = 35oC

1. Panas reaksi pada reaktan

Komponen	Kmol	ΔH (kJ/kmol)	Qproduk (kJ)
Ca(OH) ₂	21,1884	21,4000	453,4326
CO ₂	20,1290	385,7638	7765,0471
Total			8218,4797

2. Panas reaksi pada produk

Komponen	Kmol	ΔH (kJ/Kmol)	Qreaktan (kj)
CaCO ₃	20,1290	-129,5189	-2607,0886
H ₂ O	20,1290	754,4608	15186,5551
Total			12579,4665

Jadi : $\Delta Q_{rx} = Q_{\text{produk}} - Q_{\text{reaktan}}$

$$\Delta Q_{rx} = 4360,9868 \text{ kJ}$$

Maka, Panas reaksi yang dihasilkan :

$$Q_{rx} = \Delta H_{R,298} + \Delta Q_{rx}$$

$$Q_{rx} = 627,3938 \text{ kJ (reaksi endotermis)}$$

d. Panas sensibel yang dibawa produk keluar (Q14) T= 35 °C

komponen	Kg	kmol	ΔH (kj/kmol)	Q12
CaO	36,6975	0,6553	-32,508741	-21,3033
SiO ₂	25,7546	0,4292	-415,3350	-178,2662
MgO	15,4526	0,3863	336,4009	-129,9482
Fe ₂ O ₃	2,7040	0,0169	-188,2093	-3,1808
Al ₂ O ₃	5,7943	0,0568	-3156,2229	-179,2965
S	0,0901	0,0028	1191,6080	-3,3568
P	0,0386	0,0012	182,5225	0,2274
H ₂ O	7827,1007	434,8389	754,4608	328068,9111
Ca(OH) ₂	78,397220	1,0594	21,4000	22,6716
CaCO ₃	2012,9019	20,1290	-129,5189	-2607,0886
Total	10004,9287			324969,3703

e. Panas yang diserap air pemanas pada jaket pemanas Reaktor-01

Panas Input (kJ)		Panas Output (kJ)	
Q7 =	312820,6648	Q12 =	324969,3703
Q10 =	7765,0471	Qrx =	627,3938
Sub Total =	320585,7118	Sub Total =	325596,7641
Beban Pemanas (Qs) =	5011,0522	Qs =	0,0000
Total =	325596,7641	Total =	325596,7641
Selisih	0,0000		

Jumlah pemanas yang dibutuhkan :

$$Q_s = 5011,0522 \text{ kJ}$$

Fluida Panas yang digunakan yaitu saturated steam pada T=100°C dan P

= 2 atm.

Entalpi saturated liquid (hf) = 419,1 kJ/kg Entalpi saturated vapor (hg) =

2676,4 kJ/kg Jumlah steam yang dibutuhkan :

$$m = Q_s / (h_g - h_f)$$

$$= 2,2199 \text{ kg/jam}$$

Panas steam yang masuk (Q_{in}) : Q_{s in} = m x h_g

$$= 5941,4257 \text{ kJ}$$

Panas steam yang keluar (Q_{out}) : Q_{s out} = m x h_f

$$= 930,3735 \text{ kJ}$$

- **Desain kebutuhan steam**

Reaksi yang berlangsung dalam reaktor adalah reaksi endotermis. sehingga membutuhkan beban pemanas (steam). Perbedaan temperatur logaritmik rata-rata adalah :

$$\Delta T_{LMTD} = \frac{(T_2 - t_1) - (T_1 - t_2)}{\ln \frac{T_2 - t_1}{t_1 - T_2}}$$

$$= 121,4444 \text{ } ^\circ\text{F}$$

4. Perhitungan Jaket Pemanas

Luas perpindahan panas yang tersedia

$$A = \text{luas selimut reaktor} + \text{luas penampang bawah reaktor} A = \pi \cdot D_o \cdot H_{L,S} + (\pi/4 \cdot D_o^2)$$

Diketahui :

$$D_o = 102 \text{ in}$$

$$= 8,5000 \text{ ft } H_{L,S} = 14,9636 \text{ ft}$$

Sehingga :

$$A = \pi \cdot D_o \cdot H_{L,S} + (\pi/4 \cdot D_o^2)$$

$$= 456,0956 \text{ ft}^2$$

Luas perpindahan panas yang dibutuhkan dari tabel.8 (Kern, Process Heat Transfer ; hal 840) didapat Overall heat transfer UD dengan, hot fluid adalah steam dan cold fluid adalah aqueous dengan UD = 200 - 700 Btu/jam.ft².°F

Dipilih asumsi :

$$UD = 200 \text{ Btu/jam.ft}^2 \cdot \text{°F}$$

Diketahui :

$$Q = 5011,0522 \text{ kJ/jam} = 4750,4775 \text{ Btu/jam}$$

$$\Delta T_{LMTD} = 121,4444 \text{ °F}$$

maka :

$$\text{Akebutuhan} = Q / (UD \times \Delta T_{LMTD})$$

$$= 0,2063 \text{ ft}^2$$

$$\text{Akebutuhan} < \text{Atersedia} = 0,2063 \text{ ft}^2 <$$

446,7807 ft² sehingga jaket pemanas bisa

digunakan

- **Desain Jaket Pemanas**

Reaksi yang berlangsung dalam reaktor bersifat endotermis, sehingga panas yang harus diserap dari reaktor agar tidak

menyebabkan kenaikan suhu. Jaket/koil yang dialiri air pemanas digunakan untuk menjaga temperatur reaktor agar suhu konstan pada 75°C.

5. Menentukan Jumlah Steam

Massa steam = $Q / (H_v - H_f)$ Dimana :

$$Q = 5011,052246 \text{ kJ/jam}$$

$$H_g = 2676,4 \text{ kJ/kg} \quad H_f = 419,1 \text{ kJ/kg}$$

$$\text{sehingga massa steam} = 2,2199 \text{ kg/jam} = 0,0006 \text{ kg/sekon}$$

6. Menghitung tinggi jaket : Tebal jaket = 0,3125 in

$$\text{Diameter dalam jaket (IDj)} = 81,7750 \text{ in}$$

$$\begin{aligned} \text{Diameter luar jaket (ODj)} &= \text{IDj} + (2 \cdot \text{Tebal jaket}) \\ &= 82,4000 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\text{OD standard} = 102 \text{ in}$$

$$\text{Tinggi jaket} = \text{Tinggi}$$

cairan dalam shell

$$\text{Tinggi jaket} = 4,9127$$

m

$$= 193,4152 \text{ in}$$

7. Menghitung tebal dinding jaket :

Diketahui :

$$P \text{ desain} = 25,5907 \text{ psig}$$

Brownell and young 1959 page 254. Eq.13.1

Untuk menghitung tebal jaket dibutuhkan data-data sebagai berikut :

Bahan Konstruksi = Allowable stress untuk Carbon steels SA 299

Allowable stress (f) = 18750 Psi

Pengelasan = Double welded butt joint Faktor pengelasan (E) =

0,8000

Faktor korosi (C) = 0,1250 inri = $D/2 = 40,8875$ in

maka :

$t_s = 0,1599$ in

Diambil standard $t_s = 0,1875$ in

8. Menghitung tebal bottom

Untuk menghitung tebal bottom dibutuhkan data-data sebagai berikut :

Bahan Konstruksi = Allowable stress untuk Carbon steels SA 299

Allowable stress (f) = 18750 Psi

Pengelasan = Double welded butt joint Faktor pengelasan (E) = 80%

Faktor korosi (C) = 0,125 in Diketahui :

$P_{desain} = 25,5907$ psig

$W = 1,7397$ in

Maka :

$$th = 0,1857 \text{ in}$$

Diambil standard $th = 0,25 \text{ in}$

9. Volume jaket

$$\text{Volume jaket} = \pi/4 \cdot OD2 \cdot \text{tinggi jaket}$$

$$= 1579648,8866 \text{ in}^3$$

$$= 40123,0817 \text{ m}^3$$

$$= 914,1491 \text{ ft}^3$$

$$\text{Luas yang dilalui steam (A)} = (3,14/4) \cdot (D22 - D12)$$

$$= 2917,7291 \text{ in}^2$$

$$= 1,8819 \text{ m}^2$$

$$= 243,1441 \text{ ft}^2$$

10. Menentukan kecepatan volumetrik steam :

$$Q_v = W_t / \rho_{\text{air}}$$

Dimana :

Q_v = kecepatan volumetrik air (m^3/jam) W_t = kebutuhan steam (kg/jam)

ρ_{air} = Densitas air (kg/m^3)

Maka :

Sehingga $Q_v = 0,0022 \text{ m}^3/\text{jam}$

- **Penentuan Manhole**

Setiap vessel yang dalam operasinya melibatkan cairan ataupun yang di dalamnya terdapat alat lain seperti impeller, sebaiknya dilengkapi dengan manhole. Manhole sangat dibutuhkan dalam vessel tertutup untuk pemeriksaan, pembersihan kolom dan perbaikan. Direncanakan manhole di pasang pada kolom bagian atas reaktor dengan ukuran standard 20 in berdasarkan Rekomendasi API standard 12 C. (Brownell and young, Ap. F item 4) dengan spesifikasi :

Tebal shell = 0,3125 in Tebal flange = 1,5 in Jumlah :

Ukuran potongan :

Weld A = 0,8750 in Weld B = 1,5 in Panjang sisi :

42,5 in

Lebar reinforcement (W) = 49,0 in Diameter manhole

(ID) = 20,0 in

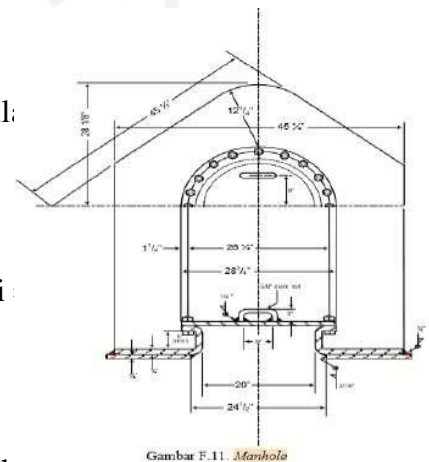
Maksimum diameter

lubang (Dp) = 27,0 in

Diameter plat penutup :

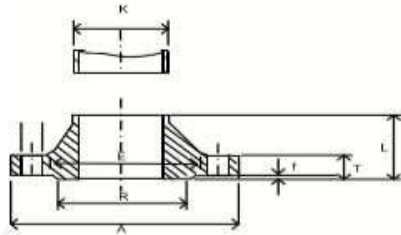
Cover plate = 28,75 in

Diameter bolt circle (DB) = 25,25 in Manhole



- **Perancangan Nozzle**

Dipilih jenis pipa : Carbon stell



Gambar.F.10. Detail nozzle

11. Diameter saluran masuk umpan campuran

Coulson and Richardson vol.6, 1983, P.221, Eq 5.15

$$d, optimum = 293.G^{0,53}.\rho^{-0,37}$$

d = diameter saluran umpan campuran

G = kecepatan umpan masuk = 10004,9287 kg/jam = 2,7791 kg/s

ρ = densitas campuran =

1026,7958kg/m³ , maka :

d optimum = 38,7161

mm = 1,5243 ind

optimum standart = 2 in

Spesifikasi pipa dari tabel 11,

P.844, Kern, 1980NPS = 2 in

Sch = 40

ID = 2,067 in OD = 2,38 in A = 3,35 in²

Laju alir volumetrik (Fv) :

$$Fv = G/\rho_{mix}$$

$$= 9,7438 \text{ m}^3/\text{jam} = 0,00270662 \text{ m}^3/\text{s} = 165,1680 \text{ in}^3/\text{s}$$

Kecepatan aliran (v) :

$$v = Fv/A$$

$$= 49,3039 \text{ in/s} = 1,2523 \text{ m/s}$$

Spesifikasi pipa dari (Brownel and Young, 1959, app

F p.349), dipilih ukuran standart (Sch 40) :

$$\text{size of nozzle} = 2OD = 2,875 \text{ in}$$

Flanged

Nozzle =

Coupling

DR = 3 in

Distance from bottom of tank to center

of nozzle :regular, type H = 7low, type

$$G = 3$$

12. Diameter saluran umpan gas

Coulson and Richardson vol.6, 1983, P.221, Eq 5.15

$$d, \text{ optimum} = 293.G^{0,53}.\rho^{-0,37}$$

Keterangan :

d = diameter saluran umpan gas

G = kecepatan umpan masuk = 885,6768 kg/jam = 0,2460 kg/s

ρ = densitas

gas = 3,4802

kg/m³maka :

d optimum = 87,8394

mm = 3,4582 ind

optimum standart = 4

in

Spesifikasi pipa dari tabel 11,

P.844, Kern, 1980NPS = 4 in

Sch = 40

ID = 4,026 in OD = 4,5 in A = 12,7 in²

Laju alir volumetrik (F_v) :

$F_v = G/\rho_{\text{gas}}$

= 254,4898 m³/jam = 0,0707 m³/s = 4313,8641 in³/s Kecepatan aliran

(v) :

$v = F_v/A$

= 339,6743 in/s = 8,6277 m/s

Spesifikasi pipa dari (Brownel and Young, 1959, app

F p.349), dipilih ukuran standart (Sch 40) :

size of nozzle = 4OD = 4,5 in

Flanged Nozzle = 0,337DR = 4,625 in

Distance from bottom of tank to

center of nozzle :regular, type H =

9

low, type G = 6

13. Diameter saluran produk

Coulson and Richardson vol.6, 1983, P.221, Eq 5.15

$$d, optimum = 293.G^{0,53}.\rho^{-0,37}$$

Keterangan :

d = diameter saluran produk

G = kecepatan umpan masuk = 10004,9287 kg/jam = 2,7791 kg/s

ρ = densitas mix =

1051,6619 kg/m³

Maka :

d optimum = 38,3748

mm = 1,5108 ind

optimum standart = 2 in

Spesifikasi pipa dari tabel 11, P.844,

Kern, 1980NPS = 2 in

Sch = 40

ID = 2,067 in OD = 2,38 in A = 3,35 in²

Laju alir volumetrik (F_v) :

$$F_v = G/\rho_{\text{mix}}$$

$$= 9,5134 \text{ m}^3/\text{jam} = 0,0026 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$= 161,2627 \text{ in}^3/\text{s} \text{ Kecepatan aliran}$$

(v) :

$$v = F_v/A$$

$$= 48,1381 \text{ in/s} = 1,2227 \text{ m/s}$$

Spesifikasi pipa dari (Brownel and Young, 1959, app

F p.349), dipilih ukuran standart (Sch 40) :

$$\text{size of nozzle} = 2OD = 2,875 \text{ in}$$

$$\text{Flanged Nozzle} = \text{Coupling DR} = 3 \text{ in}$$

Distance from bottom of tank to
center of nozzle : regular, type H = 7

low, type G = 3

14. Diameter saluran steam masuk

Coulson and Richardson vol.6,

1983, P.221, Eq 5.15 Keterangan :

d = diameter saluran steam input

G = kecepatan umpan masuk = 2,2199 kg/jam = 0,0006 kg/s

ρ = densitas steam =

992,8500 kg/m³

Maka :

d optimum = 0,4537 mm

= 0,0179 ind optimum

standart = 0,125 in

Spesifikasi pipa dari tabel 11, P.844, Kern, 1980

NPS = 0,125 in

Sch = 40

ID = 0,269 in OD = 0,405 in A = 0,058 in²

Laju alir volumetrik (Fv) :

Fv = G/ρmix

= 0,0022 m³/jam = 0,000001

m³/s = 0,0379 in³/s Kecepatan

aliran (v) :

v = Fv/A

= 0,6535 in/s = 0,0166 m/s

Spesifikasi pipa dari (Brownel and Young, 1959, app F p.349),

dipilih ukuran standart (Sch 40) :

size of nozzle = 0,75OD = 1,313 in

Flanged Nozzle = Coupling DR = 1,4375 in

Distance from bottom of tank to center of nozzle : regular, type

$$H = 4$$

low, type G = 3

15. Diameter saluran steam keluar

Coulson and Richardson vol.6, 1983, P.221, Eq 5.15

$$d, \text{ optimum} = 293.G^{0,53}.\rho^{-0,37}$$

Keterangan :

d = diameter saluran steam output

G = kecepatan umpan masuk = 2,2199 kg/jam = 0,0006 kg/s

ρ = densitas steam =

992,8500 kg/m³

Maka :

d optimum = 0,4537 mm = 0,0179 ind

optimum standart = 0,125 in

Spesifikasi pipa dari tabel 11, P.844, Kern, 1980 NPS = 0,125 in

Sch = 40

ID = 0,269 in OD = 0,405 in A = 0,058 in²

Laju alir volumetrik (Fv) :

$$Fv = G/\rho_{\text{mix}}$$

$$= 0,0022 \text{ m}^3/\text{jam} = 0,000001$$

$$\text{m}^3/\text{s} = 0,0379 \text{ in}^3/\text{s} \text{ Kecepatan}$$

aliran (v) :

$$v = Fv/A$$

$$= 0,6535 \text{ in/s} = 0,0166 \text{ m/s}$$

Spesifikasi pipa dari (Brownel and Young, 1959, app

F p.349), dipilih ukuran standart (Sch 40) :

size of nozzle = 0,75

OD = 1,313 in

Flanged Nozzle = Coupling DR = 1,4375 in

Distance from bottom of tank to center of nozzle : regular, type H = 4

low, type G = 3

- **Perancangan penyangga Reaktor**

16. Berat shell

$$ID = 81,7750 \text{ in} = 6,8146 \text{ ft} \quad OD = 102 \text{ in} = 8,5000 \text{ ft}$$

$$H = 163,5500 \text{ in} = 13,6292 \text{ ft}$$

ρ = densitas carbon stell (Foust, App. D-10, p.742)

$$= 489 \text{ lb/ft}^3 = 7833,0465 \text{ kg/m}^3 \text{ Maka :}$$

$$\text{Berat shell} = \frac{1}{4} \pi (OD^2 - ID^2) H \rho$$

$$= 135039,4108 \text{ lb} = 61252,7964 \text{ kg}$$

17. Berat Head

$$OD = 102 \text{ in} = 8,5000 \text{ ft}$$

$$sf = 1,5 \text{ in} = 0,1250 \text{ ft}$$

$$icr = 6,125 \text{ in} = 0,5104 \text{ ftth} = 0,31 \text{ in} = 0,0260 \text{ ft}$$

$$\rho = 489,0000 \text{ lb/ft}^3 \text{ (Foust, App. D-10, p.742) Untuk } th < 1 \text{ in perkiraan blank}$$

diameter (bd) adalah :

$$bd = OD + OD/42 + 2.sf + 2/3 icr \text{ (Brown and young, Eq. 5-12, p.88)}$$

$$= 111,512 \text{ in} = 9,293 \text{ ft}$$

$$\text{Berat dish} = 2(1/4\pi.bd^2.th.\rho_{steel})$$

$$= 1726,4630 \text{ lb} = 783,1098 \text{ kg}$$

18. Berat jaket

$$V_j = 914,1491 \text{ ft}^3$$

$$\rho = 489 \text{ lb/ft}^3 \text{ Maka :}$$

$$\text{Berat jaket} = 447018,9242 \text{ lb}$$

$$= 202764,2079 \text{ kg}$$

19. Berat Opening

a. Berat nozzle 1

ukuran = 2 in Appendix. Untuk menentukan ukuran standard

$$\text{berat} = 4 \text{ lb}$$

b. Berat nozzle 2 ukuran = 4 in berat = 15 lb

c. Berat nozzle 3 ukuran = 2 in berat = 4 lb

d. Berat nozzle 4 ukuran = 0,125 in

diambil, ukuran standart = 0,5 in berat = 2 lb

e. Berat nozzle 5 ukuran = 0,125 in

diambil, ukuran standart = 0,5 in berat = 2 lb

berat total nozzle = 27 lb = 12,2470 kg

f. Berat manhole

manhole 20 in = 428,00 lb (Megyesy, pp. 413) Berat tutup = 29,22 lb

(Megyesy, pp. 384)

Berat manhole = Manhole 20 in + Berat tutup

= 457,22 lb = 207,39 kg

Berat total Opening = Berat total nozzle + Berat manhole

= 484,2200 lb = 219,6383 kg

20. Berat sistem pengaduk

a. Berat impeller

$D_i = 0,6924 \text{ m} = 2,2715 \text{ ft}$ $W = 0,1647 \text{ m} = 0,5403 \text{ ft}$ $t_a = 0,1647 \text{ m} = 0,5403 \text{ ft}$

$\rho = 489 \text{ lb/ft}^3$

Berat total six blade :

Berat impeller = $6 \left(\frac{D_i}{2} \right) \cdot W \cdot t_a \cdot \rho$

= 972,6710 lb

b. Berat sumbu

$$L = 4,5252 \text{ m} = 14,8464 \text{ ft}$$

$$d = 4,3852 \text{ cm} = 0,0439 \text{ m} = 0,1439 \text{ ft}$$

$$\rho = 489 \text{ lb/ft}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Berat sumbu} &= 1/4 \cdot \pi \cdot d^2 \cdot L \cdot \rho \\ &= 117,9627 \text{ lb} \end{aligned}$$

Berat total

$$\begin{aligned} \text{Berat total} &= \text{Berat impeller} + \text{berat sumbu} \\ &= 1090,6337 \text{ lb} = 494,7027 \text{ kg} \end{aligned}$$

21. Berat Baffle

$$\text{Panjang Baffle (H)} = 4,1947 \text{ m} = 13,7622 \text{ ft} \quad \text{Lebar baffle (w)} = 0,1177 \text{ m} = 0,3862$$

$$\text{ft} \quad \text{Tebal baffle (W)} = 0,1647 \text{ m} = 0,5403 \text{ ft} \quad \text{jumlah} = 4 \text{ buah}$$

$$\rho = 489 \text{ lb/ft}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Berat total baffle} &= \text{jumlah} \times \text{tebal} \times \text{lebar} \times \text{tinggi} \times \rho \\ &= 5616,0878 \text{ lb} = 2547,4125 \text{ kg} \end{aligned}$$

22. Berat fluida dalam reaktor

a. Berat bahan baku

$$\text{Laju alir massa} = 10004,9287 \text{ kg/jam} \quad \text{Waktu tinggal} = 2,4366 \text{ jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat bahan baku} &= \text{laju alir massa} \times \text{waktu tinggal} \\ &= 24377,9617 \text{ kg} = 53744,1420 \text{ lb} \end{aligned}$$

b. Berat steam

$$\text{Volume jaket} = 914,1491 \text{ ft}^3$$

$$\rho \text{ steam} = 992,8500 \text{ lb/ft}^3$$

$$\text{Berat air pendingin} = V_j \times \rho \text{ air pendingin}$$

$$= 907612,9630 \text{ lb} = 411685,9791 \text{ kg}$$

Berat total fluida

$$\text{Berat total fluida} = \text{Berat bahan baku} + \text{Berat air pendingin}$$

$$= 961357,1050 \text{ lb} = 436063,8920 \text{ kg}$$

23. Berat reaktor

$$\text{Berat mati reaktor} = \text{Berat shell} + \text{berat head} + \text{berat jaket} + \text{Berat}$$

$$\text{opening} + \text{berat pengaduk} + \text{berat baffle} + \text{berat fluida dalam}$$

reaktor

$$= 1552332,8445 \text{ lb} = 704125,7596 \text{ kg}$$

Maka :

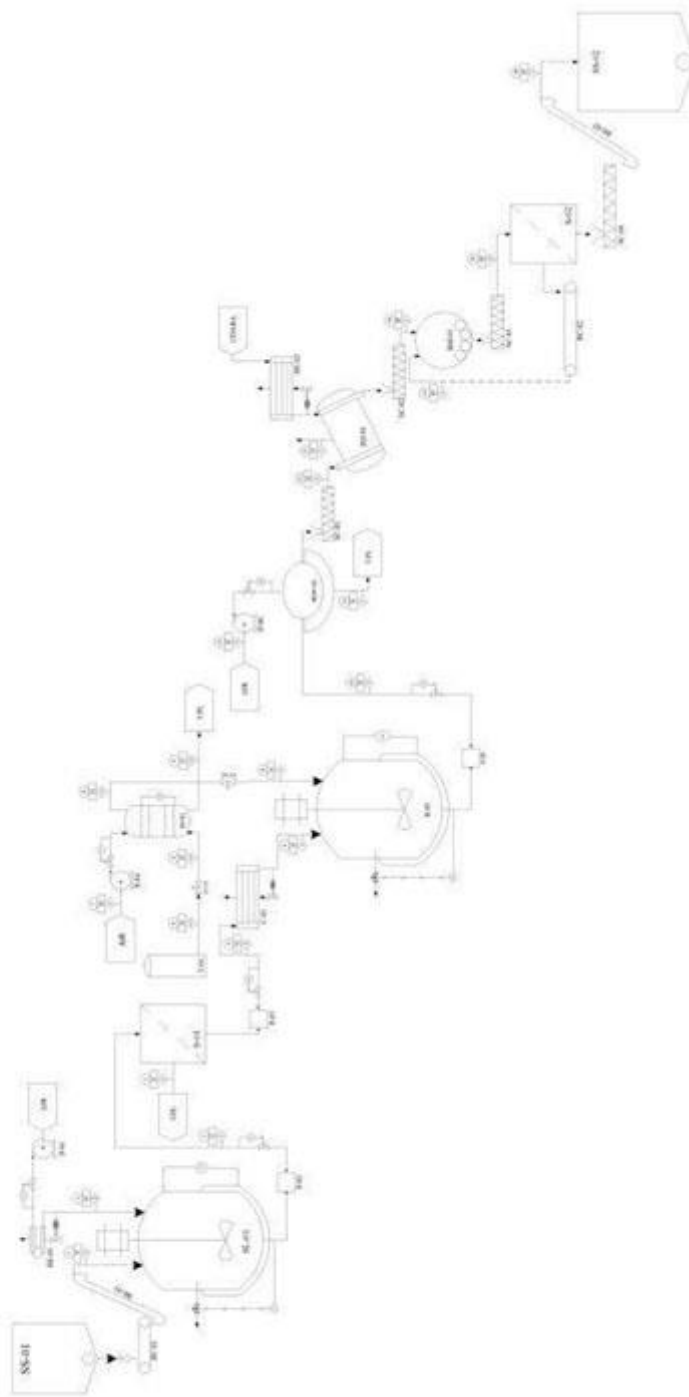
Desain sistem penyangga

$$\text{Berat untuk perancangan} = 1,2 \times \text{Berat mati reaktor}$$

$$= 1862799,4134 \text{ lb} = 844950,9115 \text{ kg}$$

Process Engineering Flow Diagram

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
 PRA RANCANGAN PABRIK KALSUM KARBONAT DARI KALSUM OKSIDA DAN AIR
 DENGAN KAPASITAS PRODUKSI 15.000 TON/TAHUN



Nama Alat	Keterangan
SS	Storage Silo
SI	Shaker
BE	Bucket Elevator
P	Pompa
HE	Heat Exchanger
C	Cooler
S	Screening
T	Tangki
GS	Gas Scrubber
EV	Expansion Valve
R	Reaktor
RDVF	Rotary Drum Vacuum Filter
RD	Rotary Dryer
SC	Screw Conveyor
BC	Belt Conveyor
BM	Ball Mill
Simbol	Keterangan
(U)	Temperature Control
(L)	Flow Control
(D)	Level Indicator
(A)	Nomor Atas
(B)	Nomor Bawah
(C)	Tekanan atm
(V)	Control Valve
(P)	Piping
(N)	Non Piping

Komponen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
CaO	1238	0	38.6296	36.6975	1.9314	0	0	0	0	36.6975	0	34.8626	1.8349	34.8278	0.03486	36.9174	2.6897	34.3278
SiO2	27.1080	0	27.1080	25.7526	1.3554	0	0	0	25.7526	0	24.4650	2.2876	24.4405	0.02447	25.0070	1.4664	24.4405	
MgO	16.2648	0	16.2648	15.4516	0.8132	0	0	0	15.4516	0	14.6790	0.7726	14.6643	0.01468	15.5442	0.8799	14.6643	
Fe2O3	2.8403	0	2.8403	2.7040	0.1423	0	0	0	2.7040	0	2.5688	0.1352	2.5663	0.00257	2.7202	0.1540	2.5663	
Al2O3	6.0993	0	6.0993	5.7943	0.3050	0	0	0	5.7943	0	5.5946	0.2897	5.4991	0.00550	5.8291	0.3299	5.4991	
S	0.0949	0	0.0949	0.0901	0.0047	0	0	0	0.0901	0	0.0856	0.0045	0.0855	0.00009	0.0907	0.0051	0.0855	
P	0.0407	0	0.0407	0.0386	0.0020	0	0	0	0.0386	0	0.0367	0.0019	0.0367	0.00004	0.0389	0.0022	0.0367	
Moksum	15.3160	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
H2O	0	7888	7862	7465	37.3114	0	984	0	984	7827	1000	-414	8414	20.6894	393	21.9207	1.2414	20.6894
Ca(OH)2	0	0	1650	1568	82.5234	0	0	0	0	78.3972	0	74.4774	3.9199	74.4029	0.07448	78.8071	4.4642	74.4029
CO2(g)	0	0	0	0	0	826	0	826	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Insensitiv	0	0	0	0	0	98.4083	0	98.4083	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CaCO3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	203	0	1912	101	1910	1.91226	2025	115	1910
Total	1355	7888	9244	9119	125	984	984	856	1082	10005	1000	2483	8323	2088	395	2213	125	2088

JURUSAN TEKNIK KIMIA
 FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 YOGYAKARTA
 THESIS PERENCANAAN PABRIK KALSUM KARBONAT DARI KALSUM OKSIDA DAN AIR DENGAN KAPASITAS PRODUKSI 15.000 TON/TAHUN
 Disusun oleh:
 L. Anis Nurrahman
 Dosen Pembimbing:
 L. Anis Hidayat, Dr., S.T., M.T.