

**PRARANCANGAN PABRIK KALSIUM KARBIDA  
DARI KALSIUM OKSIDA DAN KARBON KAPASITAS  
25.000 TON/TAHUN**

PRARANCANGAN PABRIK

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Kimia



Oleh :

Nama : Fadhil Muhammad

Nama : Yuswanto Adjie Saputra

No.mhs : 19521083

No.mhs : 19521069

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

**2023**

**LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL**  
**PRARANCANGAN PABRIK KALSIUM KARBIDA DARI KALSIUM OKSIDA DAN**  
**KARBON KAPASITAS 25.000 TON/TAHUN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Fadhil Muhammad      Nama : Yuswanto Adjie Saputra

No.mhs : 19521083              No.mhs : 19521069

Yogyakarta, 25 September 2023

Menyatakan bahwa seluruh hasil Pra Rancangan 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 apa pun. Demikian surat pernyataan ini saya buat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.



Fadhil Muhammad



Yuswanto Adjie Saputra

**LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING**

**PRARANCANGAN PABRIK KALSIUM KARBIDA DARI KALSIUM  
OKSIDA DAN KARBON KAPASITAS 25.000 TON/TAHUN**

**PERANCANGAN PABRIK**



**Pembimbing I                      Pembimbing II**

**Dr. Suharno Rusdi**

**Umi Rofiqah, S.T., M.T.**

## LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

### PRA RANCANGAN PABRIK KALSIUM KARBIDA DARI KALSIUM OKSIDA DAN KARBON KAPASITAS 25.000 TON/TAHUN

#### PERANCANGAN PABRIK

Oleh :

Nama : Fadhil Muhammad      Nama : Yuswanto Adjie Saputra  
No.mhs : 19521083      No.mhs : 19521069

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat untuk  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia Konsentrasi Teknik Kimia  
Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Islam Indonesia  
Yogyakarta, 25 September 2023

Tim Penguji

Umi Rofiqah, S.T., M.T.  
Ketua Penguji

  
23/11/2023

Dr. Dyah Retno Sawitri, S.T., M.Eng.  
Penguji I

  
20/11/2023

Lilis Kistriyani, S.T., M.Eng.  
Penguji II

  
23 Nov 2023

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Kimia  
Fakultas Teknologi Industri





Sholeh Ma'mun, S.T., M.T., Ph.D.  
NIP. 995200445

## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr., Wb.

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik dan karunia-Nya, sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Shalawat dan salam semoga selalu tercurahkan atas junjungan kita Nabi Muhammad S.A.W, sahabat serta para pengikutnya.

Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik yang berjudul “Pra Rancangan Pabrik Kalsium Karbida Dari Kalsium Oksida Dan Karbon Kapasitas 25.000 Ton/Tahun”, disusun sebagai penerapan dari ilmu teknik kimia yang telah diperoleh selama dibangku kuliah, dan merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Penulisan laporan Tugas Akhir ini dapat berjalan dengan lancar atas bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penyusun ingin menyampaikan terima kasih kepada:

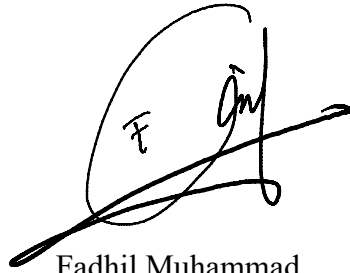
1. Allah SWT yang selalu melimpahkan Rahmat dan Hidayahnya sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan lancar.
2. Orang Tua dan keluarga yang selalu memerikan dukungan, semangat, dan doa yang tiada henti-hentinya.
3. Bapak Hari Purnomo, Prof., Dr., Ir., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Sholeh Ma'mun, S.T., M.T., Ph.d. selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Universitas Islam Indonesia.
5. Bapak Dr. Suharno Rusdi selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir yang telah memberikan banyak pengarahan dan bimbingan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
6. Ibu Umi Rofiqah, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir yang telah memberikan banyak pengarahan dan bimbingan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

7. Seluruh Civitas akademika di lingkungan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia
8. Teman-teman Teknik Kimia angkatan 2019 yang selalu memerikan dukungan, semangat, dan kerja samanya.
9. Semua pihak terliat yang tidak dapat kami sebutkan satu per satu yang telah membantu penyusunan Tugas Akhir ini.

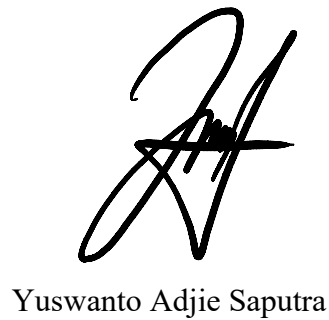
Kami menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan, untuk itu kami mengharapkan kritik dan saran untuk menyempurnakan laporan ini. Akhir kata semoga laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak, terutama bagi para pembaca serta penyusun.

Wassalamu'alaikum Wr., Wb.

Yogyakarta, 25 September 2023



Fadhil Muhammad



Yuswanto Adjie Saputra

## DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR LAMBANG/NOTASI/SINGKATAN .....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
ABSTRAK.....	xvi
ABSTACT .....	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1    Latar Belakang.....	1
1.2    Penentuan Kapasitas Pabrik .....	2
1.2.1    Kebutuhan Kalsium Karbida.....	2
1.2.2    Prediksi Pra rancangan Pabrik Kalsium Karbida.....	5
1.2.3    Ketersediaan Bahan Baku .....	6
1.3    Tinjauan Pustaka .....	7
1.3.1 <i>Direct</i> EAF .....	7
1.3.2 <i>Indirect</i> EAF .....	8
1.3.3    Pemilihan Jenis EAF .....	9
1.4    Tinjauan Termodinamika dan Kinetika Reaksi.....	11
1.4.1    Tinjauan Termodinamika.....	11
1.4.2    Tinjauan Kinetika Reaksi.....	13
BAB II PERANCANGAN PRODUK .....	16
2.1    Spesifikasi Produk.....	16
2.1.1    Kalsium Karbida .....	16
2.1.2    Karbon Monoksida.....	16
2.2    Spesifikasi Bahan Baku dan Bahan Pendukung.....	16
2.2.1    Kalsium Oksida.....	16
2.2.2    Karbon Aktif .....	16

2.3	Sifat Bahan Baku dan Produk .....	17
2.4	Pengendalian Kualitas .....	18
2.4.1	Pengendalian Kualitas Bahan Baku .....	18
2.4.2	Pengendalian Proses .....	18
2.4.3	Pengendalian Kualitas Produk .....	19
BAB III PERANCANGN PROSES .....		20
3.1	Diagam Alir Proses dan Material .....	20
3.2	Uraian Proses.....	23
3.2.1	Persiapan Bahan Baku.....	23
3.2.2	Reaksi.....	23
3.2.3	Pengubahan Ukuran .....	24
3.2.4	Penyimpanan Produk .....	24
3.3	Spesifikasi Alat.....	25
3.3.1	Reaktor (Electric Arc Furnase) .....	25
3.3.2	Spesifikasi Alat Proses .....	26
3.3.3	Spesifikasi Tangki Penyimpanan .....	29
3.3.4	Spesifikasi Alat Transportasi Bahan .....	31
3.3.5	Spesifikasi Alat Penukar Panas .....	35
3.4	Neraca Massa Total .....	37
3.4.1	Pencampuran Bahan Baku Pada <i>Conveyor</i> (BC-01).....	38
3.4.2	<i>Dryer</i> (DR-01).....	38
3.4.3	<i>Electric Arc Furnace</i> (EAF-01) .....	39
3.4.4	<i>Carbide Chiller</i> (CC-01).....	39
3.4.5	<i>Jaw Crusher</i> (JC-01).....	40
3.4.6	<i>Screener</i> (SC-01).....	40
3.5	Neraca Panas .....	40
3.5.1	<i>Dryer</i> (DR-01).....	40
3.5.2	<i>Electric Arc Furnace</i> (EAF-01) .....	41
3.5.3	<i>Carbide Chiller</i> (CC-01).....	41
BAB IV PERARANCANGAN PABRIK.....		42
4.1	Lokasi Pabrik.....	42
4.1.1	Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik .....	43
4.1.2	Faktor sekunder penentuan lokasi pabrik.....	45
4.2	Tata Letak Pabrik .....	46



4.3	Tata Letak Mesin dan Alat Proses.....	51
4.4	Organisasi Perusahaan.....	52
4.4.1	Bentuk Badan Usaha (Perusahaan).....	52
4.4.2	Struktur Organisasi.....	53
4.4.3	Tugas dan Wewenang.....	54
4.4.4	Jam dan Sistem Kerja.....	64
4.4.5	Jumlah karyawan dan Penggolongan Gaji.....	66
4.4.6	Fasilitas dan Hak Karyawan.....	67
BAB V UTILITAS.....		69
5.1	Unit penyedia dan pengolahan air.....	69
5.1.1	Air domestik.....	70
5.1.2	Air sanitasi.....	70
5.1.3	Air <i>hydrant</i> (air pemadam kebakaran).....	71
5.2	Unit penyedia listrik.....	74
5.2.1	Kebutuhan listrik tiap alat proses.....	74
5.2.2	Kebutuhan Listrik Lain-lain.....	75
5.2.3	Kebutuhan listrik total.....	76
5.2.4	Kebutuhan Bahan Bakar Generator (listrik alternatif).....	77
5.3	Unit penyedia bahan bakar.....	77
5.4	Spesifikasi Alat Utilitas.....	77
5.4.1	Pompa Utilitas.....	77
5.4.2	Bak Pengendapan.....	78
5.4.3	Clariver.....	79
5.4.4	Tangki Air Bersih.....	79
5.4.5	Generator Listrik.....	80
5.4.6	Tangki Solar.....	80
BAB VI EVALUASI EKONOMI.....		81
6.1	Dasar perhitungan.....	82
6.2	Penaksiran Harga Alat.....	82
6.3	Perhitungan Biaya.....	84
6.3.1	<i>Total Capital Investment</i> (TCI).....	84
6.3.2	<i>Total Production Cost</i> (TPC).....	88
6.3.3	<i>General Expense</i> .....	90
6.3.4	Total penjualan.....	91

6.3.5	Perkiraan Laba Usaha .....	91
6.3.6	Analisa Kelayakan .....	92
6.4	Hasil Perhitungan .....	95
6.4.1	Harga Alat .....	95
6.4.2	Dasar Perhitungan .....	96
6.4.3	Analisis Keuntungan .....	100
6.4.4	Hasil Kelayakan Ekonomi .....	100
BAB VII PENUTUP .....		104
7.1	Kesimpulan.....	104
7.2	Saran.....	105
DAFTAR PUSTAKA .....		106
LAMPIRAN.....		108

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Data Ekspor Kalsium Karbida .....	3
Tabel 1. 2 Data Tabel Impor Kalsium Karbida.....	4
Tabel 1. 3 Data Kapasitas Pabrik .....	5
Tabel 1. 4 Perbandingan Alat.....	9
Tabel 1. 5 Perhitungan $\Delta H^\circ$ reaksi.....	11
Tabel 1. 6 Perhitungan $\Delta G^\circ$ reaksi.....	12
Tabel 1. 7 Variabel Laju Arrhenius untuk Rentang Suhu Gabungan .....	14
Tabel 1. 8 Perhitungan Konstanta Kecepatan Reaksi .....	15
Tabel 2. 1 Sifat Fisik dan Kimia Bahan Baku dan Produk .....	17
Tabel 3. 1 Spesifikasi Tangki Penyimpanan .....	29
Tabel 3. 2 Spesifikasi Hopper .....	30
Tabel 3. 3 Spesifikasi Belt Conveyor.....	31
Tabel 3. 4 Spesifikasi Bucket Elevator .....	33
Tabel 3. 5 Neraca Massa Total.....	37
Tabel 3. 6 Neraca Massa Conveyor .....	38
Tabel 3. 7 Neraca Massa Dryer.....	38
Tabel 3. 8 Neraca Massa Electric Arc Furnace.....	39
Tabel 3. 9 Neraca Massa Carbide Chiller .....	39
Tabel 3. 10 Neraca Massa Crusher .....	40
Tabel 3. 11 Neraca Massa Screener .....	40
Tabel 3. 12 Neraca Panas Dryer.....	40
Tabel 3. 13 Neraca Panas Electric Arc Furnace.....	41
Tabel 3. 14 Neraca Panas Carbide Chiller .....	41

Tabel 4. 1 Rincian Luas Area.....	49
Tabel 4. 2 Rincian Jam Kerja Karyawan Non-shift.....	64
Tabel 4. 3 Rincian Jam Kerja Karyawan Shift.....	65
Tabel 4. 4 Jadwal Kerja.....	65
Tabel 4. 5 Jumlah Karyawan dan Penggolongan Gaji .....	66
Tabel 5. 1 Kebutuhan Listrik Alat Proses .....	74
Tabel 5. 2 Kebutuhan Lumen Area Pabrik.....	75
Tabel 5. 3 Kebutuhan Listrik Luar Ruangan.....	76
Tabel 5. 4 Kebutuhan Listrik Lain-Lain .....	76
Tabel 5. 5 Total Kebutuhan Listrik .....	76
Tabel 5. 6 Spesifikasi Pompa .....	77
Tabel 6. 1 Perkiraan Harga Alat.....	95
Tabel 6. 2 Purchased Equipment Cost (PEC) .....	96
Tabel 6. 3 Physical Plant Cost .....	97
Tabel 6. 4 Direct Plant Cost .....	97
Tabel 6. 5 Fixed Capital Investment .....	97
Tabel 6. 6 Working Captal .....	98
Tabel 6. 7 Total Capital Investment.....	98
Tabel 6. 8 Direct Manufacturing Cost.....	98
Tabel 6. 9 Indirect Manufacturing Cost .....	99
Tabel 6. 10 Fixed Manufacturing Cost .....	99
Tabel 6. 11 Total Manufacturing Cost .....	99
Tabel 6. 12 General Expense .....	99
Tabel 6. 13 Total Production Cost .....	100

Tabel 6. 14 Break Even Point .....	101
------------------------------------	-----

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Grafik Ekspor Kalsium Karbida.....	3
Gambar 1. 2 Grafik Impor Kalsium Karbida .....	4
Gambar 1. 3 Rasio Reaksi (Hiroaki dan Hideo, 1963) .....	15
Gambar 3. 1 Diagram Alir Kualitatif.....	21
Gambar 3. 2 Diagram Alir Kuantitatif.....	22
Gambar 4. 1 Lokasi Pabrik.....	42
Gambar 4. 2 Tata Letak Pabrik .....	50
Gambar 4. 3 Tata Letak Alat.....	52
Gambar 4. 4 Struktur Organisasi.....	63
Gambar 5. 1 Diagram Alir Utilitas.....	73
Gambar 6. 1 Indeks Harga .....	83
Gambar 6. 2 Grafik Analisa Ekonomi .....	102

## DAFTAR LAMBANG/NOTASI/SINGKATAN

T	: Suhu, °C
D	: Diameter, m
H	: Tinggi, m
P	: Tekanan, psia
$\mu$	: Viskositas, cP
$\rho$	: Densitas, kg/m <sup>3</sup>
Q	: Kebutuhan Kalor, kJ/Jam
A	: Luas Penampang, m <sup>2</sup>
V	: Volume, m <sup>3</sup>
T	: Waktu, jam
M	: Massa, kg
R	: Jari- jari, in
P	: <i>Power motor</i> , HP
ID	: Diameter Dalam, in
OD	: Diameter Luar, in
Cp	: Kapasitas Panas, cal / (kg*K)
K	: Konduktivitas termal, Btu/jam ft <sup>2</sup> °F
k	: Konstanta kinetika reaksi, 1/waktu
$\Delta H$	: Entalpi, kJ/Jam

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Perhitungan Reaktor

Lampiran B Perhitungan *Dryer*

Lampiran C *Process Engineering Flow Diagram* (PEFD)

Lampiran D Kartu Konsultasi Bimbingan Prarancangan Pabrik



## ABSTRAK

Pra rancangan pabrik kalsium karbida dengan kapasitas 25.000 ton/tahun dengan bahan baku kalsium oksida dan karbon didirikan untuk memenuhi kebutuhan kalsium karbida untuk dalam negeri maupun luar negeri. Kalsium karbida biasanya digunakan dalam pembuatan gas asetilena, bahan peledak, pupuk kalsium sianamida, dll. Pabrik ini akan didirikan di Cimareme, Bandung, Jawa Barat. Pada proses pembuatan kalsium karbida ( $\text{CaC}_2$ ) dibuat dengan membakar kalsium oksida dan kokas. kalsium oksida dan kokas di homogenkan dan di keringkan di dalam *rotary dryer* setelah itu reaksi berlangsung di dalam *furnace* dengan temperatur  $2100^\circ\text{C}$  dan dengan konversi 95%, dimana *furnace* yang digunakan adalah *Electric Arc Furnace* berbentuk silinder dengan 3 buah elektroda, sebagai pendingin digunakan *carbide chiller*. Hasil studi evaluasi ekonomi menunjukkan bahwa modal investasi pabrik ini sebesar Rp 892.852.712.870,05 dengan biaya produksi sebesar Rp 510.287.178.995,73 dan laba setelah pajak diperkirakan sebesar Rp 69.976.000.383,33. Berdasarkan kondisi operasi dan sifat-sifat bahan baku dan produk, pabrik Kalsium karbida ini tergolong sebagai pabrik resiko rendah. Hasil analisis ekonomi terhadap pabrik ini menunjukkan bahwa *Percent Return On Investment* (ROI) sebelum dan sesudah pajak sebesar 11,96% dan 9,33% dengan *Pay Out Time* (POT) sebelum dan sesudah pajak sebesar 4,55 dan 5,17 tahun, sedangkan *Break Even Point* (BEP), *Shut Down Point* (SDP), dan *Discounted Cash Flow Rate* (DCFR) sebesar 40,03%, 9,94%, dan 19,40%. Dari data analisis kelayakan di atas disimpulkan bahwa pabrik ini menguntungkan dan layak untuk ditinjau lebih lanjut.

Kata kunci: *Electric arc furnace*, kalsium karbida, kalsium oksida, kokas

## ABSTACT

*Preliminary Design of a Calcium Carbide Plant with a capacity of 25,000 tons per year, using calcium oxide and carbon as raw materials, is established to meet the demand for calcium carbide both domestically and internationally. Calcium carbide is commonly used in the production of acetylene gas, explosives, calcium cyanamide fertilizers, and more. The plant is planned to be located in Cimareme, Bandung, West Java. In the process of manufacturing Calcium Carbide ( $\text{CaC}_2$ ), calcium oxide and coke are burned. Calcium oxide and coke are homogenized and dried in a rotary dryer. Subsequently, the reaction takes place inside a cylindrical Electric Arc Furnace with three electrodes at a temperature of  $2100^\circ\text{C}$ , achieving a 95% conversion rate. Carbide chiller are utilized as coolants in this process. The results of the economic evaluation study indicate that the initial investment for this plant amounts to Rp 892.852.712.870,05, with production costs estimated at Rp 510.287.178.995,73, and post-tax profit estimated at Rp 69.976.000.383,33. Based on the operational conditions and the properties of raw materials and products, this Calcium Carbide plant is categorized as having low operational risk. Economic analysis of the plant shows that the Percent Return On Investment (ROI) before and after tax is 11.96% and 9,33%, with Pay Out Time (POT) before and after tax being 4,55 and 5,17 years, respectively. The Break Even Point (BEP), Shut Down Point (SDP), and Discounted Cash Flow Rate (DCFR) are calculated to be 40,03%, 9,94%, and 19,40%, respectively. Based on the feasibility analysis data provided above, it can be concluded that this plant is profitable and merits further consideration.*

*Keywords: Calcium Carbide, Calcium Oxide, Coke, Electric Arc Furnace*

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pada era industri modern saat ini, pengembangan infrastruktur dan peningkatan kebutuhan masyarakat telah mendorong permintaan akan berbagai produk manufaktur. Dalam konteks ini, peran pabrik sebagai pusat produksi menjadi semakin penting. Pra rancangan pabrik memiliki tujuan untuk merencanakan langkah awal dalam mendirikan fasilitas produksi yang efisien, berkelanjutan, dan sesuai dengan standar industri terkini.

Pendirian pabrik bukanlah sekadar pembangunan fisik semata, melainkan suatu proses yang melibatkan analisis mendalam terhadap berbagai faktor. Dari pemilihan lokasi yang strategis hingga pemilihan teknologi produksi yang tepat, setiap langkah harus dirancang dengan seksama. Pra rancangan akan memberikan gambaran awal mengenai berbagai aspek yang harus dipertimbangkan dalam mengembangkan pabrik, termasuk aspek teknis, ekonomi, lingkungan, dan sosial.

Salah satu produk dari pabrik kimia yang memiliki kegunaan yang cukup penting dan peluang yang bagus adalah Kalsium Karbida. Kalsium Karbida adalah senyawa nonorganik dengan rumus kimia  $\text{CaC}_2$ . Kegunaan Kalsium Karbida umumnya digunakan sebagai bahan baku produksi Gas Asetilena, peledak, pupuk kalsium sianamida, pemanfaatan gas etilena di pertanian, dan lain-lain.

Pendirian pabrik Kalsium Karbida di dalam negeri memiliki beberapa keuntungan, yaitu:

1. Dapat memenuhi kebutuhan Kalsium Karbida dalam negeri dan mengurangi impor dari luar negeri.
2. Bahan baku kalsium karbida sangat melimpah di Indonesia.
3. Membuka lapangan kerja untuk masyarakat sehingga diharapkan angka pengangguran dapat menurun.
4. Mendukung perkembangan industri kimia dalam negeri, jadi Indonesia diharapkan dapat menjual berbagai produk jadi, tidak hanya *raw material* yang dari harga lebih murah dibandingkan produk jadi.

## **1.2 Penentuan Kapasitas Pabrik**

Kapasitas pabrik adalah hasil produksi yang dapat diproduksi atau di hasilkan dalam waktu tertentu oleh suatu pabrik. Dalam penentuan kapasitas pabrik Kalsium Karbida ( $\text{CaC}_2$ ) mempertimbangkan beberapa faktor sebagai berikut:

### **1.2.1 Kebutuhan Kalsium Karbida**

Kapasitas pabrik yang telah berdiri di Indonesia

PT Emdeki Utama Tbk, menjadi satu satunya pabrik kalsium karbida di Indonesia dengan kapasitas produksi 50000 ton/tahun.

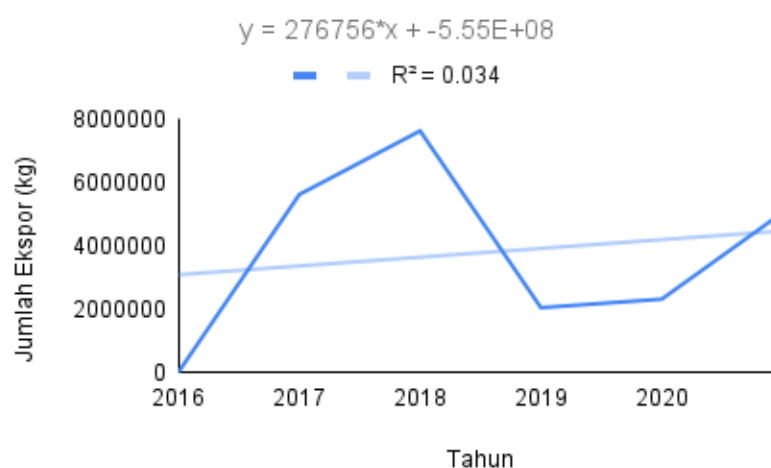
Data ekspor

Berikut adalah data ekspor kalsium karbida yang diambil dari Badan Pusat Statistik.

Tabel 1. 1 Data Ekspor Kalsium Karbida

Tahun	Ekspor (Kg)
2016	20126,5
2017	5628000
2018	7638000
2019	2052000,5
2020	2322005
2021	5058216,5

Dari Tabel 1.1 Data Ekspor Kalsium Karbida dapat disusun grafik untuk mendapatkan persamaan liniernya.



Gambar 1. 1 Grafik Ekspor Kalsium Karbida

Dari Gambar 1.1 Grafik Ekspor Kalsium Karbida maka didapatkan persamaan  $y = 276756x - 5,55E+08$ . Dimana  $y$  merupakan kebutuhan ekspor kalsium karbida di Indonesia dalam Ton/Tahun dan  $x$  merupakan tahun ke-. Dapat dihitung perkiraan nilai ekspor pada 5 tahun berikutnya. Untuk tahun 2026 kapasitas ekspor sebesar 5707656 kg.

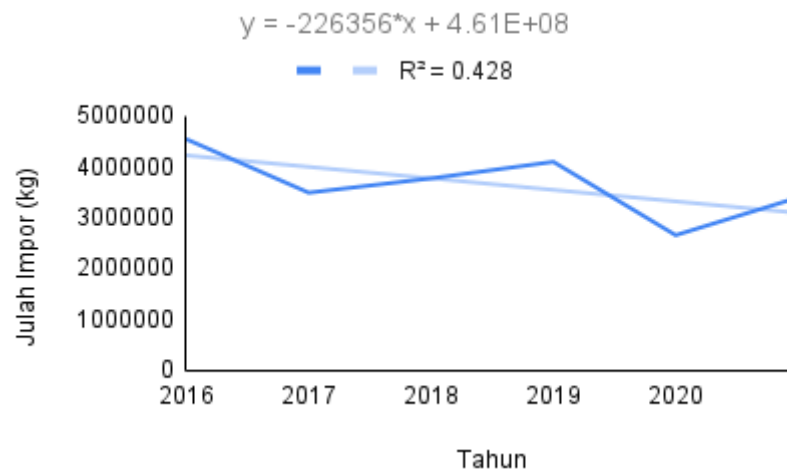
Data impor

Berikut adalah data impor kalsium karbida yang diambil dari Badan Pusat Statistik.

Tabel 1. 2 Data Tabel Impor Kalsium Karbida

Tahun	Impor (Kg)
2016	4538138
2017	3485600
2018	3766845
2019	4092927
2020	2649356
2021	3390179

Dari Tabel 1.2 Data Tabel Impor Kalsium Karbida dapat disusun grafik untuk mendapatkan persamaan liniernya.



Gambar 1. 2 Grafik Impor Kalsium Karbida

Dari Gambar 1.2 Grafik Impor Kalsium Karbida maka didapatkan persamaan  $y = -226356x + 4,61E+08$ . Di mana y merupakan kebutuhan impor

kalsium karbida di Indonesia dalam Ton/Tahun dan x merupakan tahun ke-. Dapat dihitung perkiraan nilai impor pada 5 tahun berikutnya. Untuk tahun 2026 kapasitas impor sebesar 2402744 kg

### 1.2.2 Prediksi Pra rancangan Pabrik Kalsium Karbida

Dengan data di atas dapat diestimasikan kebutuhan impor kalsium karbida pada 5 tahun mendatang di tahun 2026 yang akan datang yaitu sebesar 2402,74 ton/tahun sedangkan untuk ekspor sebesar 5707,65 kg/tahun. Untuk produksi dalam negeri oleh PT Emdeki Utama sebesar 50000 ton/tahun. Dikarenakan peristiwa pandemi covid-19 kegiatan ekspor impor menjadi sangat terpengaruh, maka menimbulkan nilai yang tidak wajar pada grafik yang mengakibatkan nilai bertumbuhan lebih kecil dari yang seharusnya, oleh karena itu nilai  $R^2$  jauh dari 1. Maka pendekatan peluang dirasa kurang cocok.

Data pabrik yang telah berdiri dalam dan luar negeri

Tabel 1. 3 Data Kapasitas Pabrik

Nama Pabrik	Kapasitas
PT Emdeki Utama Tbk	50.000 ton/tahun
Tainjinan Chenyuan Chemical co., Ltd	100.000 ton/tahun
Zhongtai Chemical Salt Co., Ltd.	500.000 ton/tahun
Xinjiang Tianye (Group) Co., Ltd.	100.000 ton/tahun
Carbide Industries LLC	200.000 ton/tahun

Dilihat dari pabrik yang telah berdiri memiliki kapasitas dari 50.000 ton/tahun hingga 500.000 ton/tahun, dengan mempertimbangkan kapasitas terkecil. Digunakan 50% kapasitas terkecil sebagai peluang yang dapat diambil

untuk pabrik yang akan didirikan tahun 2026. Berdasarkan pertimbangan tersebut digunakan 50% kapasitas terkecil atau 25.000 ton/tahun sebagai kapasitas perancangan, hal tersebut di pertimbangkan karena pabrik yang baru berdiri masih perlu kepercayaan dari publik maupun masyarakat sekitar, jika langsung mendirikan pabrik dengan kapasitas yang sama, ditakutkan pabrik tidak mendapatkan pasar tersendiri atau kekurangan demand dan mengalami kapasitas berlebih yang akan membuat produk tidak dapat terjual secara maksimal.

### **1.2.3 Ketersediaan Bahan Baku**

Ketersediaan bahan baku yang stabil dan terjamin menjadi kunci utama untuk menjaga keberlangsungan produksi yang konsisten. Jika bahan baku sulit didapatkan atau pasokannya tidak terjamin, perusahaan pasti akan menghadapi risiko gangguan produksi yang dapat berdampak negatif pada produktivitas dan kemampuan perusahaan untuk memenuhi permintaan pelanggan. Dengan memilih lokasi yang memungkinkan akses mudah dan kontinu ke bahan baku, perusahaan dapat menghindari risiko tersebut. Oleh karena itu dengan pertimbangan diatas, daerah Cimareme menjadi pilihan, karena dekat dengan sumber utama dan termasuk dalam kawasan industri.

Bahan baku yang digunakan dalam proses pembuatan Kalsium Karbida adalah CaO dan C. Untuk bahan baku CaO diperoleh dari PT Indeks Industri Indonesia yang pabriknya terletak di Kecamatan Padalarang, Bandung. Sedangkan untuk C diperoleh dari PT Dynasty Global Venture yang tambang beserta pabriknya terletak di Bengkulu, dan C untuk kebutuhan burner dryer diperoleh dari Chengde Huajing Qingyuan Environmental Protection Technology Co., Ltd. yang terletak di Hebei, Cina.



### 1.3 Tinjauan Pustaka

Dalam metode *Electric Arc Furnace* atau EAF, pembuatan Kalsium Karbida ( $\text{CaC}_2$ ) bermula ketika kedua bahan muatan ( $\text{CaO}$  dan Karbon aktif) dibawa EAF, peralatan utama yang digunakan untuk memproduksi kalsium karbida. Elektroda yang digunakan dalam EAF langsung terbuat dari grafit. Elektroda grafit adalah bentuk elektroda karbon yang disempurnakan dan diperlakukan secara khusus dan memiliki konduktivitas empat kali lipat dibanding karbon biasa. Elektroda ditempatkan dalam casing baja yang akan dimasukkan ke dalam tungku, ketika *raw material* dan elektroda sudah meleleh, elektroda akan dikeluarkan dari casing baja dan akan ikut di konsumsi dalam reaksi. Kalsium karbida cair dikeluarkan dari tungku lalu dibiarkan dingin dan mengeras. Kemudian, kalsium karbida yang telah dipadatkan melewati penghancuran primer oleh *crusher*, diikuti oleh penghancuran sekunder dan penyaringan untuk ukuran. Untuk mencegah bahaya ledakan dari asetilena yang dihasilkan oleh reaksi kalsium karbida dengan kelembaban sekitar, operasi penghancuran dan penyaringan dapat dilakukan baik di lingkungan tanpa udara sebelum kalsium karbida benar-benar dingin, atau di atmosfer *inert*. Produk kalsium karbida digunakan terutama dalam menghasilkan asetilena dan dalam desulfurisasi besi. (U.S. Environmental Protection Agency, 1984) Pada laporan prarancangan pabrik ini, dibandingkan 2 tipe susunan elektroda, yaitu :

#### 1.3.1 *Direct* EAF

Dalam *direct* EAF muatan bertindak sebagai salah satu elektroda dan muatan dipanaskan dengan menghasilkan arc antara elektroda dan muatan. Karena dalam *direct* EAF, *arc* berada dalam kontak langsung dengan muatan dan panas

juga dihasilkan oleh aliran arus melalui muatan itu sendiri, sehingga dapat dipanaskan hingga suhu tertinggi.

Dalam kasus EAF fase tunggal, dua elektroda digunakan secara vertikal ke bawah melalui atap EAF ke permukaan muatan dan dalam EAF tiga fase, tiga elektroda diletakkan di sudut segitiga sama sisi, diproyeksikan pada muatan melalui atap dan tiga *arc* terbentuk. Arus yang melewati muatan mengembangkan medan elektromagnetik dan aksi pengadukan yang diperlukan secara otomatis diperoleh olehnya. Dengan demikian pemanasan seragam diperoleh.

### 1.3.2 *Indirect* EAF

Dalam hal ini *arc* terbentuk antara dua elektroda di atas muatan, dan panas ditransmisikan ke muatan hanya melalui radiasi. Dalam hal ini suhu muatan, lebih rendah dari pada *direct* EAF. Karena dalam tungku ini arus tidak mengalir melalui muatan, tidak ada aksi pengadukan dan tungku harus diguncang secara mekanis. Itu sebabnya tungku terbuat dari bentuk silinder, dengan elektroda diproyeksikan melalui ruang dari setiap ujung dan sepanjang sumbu *horizontal*.

Dengan goyangan ada pencampuran muatan secara menyeluruh. Umur lapisan tahan api juga meningkat karena logam cair bersentuhan dengan lapisan tepi dan menghilangkan sebagian panasnya sehingga mencegahnya mencapai suhu yang berlebihan. Efisiensi meningkat karena muatan dipanaskan tidak hanya oleh radiasi dari *arc* tetapi oleh konduksi dari refraktori yang dipanaskan selama aksi goyang.

Konstruksinya membatasi jumlah elektroda menjadi dua, sehingga diperlukan suplai satu fase. Ukuran tungku dengan demikian dibatasi oleh jumlah beban fase tunggal, yang dapat diambil dari satu titik. *Arc* dihasilkan dengan

membawa elektroda ke kontak padat dan kemudian menariknya. Input daya diatur dengan menyesuaikan panjang *arc* dengan menggerakkan elektroda.

### 1.3.3 Pemilihan Jenis EAF

Tabel 1. 4 Perbandingan Alat

Indikator	<i>Indirect Arc Furnance</i>	<i>Direct Arc Furnance</i>
Arah atau posisi panas <i>arc</i>	Panas tidak langsung dan tidak membentuk bagian dari rangkaian listrik, dikarenakan busur terbakar di atas muatan	Panas dikenakan langsung ke bahan
Refraktori dan bentuk tungku	Dilapisi dengan refraktori dasar, tungku ini terdiri dari cangkang baja berbentuk silinder memanjang	Dilapisi dengan refraktori asam atau basa, tungku ini terdiri dari cangkang baja silinder tegak
Ukuran alat	Ukuran diameter tungku bervariasi antara 4 hingga 10 meter, dengan kapasitas produksi berkisar antara 10 hingga 150 ton per jam. Tinggi tungku biasanya lebih rendah daripada EAF <i>Direct</i> , berkisar antara 6 hingga 12 meter.	Ukuran diameter tungku bervariasi antara 3 hingga 10 meter, dengan kapasitas produksi berkisar antara 20 hingga 200 ton per jam. Tinggi tungku dapat mencapai 12 hingga 20 meter.

Tabel 1.4 (Lanjutan)

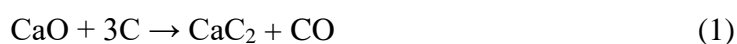
Indikator	<i>Indirect Arc Furnance</i>	<i>Direct Arc Furnance</i>
Suhu	Suhu dalam tungku EAF <i>Indirect</i> dapat mencapai sekitar 1.500 hingga 1.600 derajat Celsius. Namun, suhu dapat turun hingga sekitar 1.300 hingga 1.400 derajat Celsius saat bahan baku tambahan dimasukkan ke dalam tungku untuk pembuatan kalsium karbida.	Suhu dalam tungku EAF <i>Direct</i> dapat mencapai sekitar 1.600 hingga 3.000 derajat Celsius. Namun, suhu dapat turun hingga sekitar 1.400 hingga 1.500 derajat Celsius saat bahan baku tambahan seperti batu kapur dan kokas dimasukkan ke dalam tungku untuk pembuatan kalsium karbida.
Pengadukan bahan	Saat dilakukannya proses, tidak ada aksi pengadukan karena tungku diguncang secara mekanis	Saat dilakukannya proses, arus yang melewati muatan akan mengembangkan medan elektromagnetik. Dengan demikian, pengadukan akan dilakukan secara otomatis
Kapabilitas fase bahan	Unit ini beroperasi pada satu daya fase tunggal	Unit ini beroperasi pada tiga daya fase tegangan tinggi

Dari tinjauan proses di atas maka bisa ditarik kesimpulan bahwa proses yang dipilih adalah pembuatan kalsium karbida dari CaO menggunakan *Direct* EAF dengan faktor pertimbangan yaitu, kapasitas alat yang lebih besar karena jika dibandingkan bentuk *indirect* yang berbentuk silinder memanjang, memiliki suhu yang lebih tinggi, lalu kemudahan pengoperasian dan *maintenance* dikarenakan pengadukan tidak memerlukan motor penggerak tambahan, jadi dari segi kinerja EAF *Direct* memiliki keefektifan lebih tinggi dibandingkan EAF *Indirect*.

## 1.4 Tinjauan Termodinamika dan Kinetika Reaksi

### 1.4.1 Tinjauan Termodinamika

Tinjauan termodinamika bertujuan untuk mengetahui sifat reaksinya eksotermis atau endotermis dan arah reaksinya *reversible* atau *irreversible*. Secara perhitungan untuk menentukan reaksi eksotermis atau endotermis suatu panas reaksi dapat dihitung dengan panas pembentukan standar ( $\Delta H_{298\text{ K}}$ ) pada tekanan 1 atm (Yaws, 1999)



Tabel 1. 5 Perhitungan  $\Delta H^\circ$  reaksi

Senyawa	Mol Reaksi	$\Delta H^\circ_f$	Reaksi
$\text{CaO}_{(s)}$	1 mol	-635,5 kJ/mol	635,5 kJ/mol
$\text{C}_{(g)}$	3 mol	716,68 kJ/mol	-2150,04 kJ/mol
$\text{CaC}_{2(s)}$	1 mol	-59,8 kJ/mol	-59,8 kJ/mol
$\text{CO}_{(g)}$	1 mol	-110,5 kJ/mol	-110,5 kJ/mol
$\Delta H^\circ_{rx}$			-1684,84 kJ/mol

Karena harga  $\Delta H^\circ_{rx}$  bernilai -1684,84 kJ/mol (negatif), maka reaksi ini bersifat eksotermis.

Perhitungan energi bebas gibbs ( $\Delta G^\circ_f$ ) digunakan untuk menentukan arah reaksi kimia apakah spontan atau tidak.  $\Delta G^\circ_f$  bernilai positif (+) menunjukkan bahwa reaksi tersebut tidak dapat berlangsung secara spontan, sehingga dibutuhkan energi tambahan dari luar yang cukup besar. Sedangkan  $\Delta G^\circ_f$  bernilai

negatif (-) menunjukkan bahwa reaksi tersebut dapat berlangsung secara spontan dan hanya sedikit membutuhkan energi.

Tabel 1. 6 Perhitungan  $\Delta G^\circ$  reaksi

Senyawa	Mol Reaksi	$\Delta G^\circ F$	Reaksi
CaO <sub>(s)</sub>	1 mol	-603,3 kJ/mol	603,3 kJ/mol
C <sub>(g)</sub>	3 mol	558,6 kJ/mol	-1675,8 kJ/mol
CaC <sub>2(s)</sub>	1 mol	-64,9 kJ/mol	-64,9 kJ/mol
CO <sub>(g)</sub>	1 mol	-137,16 kJ/mol	-137,16 kJ/mol
$\Delta G^\circ_{rx}$			-1274,56 kJ/mol

Karena harga  $\Delta G^\circ_{rx}$  bernilai -1274,56 kJ/mol (negatif), maka reaksi ini bersifat spontan.

Dari hasil perhitungan dapat diketahui bahwa perubahan energi bebas penguraian pada keadaan standar adalah -1274,56 kJ/mol. Harga konstanta kesetimbangan pada keadaan standar adalah :

$$\begin{aligned} \Delta G^\circ &= -R \cdot T \ln K & (2) \\ -1274,56 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} &= -8,314 \times 10^{-3} \frac{\text{kJ}}{\text{mol.K}} \times 2373 \text{ K} \times \ln K \\ &= \exp \left( \frac{1274,56}{8,314 \times 10^{-3} \times 2373} \right) \\ &= \exp ( 64,6) \\ &= 1,14 \times 10^{28} \end{aligned}$$

Nilai konstanta keseimbangan relatif besar sehingga reaksi bersifat *irreversible* dan reaksinya berjalan searah.

### 1.4.2 Tinjauan Kinetika Reaksi

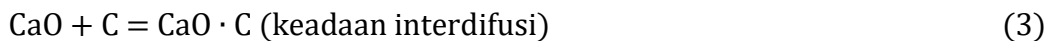
Reaksi pembentukan kalsium karbida adalah sebagai berikut



Suhu operasi EAF adalah 2000°C - 2100°C

Dan tekanan operasinya adalah 1 atm

kalsium karbida dibentuk oleh reaksi berturut-turut sebagai berikut.



$$(1 - \sqrt[3]{1-x})^2 = kt \quad (6)$$

Menurut Hiroaki Tagawa dan Hideo Sugawara yang telah melakukan riset memaparkan kinetika pembentukan kalsium karbida pada reaksi padat kalsium oksida dengan karbon telah diuji dengan menggunakan termobalance pada kisaran suhu 1600°C sampai 1800°C dan pada 50, 100, dan 200 mmHg karbon monoksida. Kurva rasio reaksi vs waktu membentuk parabola di semua percobaan, dan reaksi mengikuti kinetika parabola:  $(1 - \sqrt[3]{1-x})^2 = kt$ . Di sisi lain, dekomposisi kalsium karbida sebagai reaksi berturut-turut terjadi dari permukaan spesimen dan digambarkan sebagai reaksi orde nol. Karena kecepatan reaksi sangat bergantung pada tekanan karbon monoksida, dianggap bahwa laju reaksi diatur oleh proses difusi gas melalui lapisan produk, serta padatan ke lapisan padat dan produk. (Hiroaki dan Hideo, 1963)

Model laju reaksi yang dipertimbangkan dalam laporan ini didasarkan pada hukum laju difusi tiga dimensi, dan dikenal sebagai model dua padatan yang bereaksi. Model ini biasanya digunakan ketika mempertimbangkan kasus di mana

partikel padat yang berbeda bersentuhan satu sama lain dan dipanaskan untuk menghasilkan reaksi kimia. Model ini diberikan oleh

$$[1 - 1(1 - \alpha)^{\frac{1}{3}}]^2 = kt \quad (7)$$

Ini adalah model yang secara tradisional digunakan dalam literatur kalsium karbida untuk menggambarkan sifat kinetik dari pembentukan kalsium karbida. Tagawa dan Sugawara menganggap k sebagai pernyataan laju Arrhenius dari bentuk

$$k = Ae^{-E_a/RT} \quad (8)$$

di mana A adalah faktor pra-eksponensial,  $E_a$  adalah energi aktivasi reaksi, R adalah konstanta gas universal, dan T adalah suhu di mana reaksi berlangsung. Namun, dalam reaksi padat-padat, pernyataan laju Arrhenius ini tidak umum digunakan. Oleh karena itu, nilai k harus diinterpretasikan dengan hati-hati. (Steven dkk, 2014) Namun, model ini mengalami keterbatasan yang hanya memungkinkan reaksi berlangsung dalam satu arah, sehingga tidak memungkinkan terjadinya reaksi balik. Selain itu, juga tidak dapat diperluas ke mekanisme reaksi bertingkat.

Seperti yang disarankan oleh salah satu pengulas, laju reaksi efektif menjadi tiga model sesuai dengan ekspresi laju Arrhenius dengan bentuk:

$$k = Ae^{-\Delta E/T} \quad (9)$$

Tabel 1. 7 Variabel Laju Arrhenius untuk Rentang Suhu Gabungan

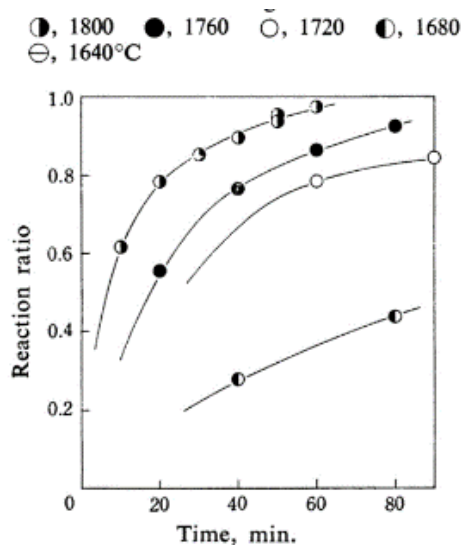
Model	A	$\Delta E$	$\Sigma (\text{error}^2)$
<i>Multistep reaction</i>	$1,14823 \times 10^{15}$	86595	$1,66315 \times 10^{-8}$
<i>Progress variable</i>	$2,07 \times 10^{-3}$	5191,8	$1,15619 \times 10^{-8}$
<i>Two reacting solids</i>	$3,05 \times 10^4$	315852	$1,00197 \times 10^{-5}$



Dengan persamaan 6 dapat dihitung nilai k

Tabel 1. 8 Perhitungan Konstanta Kecepatan Reaksi

Rasio konversi	Waktu (menit)	k (konstanta kecepatan reaksi)
0,95	60	0,00664
0,93	50	0,00691
0,9	40	0,00717
0,83	30	0,00663
0,78	20	0,00785
Rata-rata		0,00704



Gambar 1. 3 Rasio Reaksi (Hiroaki dan Hideo, 1963)

Jadi nilai konstanta kecepatan reaksi adalah 0,007

## BAB II

### PERANCANGAN PRODUK

#### 2.1 Spesifikasi Produk

##### 2.1.1 Kalsium Karbida

Bentuk	: Bongkah
Warna	: Abu-abu gelap
Diameter rata-rata	: 5-10 cm
Kemurnian	: 85% hingga 90%

##### 2.1.2 Karbon Monoksida

Bahan berbentuk gas  
Tidak berbau dan bersifat racun.

#### 2.2 Spesifikasi Bahan Baku dan Bahan Pendukung

##### 2.2.1 Kalsium Oksida

Bentuk	: Bongkah
Diameter rata-rata	: 3-6 cm
Komposisi	: 94% CaO dan 6% MgO
Harga	: Rp 900/kg

##### 2.2.2 Karbon Aktif

Bentuk	: Bongkah
Diameter rata-rata	: 3-6 cm
Komposisi	: 90% C, 0,4% S, 0,03% P, 1,5 % <i>Volatile matter</i> , 2,2% <i>Ash</i> , dan 5,87% H <sub>2</sub> O

Harga

: Rp 3000/kg

### 2.3 Sifat Bahan Baku dan Produk

Tabel 2. 1 Sifat Fisik dan Kimia Bahan Baku dan Produk

Parameter	Bahan Baku		Produk	
	Kalsium Oksida	Karbon Aktif	Kalsium Karbida	Karbon Monoksida
Rumus Molekul	CaO	C	CaC <sub>2</sub>	CO
Fase	Padat	Padat	Padat	gas
Warna	Putih	Hitam	Abu-abu gelap	Tidak berwarna
Bau	Tidak berbau	Tidak berbau	Berbau khas	Tidak berbau
Berat Molekul	56,0774 g/mol	12,011 g/mol	64,099 g/mol	28,0101 g/mol
Titik Lebur	2580 °C	1000 °C	2160 °C	-205 °C
Titik Didih	2850 °C	-	2300 °C	-191,52 °C
Titik kritis	-	-	-	-140,15 °C
Titik nyala api	-	500 °C	-	-
Densitas	3,34 g/cm <sup>3</sup>	2,31 g/cm <sup>3</sup> (20°C)	2,22g/ cm <sup>3</sup> (20°C)	0,97 g/cm <sup>3</sup>
Kelarutan dalam air	1,19 g/L (25 °C), 0,57 g/L (100 °C)	Tidak larut	Larut	Tidak larut

(Sumber : MSDS)

## **2.4 Pengendalian Kualitas**

Dalam kegiatan produksi Kalsium Karbida, diharapkan pabrik dapat menghasilkan produk yang sesuai dengan standar dan jumlah produk yang telah ditetapkan. Unit *Quality Control* (QC) di suatu pabrik sangatlah penting, oleh karena itu pengendalian kualitas di pabrik kalsium karbida ini meliputi pengendalian kualitas bahan baku, pengendalian proses, dan pengendalian kualitas dari produk.

### **2.4.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku**

Bahan baku adalah faktor utama yang pasti akan mempengaruhi suatu proses produksi dan kualitas dari produk yang akan dihasilkan. Pengendalian mutu dari bahan baku bertujuan untuk mengetahui kualitas bahan baku yang akan digunakan, apakah sudah memenuhi spesifikasi yang ditetapkan. Oleh karena itu, dilakukan pengujian kualitas terhadap pada setiap bahan baku yang akan digunakan yaitu Kalsium Oksida dan Kokas. Evaluasi yang digunakan mengacu kepada standar ASM International.

### **2.4.2 Pengendalian Proses**

Pengawasan dan pengendalian jalannya proses dilakukan pengendalian dari *Central Control Room* (CCR) dengan mengandalkan sensor di tiap alat proses. Ketika terjadi penyimpangan dari hal yang telah di tetapkan, contohnya penyimpangan *flowrate*, level, atau temperatur, dapat langsung diketahui dari bunyi alarm. Jika terjadi penyimpangan, unit CCR dapat langsung mengembalikan pada kondisi semula melalui Komputer, jika CCR tidak dapat

mengembalikan ke kondisi semula, unit CCR akan langsung menghubungi pengawas di lapangan.

### **2.4.3 Pengendalian Kualitas Produk**

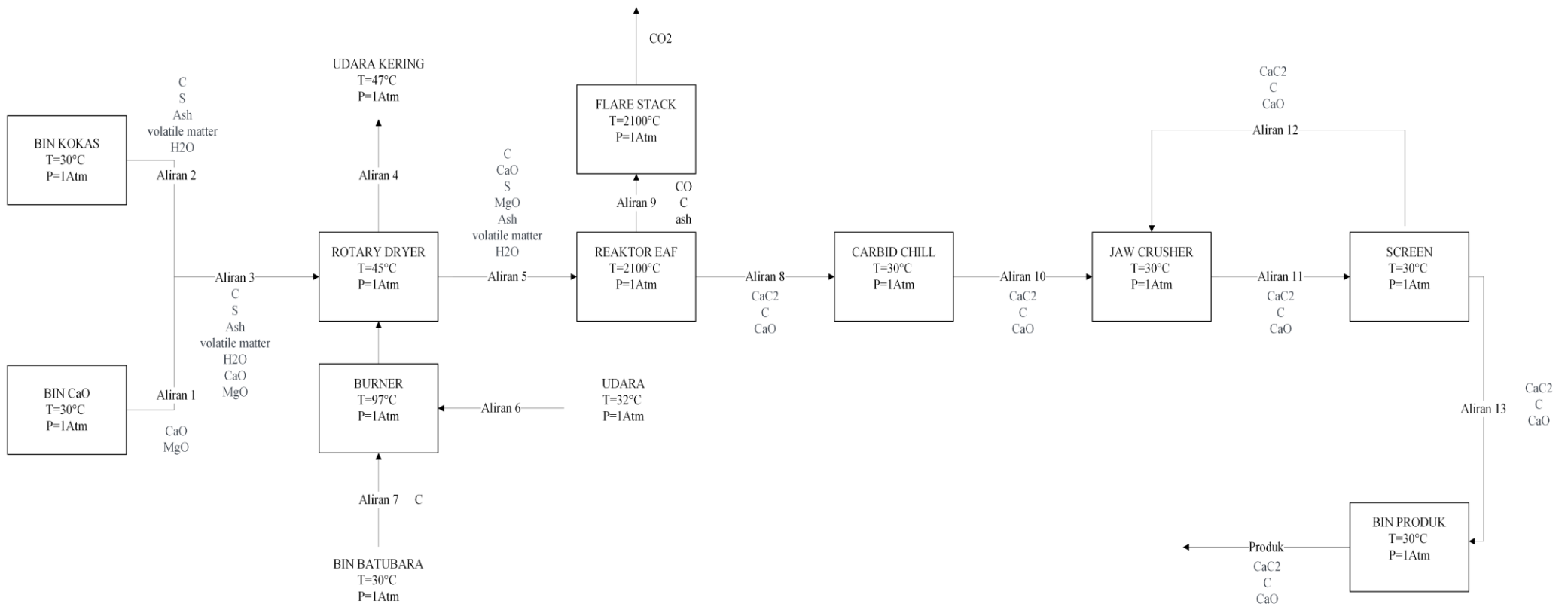
Pengendalian kualitas produk dilakukan untuk memperoleh kualitas produk yang sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Pengendalian kualitas ini harus dilakukan sejak *raw material* sebelum di proses sampai dengan menghasilkan produk. Semua pengawasan mutu tersebut dilakukan di laboratorium dengan cara analisa dan dapat menggunakan alat kontrol untuk memantau proses.

## **BAB III**

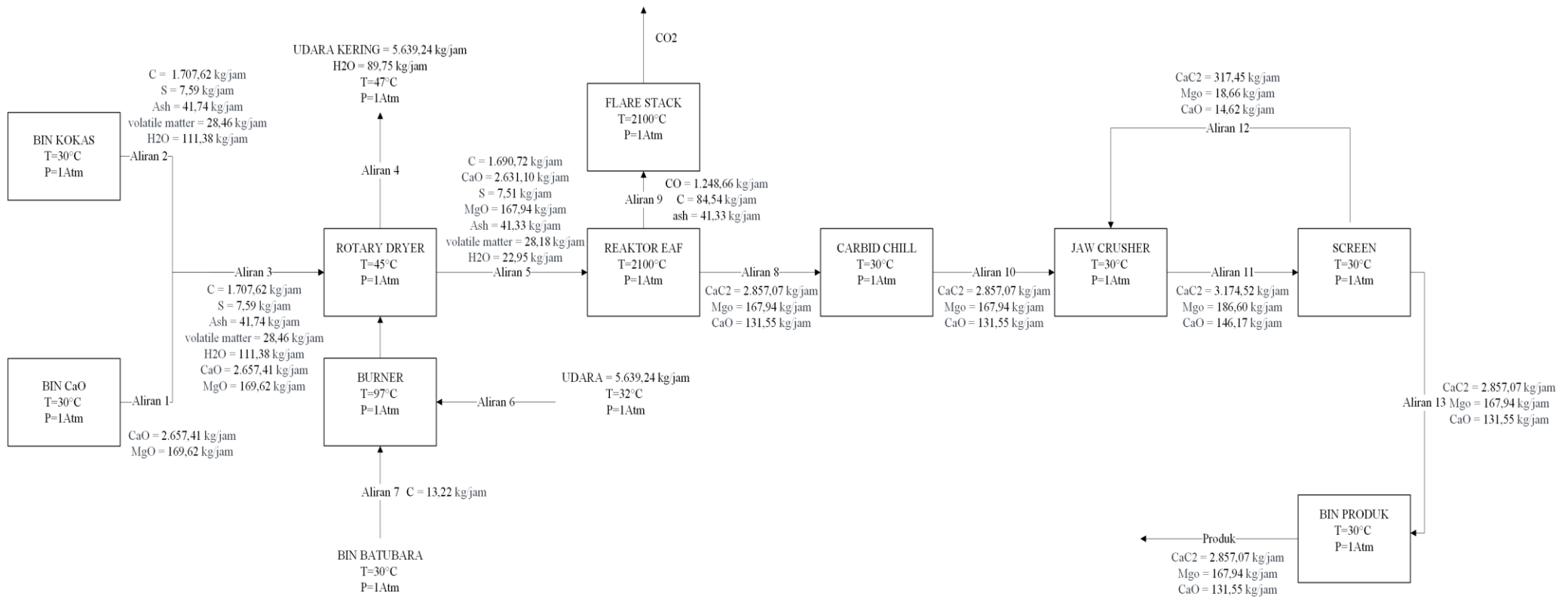
### **PERANCANGAN PROSES**

#### **3.1 Diagram Alir Proses dan Material**

Diagram alir kualitatif akan digunakan untuk pemahaman alur bahan baku dan produk dalam proses, sementara diagram alir kuantitatif akan digunakan untuk memberikan gambaran detail tentang jumlah bahan, energi, dan parameter kunci lainnya yang terlibat dalam operasi pabrik. Dengan pemahaman yang kuat tentang konsep ini, pabrik dapat dirancang dengan lebih baik dan operasinya dapat dioptimalkan.



Gambar 3. 1 Diagram Alir Kualitatif



Gambar 3. 2 Diagram Alir Kuantitatif



## 3.2 Uraian Proses

Produksi Kalsium Karbida dari Kalsium Oksida dan Karbon secara umum dibagi menjadi tahap persiapan bahan baku, reaksi, perubahan ukuran, dan penyimpanan produk.

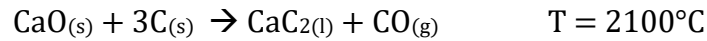
### 3.2.1 Persiapan Bahan Baku

Produksi kalsium karbida dengan kapasitas 25.000 ton/tahun memakai bahan baku kalsium oksida dengan kemurnian 94% dengan impuritis magnesium oksida 6%, dan bahan baku kokas dengan kemurnian karbon 90% dengan impuritis sulfur 0,4%, fosfor 0,03%, *volatile matter* 1,5%, *ash* 2,2%, dan air 5,87%, kedua bahan baku tersebut disimpan di dalam penyimpanan bahan baku dengan *stacking* dengan luas tanah 450m<sup>2</sup> untuk masing-masing bahan dapat menampung kebutuhan selama satu tahun. Bahan baku selanjutnya akan langsung masuk ke dalam BIN (B-01 dan B-02) ketika saatnya proses dengan kondisi suhu 30% dan tekanan 1 atm. Sebelum memasuki *dryer*, bahan baku akan melewati *feeder* terlebih dahulu dan bahan baku akan dibagi sesuai komposisi yang telah ditetapkan. Bahan baku yang telah tercampur akan memasuki *rotary dryer* (DR-01) dan akan dikeringkan, sumber panas dari *dryer* dihasilkan dari pembakaran batu bara yang terdapat di alat *burner* dengan suhu udara panas yang di hasilkan pada 97°C, target kelembaban umpan yang di keringkan sampai kadar kelembaban umpan sekitar 0,5%.

### 3.2.2 Reaksi

Kalsium oksida dan kokas yang telah keluar *rotary dryer* (DR-01) akan langsung di angkut menuju *Electric Arc Furnace* (EAF-01) menggunakan *bucket*

*elevator* (BE-02). EAF-01 menggunakan tipe EAF *direct*, jadi elektroda bersentuhan langsung dengan bahan. Di dalam EAF-01 terjadi reaksi pembentukan kalsium karbida ( $\text{CaC}_2$ ) yaitu sebagai berikut:



Kalsium karbida ( $\text{CaC}_2$ ) yang keluar dari EAF-01 akan masuk ke *carbide chiller* (CC-01) yang kemudian akan dilakukan proses pendinginan, proses pendinginan dilakukan dengan cara mendinginkan kalsium karbida pada suhu ruang selama sekitar 24 jam. Pendinginan pada *carbide chiller* merupakan pendinginan lambat, ini dipilih karena untuk menjaga kualitas dan menghindari terbentuknya gas asetilen selama proses pendinginan.

### 3.2.3 Pengubahan Ukuran

Kalsium karbida yang telah melakukan proses pendinginan selama kurang lebih 24 jam akan diperkecil ukurannya menggunakan *jaw crusher* (JC-01), pengecilan ukuran akan dilakukan hingga ukuran menjadi 2 inci (sekitar 5 cm). Kalsium karbida yang keluar dari JC-01 akan masuk ke dalam *rotary screen* (SC-01) untuk dilakukan pemisahan ukuran. Kalsium karbida yang berukuran lebih kecil atau sama dengan 2 inci akan melewati lubang ayakan yang kemudian akan di tampung ke dalam bin (B-03), sedangkan ukuran yang lebih besar dari 2 inci akan melakukan *recycle* dan akan memasuki kembali hingga ukuran kalsium karbida lebih kecil atau sama dengan 2 inci.

### 3.2.4 Penyimpanan Produk

Produk kalsium karbida yang telah melewati semua proses dan tersimpan dalam B-03 akan segera dikemas dengan kemasan produk berupa barel atau drum

yang terbuat dari besi dan produk akan disimpan dalam gudang penyimpanan produk.

### 3.3 Spesifikasi Alat

#### 3.3.1 Reaktor (*Electric Arc Furnace*)

##### Spesifikasi umum

Kode	: EAF-01
Fungsi	: Untuk mereaksikan Kalsium Okasida (CaO) dengan Karbon (C) menjadi Kalsium Karbida (CaC <sub>2</sub> )
Jenis/Tipe	: <i>Direct Electric Arc Furnace</i>
Mode Operasi	: Kontinyu
Jumlah	: 1
Harga, Rp	: Rp13.854.383.460,23

##### Kondisi Operasi

Suhu, °C	: 2100°C
Tekanan, atm	: 1 atm
Kondisi Proses	: Isobarik

##### Konstruksi dan Material

Bahan konstruksi	: <i>Zirconia, Carbon Steel</i>
Diameter (ID) <i>shell</i> , m	: 3,4226 m
Tebal <i>shell</i> , in	: 1,5921 in ( <i>Zirconia</i> 0,2699 in; <i>Carbon Steel</i> 1,3221 in)
Tinggi, m	: 0,8556 m

Jenis *head* : *Torispherical dished head*

### **Insulasi**

Bahan : *Nitrit bounded silicon carbide*

Konduktivitas panas, W/m.K : 16

Tebal isolasi, cm : 54,765 cm

### **Spesifikasi khusus**

Daya elektrik, kWh : 4563,19 kWh (120 volt, 38026,59 A)

Jenis elektroda : Elektroda Grafit berlapis-Tungsten

Jumlah elektroda : 3

Panjang elektroda total, m : 6,6348 m

Panjang elektroda dalam *furnace*, m : 0,5 m

Diameter elektroda, m : 0,6635 m

Spacing : 5 ft

## **3.3.2 Spesifikasi Alat Proses**

### **3.3.2.1 Dryer**

Kode : DR-01

Fungsi : Untuk mengurangi kelembaban pada bahan Kalsium oksida dan Karbon.

Jenis/Tipe : *Rotary dryer*

Jumlah : 1

Harga, Rp : Rp 3.209.463.955,88

### **Kondisi operasi**

Tekanan, atm : 1 atm

Suhu udara panas, °C	: 97°C
Suhu udara keluar, °C	: 47°C
Suhu bola basah dalam <i>dryer</i> , °C	: 39,2°C

### **Spesifikasi**

Diameter, m	: 1,69 m
Panjang, m	: 13,53 m
Jumlah <i>Flight</i>	: 14
Luas permukaan, ft <sup>2</sup>	: 24,13 ft <sup>2</sup>
<i>Slope</i> , cm/m	: 4 cm/m
Waktu tinggal, menit	: 12,76 menit
Putaran, rpm	: 4,51 rpm
Daya, HP	: 28,83 HP

### **3.3.2.2 Crusher**

Kode	: JC-01
Fungsi	: Untuk mengecilkan ukuran produk Kalsium karbida menjadi dibawah 2 in.
Jenis/Tipe	: <i>Blake jaw crusher - big bite 95</i>
Jumlah	: 1
Harga, Rp	: Rp 1.985.880.495,70

### **Kondisi operasi**

Tekanan, atm	: 1 atm
Suhu, °C	: 30°C

### **Spesifikasi**

Kapasitas, ton/jam	: 70 ton/jam
--------------------	--------------

*Feed opening*, in : 24 x 36 in

Kecepatan putaran, rpm : 390 rpm

*Closed seting*, in : 2 in

Daya, Hp : 30 Hp

### **3.3.2.3 Screener**

Kode : SC-01

Fungsi : Untuk Memisahkan produk yang berukuran diatas 2 in.

Jenis/Tipe : *Trommel*

Jumlah : 1

Harga, Rp : Rp 361.212.733,04

### **Kondisi operasi**

Tekanan, atm : 1 atm

Suhu, °C : 30°C

### **Spesifikasi**

Kapasitas, ton/jam : 3,5 ton /jam

*Opening area*, in : 2 in

Luas area *screen*, ft<sup>2</sup> : 2,826 ft<sup>2</sup>

Daya, Hp : 10 Hp

### 3.3.3 Spesifikasi Tangki Penyimpanan

#### 3.3.3.1 Tangki Penyimpanan

Tabel 3. 1 Spesifikasi Tangki Penyimpanan

Kode	: B-02	: B-01	: B-04	: B-03
Fungsi	: Menyimpan bahan baku Kalsium oksida (CaO)	: Menyimpan bahan baku Batubara antrasit kalsin (C)	: Menyimpan bahan bakar coal (C)	: Menyimpan Produk kalsium karbida (CaC <sub>2</sub> ) sementara
Kode	: B-02	: B-01	: B-04	: B-03
Waktu Tinggal	: 24 jam	: 24 jam	: 55 jam	: 24 jam
Fasa	: Padat	: Padat	: Padat	: Padat
Jenis/Tipe	: Bin	: Bin	: Bin	: Bin
Jumlah	: 1	: 1	: 1	: 1
Kondisi operasi	Tekanan: 1 atm Suhu: 30°C	Tekanan: 1 atm Suhu: 30°C	Tekanan: 1 atm Suhu: 30°C	Tekanan: 1 atm Suhu: 30°C
Spesifikasi	Material : <i>Carbon steel</i> Volume : 84,713 m <sup>3</sup> Diameter silinder : 3,590 m Tinggi total : 9,197 m Kemiringan <i>conical</i> : 45° Diameter <i>conical</i> : 0,897 m Tinggi <i>conical</i>	Material : <i>Carbon steel</i> Volume : 69,490 m <sup>3</sup> Diameter silinder : 3,361 m Tinggi total : 8,603 m Kemiringan <i>conical</i> : 45° Diameter <i>conical</i> : 0,840 m Tinggi <i>conical</i>	Material : <i>Carbon steel</i> Volume : 22,653 m <sup>3</sup> Diameter silinder : 2,313 m Tinggi total : 5,912 m Kemiringan <i>conical</i> : 45° Diameter <i>conical</i> : 0,578 m Tinggi <i>conical</i>	Material : <i>Carbon steel</i> Volume : 65,029 m <sup>3</sup> Diameter silinder : 3,287 m Tinggi total : 8,388 m Kemiringan <i>conical</i> : 45° Diameter <i>conical</i> : 0,821 m Tinggi <i>conical</i>

Kode	: B-02	: B-01	: B-04	: B-03
Spesifikasi (Lanjutan)	: 1,346 m Diameter umpan	: 1,260 m Diameter umpan	: 0,867 m Diameter umpan	: 1,232 m Diameter umpan
	: 1,795 m Tinggi <i>head</i>	: 1,680 m Tinggi <i>head</i>	: 1,156 m Tinggi <i>head</i>	: 1,643 m Tinggi <i>head</i>
	: 0,670 m Tebal silinder	: 0,621 m Tebal silinder	: 0,419 m Tebal silinder	: 0,581 m Tebal silinder
	: 7/16 in	: 7/16 in	: 3/8 in	: 7/16 in
Harga	Rp457.930.896,53	Rp501.355.378,10	Rp272.389.929,83	Rp444.114.016,04

### 3.3.3.2 Hopper

Tabel 3. 2 Spesifikasi Hopper

Kode	: H-01	: H-03	: H-02
Fungsi	: Untuk membantu memasukkan bahan ke <i>Dryer</i>	: Untuk membantu memasukkan bahan ke EAF	: Untuk membantu memasukkan bahan ke <i>Crusher</i>
Waktu Tinggal	: 1,1 jam	: 1,1 jam	: 1,1 jam
Fasa	: Padat	: Padat	: Padat
Jenis/Tipe	: <i>Conical hopper</i>	: <i>Conical hopper</i>	: <i>Conical hopper</i>
Jumlah	: 1	: 1	: 1
Kondisi operasi	Tekanan: 1 atm Suhu: 30°C	Tekanan: 1 atm Suhu: 30°C	Tekanan: 1 atm Suhu: 30°C
Spesifikasi	Material : <i>Carbon steel</i>	Material : <i>Carbon steel</i>	Material : <i>Carbon steel</i>
	Volume : 6,363 m <sup>3</sup>	Volume : 6,363 m <sup>3</sup>	Volume : 0,301 m <sup>3</sup>
	Kemiringan <i>conical</i> : 45°	Kemiringan <i>conical</i> : 45°	Kemiringan <i>conical</i> : 45°
	Diameter silinder	Diameter silinder	Diameter silinder



Kode	: H-01	: H-03	: H-02
Spesifikasi (Lanjutan)	: 3,667 m	: 3,667 m	: 1,326 m
	Diameter ujung kronis	Diameter ujung kronis	Diameter ujung kronis
	: 0,9168 m	: 0,9168 m	: 0,331 m
	Tinggi total	Tinggi total	Tinggi total
	: 1,375 m	: 1,375 m	: 0,497 m
Tebal silinder	Tebal silinder	Tebal silinder	
: 3/8 in	: 3/8 in	: 3/8 in	

### 3.3.4 Spesifikasi Alat Transportasi Bahan

#### 3.3.4.1 *Belt Conveyor*

Tabel 3. 3 Spesifikasi *Belt Conveyor*

Kode	: BC-01	: BC-02	: BC-03	: BC-04	: BC-05
Fungsi	: Untuk mengangkut bahan dari B-01 dan B-02 menuju BE-01.	: Untuk mengangkut bahan dari DR-01 menuju BE-02.	: Untuk mengangkut bahan dari JC-01 menuju SC-01.	: Untuk mengangkut bahan dari SC-01 menuju BE-03.	: Untuk mengangkut bahan dari SC-01 menuju H-02.
Fasa	: Padat	: Padat	: Padat	: Padat	: Padat
Jenis/Tipe	: <i>Belt Conveyor – Troughed Belt</i>	: <i>Belt Conveyor – Troughed Belt</i>	: <i>Belt Conveyor – Troughed Belt</i>	: <i>Belt Conveyor – Troughed Belt</i>	: <i>Belt Conveyor – Troughed Belt</i>
Jumlah	: 1	: 1	: 1	: 1	: 1
Kondisi operasi	Tekanan: 1 atm Suhu: 30°C	Tekanan: 1 atm Suhu: 30°C	Tekanan: 1 atm Suhu: 30°C	Tekanan: 1 atm Suhu: 30°C	Tekanan: 1 atm Suhu: 30°C

Tabel 3.3 (Lanjutan)

	: BC-01	: BC-02	: BC-03	: BC-04	: BC-05
S pesifikasi	<i>Capacity per</i> 100 lb/ft <sup>3</sup>	<i>Capacity per</i> 100 lb/ft <sup>3</sup>	<i>Capacity per</i> 100 lb/ft <sup>3</sup>	<i>Capacity per</i> 100 lb/ft <sup>3</sup>	<i>Capacity per</i> 100 lb/ft <sup>3</sup>
	: 60-200 ton/jam	: 60-200 ton/jam	: 60-200 ton/jam	: 60-200 ton/jam	: 60-200 ton/jam
	<i>Speed</i>	<i>Speed</i>	<i>Speed</i>	<i>Speed</i>	<i>Speed</i>
	: 30-100 m/min	: 30-100 m/min	: 30-100 m/min	: 30-100 m/min	: 30-100 m/min
	<i>Motor Power</i>	<i>Motor Power</i>	<i>Motor Power</i>	<i>Motor Power</i>	<i>Motor Power</i>
	: 3,2 Hp	: 3,2 Hp	: 3,2 Hp	: 3,2 Hp	: 3,2 Hp
Kode	: BC-01	: BC-02	: BC-03	: BC-04	: BC-05
Dimensi	<i>Belt width</i>	<i>Belt width</i>	<i>Belt width</i>	<i>Belt width</i>	<i>Belt width</i>
	: 20 in	: 20 in	: 20 in	: 20 in	: 20 in
	<i>Cross-sectional area of load</i>	<i>Cross-sectional area of load</i>	<i>Cross-sectional area of load</i>	<i>Cross-sectional area of load</i>	<i>Cross-sectional area of load</i>
	: 0,22 ft <sup>2</sup>	: 0,22 ft <sup>2</sup>	: 0,22 ft <sup>2</sup>	: 0,22 ft <sup>2</sup>	: 0,22 ft <sup>2</sup>
	<i>Belt plies</i>	<i>Belt plies</i>	<i>Belt plies</i>	<i>Belt plies</i>	<i>Belt plies</i>
	: 4-6	: 4-6	: 4-6	: 4-6	: 4-6
	<i>Maximum lump size</i>	<i>Maximum lump size</i>	<i>Maximum lump size</i>	<i>Maximum lump size</i>	<i>Maximum lump size</i>
: 3,5 in	: 3,5 in	: 3,5 in	: 3,5 in	: 3,5 in	
<i>Panjang belt</i>	<i>Panjang belt</i>	<i>Panjang belt</i>	<i>Panjang belt</i>	<i>Panjang belt</i>	
	: 32 ft	: 40 ft	: 20 ft	: 20 ft	: 40 ft

Tabel 3. 3 (Lanjutan)

Harga	: BC-01	: BC-02	: BC-03	: BC-04	: BC-05
	Rp300.023 .690,83	Rp377.003 .453,61	Rp187.514 .806,77	Rp187.514 .806,77	Rp377.003 .453,61

### 3.3.4.2 Bucket Elevator

Tabel 3. 4 Spesifikasi *Bucket Elevator*

Kode	: BE-01	: BE-02	: BE-03
Fungsi	: Untuk memindahkan bahan secara vertikal dari BC-01 menuju H-01.	: Untuk memindahkan bahan secara vertikal dari BC-02 menuju H-03.	: Untuk memindahkan bahan secara vertikal dari BC-03 menuju H-02.
Fasa	: Padat	: Padat	: Padat
Kode	: BE-01	: BE-02	: BE-03
Jenis/Tipe	: <i>Bucket Elevator – Centrifugal-discharge Bucket</i>	: <i>Bucket Elevator – Centrifugal-discharge Bucket</i>	: <i>Bucket Elevator – Centrifugal-discharge Bucket</i>
Jumlah	: 1	: 1	: 1
Kondisi operasi	Tekanan: 1 atm Suhu: 30°C	Tekanan: 1 atm Suhu: 30°C	Tekanan: 1 atm Suhu: 30°C

Tabel 3. 4 (Lanjutan)

	: BE-01	: BE-02	: BE-03
Spesifikasi	<i>Capacity, ton/jam</i> : 150 ton/jam	<i>Capacity, ton/jam</i> : 150 ton/jam	<i>Capacity, ton/jam</i> : 150 ton/jam
	<i>Speed</i> : 91,4 m/min	<i>Speed</i> : 91,4 m/min	<i>Speed</i> : 91,4 m/min
	<i>Putaran head shaft</i> : 38 r/min	<i>Putaran head shaft</i> : 38 r/min	<i>Putaran head shaft</i> : 38 r/min
	<i>Motor Power</i> : 8,5 Hp (+0,165 Hp/ft, over 25 ft)	<i>Motor Power</i> : 8,5 Hp (+0,165 Hp/ft, over 25 ft)	<i>Motor Power</i> : 8,5 Hp (+0,165 Hp/ft, over 25 ft)
	<i>Size of bucket</i> : 16 x 8 x 8a in	<i>Size of bucket</i> : 16 x 8 x 8a in	<i>Size of bucket</i> : 16 x 8 x 8a in
	<i>Bucket spacing: 18 in</i>	<i>Bucket spacing: 18 in</i>	<i>Bucket spacing: 18 in</i>
	<i>Belt width: 18 in</i>	<i>Belt width: 18 in</i>	<i>Belt width: 18 in</i>
Dimensi	<i>Elevator center: 25 ft</i>	<i>Elevator center: 25 ft</i>	<i>Elevator center: 25 ft</i>
	Tinggi elevator: 15 ft	Tinggi elevator: 35 ft	Tinggi elevator: 30 ft
Harga	Rp296.076.010,69	Rp485.564.657,53	Rp436.218.655,75

### 3.3.4.3 Fan dryer

Kode : F-01

Fungsi : Untuk mengalirkan udara keluar dari  
*dryer*

Fasa : Gas

Jumlah	: 1
Jenis/Tipe	: <i>Centrifugal</i>
Bahan	: <i>Carbon steel</i>
<b>Kondisi operasi</b>	
Tekanan, atm	: 1 atm
Suhu °C	: 47°C
Daya, Hp	: 9,32 Hp
Harga	: Rp 150.011.845,42

#### **3.3.4.4 Blower dryer**

Kode	: BL-01
Fungsi	: Untuk mengalirkan udara masuk menuju <i>dryer</i>
Fasa	: Gas
Jumlah	: 1
Jenis/Tipe	: <i>Centrifugal</i>
Bahan	: <i>Carbon steel</i>
<b>Kondisi operasi</b>	
Tekanan, atm	: 1 atm
Suhu °C	: 30°C
Daya, Hp	: 8,64 Hp
Harga	: Rp 140.142.645,06

#### **3.3.5 Spesifikasi Alat Penukar Panas**

##### **3.3.5.1 Carbide chiller**

Kode	: CC-01
------	---------

Fungsi	: Untuk menampung produk dari EAF-01 dan mendinginkannya
Fasa	: Padat
Jenis/Tipe	: <i>Cart</i>
Jumlah	: 125
Bahan	: <i>Carbon steel</i> , AISI 1020

### **Kondisi operasi**

Tekanan, atm	: 1 atm
Suhu °C	: 2100-32°C

### **Spesifikasi**

<i>Capacity</i> , ft <sup>3</sup>	: 19,31 ft <sup>3</sup>
Jumlah <i>Carbide Chiller</i> perjam; total	: 5; 125

### **Dimensi**

Panjang, m	: 1,35 m
Lebar, m	: 1,9 m
Tinggi, m	: 0,45
Harga	: Rp 54.280.601.959,86

### **3.3.5.2 Flare stack**

Kode	: FS-01
Fungsi	: Untuk membakar gas CO menjadi CO <sub>2</sub> sebelum keluar ke udara
Fasa	: Gas
Jenis/Tipe	: <i>Guy-supported elevated flare</i>
Jumlah	: 1

**Kondisi operasi**

Tekanan, atm : 1 atm

Suhu °C : 2100 °C

**Spesifikasi***Capacity*, ft<sup>3</sup>/sec : 107,916 ft<sup>3</sup>/sec**Dimensi**

Tinggi, m : 104,620 m

Diameter, m : 0,797 m

Harga : Rp 6.316.288.228,06

**3.4 Neraca Massa Total**

Tabel 3. 5 Neraca Massa Total

Komponen	BM	Masuk (Kg/Jam)	Keluar (Kg/Jam)
CaO	56,07	2657,411	157,866
MgO	40,30	169,622	169,622
C	12,01	1720,842	101,443
S	32,00	7,648	7,648
P	31,00	0,574	0,574
volatile matter	0,00	28,622	28,622
ash	0,00	41,977	41,977
H <sub>2</sub> O	18,00	232,407	232,407
CaC <sub>2</sub>	64,09	0,000	2857,068
CO <sub>2</sub>	0,00	0,000	48,463
CO	28,01	0,000	1248,658
Udara	28,96	5639,240	5603,994
Total		10498,341	10498,341

### 3.4.1 Pencampuran Bahan Baku Pada *Conveyor* (BC-01)

Tabel 3. 6 Neraca Massa *Conveyor*

Komponen	Masuk (Kg/Jam)		Keluar (Kg/Jam)
	Aliran 1	Aliran 2	Aliran 3
CaO	2657,411	0,000	2657,411
MgO	169,622	0,000	169,622
C	0,000	1707,624	1707,624
S	0,000	7,589	7,589
P	0,000	0,569	0,569
<i>Volatile matter</i>	0,000	28,460	28,460
<i>Ash</i>	0,000	41,742	41,742
H <sub>2</sub> O	0,000	111,375	111,375
Total	4724,393		4724,393

### 3.4.2 *Dryer* (DR-01)

Tabel 3. 7 Neraca Massa *Dryer*

Komponen	Masuk (Kg/Jam)		Keluar (Kg/Jam)	
	Aliran 3	Aliran 10	Aliran 4	Aliran 5
CaO	2657,411	0,000	26,311	2631,100
MgO	169,622	0,000	1,679	167,943
C	1707,624	0,000	16,907	1690,717
S	7,589	0,059	0,134	7,514
P	0,569	0,004	0,010	0,564
volatile matter	28,460	0,162	0,443	28,179
ash	41,742	0,235	0,648	41,329
H <sub>2</sub> O	111,375	121,032	209,455	22,952
CO <sub>2</sub>	0,000	48,463	48,463	0,000
Udara	0,000	5603,994	5603,994	0,000
Total	10498,341		10498,341	



### 3.4.3 Electric Arc Furnace (EAF-01)

Tabel 3. 8 Neraca Massa *Electric Arc Furnace*

Komponen	Masuk (Kg/Jam)	Keluar (Kg/Jam)	
	Aliran 5	Aliran 11	Aliran 12
CaO	2631,100	131,555	0,000
MgO	167,943	167,943	0,000
C	1690,717	0,000	84,536
S	7,514	0,000	7,514
P	0,564	0,000	0,564
<i>volatile matter</i>	28,179	0,000	28,179
<i>ash</i>	41,329	0,000	41,329
H <sub>2</sub> O	22,952	0,000	22,952
CaC <sub>2</sub>	0,000	2857,068	0,000
CO	0,000	0,000	1248,658
Total	4590,296	4590,296	

### 3.4.4 Carbide Chiller (CC-01)

Tabel 3. 9 Neraca Massa *Carbide Chiller*

Komponen	Masuk (Kg/Jam)	Keluar (Kg/Jam)
	Aliran 11	Aliran 13
CaO	131,555	131,555
MgO	167,943	167,943
CaC <sub>2</sub>	2857,068	2857,068
Total	3156,566	3156,566

### 3.4.5 Jaw Crusher (JC-01)

Tabel 3. 10 Neraca Massa *Crusher*

Komponen	Masuk (Kg/Jam)		Keluar (Kg/Jam)
	Aliran 13	Aliran 15	Aliran 14
CaO	131,555	14,617	146,172
MgO	167,943	18,660	186,603
CaC <sub>2</sub>	2857,068	317,452	3174,520
Total	3507,295		3507,295

### 3.4.6 Screener (SC-01)

Tabel 3. 11 Neraca Massa *Screener*

Komponen	Masuk (Kg/Jam)	Keluar (Kg/Jam)	
	Aliran 14	Aliran 15	Aliran 16
CaO	146,172	14,617	131,555
MgO	186,603	18,660	167,943
CaC <sub>2</sub>	3174,520	317,452	2857,068
Total	3507,295	3507,295	

## 3.5 Neraca Panas

### 3.5.1 Dryer (DR-01)

Tabel 3. 12 Neraca Panas *Dryer*

Komponen	Masuk	Keluar
	$\Delta H_{in}$ (kJ/jam)	$\Delta H_{out}$ (kJ/jam)
H sensibel Bahan baku	19602,496	-
H sensibel Produk <i>Dryer</i>	-	81882,719
Q penguapan air	-	214435,935
Q udara pemanas	276716,158	-
Total	296318,654	296318,654

### 3.5.2 *Electric Arc Furnace (EAF-01)*

Tabel 3. 13 Neraca Panas *Electric Arc Furnace*

Komponen	Masuk	Keluar
	$\Delta H_{in}$ (kJ/jam)	$\Delta H_{out}$ (kJ/jam)
H umpan EAF	83251,383	-
H produk EAF	-	9765975,211
Q gas keluar	-	4389654,081
Q reaksi	-	22404,842
Q pemanas	14094782,751	-
Total	14178034,134	14178034,134

### 3.5.3 *Carbide Chiller (CC-01)*

Tabel 3. 14 Neraca Panas *Carbide Chiller*

Komponen	Masuk	Keluar
	$\Delta H_{in}$ (kJ/jam)	$\Delta H_{out}$ (kJ/jam)
H produk panas	9735412,776	-
H produk dingin	-	17115,776
Q pendinginan atmosfer	-	9718296,999
Total	9735412,776	9735412,776

## BAB IV

### PERARANCANGAN PABRIK

#### 4.1 Lokasi Pabrik

Penentuan lokasi pabrik yang tepat dapat membantu memaksimalkan keuntungan perusahaan. Meskipun penentuan lokasi pabrik hanya salah satu faktor yang mempengaruhi keuntungan perusahaan, pemilihan yang tepat dapat memberikan keuntungan kompetitif dan kontribusi positif terhadap pertumbuhan dan profitabilitas perusahaan. Oleh karena itu untuk mencapai keuntungan tersebut ada beberapa faktor primer dan sekunder yang harus diperhatikan, contohnya seperti ketersediaan bahan baku, transportasi, tenaga kerja yang memadai, perizinan, kondisi lingkungan, dan lain-lain.

Dengan mempertimbangkan faktor-faktor diatas, Pabrik Kalsium Karbida dengan kapasitas 25.000 Ton/Tahun ini direncanakan berdiri di Kawasan Industri Cimareme, Bandung, Jawa Barat, Indonesia.



Gambar 4. 1 Lokasi Pabrik

#### 4.1.1 Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik

##### a. Ketersediaan bahan baku

Ketersediaan bahan baku yang stabil dan terjamin menjadi kunci utama untuk menjaga keberlangsungan produksi yang konsisten. Jika bahan baku sulit didapatkan atau pasokannya tidak terjamin, perusahaan pasti akan menghadapi risiko gangguan produksi yang dapat berdampak negatif pada produktivitas dan kemampuan perusahaan untuk memenuhi permintaan pelanggan. Dengan memilih lokasi yang memungkinkan akses mudah dan kontinu ke bahan baku, perusahaan dapat menghindari risiko tersebut. Oleh karena itu dengan pertimbangan diatas, daerah Cimareme menjadi pilihan, karena dekat dengan sumber utama dan termasuk dalam kawasan industri.

Bahan baku yang digunakan dalam proses pembuatan Kalsium Karbida adalah CaO dan C. Untuk bahan baku CaO diperoleh dari PT Indeks Industri Indonesia yang pabriknya terletak di Kecamatan Padalarang, Bandung. Sedangkan untuk C diperoleh dari PT Dynasty Global Venture yang tambang beserta pabriknya terletak di Bengkulu, dan C untuk kebutuhan *burner dryer* diperoleh dari Chengde Huajing Qingyuan Environmental Protection Technology Co., Ltd. yang terletak di Hebei, Cina.

##### b. Sarana transportasi

Sarana transportasi sangatlah penting, dikarenakan akan mempengaruhi banyak faktor jika sarana transportasi tidak memadai, hal yang akan berpengaruh adalah pasokan bahan baku akan terganggu jika akses transportasi sulit, dikarenakan Pabrik membutuhkan pasokan bahan baku yang stabil dan tepat waktu untuk menjalankan operasionalnya. Lalu Distribusi produk akan terganggu,

Distribusi yang efisien dan tepat waktu melalui transportasi yang baik pasti akan meningkatkan kepuasan pelanggan atau mitra bisnis, meningkatkan reputasi perusahaan, dan dapat memperluas pangsa pasar. Tidak hanya itu, mobilitas tenaga kerja akan terganggu, transportasi yang baik memungkinkan tenaga kerja mencapai pabrik dengan mudah dan tepat waktu, ketika akses transportasi sulit bisa jadi para tenaga kerja akan sering stres yang mengakibatkan turunnya kinerja saat bekerja. Dipilihnya lokasi Cimareme, Bandung karena akses transportasi sangat memadai baik darat maupun laut, seperti ada jalan tol, kereta api, dan beberapa pelabuhan di sekitar Bandung untuk akses ekspor maupun impor.

c. Target pemasaran

Pabrik kalsium karbida akan di distribusikan ke dalam negeri maupun luar negeri, produk kalsium karbida akan di distribusikan langsung kepada pabrik-pabrik yang membutuhkan, kalsium karbida sendiri memiliki berbagai aplikasi atau menjadi bahan baku di berbagai industri, seperti produksi gas asetilena, peledak, pupuk kalsium sianamida, dan lain-lain.

d. Tenaga kerja

Pemilihan lokasi pabrik tak terlepas dari pertimbangan SDM-nya, dalam menjaga keberlangsungan pabrik pasti membutuhkan skill-skill maupun keterampilan tertentu di setiap bidangnya masing-masing agar kualitas tetap terjaga. Di Pulau Jawa khususnya di Bandung, setiap tahun kampus pasti akan meluluskan SDM berkualitas yang nantinya dapat direkrut dan ditempatkan sesuai bidangnya masing-masing.

e. Utilitas

Utilitas atau pendukung yang ada di dalam pabrik ini adalah air, listrik, udara tekan, dan bahan bakar alternatif berupa solar. Untuk menjalankan proses produksi pabrik diperlukan sarana pendukung seperti air dan listrik. Kebutuhan air untuk pabrik kalsium karbida hanya diperuntukkan untuk keperluan air sanitasi dan air domestik. Kebutuhan air di ambil dari Waduk Saguling dan dilewatkan proses pemurnian terlebih dahulu agar lebih layak digunakan. Selain itu, jaringan listrik juga sudah merata dan dapat disuplai melalui PLN. Untuk udara tekan hanya digunakan di 1 *pressure control* yang terdapat di *flare stack*. Bahan bakar alternatif digunakan untuk memenuhi kebutuhan generator ketika dibutuhkan, contohnya ketika terjadi pemadaman listrik, jenis bahan bakar yang digunakan adalah solar.

#### **4.1.2 Faktor sekunder penentuan lokasi pabrik**

##### **a. Kemungkinan Perluasan Pabrik**

Pendirian pabrik perlu mempertimbangkan hal-hal yang dapat terjadi di masa depan, pabrik harus mengantisipasi ketika diharuskan untuk menambah atau meningkatkan kapasitas pabrik ketika permintaan terhadap produk terus meningkat. Oleh karena itu dipilih lokasi Cimareme dikarenakan Cimareme maupun sekitarnya adalah kawasan industri dan masih terdapat lahan kosong, sehingga dapat memungkinkan untuk memperluas area pabrik.

##### **b. Perizinan**

Cimareme dan sekitarnya adalah salah satu kawasan industri yang terdapat di Bandung, kawasan industri adalah kawasan atau wilayah yang disiapkan untuk

industri sehingga pendirian suatu pabrik akan lebih mudah jika dibandingkan wilayah biasa.

c. Kondisi Lingkungan Masyarakat Sekitar

Masyarakat di kawasan pabrik biasanya cukup terbuka ketika ada suatu pembangunan pabrik, dikarenakan selain membuka lapangan pekerjaan untuk masyarakat sekitar juga dapat meningkatkan perekonomian, suatu industri juga pasti sering mengadakan kegiatan amal, memberikan sponsor, dan membantu masyarakat sekitar, pendirian pabrik juga tidak akan mengganggu keamanan masyarakat sekitar karena segala hal sudah dipertimbangkan sebelum suatu pabrik dibangun.

d. Sarana Pendukung

Sarana pendukung adalah sarana untuk para tenaga kerja seperti Kesehatan, Pendidikan, Keagamaan, Perbankan, dan perumahan merupakan aspek yang perlu dipertimbangkan dalam sebuah pendirian pabrik untuk menunjang kesejahteraan para tenaga kerja, wilayah Cimareme dan sekitarnya sudah menyediakan fasilitas umum yang cukup memadai.

## **4.2 Tata Letak Pabrik**

Tata letak pabrik merupakan aspek penting dalam proses manufaktur yang berkaitan dengan pengorganisasian fisik dan spasial dari suatu fasilitas produksi. Tata letak pabrik mencakup penentuan posisi dan susunan peralatan, mesin, kantor, dan beberapa hal lainnya. Tujuan dari perancangan tata letak adalah untuk memastikan bahwa semua elemen ditempatkan dengan cara yang meminimalkan pergerakan yang tidak perlu, waktu tunggu, dan gangguan dalam aliran produksi.



Dengan demikian, efisiensi dapat ditingkatkan, dan biaya produksi dapat dikurangi.

Selain efisiensi, tata letak pabrik juga berpengaruh pada kualitas produk yang dihasilkan. Penempatan yang tepat dapat meminimalkan risiko kesalahan produksi, mengurangi waktu pemrosesan, dan meningkatkan akurasi. Oleh karena itu, tata letak pabrik berkontribusi dalam memastikan bahwa produk yang dihasilkan sesuai dengan standar kualitas yang ditetapkan. Berdasarkan pertimbangan faktor-faktor tersebut, maka pengaturan tata letak Pabrik kalsium karbida direncanakan sebagai berikut:

a. Area perkantoran

Area perkantoran merupakan tempat di mana aktivitas administratif dan perencanaan operasional dilakukan. Perkantoran ini mencakup gedung k3, pendidikan dan pelatihan (diklat), dan serbaguna.

b. Area fasilitas umum

Area ini terdiri dari musholla, poliklinik, dan lapangan parkir. Daerah ini diletakkan sedemikian rupa sehingga waktu perjalanan yang diperlukan oleh karyawan antar gedung dapat seminimal mungkin.

c. Area laboratorium

Area laboratorium adalah tempat di mana penelitian, pengembangan, dan uji coba terhadap bahan baku dan pada produk yang dihasilkan. Laboratorium dilengkapi dengan peralatan khusus untuk pengujian dan analisis yang mendukung proses produksi dan inovasi. Oleh karena itu, daerah ini diletakkan dekat dengan daerah proses.

d. Area proses

Area proses adalah pusat aktivitas inti produksi dari kalsium karbida. Pada area proses, bahan mentah diubah menjadi produk akhir melalui serangkaian proses operasi. Area proses diletakkan pada lokasi yang memudahkan suplai bahan baku dan area penyimpanan produk. Area proses ini mencakup CCR atau *central control room*.

e. Area penyimpanan

Area penyimpanan adalah tempat di mana bahan mentah dan produk akhir disimpan sebelum distribusi. Area penyimpanan bahan baku dan produk diletakkan di daerah yang dijangkau oleh peralatan pengangkutan.

f. Area perbaikan (Bengkel)

Area perbaikan atau bengkel adalah tempat di mana peralatan dan peralatan diperbaiki dan dirawat. Area perbaikan mencakup fasilitas untuk perawatan preventif dan perbaikan darurat agar produksi dapat berjalan tanpa hambatan. Gudang teknik juga termasuk dalam area perbaikan (bengkel) ini.

g. Area utilitas

Area utilitas adalah area yang menyediakan keperluan pendukung dari jalannya proses, seperti unit penyedia air sanitasi dan air domestik, penyedia listrik, dan penyedia bahan bakar alternatif jika terjadi pemadaman listrik.

h. Area pos keamanan

Area pos keamanan diletakkan pada pintu masuk pabrik dan pintu keluar pabrik. Pos keamanan memiliki peranan yang cukup penting agar dapat terus memantau ketika ada pergerakan yang mencurigakan atau dapat mencegah sipil yang tidak mempunyai keperluan masuk ke dalam area pabrik

i. Area perluasan

Area perluasan adalah area cadangan untuk pengembangan masa depan atau penambahan fasilitas jika dibutuhkan. Area perluasan penting untuk merespons pertumbuhan kapasitas produksi atau kebutuhan perusahaan ketika terjadi di masa depan.

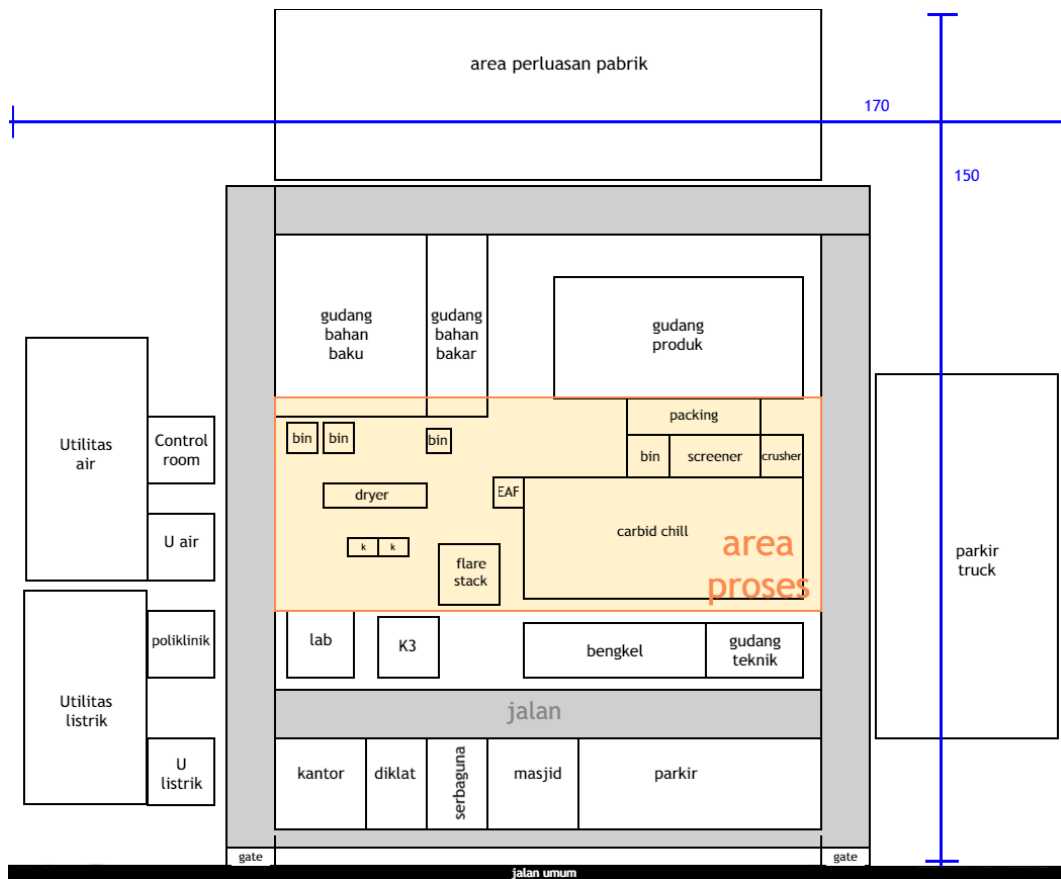
Rincian luas area pabrik kalsium karbida ditunjukkan pada tabel 4.1 sebagai berikut:

Tabel 4. 1 Rincian Luas Area

Area	Panjang	Lebar	Luas (m <sup>2</sup> )	Luas (ft <sup>2</sup> )
Pos satpam 1	8	3	24	258,33
Pos satpam 2	8	3	24	258,33
Kantor	15	15	225	2.421,88
Diklat	10	15	150	1.614,59
Gedung serba guna	10	15	150	1.614,59
Masjid	15	15	225	2.421,88
Parkir karyawan	40	15	600	6.458,35
Poliklinik	11	11	121	1.302,43
Proses	90	35	3150	33.906,32
Laboratorium	11	11	121	1.302,43
Kontrol	11	11	121	1.302,43
Penyimpanan produk	40	20	800	8.611,13
Penyimpanan bahan baku	35	30	1050	11.302,11
Parkir truk	30	60	1800	19.375,04
Dinas K3	15	10	150	1.614,59
Perluasan pabrik	90	35	3150	33.906,32
Utilitas listrik	22	41	902	9.709,05

Tabel 4. 1 (Lanjutan)

Area	Panjang	Lebar	Luas (m <sup>2</sup> )	Luas (ft <sup>2</sup> )
Utilitas air	11	11	121	1.302,43
Bengkel teknik	30	9	270	2.906,26
Gudang teknik	16	9	144	1.550,00
Jalan	300	8	2400	25.833,38
Total	818,00	382,00	15.698,00	168.971,86



Skala 1 : 1214,3

Gambar 4. 2 Tata Letak Pabrik

### 4.3 Tata Letak Mesin dan Alat Proses

#### a. Keamanan

Alat operasi yang memiliki temperatur tinggi contohnya pada *rotary dryer* (DR-01) dan *electric arc furnace* (EAF-01) perlu diisolasi dan diperhatikan lebih untuk mencegah resiko terjadi hal-hal yang tidak diinginkan seperti ledakan atau kebocoran dari alat-alat tersebut. Oleh karena itu perlu dimudahkan untuk akses keluar masuk seperti beberapa pintu darurat, hal tersebut akan memudahkan para pekerja untuk evakuasi ketika terjadi hal yang tidak diinginkan. Untuk penyimpanan bahan bakar alternatif sebisa mungkin dijauhkan dengan alat proses yang memiliki temperatur tinggi.

#### b. Kemudahan operasi

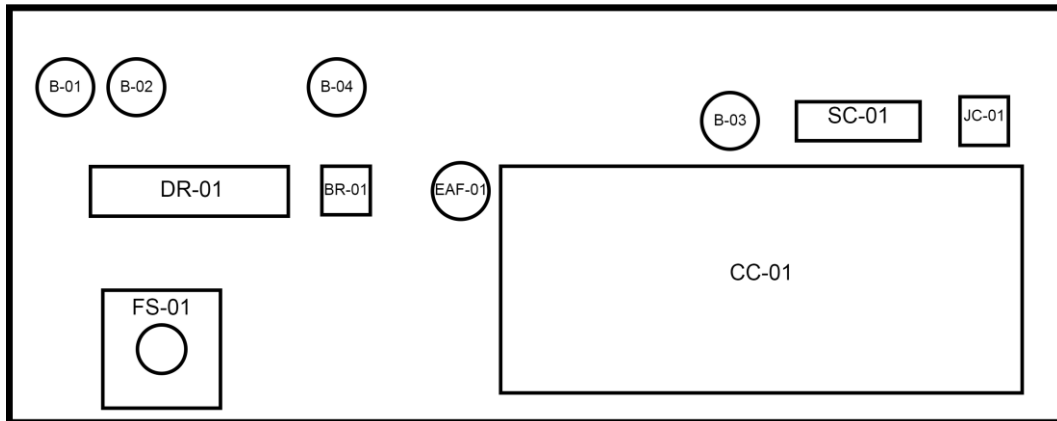
Tata letak setiap alat harus diperkirakan agar memberikan keleluasaan, tidak terlalu jauh tetapi tidak terlalu berdempetan, agar para pekerja lebih leluasa ketika melaksanakan aktivitas produksi. Jarak antara alat juga penting untuk mencegah adanya gangguan antara alat ketika ada yang bermasalah.

#### c. Ekonomi

Penempatan alat yang tepat dapat meminimalisir biaya produksi, sehingga operasi pada setiap alat dapat lebih murah dan lebih efisien.

#### d. Pemeliharaan

Pemeliharaan atau *maintenance* rutin pada setiap alat proses sangatlah penting, karena pemeliharaan rutin bertujuan agar setiap alat proses dapat beroperasi sebagaimana mestinya, dan agar peralatan dapat berumur panjang. Penempatan alat yang baik dan tepat akan memberikan ruang gerak yang leluasa pada teknisi ketika pada saat pemeliharaan.



Skala 1 : 629,3

Gambar 4. 3 Tata Letak Alat

#### 4.4 Organisasi Perusahaan

##### 4.4.1 Bentuk Badan Usaha (Perusahaan)

Pabrik kalsium karbida dengan kapasitas 25.000 ton/tahun ini direncanakan akan memiliki bentuk perusahaan berupa Perseroan Terbatas (PT), perusahaan akan terdiri dari pemegang saham dan berbentuk badan hukum.

Menurut UUD No. 40 tahun 2007 PT (UUPT) terdapat 3 organ utama dalam perseroan yaitu; RUPS, Direksi, dan Dewan Komisaris. Modal utama dari Perseroan Terbatas adalah dari penjualan saham, setiap sekutu turut mengambil sebanyak 1 saham atau lebih. Aspek utama dalam pemilihan perusahaan berbentuk PT sebagai berikut:

1. Perlindungan Hukum, pemisahan antara kepemilikan dan tanggung jawab pribadi memungkinkan pemilik PT tidak bertanggung jawab secara pribadi atas utang perusahaan. Hal tersebut akan melindungi aset pribadi pemilik dari risiko kebangkrutan perusahaan.

2. Kemudahan Investasi, bentuk PT lebih menarik bagi investor karena memberikan tingkat kepercayaan dan keamanan lebih tinggi. Investor lebih cenderung berinvestasi dalam perusahaan yang memiliki struktur hukum yang jelas dan terpisah dari pemilik.
3. Kontinuitas Perusahaan, PT memiliki keberlanjutan dalam kepemilikan, sehingga tidak terpengaruh oleh perubahan pemilik. Perusahaan dapat terus beroperasi bahkan jika ada perubahan dalam kepemilikan saham.
4. Akses ke Sumber Daya, sebagai entitas hukum terpisah, PT dapat dengan lebih mudah mengakses sumber daya seperti pinjaman bank, modal ventura, dan lainnya untuk mendukung pertumbuhan bisnis.
5. Pemisahan Aset, aset perusahaan secara hukum terpisah dari aset pribadi pemilik, sehingga menghindari potensi konflik kepentingan dan penggunaan aset perusahaan untuk kepentingan pribadi.
6. Pengakuan Hukum Internasional, bentuk PT diakui secara internasional, memudahkan perusahaan untuk berpartisipasi dalam hubungan bisnis lintas negara.

#### **4.4.2 Struktur Organisasi**

Penentuan struktur organisasi yang tepat sangat penting dalam sebuah perusahaan karena memiliki dampak signifikan terhadap berbagai aspek operasional dan kinerja perusahaan secara keseluruhan. Struktur organisasi membantu perusahaan mengatur dan membagi departemen, kedudukan, fungsi, wewenang dan tanggung jawab masing-masing divisi yang dibentuk di perusahaan. Manfaat penentuan struktur organisasi yang baik sebagai berikut:

1. Efisiensi Operasional, struktur organisasi yang baik membantu mengatur aliran pekerjaan, tanggung jawab, dan tugas di seluruh perusahaan.
2. Klarifikasi Tanggung Jawab, dengan struktur yang jelas, setiap karyawan tahu peran dan tanggung jawab mereka.
3. Komunikasi yang Lebih Baik, struktur organisasi yang baik memfasilitasi aliran komunikasi yang efektif. Informasi dapat mengalir dengan lancar di antara departemen dan tingkatan manajemen, memastikan semua pihak terinformasi dengan baik.
4. Pengambilan Keputusan yang Cepat, struktur yang jelas memudahkan proses pengambilan keputusan. Keputusan dapat diambil dengan lebih cepat karena tanggung jawab dan wewenang telah ditentukan sebelumnya.
5. Manajemen Kinerja yang Efektif, struktur organisasi yang baik membantu dalam memantau dan mengukur kinerja karyawan dengan lebih efektif. Ini memungkinkan manajemen untuk memberikan umpan balik yang tepat waktu dan pengakuan atas prestasi.
6. Menghindari Redundansi (Duplikasi), Struktur organisasi yang buruk dapat menyebabkan pemborosan sumber daya dan pekerjaan yang berlebihan pada beberapa bagian, sementara bagian lain mungkin kekurangan tugas.

#### **4.4.3 Tugas dan Wewenang**

##### **4.4.3.1 Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS)**

RUPS adalah forum penting dalam sebuah perusahaan yang melibatkan para pemegang saham untuk berdiskusi, memberikan suara, dan mengambil keputusan terkait kebijakan dan arah perusahaan. RUPS diselenggarakan minimal



satu kali dalam setahun untuk memantau dan mengevaluasi kelancaran proses produksi. Namun jika ada hal mendesak, RUPS dapat diatur secara tiba-tiba sesuai dengan jumlah forum dan ketentuan lainnya dengan pemegang saham serta dewan komisaris turut menghadiri RUPS. Berikut adalah beberapa hak dari RUPS:

1. Hak Suara, Pemegang saham memiliki hak untuk memberikan suara dalam keputusan perusahaan. Setiap saham biasanya memberikan satu suara, namun beberapa struktur perusahaan mungkin memiliki sistem suara yang berbeda.
2. Hak Informasi, Pemegang saham berhak mendapatkan informasi lengkap dan akurat tentang kinerja keuangan, operasional, dan strategi perusahaan sebelum RUPS dilaksanakan.
3. Hak Mendapatkan Dividen, Jika perusahaan memberikan dividen kepada pemegang saham, maka mereka memiliki hak untuk mendapatkan bagian dari laba perusahaan tersebut.
4. Hak Mengajukan Pertanyaan, Pemegang saham dapat mengajukan pertanyaan kepada manajemen perusahaan dan meminta klarifikasi tentang berbagai aspek bisnis.

#### **4.4.3.2 Dewan Direksi**

Dewan Direksi adalah badan pengambil keputusan tertinggi dalam sebuah perusahaan. Ini terdiri dari individu-individu yang memiliki tanggung jawab untuk mengawasi dan mengelola operasional sehari-hari perusahaan. Dengan tanggung jawab luas dalam pengambilan keputusan strategis dan operasional, Dewan

Direksi memiliki dampak besar terhadap arah dan kinerja perusahaan. Berikut adalah beberapa kewajiban yang dapat dilakukan oleh Dewan Direksi:

1. **Manajemen Strategis**, Dewan Direksi berfokus pada pengambilan keputusan strategis yang mengarahkan perusahaan ke arah yang diinginkan. Mereka merancang rencana bisnis jangka panjang, menetapkan tujuan, dan mengidentifikasi peluang serta tantangan.
2. **Tanggung Jawab Operasional**, Dewan Direksi bertanggung jawab untuk mengawasi kinerja operasional perusahaan. Mereka membantu menetapkan kebijakan, mengatur alokasi sumber daya, dan memantau pelaksanaan rencana bisnis.
3. **Keputusan Keuangan**, Dewan Direksi terlibat dalam pengambilan keputusan keuangan penting seperti anggaran, investasi, dan dividen. Mereka memastikan bahwa keputusan ini mendukung pertumbuhan dan stabilitas keuangan perusahaan.
4. **Penunjukan Manajemen**, Dewan Direksi memiliki kewenangan untuk menunjuk, mengawasi, dan dalam beberapa kasus, memberhentikan anggota eksekutif perusahaan seperti *CEO*, *CFO*, dan *COO*.
5. **Tanggung Jawab Hukum dan Etika**, Dewan Direksi memastikan bahwa perusahaan beroperasi sesuai dengan hukum dan etika yang berlaku. Mereka memiliki tanggung jawab untuk menjaga reputasi perusahaan dan meminimalkan risiko hukum.
6. **Pengawasan Kinerja**, Dewan Direksi mengukur dan mengevaluasi kinerja perusahaan, serta memastikan bahwa sasaran dan target dicapai sesuai dengan yang direncanakan.

7. Pertanggungjawaban kepada Pemegang Saham, Dewan Direksi memiliki tanggung jawab kepada pemegang saham untuk memastikan bahwa perusahaan dikelola dengan baik dan dalam kepentingan mereka.
8. Transparansi dan Pelaporan, Dewan Direksi harus memastikan bahwa laporan keuangan dan kinerja disajikan secara transparan kepada pemegang saham dan pemangku kepentingan lainnya.

#### **4.4.3.3 Dewan Komisaris**

Dewan Komisaris adalah sebuah badan pengawas yang terdiri dari individu-individu independen yang tidak terlibat dalam manajemen operasional harian suatu perusahaan. Tujuan utama Dewan Komisaris adalah memastikan bahwa perusahaan beroperasi sesuai dengan standar etika, hukum, dan praktik bisnis yang baik. Secara keseluruhan, Dewan Komisaris memiliki peran yang krusial dalam memastikan bahwa perusahaan menjalankan operasionalnya dengan etika, integritas, dan mematuhi regulasi yang berlaku. Dewan Komisaris juga memberikan jaminan kepada pemangku kepentingan bahwa perusahaan diawasi secara independen dan profesional. Berikut adalah beberapa kewajiban yang dapat dilakukan oleh Dewan Komisaris:

1. Pengawasan dan Penilaian, Dewan Komisaris memiliki peran penting dalam mengawasi tindakan dan keputusan manajemen. Mereka mengevaluasi kinerja eksekutif perusahaan untuk memastikan bahwa tujuan perusahaan dicapai dan bahwa risiko-risiko yang mungkin timbul dikelola dengan baik.

2. Kemandirian, Anggota Dewan Komisaris harus independen dari manajemen perusahaan. Ini memastikan bahwa keputusan yang diambil tidak dipengaruhi oleh konflik kepentingan atau pengaruh eksekutif.
3. Keputusan Strategis, Dewan Komisaris memberikan pandangan dan masukan dalam keputusan strategis jangka panjang. Meskipun tidak terlibat dalam pengambilan keputusan operasional sehari-hari, mereka dapat membantu mengarahkan perusahaan ke arah yang benar.
4. Pengendalian Risiko, Dewan Komisaris membantu mengidentifikasi dan mengendalikan risiko yang mungkin mempengaruhi perusahaan. Mereka bekerja dengan manajemen untuk mengembangkan strategi pengelolaan risiko yang efektif.
5. Keberlanjutan Perusahaan, Dewan Komisaris membantu memastikan keberlanjutan jangka panjang perusahaan. Mereka merencanakan untuk masa depan, memastikan praktik bisnis yang berkelanjutan, dan menghindari tindakan yang dapat merugikan perusahaan jangka panjang.
6. Transparansi dan Akuntabilitas, Dewan Komisaris berperan dalam menjaga transparansi dalam laporan keuangan, kinerja perusahaan, dan praktik bisnis lainnya. Ini membantu memastikan akuntabilitas kepada pemegang saham dan pemangku kepentingan lainnya.
7. Audit dan Laporan, Dewan Komisaris bekerja sama dengan auditor eksternal untuk memeriksa laporan keuangan perusahaan dan memastikan keabsahan informasi yang disajikan kepada publik.
8. Interaksi dengan Pemangku Kepentingan, Dewan Komisaris dapat berinteraksi dengan berbagai pemangku kepentingan seperti pemegang

saham, regulator, dan masyarakat. Ini membantu membangun kepercayaan dan memahami berbagai perspektif.

#### **4.4.3.4 Direktur Utama**

Direktur Utama (*CEO - Chief Executive Officer*) adalah pemimpin tertinggi dalam struktur organisasi perusahaan. *CEO* memiliki tanggung jawab besar dalam mengarahkan arah strategis dan operasional perusahaan menuju pencapaian tujuan bisnis. Fokus utama *CEO* adalah pada pengambilan keputusan strategis, pemantauan kinerja perusahaan, dan mewujudkan visi jangka panjang. *CEO* berinteraksi dengan Dewan Direksi, mempresentasikan laporan kinerja, merumuskan rencana bisnis, dan berkomunikasi dengan pemangku kepentingan eksternal. *CEO* juga berperan dalam memotivasi tim eksekutif dan karyawan agar berkinerja optimal untuk pertumbuhan dan keberlanjutan perusahaan.

Direktur Utama dalam menjalankan tugasnya memiliki beberapa jabatan pendukung seperti Direktur produksi atau operasional, Direktur keuangan dan SDM, dan sekretaris. Berikut adalah tugas dari masing-masing jabatan:

1. Direktur Produksi/Operasional

Direktur Produksi (*COO - Chief Operating Officer*) bertanggung jawab atas manajemen seluruh operasional produksi perusahaan. Tugas utamanya adalah merencanakan, mengkoordinasikan, dan mengawasi proses produksi guna memastikan efisiensi dan kualitas produk yang dihasilkan. Direktur Produksi merancang jadwal produksi, mengatur penggunaan sumber daya, mengidentifikasi efisiensi operasional, dan memastikan standar keselamatan dan kualitas terpenuhi. Selain itu, Direktur Produksi juga berkolaborasi dengan tim lain seperti pemasaran

dan pengadaan untuk mengantisipasi permintaan pasar dan memastikan ketersediaan bahan baku. Direktur Produksi dalam pabrik kalsium karbida ini dibantu oleh satu kepala bagian yaitu:

- Manager Teknik dan Produksi

Manager Teknik dan Produksi memiliki tanggung jawab utama dalam mengoordinasikan, mengawasi, dan mengelola operasional produksi secara menyeluruh, serta aspek teknis yang terkait dengan proses produksi. Manager Produksi dan Teknik akan memiliki tugas yang luas dan kompleks dalam mengelola seluruh aspek produksi, baik teknis maupun operasional, guna mencapai hasil yang optimal dalam operasional produksi.

2. Direktur Keuangan dan SDM (*CFO - Chief Financial Officer*), memiliki peran sentral dalam manajemen keuangan perusahaan. Tugas utamanya adalah merencanakan dan mengelola aspek keuangan, termasuk pengelolaan kas, analisis keuangan, dan pelaporan keuangan. Direktur Keuangan bekerja erat dengan tim keuangan untuk menyusun anggaran, mengawasi aliran kas, mengidentifikasi peluang penghematan, dan mengelola risiko finansial. Selain itu, Direktur Keuangan juga berinteraksi dengan pihak eksternal seperti investor, bank, dan regulator dalam hal keuangan, serta membantu dalam pengambilan keputusan investasi dan pembiayaan. Tidak hanya berkaitan dengan keuangan, Direktur Keuangan dan SDM juga memimpin semua kegiatan yang berkaitan dengan kepegawaian, pemasaran, hubungan masyarakat, keamanan, dan keselamatan kerja adalah tanggung jawab direktur keuangan dan SDM.

Direktur Keuangan dan SDM pabrik kalsium karbida ini dibantu oleh beberapa kepala bagian yaitu:

- Manager Personalia dan Umum

Tugas Manajer Personalia dan Umum mencakup perencanaan dan pengelolaan aspek karyawan, serta aspek administratif yang memastikan kelancaran operasional perusahaan. Tanggung jawabnya meliputi rekrutmen, seleksi, dan pelatihan karyawan, pengelolaan kompensasi dan manfaat, pemeliharaan hubungan karyawan, serta pengelolaan administrasi umum seperti fasilitas dan layanan kantor.

- Manager Pemasaran dan Distribusi

Tugas Manajer Pemasaran dan Distribusi meliputi pengembangan strategi pemasaran, perencanaan kampanye promosi, analisis pasar, serta pengelolaan rantai pasokan dan distribusi. Manager Pemasaran dan Distribusi bekerja dengan tim pemasaran untuk merancang rencana pemasaran yang efektif untuk produk atau layanan, mengidentifikasi segmen pasar, dan membangun merek perusahaan.

- Manager Keuangan

Tugas dari Manajer Keuangan mencakup perencanaan keuangan, analisis keuangan, pengelolaan risiko, dan pelaporan keuangan. Manager Keuangan bekerja dengan tim keuangan untuk menyusun anggaran, mengawasi aliran kas, dan memantau kesehatan keuangan perusahaan.

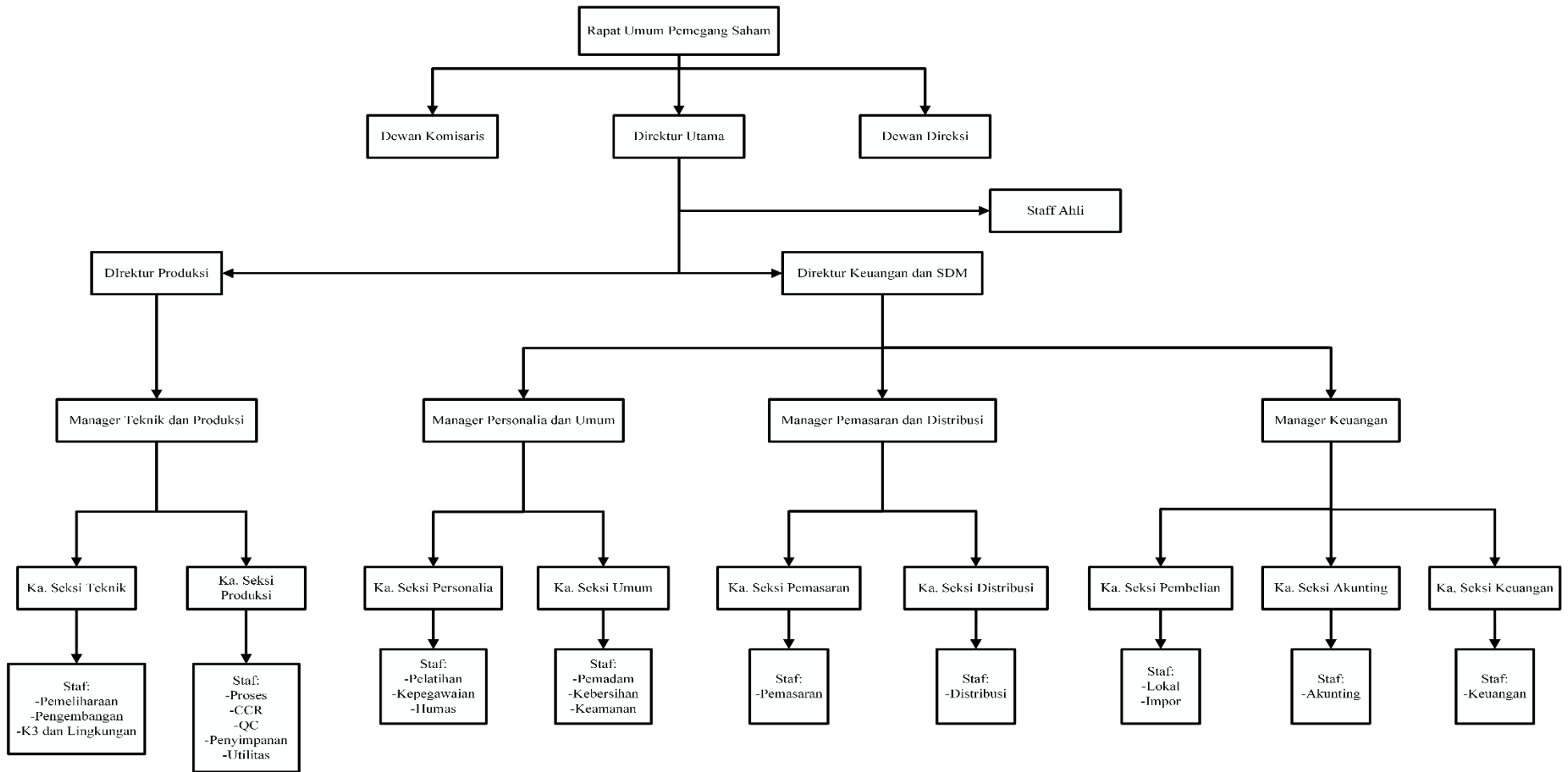
### 3. Sekretaris

Sekretaris biasanya di tunjuk langsung oleh Direktur Utama untuk menangani surat- surat yang diperlukan perusahaan, menangani arsip, dan beberapa tugas tentang administrasi perusahaan.

#### **4.4.3.5 Staf Ahli**

Tugas dari staf ahli mencakup pemberian masukan seperti rekomendasi, nasihat, dan pendapat mereka tentang semua aspek operasional perusahaan ketika ada ketidaksesuaian dari produksi atau pendapat-pendapat yang berkaitan tentang inovasi.





Gambar 4. 4 Struktur Organisasi

#### 4.4.4 Jam dan Sistem Kerja

Pabrik Kalsium Karbida dengan kapasitas 25.000 ton/tahun akan beroperasi selama 330 hari dalam satu tahun secara kontinyu dengan waktu kerja selama 24 jam. Mengacu pada UU No. 11 Tahun 2020 Tentang Cipta Kerja, dalam UU tersebut ada dua skema jam kerja yang berlaku di perusahaan, yaitu 7 jam kerja dalam sehari atau 40 jam dalam satu minggu akan berlaku untuk 6 hari kerja dengan libur 1 hari, dan untuk 8 jam kerja dalam sehari atau 40 jam dalam satu minggu akan berlaku untuk 5 hari kerja dengan libur 2 hari.

##### 1. Waktu Kerja Karyawan *Non-Shift*

Karyawan *non-shift* akan bekerja 8 jam dalam 1 hari dengan total 40 jam perminggu, sedangkan libur di hari Sabtu, minggu, dan hari libur nasional. Rincian dari jam kerja karyawan *non-shift* sebagai berikut:

Tabel 4. 2 Rincian Jam Kerja Karyawan *Non-shift*

Hari	Jam Kerja	Jam Istirahat
Senin - Kamis	08.00 – 16.00	12.00 – 13.00
Jum'at	08.00 – 16.00	12.00 – 13.00
Hari libur	Sabtu, Minggu, dan hari libur nasional	

##### 2. Waktu Kerja Karyawan *Shift*

Karyawan *shift* dibagi atas 4 kelompok yang bekerja secara bergiliran. Setiap kelompok shift akan bekerja selama 2 hari pada jam yang sama, kemudian setelah 2 hari jam kerja akan bergeser ke jam berikutnya. Berikut adalah rincian dari jam kerja tiap *shift*:

Tabel 4. 3 Rincian Jam Kerja Karyawan *Shift*

Kelompok	Jam kerja	Jam Istirahat
<i>Shift 1 (Siang)</i>	08.00 – 16.00	12.00 – 13.00
<i>Shift 2 (Sore)</i>	16.00 – 24.00	20.00 – 21.00
<i>Shift 3 (Malam)</i>	24.00 – 08.00	04.00 – 05.00

Dalam satu hari kerja, hanya tiga dari empat kelompok yang akan masuk bekerja, sedangkan satu kelompok sisanya akan mendapat jatah libur. Setiap kelompok akan bekerja enam hari dalam seminggu dan mendapatkan 2 hari libur sesuai dengan gilirannya. Ketika ada hari libur Nasional, pegawai yang bekerja pada saat itu tidak akan mendapatkan libur, tetapi akan di anggap lembur dan akan mendapatkan intensif tambahan. Adapun jadwal kerja setiap kelompok sebagai berikut:

Tabel 4. 4 Jadwal Kerja

<i>Shift</i>	Hari							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	A	A	D	D	C	C	B	B
2	B	B	A	A	D	D	C	C
3	C	C	B	B	A	A	D	D
Libur	D	D	C	C	B	B	A	A

Keterangan:

- A = Kelompok 1
- B = Kelompok 2
- C = Kelompok 3
- D = Kelompok 4

#### 4.4.5 Jumlah karyawan dan Penggolongan Gaji

Jumlah Tenaga kerja disesuaikan agar setiap pekerjaan dapat dijalankan secara efektif. Berikut adalah rincian jumlah karyawan dan penggolongan gaji masing-masing jabatan:

Tabel 4. 5 Jumlah Karyawan dan Penggolongan Gaji

Jabatan	Jumlah	Gaji /bulan (Rp juta)	Jumlah Gaji /bulan (Rp juta)	Gaji /tahun (Rp juta)	Jumlah Gaji /tahun (Rp juta)
Dewan Komisaris	1	40,00	40,00	480,00	480,00
Dewan Direksi	1	40,00	40,00	480,00	480,00
Direktur	3	30,00	90,00	360,00	1.080,00
Staf Ahli	2	8,00	16,00	96,00	192,00
Manager	4	16,00	64,00	192,00	768,00
Kepala Seksi	9	8,00	72,00	96,00	864,00
Sekretaris Direktur	2	4,00	8,00	48,00	96,00
Sekretaris Manajer	4	4,00	16,00	48,00	192,00
<b>Karyawan Shift:</b>					
1. Proses	40	4,00	160,00	48,00	1.920,00
2. Utilitas	8	4,00	32,00	48,00	384,00
3. QC ( <i>Quality Control</i> )	8	4,00	32,00	48,00	384,00
4. Keamanan	16	4,00	64,00	48,00	768,00
5. CCR	8	4,00	32,00	48,00	384,00
6. Pemadam	8	4,00	32,00	48,00	384,00
<b>Karyawan Non-Shift :</b>					
1. Kepegawaian	2	4,00	8,00	48,00	96,00
2. Diklat	2	4,00	8,00	48,00	96,00
3. Humas	2	4,00	8,00	48,00	96,00
4. Kebersihan	4	3,50	14,00	42,00	168,00

Tabel 4. 5 (Lanjutan)

Jabatan	Jumlah	Gaji /bulan (Rp juta)	Jumlah Gaji /bulan (Rp juta)	Gaji /tahun (Rp juta)	Jumlah Gaji /tahun (Rp juta)
<i>Karyawan Non-Shift :</i>					
5. Keuangan	2	4,00	8,00	48,00	96,00
6. Akunting	2	4,00	8,00	48,00	96,00
7. Impor	2	4,00	8,00	48,00	96,00
8. Lokal	2	4,00	8,00	48,00	96,00
9. Pemeliharaan	2	4,00	8,00	48,00	96,00
10. Pengembangan	2	4,00	8,00	48,00	96,00
11. Pemasaran	2	4,00	8,00	48,00	96,00
12. Distribusi	2	4,00	8,00	48,00	96,00
13. Gudang	2	4,00	8,00	48,00	96,00
14. Dokter	2	6,00	12,00	72,00	144,00
15. Perawat	2	4,00	8,00	48,00	96,00
16. Supir	2	4,00	8,00	48,00	96,00
17. QC	4	4,00	16,00	48,00	192,00
18. K3	2	4,00	8,00	48,00	96,00
Total	154		Rp 860,00		Rp10.320,00

#### 4.4.6 Fasilitas dan Hak Karyawan

Hak-hak karyawan yang akan diberikan oleh perusahaan untuk menunjang kesejahteraan para karyawan terdapat pada daftar berikut :

1. Kesehatan Karyawan, untuk meningkatkan efisiensi kerja karyawan perusahaan wajib memperhatikan kesehatan karyawan dan keluarga, perusahaan akan memberikan fasilitas kesehatan seperti poliklinik dan

jaminan asuransi, sehingga diharapkan dapat menciptakan suasana kerja yang baik.

2. Cuti dan hari libur, karyawan berhak mendapatkan libur dan cuti seperti cuti tahunan, cuti melahirkan, dan cuti sakit dengan mengacu sesuai UU dari pemerintah.
3. Sarana dan fasilitas lain, contohnya seperti seragam karyawan, bus karyawan, koperasi karyawan, kantin, pemberian penghargaan kepada karyawan yang telah mencapai masa kerja 10 tahun dan kelipatannya.

## **BAB V**

### **UTILITAS**

Unit utilitas dalam pabrik adalah sistem yang memberikan layanan dasar yang diperlukan untuk menjalankan berbagai kegiatan operasional. Unit ini keberadaannya sangat penting dan wajib ada dalam suatu pabrik. Penyediaan utilitas dapat diproduksi secara langsung seperti penyedia air, dan secara tidak langsung seperti penyedia listrik yang berasal dari PLN atau bahan bakar alternatif yang berasal dari Pertamina. Unit utilitas terbagi menjadi beberapa bagian, yaitu:

#### **5.1 Unit penyedia dan pengolahan air**

Air yang akan digunakan untuk memenuhi kebutuhan operasional pada prarancangan pabrik kalsium karbida yaitu air yang berasal dari Waduk Saguling Bandung dan masih mengandung kotoran yang harus diolah terlebih dahulu sebelum digunakan. Pengolahan air bertujuan untuk menjaga alat-alat proses agar tidak cepat rusak serta menjaga adanya kontaminan yang akan menyebabkan reaksi antara reaktan-reaktan yang terdapat dalam proses. Adapun alasan pemilihan air waduk memiliki pertimbangan sebagai berikut:

- Air waduk relatif mudah untuk pengolahannya dan relatif lebih murah dibandingkan membeli suplai air dari PAM.
- Letak waduk berada sangat dekat dengan lokasi pendirian pabrik.
- Air sungai merupakan sumber air yang kontinuitasnya tinggi sehingga persediaan air dapat tercukupi.

- Tidak membebani PAM yang ditakutkan akan berpengaruh terhadap kebutuhan air bersih masyarakat sekitar.

Unit penyedia air ini berfungsi untuk mengolah air untuk memenuhi kebutuhan air di dalam pabrik kalsium karbida, jenis air yang digunakan sebagai berikut:

### **5.1.1 Air domestik**

Air domestik adalah air yang dibutuhkan untuk sarana dalam kebutuhan pegawai seperti untuk mandi, cuci, MCK, dan kebutuhan rumah tangga. Menurut kebutuhan WHO, kebutuhan air untuk 1 orang kurang lebih sekitar 100 liter/hari. Diketahui jumlah karyawan dalam pabrik sebanyak 154 orang. Maka dalam 1 hari dibutuhkan air sebanyak 15.400 liter atau 0,64 m<sup>3</sup>/jam.

### **5.1.2 Air sanitasi**

Air sanitasi adalah air yang akan digunakan untuk pencucian atau pembersihan peralatan pabrik, laboratorium, pertamanan, dan lain-lain. Keperluan air sanitasi diperkirakan sebanyak 12.000 liter/hari atau 0,5 m<sup>3</sup>/jam. Air sanitasi harus memenuhi kualitas tertentu, yaitu:

- 1) Syarat fisis : Tidak berwarna, tidak berasa, tidak berbau, dibawah suhu kamar, tingkat kekeruhan < 1 mg SiO<sub>2</sub>/liter.
- 2) Syarat kimia : Tidak mengandung zat organik maupun anorganik serta logam-logam berat lainnya yang beracun.
- 3) Syarat biologis : Tidak mengandung bakteri, terutama bakteri patogen.



### 5.1.3 Air *hydrant* (air pemadam kebakaran)

Air pemadam kebakaran sangat diperlukan ketika suatu saat terjadi musibah kebakaran yang menimpa salah satu bagian dari pabrik. Penggunaan air untuk pemadam ini tidak dilakukan secara rutin. Sistem air pemadam kebakaran ini terdiri dari suatu jaringan yang melintasi seluruh lokasi pabrik terutama yang sangat krusial. Pipa-pipa pemadam diletakkan pada lokasi pabrik yang cukup strategis dengan pertimbangan kemudahan pencapaian pada semua lokasi pabrik. Perkiraan dari jumlah air yang dibutuhkan untuk pemadam kebakaran sekitar 0,5 m<sup>3</sup>/jam.

Air yang berasal dari Waduk Saguling Bandung akan dilakukan akan diolah di unit pengolahan air dengan tahapan pengolahan sebagai berikut:

#### 1) Filterasi

Air dari waduk siguling akan di lakukan penyaringan terlebih dahulu agar kandungan padatan seperti sampah dan benda-benda berukuran besar yang terbawa air dapat terpisah.

#### 2) Pengendap awal dan penggumpal

Air yang telah melalui proses penyaringan kemudian air dihilangkan kembali kotoran dan lumpur yang terbawa dari air sungai dengan proses pengendapan.

#### 3) *Clarifier*

Kemudian air keluaran Penggumpal akan dimasukkan kedalam bak pengendap yaitu clarifier untuk menghilangkan flok yang terbawa dari air sungai dengan proses flokulasi. Dimana air bersih akan keluar dari pinggir clarifier secara *overflow*, sedangkan *sludge* (flok) yang terbentuk

akan mengendap secara gravitasi dan akan di *blowdown* secara berkala dalam waktu yang telah ditentukan.

4) Penyaring

Air keluaran dari *clarifier* kemudian dialirkan menuju *sand filter* yang berperan untuk memisahkan partikel-partikel padat yang masih lolos atau terbawa oleh air dari *clarifier*. Air yang keluar dari *sand filter* kemudian akan dialirkan ke tangki klorinasi.

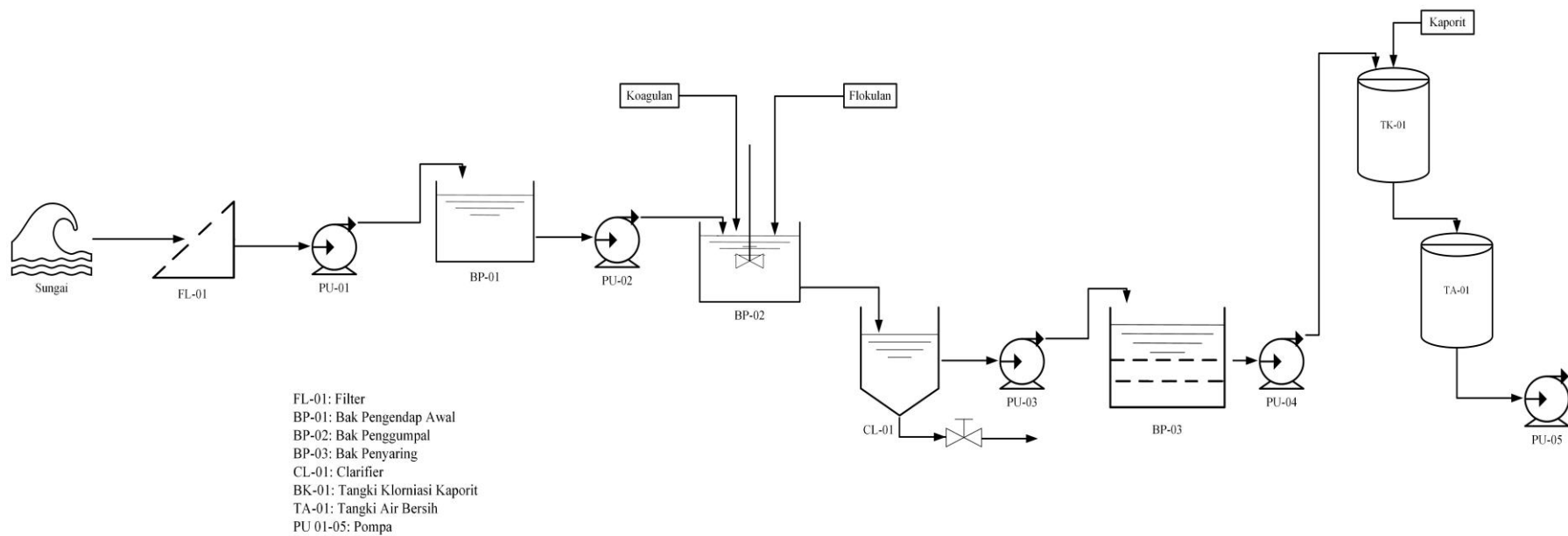
5) Klorinasi

Air dari bak penyaring akan dicampur dengan klorin dalam bentuk kaporit yang bertujuan untuk menghilangkan jamur, bakteri, dan mikroorganisme. Air yang dihasilkan kemudian ditampung dalam tangki air domestik atau tangki air bersih.

6) Penyimpanan air bersih

Seluruh air yang telah di proses akan di tampung dalam tangki air bersih dan akan digunakan untuk kebutuhan air domestik, sanitasi, dan air untuk pemadam kebakaran.

Berikut merupakan gambaran proses dari pengolahan air yang digunakan:



Gambar 5. 1 Diagram Alir Utilitas

## 5.2 Unit penyedia listrik

Unit penyedia listrik berfungsi untuk menyediakan kebutuhan listrik pabrik untuk menjalankan proses, menjalankan infrastruktur, sampai dengan kebutuhan penerangan di perkantoran, adapun rincian dari kebutuhan listrik adalah sebagai berikut:

### 5.2.1 Kebutuhan listrik tiap alat proses

Tabel 5. 1 Kebutuhan Listrik Alat Proses

Unit	Alat	Kode Alat	Daya (kWh)
Pengolahan bahan baku	<i>Weight feeder</i>	WF	2,386
	<i>Weight feeder</i>	WF	2,386
	<i>Belt conveyor</i>	BC-01	2,386
	<i>Bucket elevator</i>	BE-01	6,338
Pengeringan	<i>Rotary dryer</i>	DR-01	21,497
	<i>Blower</i>	BL-01	6,443
	<i>Fan</i>	F-01	6,954
	<i>Burner blower</i>	BL-02	2,983
	<i>Weight feeder</i>	WF	2,386
	<i>Belt conveyor</i>	BC-02	2,386
	<i>Bucket elevator</i>	BE-02	6,338
Proses	<i>EAF furnace</i>	EAF-01	4563,190
Finishing	<i>Jaw Crusher</i>	JC-01	22,371
	<i>Belt conveyor</i>	BC-03	2,386
	<i>Screen</i>	SC-01	7,457
	<i>Belt conveyor</i>	BC-04	2,386
	<i>Belt conveyor</i>	BC-05	2,386
	<i>Bucket elevator</i>	BE-03	6,338

Tabel 5. 1 (Lanjutan)

Unit	Alat	Kode Alat	Daya (kWh)
Utilitas	Pompa 1	PU-01	0,075
	Pompa 2	PU-02	0,075
	Pompa 3	PU-03	0,075
	Pompa 3	PU-04	0,149
	Pompa 5	PU-05	0,075
	<i>Clarifer</i>	CL-01	7,457
Total			4676,904

### 5.2.2 Kebutuhan Listrik Lain-lain

Tabel 5. 2 Kebutuhan Lumen Area Pabrik

Area	Luas (ft <sup>2</sup> )	<i>Foot candela</i>	<i>Lumen</i>
Pos satpam 1	258,33	10	2.583,34
Pos satpam 2	258,33	10	2.583,34
Kantor	2.421,88	30	72.656,39
Diklat	1.614,59	30	48.437,60
Gedung serba guna	1.614,59	30	48.437,60
Masjid	2.421,88	30	72.656,39
Parkir karyawan	6.458,35	5	32.291,73
Poliklinik	1.302,43	30	39.072,99
Proses	33.906,32	20	678.126,33
Laboratorium	1.302,43	30	39.072,99
Kontrol	1.302,43	30	39.072,99
Penyimpanan produk	8.611,13	10	86.111,28
Penyimpanan bahan baku	11.302,11	10	113.021,06
Parkir truk	19.375,04	5	96.875,19
Dinas K3	1.614,59	30	48.437,60

Tabel 5. 2 (Lanjutan)

Area	Luas (ft <sup>2</sup> )	Foot candela	Lumen
Perluasan pabrik	33.906,32	5	169.531,58
Utilitas listrik	9.709,05	10	97.090,47
Utilitas air	1.302,43	10	13.024,33
Bengkel teknik	2.906,26	10	29.062,56
Gudang teknik	1.550,00	10	15.500,03
Jalan	25.833,38	5	129.166,92
Total	168.971,86	360,00	1.872.812,70

Tabel 5. 3 Kebutuhan Listrik Luar Ruangan

Tempat	Lumen	Jenis lampu	Lampu watt	Lumen / lampu	Jumlah lampu	Total watt	kWh
Ruangan	452.407,14	TL	40	1960	230,82	9.232,80	9,23
Luar ruangan	1.420.405,56	merkuri	250	10000	142,04	35.510,14	35,51
						Total	44,74

Tabel 5. 4 Kebutuhan Listrik Lain-Lain

Alat	Jumlah	Watt	kWh
Listrik AC	20	1000	20
Alat lab	10	2000	20
CCR dan komputer	5	2000	10
		Total	50

### 5.2.3 Kebutuhan listrik total

Tabel 5. 5 Total Kebutuhan Listrik

Total kebutuhan listrik pabrik	4.771,65	kWh
<i>Over Design</i>	0,1	%
Kebutuhan listrik akhir	5.248,81	kWh

#### 5.2.4 Kebutuhan Bahan Bakar Generator (listrik alternatif)

Semua kebutuhan listrik dalam pabrik kalsium karbida diperoleh dari dua sumber yaitu Perusahaan Listrik Nasional (PLN) dan *generator*. Listrik yang berasal dari PLN akan menjadi sumber listrik utama dan untuk *generator* akan menjadi listrik cadangan atau alternatif ketika penyedia listrik utama (PLN) terjadi gangguan yang dapat menyebabkan semua rangkaian proses seperti semua alat proses, lab, perkantoran, utilitas air. *Generator* akan beroperasi menggunakan solar untuk menghasilkan energi listrik, energi listrik dari *generator* akan digunakan sebagai listrik alternatif untuk menggerakkan proses. *Generator* yang digunakan memiliki kapasitas 6000 kW yang diharapkan dapat menjalani proses hingga listrik pabrik kembali menjadi normal.

#### 5.3 Unit penyedia bahan bakar

Unit ini berfungsi menyediakan bahan bakar alternatif (solar) untuk kebutuhan generator ketika penyedia listrik utama (PLN) terjadi masalah.

#### 5.4 Spesifikasi Alat Utilitas

##### 5.4.1 Pompa Utilitas

Tabel 5. 6 Spesifikasi Pompa

Kode	PU-01	PU-02	PU-03	PU-04	PU-05
Fungsi	Mengalirkan air dari Sungai menuju BP-01	Mengalirkan air dari BP-01 menuju BP-02	Mengalirkan air dari CL-01 menuju BP-03	Mengalirkan air dari BP-03 menuju TK-01	Mengalirkan air dari TA-01 menuju aliran domestic pabrik
Jenis	<i>Centrifugal Pump</i>	<i>Centrifugal Pump</i>	<i>Centrifugal Pump</i>	<i>Centrifugal Pump</i>	<i>Centrifugal Pump</i>

Tabel 5. 6 (Lanjutan)

Kode	PU-01	PU-02	PU-03	PU-04	PU-05
Impeller	<i>Axial flow impellers</i>	<i>Axial flow impellers</i>	<i>Axial flow impellers</i>	<i>Axial flow impellers</i>	<i>Axial flow impellers</i>
Jumlah	1	1	1	1	1
Bahan konstruksi	<i>Commercial steel</i>	<i>Commercial steel</i>	<i>Commercial steel</i>	<i>Commercial steel</i>	<i>Commercial steel</i>
Spesifikasi					
Kapasitas	2,40 m <sup>3</sup> /jam	1,92 m <sup>3</sup> /jam	1,73 m <sup>3</sup> /jam	1,64 m <sup>3</sup> /jam	1,64 m <sup>3</sup> /jam
Rate volumetric	0,0235 ft <sup>3</sup> /det	0,0188 ft <sup>3</sup> /det	0,0169 ft <sup>3</sup> /det	0,0160 ft <sup>3</sup> /det	0,0160 ft <sup>3</sup> /det
Kecepatan aliran	2,258 ft/det	1,806 ft/det	1,625 ft/det	1,544 ft/det	1,544 ft/det
Ukuran pipa	1,5 in	1,5 in	1,5 in	1,5 in	1,5 in
ID	1,38 in	1,38 in	1,38 in	1,38 in	1,38 in
OD	1,66 in	1,66 in	1,66 in	1,66 in	1,66 in
IPS	1,25 in	1,25 in	1,25 in	1,25 in	1,25 in
<i>Flow area</i>	1,5 in <sup>2</sup>	1,5 in <sup>2</sup>	1,5 in <sup>2</sup>	1,5 in <sup>2</sup>	1,5 in <sup>2</sup>
Efisiensi pompa	60%	60%	60%	60%	60%
Daya	0,1 Hp	0,1 Hp	0,1 Hp	0,2 Hp	0,1 Hp

#### 5.4.2 Bak Pengendapan

Kode : BP-01

Fungsi : Mengendapkan pasir dan lumpur dari sungai

Jenis : Bak berbentuk persegi

Bahan : Beton

Volume : 57,60 m<sup>2</sup>



Tinggi : 2,12 m

Panjang : 6,37 m

Lebar : 4,25 m

#### **5.4.3 Clarifier**

Kode : CL-01

Fungsi : Memisahkan flok dalam air

Jenis : *Continuous thickener*

Bahan : *Carbon steel*

Volume : 4,22 m<sup>2</sup>

Diameter silinder : 1,61 m

Tinggi silinder : 0,538 m

Tinggi cone : 4,57 m

Waktu pengendapan : 1,98 jam

#### **5.4.4 Tangki Air Bersih**

Kode : TA-01

Fungsi : Menyimpan air bersih

Jenis : Tangki silinder tegak

Bahan : *Carbon steel*

Waktu tinggal : 7 hari

Volume : 303,38 m<sup>2</sup>

Tinggi : 11,13 m

Diameter : 6,36 m

Tebal : 5/8 in

#### 5.4.5 Generator Listrik

Kode	: GN-01
Fungsi	: Menyediakan listrik alternatif
Jenis	: <i>AC generator</i>
Kapasitas	: 6000 kW
Tegangan	: 220 volt
Phase	: 3
Bahan bakar	: Solar
Efisiensi	: 80%

#### 5.4.6 Tangki Solar

Kode	: TS-01
Fungsi	: Menyimpan bahan bakar <i>generator</i>
Jenis	: Tangki silinder tegak
Bahan	: <i>Carbon steel</i>
Waktu tinggal	: 7 hari
Volume	: 147,91 m <sup>2</sup>
Tinggi	: 8,76 m
Diameter	: 5,01 m
Tebal	: 1/2 in

## BAB VI

### EVALUASI EKONOMI

Evaluasi ekonomi pabrik dilakukan untuk mengetahui apakah pabrik yang di rancang layak atau tidak dan dapat menguntungkan atau tidak. Jika dilihat dari segi ekonomi, suatu pabrik dikatakan layak jika dapat memenuhi kewajiban finansial serta dapat mendapatkan keuntungan yang layak bagi perusahaan dan para pemiliknya. Berbagai parameter ekonomi dapat digunakan sebagai pedoman untuk menentukan layak tidaknya suatu pabrik untuk didirikan dan besarnya tingkat pendapatan yang diterima dari segi ekonomi. Selain dari itu untuk mengetahui apakah modal yang ditanamkan dapat kembali pada jangka waktu tertentu atau tidak.

Dengan demikian prarancangan pabrik kalsium karbida diperlukan evaluasi ekonomi untuk mengetahui apakah pabrik yang didirikan merupakan suatu investasi yang layak dan menguntungkan atau tidak. Pabrik kalsium karbida dirancang dengan resiko yang rendah (*low risk*) dengan pertimbangan:

1. Bahan baku hingga produk tidak memerlukan suhu dan tekanan khusus dalam penyimpanannya.
2. Ketika reaksi walaupun memakai suhu tinggi tetapi memakai tekanan yang tidak tinggi dan alat memakai energi dari listrik jadi dapat lebih aman dibandingkan dengan alat yang memakai selain listrik.
3. Penggunaan reaktor EAF menggunakan EAF *direct*, jadi meminimalisir pergerakan pada reaktor yang dapat menambah resiko tumpahan.
4. Terdapat Pabrik Kalsium yang sudah beroperasi di Indonesia maupun luar negeri.

Untuk itu pada perancangan pabrik kalsium karbida ini dibuat evaluasi penilaian yang di tinjau dengan metode :

1. Keuntungan (*Profit*)
2. *Return On Investment* (ROI)
3. *Pay Out Time* (POT)
4. *Break Event Point* (BEP)
5. *Shut Down Point* (SDP)
6. *Discounted Cash Flow Rate of Return* (DCFR)

Namun, untuk menghitung faktor-faktor diatas perlu diperkirakan sebelum melakukan analisis, seperti :

1. Jumlah Investasi modal (*Total Capital Investment*)
2. Biaya Pengeluaran Umum (*General Expense*)
3. Total Penjualan
4. Perkiraan Laba atau Rugi Usaha

## **6.1 Dasar perhitungan**

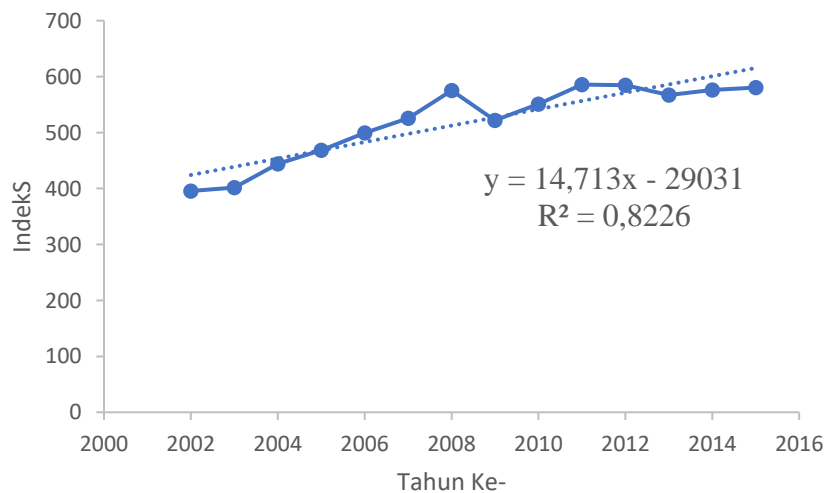
Kapasitas Produksi	: 25.000 ton/tahun
Satu Tahun Operasi	: 330 hari
Perkiraan Pabrik Beroperasi	: Tahun 2026
Umur pabrik	: 10 Tahun
Kurs mata uang (1 USD)	: Rp 15.222 14 Agustus 2023

## **6.2 Penaksiran Harga Alat**

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

yang ada saat ini, dapat ditaksir dari harga alat tahun lalu berdasarkan indeks harga.

Untuk mengetahui harga alat pada tahun pendirian pabrik yaitu tahun 2026, maka dicari indeks pada tahun tersebut. Harga indeks tahun 2026 dapat diperkirakan dengan data indeks dari tahun-tahun sebelumnya. Pada analisis ini digunakan data indeks harga dari tahun 2002 sampai 2015 yang didapatkan dari CEPCI (Chemical Engineering Plant Cost Indeks, 2016) kemudian dicari dengan menggunakan persamaan regresi linier. Grafik hubungan antara tahun dan indeks harga ditunjukkan pada Gambar 6.1.



Gambar 6. 1 Indeks Harga

Asumsi kenaikan indeks linear, berdasarkan data dari Gambar 6.1 maka didapatkan persamaan berikut:

$$y = 14,713x - 29031$$

Dimana:

y = indeks harga

x = Tahun pembelian

Persamaan pendekatan yang digunakan untuk memperkirakan harga peralatan yang ada pada saat sekarang adalah (Aries, 1955) :

$$E_x = E_y \left[ \frac{N_x}{N_y} \right]$$

Keterangan :

$E_x$  = Harga alat pada tahun x

$E_y$  = Harga alat pada tahun y

$N_x$  = Nilai indeks pada tahun x

$N_y$  = Nilai indeks pada tahun y

Setelah dihitung menggunakan persamaan Aries 1955 maka didapatkan indeks pada tahun 2026 adalah 771,46.

## 6.3 Perhitungan Biaya

### 6.3.1 *Total Capital Investment (TCI)*

*Total Capital Investment* atau TCI (Investasi Modal Total) adalah jumlah total biaya yang dibutuhkan untuk memulai atau mengembangkan proyek atau bisnis, termasuk pembelian aset fisik, pembangunan, peralatan, dan pengeluaran awal lainnya. TCI adalah komponen penting dalam perencanaan bisnis dan proyek karena memengaruhi kelayakan finansial. TCI ini terdiri dari *Fixed Capital Investment* dan *Working Capital*.

#### 1. *Fixed Capital Investment (FCI)*

*Fixed Capital Investment* atau FCI (Investasi Modal Tetap) merupakan seberapa besar biaya yang dibutuhkan untuk membeli atau

membangun aset tetap seperti tanah, gedung, dan peralatan dalam sebuah proyek atau bisnis. FCI penting dalam perencanaan finansial karena memengaruhi total investasi awal. FCI terdiri dari :

a. *Direct Plant Cost* (DPC)

*Direct Plant Cost* atau DPC (Biaya Pabrik Langsung) merupakan biaya-biaya langsung yang terkait dengan pembangunan dan pengoperasian pabrik. DPC terbagi lagi menjadi beberapa pengeluaran yaitu :

- a) *Purchased Equipment Cost* atau (PEC) adalah biaya pembelian alat baik alat proses maupun alat pendukung lainnya, jika alat yang ingin dibeli adalah barang import akan terkena beberapa biaya tambahan seperti pajak, asuransi, dan pengangkutan.
- b) Biaya instalasi alat atau pemasangan alat adalah biaya yang dibutuhkan untuk pemasangan semua alat proses maupun alat pendukung di lokasi pabrik dengan biaya sebesar 43% dari PEC.
- c) Biaya pemipaan atau *piping* adalah biaya yang dikeluarkan untuk pembelian dan pemasangan pipa di lokasi pabrik dengan biaya sebesar 36% dari PEC.
- d) Biaya instrumentasi dan alat kontrol adalah biaya yang digunakan untuk melengkapi sistem proses dan utilitas dengan suatu sistem kontrol sesuai dengan kebutuhan dengan biaya sebesar 13% dari PEC.
- e) Biaya insulasi adalah biaya yang dikeluarkan untuk pembelian dan pemasangan sistem insulasi di dalam alat proses contohnya

pada EAF maupun alat pendukung yang memerlukan insulasi dengan biaya sebesar 8% dari PEC.

- f) Biaya instalasi listrik adalah biaya yang digunakan untuk pendistribusian tenaga listrik, biaya instalasi belum termasuk dengan alat penyedia listrik, biaya instalasi listrik di estimasi sebesar 10%-15% dari PEC (digunakan 15%).
- g) Biaya sarana dan bangunan adalah biaya yang digunakan untuk pendirian sarana dan bangunan-bangunan di dalam area pabrik dengan biaya sebesar 47% dari PEC.
- h) Biaya pembelian tanah adalah biaya yang digunakan untuk pembelian tanah dengan harga yang disesuaikan dengan harga pasaran, Jika berpatokan dengan NJOP harga tanah di wilayah Bandung barat sebesar Rp. 2.352.000,-/m<sup>2</sup>.
- i) Biaya lingkungan atau enviromental adalah biaya untuk pemeliharaan kelestarian lingkungan di lingkungan pabrik dan sekitarnya dengan perkiraan biaya sebesar 6%-25% (digunakan 25%) (Timmerhaus, 1991).

*b. Engineering and Construction Cost*

*Engineering and construction cost* adalah biaya untuk keperluan *design engineering, temporary construction, field supervisor, dan inspection*. Besarnya biaya untuk keperluan ini adalah 20% dari PPC jika  $PPC > \$5.000.000$

*c. Contractor's fee dan Contingency*



*Contractor's fee* dan *contingency* adalah biaya yang digunakan untuk pembayaran kontraktor pembangunan pabrik dan *contingency* adalah biaya kompensasi untuk pengeluaran tak terduga, perubahan proses, kesalahan estimasi, dan perubahan harga. Untuk biaya *contractor's fee* sebesar 10% dari DPC dan untuk *contingency* sebesar 30% dari DPC.

## 2. *Working Capital (WC)*

*Working Capital* atau WC (modal kerja) adalah modal yang digunakan untuk memulai usaha sampai mampu mencapai keuntungan dari hasil penjualan dan dapat memutar keuangannya. Modal kerja meliputi :

- a) Modal untuk bahan baku proses dan utilitas tergantung pada konsumsi bahan baku, sumber, ketersediaan, dan kebutuhan penyimpanannya.
- b) *In process inventory* adalah biaya yang harus ditanggung selama bahan berada dalam proses dan besarnya tergantung pada lama siklus proses (digunakan 5% MC).
- c) *Product inventory* adalah biaya yang diperlukan untuk penyimpanan produk sebelum terjual (digunakan 1% MC)
- d) *Available cash* adalah persediaan uang untuk pembayaran service, material, dan karyawan.
- e) *Extended credit* adalah persediaan biaya untuk menutup penjualan produk yang belum dibayar.

## 3. *Plant Start Up*

*Plant Start Up* adalah modal awal yang digunakan untuk menjalankan proses untuk yang pertama kali, biaya untuk *plant start up* ini diperkirakan 5%-10% dari DPC (digunakan 10%), sehingga diketahui TCI sebesar Rp 892.852.712.870 dengan modal berasal dari sendiri sebesar 30% jadi Rp 267.855.813.861 dan 70% dari investasi sebesar Rp 624.996.899.009.

### **6.3.2 Total Production Cost (TPC)**

*Total production cost* atau TPC (biaya total produksi) adalah total biaya yang akan digunakan selama pabrik beroperasi, TPC meliputi *general expense* dan *manufacturing cost* (MC), terbagi menjadi :

1. *Direct manufacturing cost* (DMC) adalah pengeluaran yang bersangkutan dengan pembuatan produk, seperti :
  - a) Biaya bahan baku untuk proses dan utilitas digunakan untuk pembelian bahan baku untuk produksi dan utilitas.
  - b) Gaji karyawan atau labor adalah biaya yang digunakan untuk membayar semua gaji karyawan.
  - c) *Supervision* atau supervisi adalah gaji untuk semua orang yang bertanggung jawab terhadap pengawasan proses secara langsung dengan biaya sebesar 25% dari gaji karyawan.
  - d) *Maintanance* atau perawatan alat produksi adalah biaya yang digunakan untuk perawatan dan pemeliharaan semua alat proses hingga utilitas dengan perkiraan biaya sebesar 8%-10% dari FCI (digunakan 10%).

- e) *Plant supply* adalah biaya yang digunakan untuk pengadaan alat alat seperti gasket dan *charts* dengan biaya sebesar 15% dari *maintanance*.
  - f) *Royalitie and patent* adalah biaya untuk hak paten untuk keperluan produksi diamortisasi selama waktu proteksinya sampai waktu paten habis. Untuk royalti dibayarkan berdasarkan kecepatan penjualan, dengan biaya untuk keduanya sebesar 1%-5% dari harga jual produk.
  - g) Utilitas dalam pabrik kalsium karbida meliputi pembelian listrik dan bahan bakar alternatif dengan perkiraan biaya sebesar 10%-20% dari total harga jual produk (digunakan 20%).
2. *Indirect manufacturing cost* (IMC) adalah biaya tidak langsung dengan proses operasi pabrik, seperti :
- a) *Payroll overhead* adalah biaya untuk para karyawan seperti biaya pensium, asuransi, kecelakaan yang diakibatkan kerja, dan keamanan, dengan estimasi biaya sebesar 15%-20% dari gaji karyawan (digunakan 20%).
  - b) Laboratorium adalah biaya untuk pengoperasian laboratorium, laboratorium sangat dibutuhkan untuk *quality control* dengan estimasi biaya sebesar 10%-20% dari gaji karyawan (digunakan 10%).
  - c) *Packaging* dan *transport* adalah biaya yang digunakan untuk pengepakan dan biaya untuk pengangkutan barang produksi

hingga titik tujuan dengan biaya sebesar 13% dari harga jual produk.

d) *Plant overhead* adalah biaya untuk *service* yang tidak berhubungan langsung dengan unit produksi seperti biaya kesehatan, pembelian, gudang, *safety* dan proteksi dengan estimasi biaya sebesar 50%-100% dari gaji karyawan (digunakan 50%).

3. *Fixed manufacturing cost* (FMC) adalah adalah biaya yang tidak berubah tergantung pada tingkat produksi. Biaya ini tetap konstan, bahkan jika volume produksi meningkat atau menurun, FMC meliputi :

a) Depresiasi adalah biaya penyusutan nilai aset seperti peralatan dan gedung, besarnya dapat diperhitungkan dari perkiraan umur pabrik dengan estimasi biaya sebesar 8%-10% dari FCI (digunakan 10%).

b) *Property tax* adalah biaya untuk pajak properti yang harus dibayar oleh pihak pabrik dengan estimasi biaya 2%-4% dari FCI (digunakan 2%)

c) Asuransi adalah biaya asuransi untuk pabrik, ketika semakin berbahaya suatu pabrik maka asuransi yang akan didapatkan semakin tinggi dengan biaya sebesar 1% dari FCI.

(Aries dan Newton, 1955)

### **6.3.3 *General Expense***

*General expense*, atau biaya umum adalah pengeluaran rutin yang dikeluarkan untuk menjalankan operasi sehari-hari. Ini termasuk biaya seperti

sewa, riset, peralatan kantor, dan lain-lain yang tidak termasuk dalam MC. *General expense* tidak terkait dengan kegiatan atau proyek khusus, melainkan merupakan biaya tetap yang perlu dikeluarkan secara teratur.

1. Biaya administrasi adalah biaya yang diperlukan untuk menjalankan administrasi perusahaan dengan perkiraan biaya total 2%-3% dari harga jual produk (digunakan 2,5%).
2. *Sales expennse sales* adalah biaya administrasi untuk penjualan produk termasuk biaya promosi dengan estimasi biaya sebesar 3%-12% dari harga jual produk (digunakan 5%).
3. Biaya riset adalah biaya untuk perkembangan pabrik mencakup perbaikan proses dan peningkatan kualitas dari produk dengan estimasi biaya sebesar 2%-4% (digunakan 2,5%).

Jadi untuk akumulasi TPC dari *total manufacturing cost* dengan *general expense* didapatkan sebesar Rp 104.642.635.643.

(Aries, 1955)

#### **6.3.4 Total penjualan**

Hasil penjualan produk kalsium karbida ( $\text{CaC}_2$ ) sebagai berikut:

$$= 3156,565 \text{ kg/jam} \times 24 \text{ jam/hari} \times 330 \text{ hari/tahun} \times \text{Rp } 24.000,-/\text{kg}$$

$$= \text{Rp } 600.000.000.000/\text{tahun}$$

Jadi total harga penjualan produk per tahun sebesar Rp 600.000.000.000

#### **6.3.5 Perkiraan Laba Usaha**

Dari hasil akumulasi total penjualan per tahun dikurangi dengan total biaya produksi diperoleh rata-rata laba sebagai berikut :

Rata-rata laba sebelum pajak = Rp 89.712.821.004

Rata-rata laba sesudah pajak = Rp 69.976.000.383

### 6.3.6 Analisa Kelayakan

Analisa atau evaluasi kelayakan suatu perancangan pabrik dilakukan untuk mengetahui keuntungan yang diperoleh. Studi kelayakan dari pabrik kalsium karbida dapat dilihat dari parameter-parameter ekonomi. Beberapa cara yang digunakan untuk menyatakan kelayakan adalah:

#### 1. *Return On Investment* (ROI)

*Return on investment* adalah perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahun, didasarkan pada kecepatan pengembalian modal tetap yang diinvestasikan. Persamaan yang digunakan untuk menghitung percent *return on investment* adalah

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

Dari hasil perhitungan didapatkan ROI sebelum pajak sebesar 11,96% dan setelah pajak 9,33%, dianggap sudah memenuhi ketentuan karena pabrik dengan risiko rendah mempunyai minimum ROI *before tax* sebesar 11%.

#### 2. *Pay Out Time* (POT)

*Pay out time* adalah waktu pengembalian modal yang dihasilkan berdasarkan keuntungan yang dicapai, perhitungan POT diperlukan untuk mengetahui berapa lama investasi yang dilakukan akan kembali.

Persamaan yang digunakan untuk menghitung POT adalah :

$$\text{POT} = \frac{\text{FCI}}{\text{Profit} + \text{Depresiasi}}$$

Dari hasil perhitungan didapatkan POT sebelum pajak selama 4,55 tahun dan setelah pajak 5,17 tahun dianggap sudah memenuhi ketentuan karena pabrik dengan risiko rendah mempunyai nilai POT maksimal 5 tahun.

### 3. *Break Even Point* (BEP)

*Break even point* (titik impas) adalah level penjualan di mana total pendapatan sama dengan total biaya, sehingga tidak ada keuntungan atau kerugian bersih atau secara singkat adalah saat bisnis mencapai nol laba. Pada titik ini, semua pendapatan yang diterima cukup untuk menutup semua biaya yang terkait dengan produksi atau operasi bisnis tersebut. *Break even point* dapat membantu bisnis untuk menentukan kapan akan mulai menghasilkan keuntungan setelah melewati titik ini. Persamaan yang digunakan untuk menghitung *break even point* adalah:

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

Keterangan:

Fa = *Annual fixed manufacturing cost* pada produksi maksimum

Ra = *Annual regulated expenses* pada produksi maksimum

Sa = *Annual variable value* pada produksi maksimum

Va = *Annual sales value* pada produksi maksimum

Dari hasil perhitungan didapatkan BEP sebesar 40,03%. Sudah dianggap memenuhi kriteria karena BEP berkisar antara 40% - 60%

#### 4. *Shut Down Point (SDP)*

*Shut down point* merupakan titik dimana suatu kegiatan produksi dihentikan. Penghentian ini bisa terjadi karena keputusan manajemen yang dikarenakan kegiatan produksi yang tidak ekonomis, atau bisa juga diakibatkan oleh *variable cost* yang terlalu tinggi. Dalam setahun, persen kapasitas minimum pabrik bisa mencapai kapasitas produk yang diinginkan. Namun jika pabrik tersebut dalam setahun tidak bisa mencapai kapasitas minimum yang diinginkan maka operasi pabrik harus dihentikan. Hal tersebut diakibatkan karena biaya yang akan dikeluarkan untuk melanjutkan proses operasi akan lebih mahal dibandingkan dengan biaya yang digunakan untuk membayar *fixed cost* dan menutup pabrik. Persamaan yang digunakan untuk menentukan *shut down point* adalah :

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

Dari hasil perhitungan didapatkan SDP sebesar 9,94% dianggap sudah memenuhi ketentuan karena SDP dibawah 40%.

#### 5. *Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFR)*

*Discounted cash flow rate of return* merupakan perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahunnya. Didasarkan atas investasi yang tidak kembali pada setiap akhir tahun selama umur pabrik. Persamaan yang digunakan untuk menghitung *discounted cash flow rate of return* adalah :

$$(FC+WC)(1+i)^n-(SV+WC) = C\{(1+i)^{n-1} + (1+i)^{n-2}+\dots+(1+i)+1\}$$

Keterangan :

FC = *Fixed capital*



WC = *Working capital*

SV = *Salvage value*

C = *Annual cost*

n = *Umur pabrik*

i = *Nilai DCFR*

Dari hasil perhitungan didapatkan DCFR sebesar 19,40%

## 6.4 Hasil Perhitungan

### 6.4.1 Harga Alat

Tabel 6. 1 Perkiraan Harga Alat

Alat	Kode	Jumlah	Harga Total 2026 USD	Harga Total 2026 Rupiah
EAF	EAF-01	1	910.155,27	Rp 21.712.240.783,94
Bin CaO	B-02	1	30.083,49	Rp 457.930.896,53
Bin C	B-01	1	32.936,24	Rp 501.355.378,10
Bin produk	B-03	1	29.175,80	Rp 444.114.016,04
Bin coal burner	B-04	1	17.894,49	Rp 272.389.929,83
<i>Rotary dryer</i>	DR-01	1	210.843,78	Rp 3.209.463.955,88
<i>Jaw Crusher</i>	JC-01	1	130.461,21	Rp 1.985.880.495,70
<i>Screen</i>	SC-01	1	23.729,65	Rp 361.212.733,04
<i>Belt conveyor</i>	BC-01	1	19.709,87	Rp 300.023.690,83
<i>Belt conveyor</i>	BC-02	1	24.767,01	Rp 377.003.453,61
<i>Belt conveyor</i>	BC-03	1	12.318,67	Rp 187.514.806,77
<i>Belt conveyor</i>	BC-04	1	12.318,67	Rp 187.514.806,77
<i>Belt conveyor</i>	BC-05	1	24.767,01	Rp 377.003.453,61
<i>Blower</i>	BL-01	1	9.206,59	Rp 140.142.645,06

Tabel 6. 1 (Lanjutan)

Alat	Kode	Jumlah	Harga Total 2026 USD	Harga Total 2026 Rupiah
<i>Fan</i>	F-01	1	9.854,94	Rp 150.011.845,42
<i>Burner blower</i>	BL-02	1	19.450,53	Rp 296.076.010,69
<i>Bucket elevator</i>	BE-01	1	19.450,53	Rp 296.076.010,69
<i>Bucket elevator</i>	BE-02	1	31.898,87	Rp 485.564.657,53
<i>Bucket elevator</i>	BE-03	1	28.657,12	Rp 436.218.655,75
<i>Carbide chiller</i>	CC	125	3.565.931,02	Rp 54.280.601.959,86
Pompa 1	PU-01	1	2.593,40	Rp 39.476.801,43
Pompa 2	PU-02	1	2.593,40	Rp 39.476.801,43
Pompa 3	PU-03	1	2.593,40	Rp 39.476.801,43
Pompa 4	PU-04	1	2.593,40	Rp 39.476.801,43
Pompa 5	PU-05	1	2.593,40	Rp 39.476.801,43
<i>Flare stack</i>	FS-01	1	414.944,70	Rp 6.316.288.228,06
Tangki air	TA-01	1	106.459,25	Rp 1.620.522.698,51
<i>Generator</i>	GN-01	1	103.736,18	Rp 1.579.072.057,01
Tangki solar	TS-01	1	68.076,86	Rp 1.036.266.037,42
Total			5.869.794,76	Rp 97.207.873.213,80

#### 6.4.2 Dasar Perhitungan

Tabel 6. 2 *Purchased Equipment Cost (PEC)*

<i>PEC Purchased Equipment Cost</i>	Biaya (Rp)
<i>Equipment Cost (EC)</i>	97.207.873.213,80
(15%EC)) Biaya pengangkutan sampai pelabuhan	14.581.180.982,07
(2%EC)) Biaya asuransi pengangkutan	1.944.157.464,28
(0,5%EC)) Provisi bank	486.039.366,07
(1%EC)) Emisi muatan kapal laut (EMKL)	972.078.732,14

Tabel 6. 2 (Lanjutan)

<i>PEC Purchased Equipment Cost</i>	Biaya (Rp)
(20%EC)) Pajak bea cukai	19.441.574.642,76
Total PEC	134.632.904.401,11

Tabel 6. 3 *Physical Plant Cost*

<i>PPC Physical Plant Cost</i>	Biaya (Rp)
PEC	134.632.904.401,11
(43%PEC)) Instalasi	57.892.148.892,48
(36%PEC)) Pemipaan	48.467.845.584,40
(13%PEC)) Instrumentasi	17.502.277.572,14
(8%PEC)) Insulasi	10.770.632.352,09
(15%PEC)) Kelistrikan	20.194.935.660,17
(47%PEC)) Bangunan	63.277.465.068,52
Tanah	59.976.000.000,00
(25%PEC)) Environmental	33.658.226.100,28
Total PPC	446.372.435.631,19

Tabel 6. 4 *Direct Plant Cost*

<i>DPC Direct Plant Cost</i>	Biaya (Rp)
PPC	446.372.435.631,19
(20%PPC)) <i>Engineering and construction</i>	89.274.487.126,24
Total DPC	535.646.922.757,43

Tabel 6. 5 *Fixed Capital Investment*

<i>FCI Fixed Capital Investment</i>	Biaya (Rp)
DPC	535.646.922.757,43
(10%DPC)) <i>Contractors fee</i>	53.564.692.275,74
(30%DPC)) <i>Contingency</i>	160.694.076.827,23
Total FCI	749.905.691.860,40

Tabel 6. 6 *Working Capital*

<i>WC Working Capital</i>	Biaya (Rp)
Raw material inventory	10.987.210.699,26
(5%MC)) <i>Inprocess inventory</i>	20.282.227.167,61
(1%MC) <i>Product inventory</i>	4.056.445.433,52
<i>Available cash</i>	4.056.445.433,52
(S/12) <i>Extended credit</i>	50.000.000.000,00
<b>Total WC</b>	<b>89.382.328.733,91</b>

Tabel 6. 7 *Total Capital Investment*

<i>TCI Total Capital Investment</i>	Biaya (Rp)
FCI	749.905.691.860,40
WC	89.382.328.733,91
(10%DPC)) <i>Plant start up</i>	53.564.692.275,74
<b>Total TCI</b>	<b>892.852.712.870,05</b>

Tabel 6. 8 *Direct Manufacturing Cost*

<i>DMC Direct Manufacturing Cost</i>	Biaya (Rp)
Bahan baku proses	65.923.264.195,55
Bahan baku utilitas	42.365.320.542,40
Labor	10.320.000.000,00
(25%L)) <i>Supervisi</i>	2.580.000.000,00
(10%FCI)) <i>Maintenance</i>	74.990.569.186,04
(15%M)) <i>Plant supply</i>	11.248.585.377,91
(1%Hjual)) <i>Royalti</i>	6.000.000.000,00
(20%BU)) <i>Utilitas</i>	8.473.064.108,48
<b>Total DMC</b>	<b>221.900.803.410,37</b>

Tabel 6. 9 *Indirect Manufacturing Cost*

<i>IMC Indirect Manufacturing Cost</i>	Biaya (Rp)
(20%L)) <i>Payroll overhead</i>	2.064.000.000,00
(10%L)) <i>Laboratorium</i>	1.032.000.000,00
(13%Hjual)) <i>Packaging and transport</i>	78.000.000.000,00
(50%L)) <i>Plant overhead</i>	5.160.000.000,00
<b>Total IMC</b>	<b>86.256.000.000,00</b>

Tabel 6. 10 *Fixed Manufacturing Cost*

<i>FMC Fixed Manufacturing Cost</i>	Biaya (Rp)
(10%FCI)) <i>Depresiasi</i>	74.990.569.186,04
(2%FCI)) <i>Property taxed</i>	14.998.113.837,21
(1%FCI)) <i>Asuransi</i>	7.499.056.918,60
<b>Total FMC</b>	<b>97.487.739.941,85</b>

Tabel 6. 11 *Total Manufacturing Cost*

<i>TMC Total Manufacturing Cost</i>	Biaya (Rp)
<b>DMC</b>	<b>221.900.803.410,37</b>
<b>IMC</b>	<b>86.256.000.000,00</b>
<b>FMC</b>	<b>97.487.739.941,85</b>
<b>Total TMC</b>	<b>405.644.543.352,23</b>

Tabel 6. 12 *General Expense*

<i>GE General Expense</i>	Biaya (Rp)
(2,5%Hjual)) <i>Administrasi</i>	15.000.000.000,00
(5%Hjual)) <i>Sales</i>	30.000.000.000,00
(2,5%Hjual)) <i>Riset</i>	15.000.000.000,00
(5%TCI)) <i>Finance</i>	44.642.635.643,50
<b>Total GE</b>	<b>104.642.635.643,50</b>

Tabel 6. 13 *Total Production Cost*

<i>TPC Total Production Cost</i>	Biaya (Rp)
TMC	405.644.543.352,23
GE	104.642.635.643,50
Total TPC	510.287.178.995,73

#### 6.4.3 Analisis Keuntungan

Total penjualan = Rp 600.000.000.000,00

Total biaya produksi = Rp 510.287.178.995,73

Keuntungan = Rp 89.712.821.004,27

Pajak = 22%

(Pasal 17 ayat (2) Undang-Undang Pajak Penghasilan. Tahun 2022)

Pajak yang dibayar = Rp 19.736.820.620,94

Keuntungan setelah pajak = Rp 69.976.000.383,33

#### 6.4.4 Hasil Kelayakan Ekonomi

ROI (*Return of investment*)

FCI = Rp 749.905.691.860,40

Keuntungan sebelum pajak = Rp 89.712.821.004,27

ROI b = 11,96%

Keuntungan setelah pajak = Rp 172.510.150.299,44

ROI a = 9,33%

POT (*pay out time*)

FCI = Rp 749.905.691.860,40

Depresiasi = Rp 74.990.569.186,04

Keuntungan sebelum p	= Rp 89.712.821.004,27
POT b	= 4,55 Tahun
Keuntungan sesudah p	= Rp 172.510.150.299,44
POT a	= 5,17 Tahun

Tabel 6. 14 *Break Even Point*

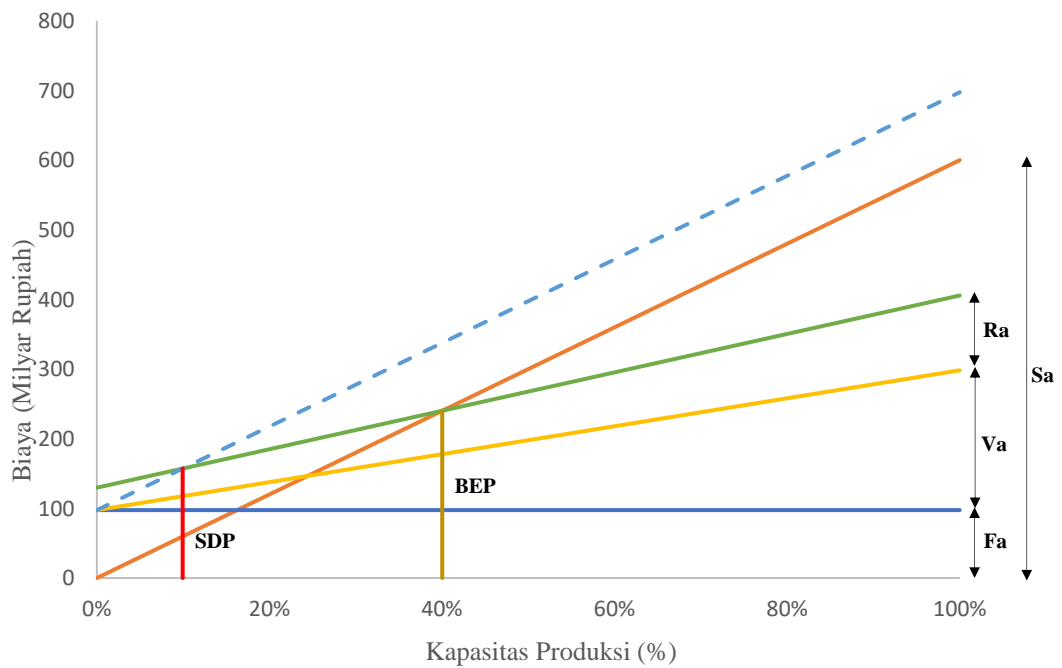
<i>BEP Break Even Point</i>		Jumlah (Rp)
<i>Fa Fixed cost</i>	(10%FCI) Depresiasi	74.990.569.186,04
	(2%FCI) <i>Property taxed</i>	14.998.113.837,21
	(1%FCI) Asuransi	7.499.056.918,60
	Total	97.487.739.941,85
<i>Ra Regulated cost</i>	Labor	10.320.000.000,00
	(25%L) Supervisi	2.580.000.000,00
	(10%FCI) <i>Maintenance</i>	74.990.569.186,04
	(15%M) <i>Plant supply</i>	11.248.585.377,91
	(20%L) <i>Payroll overhead</i>	2.064.000.000,00
	(10%L) Laboratorium	1.032.000.000,00
	(50%L) <i>Plant overhead</i>	5.160.000.000,00
	Total	107.395.154.563,95
<i>Va Variable cost</i>	Bahan baku proses	65.923.264.195,55
	Bahan baku utilitas	42.365.320.542,40
	(13%Hjual) <i>Packaging and transport</i>	78.000.000.000,00
	(1%Hjual) Royalti	6.000.000.000,00
	(20%BU) Utilitas	8.473.064.108,48
	Total	200.761.648.846,43
<i>Sa annual sales</i>		600.000.000.000,00

BEP = 40,03%

SDP = 9,94%

DCFR *Discounted Cash Flow Rate of Return*

Tahun / n = 10  
FC = 749.905.691.860,40  
WC = 89.382.328.733,91  
SV = 74.990.569.186,04  
C = 189.609.205.212,88  
i = 19,40%  
r-s=0 = 0,00



Gambar 6. 2 Grafik Analisa Ekonomi



Tabel 6. 15 Kriteria Kelayakan Ekonomi

Kriteria	Terhitung	Persyaratan
ROI Sebelum Pajak	11,96%	ROI sebelum pajak minimal untuk <i>low risk</i> 11%
ROI Setelah Pajak	9,33%	
POT Sebelum Pajak	4,55 Tahun	POT sebelum pajak maksimal untuk <i>low risk</i> 5 tahun
POT Setelah Pajak	5,17 Tahun	
BEP	40,03%	Berkisar 40-60%
SDP	9,94%	Berkisar < 40%
DCFRR	19,40%	>1,5 kali bunga bank minimum

## BAB VII

### PENUTUP

#### 7.1 Kesimpulan

1. Prarancangan pabrik kalsium karbida ( $\text{CaC}_2$ ) dari kalsium oksida ( $\text{CaO}$ ) dan karbon (C) dengan menggunakan energi utama listrik berkapasitas 25.000 ton/tahun direncanakan akan dibangun di Cimareme, Bandung, Jawa Barat.
2. Bentuk hukum perusahaan yang direncanakan adalah Perseroan Terbatas (PT) dan bentuk organisasi yang direncanakan adalah sistem garis dan staf, dengan jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan untuk mengoperasikan pabrik sebanyak 154 orang.
3. Berdasarkan tinjauan kondisi operasi, pemilihan bahan baku, dan analisis ekonomi maka pabrik kalsium karbida ( $\text{CaC}_2$ ) tergolong sebagai pabrik beresiko rendah (*low risk*).
4. Berdasarkan hasil analisis ekonomi yang telah dilakukan terhadap Prarancangan Pabrik  $\text{CaC}_2$  dengan kapasitas 25.000 ton/tahun maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :
  - a. *Percent Return On Investement* (ROI) Sebelum Pajak : 11,96%
  - b. *Percent Return On Investement* (ROI) Setelah Pajak : 9,33%
  - c. *Pay Out Time* (POT) Sebelum Pajak : 4,55 tahun
  - d. *Pay Out Time* (POT) Setelah Pajak : 9,33 tahun
  - e. *Break Even Point* (BEP) : 40,03%
  - f. *Shut Down Point* (SDP) : 9,94%

g. *Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFR)* : 19,40%

Dari hasil analisa ekonomi dapat disimpulkan bahwa pabrik kalsium karbida ini bisa dipertimbangkan pendiriannya dan dapat diteruskan ke tahap perencanaan pabrik. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pabrik ini layak untuk didirikan.

## **7.2 Saran**

Keperluan bahan baku untuk produksi diperoleh dari pabrik lain, oleh karena itu perlu adanya kontrak pembelian bahan baku agar permintaan akan bahan baku dapat dipenuhi selama pabrik beroperasi, untuk menghindari pabrik bahan baku melepaskan tanggung jawab yang bisa saja mengganggu proses operasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aries, R.S. and Newton, R.D. 1955. "*Chemical Engineering Cost Estimation*", McGraw Hill Book Company Inc. New York.
- Bird. 1960. "*Transport Phenomena*", International Edition., John Wiley & Sons,inc. New York.
- Brownell, L.E. and Young, E.H. 1959. "*Process Equipment Design*", John Willey and Sons Inc. New York.
- Carl L, Yaws. 1999. Chemical Properties Handbook: "*Physical, Thermodynamic, Environmental, Transport, Safety, and Health Related Properties for Organic and Inorganic Chemicals*". Mc Graw Hill Co. Inc.
- Hiroaki, T. and Hideo, S. 1962. "*The Kinetics of the Formation of Calcium Carbide in a Solid-Solid Reaction*". Vol. 35, No. 8.
- Mantel, C.L. 1960. "*Electro Chemical Engineering*". 4th Edition. Mc Graw Hill Co. Inc. New York.
- Material Safety Data Sheet (MSDS). 2016. "*Activated carbon*". ROTH
- Material Safety Data Sheet (MSDS). 2022. "*Calcium Oxide*". Sigma-Aldrich
- Material Safety Data Sheet (MSDS). 2021. "*Calcium Carbide*". ROTH
- Material Safety Data Sheet (MSDS). 2023. "*Carbon Monoxide*". Sigma-Aldrich

McCabe, Warren, and Peter, H. 1985. "*Unit operation of Chemical Engineering*".  
4th Edition. Mc.Graw Hill.

Othmer, Kirk. 1983. "*Encyclopedia of Chemical Technology*". Volume IV. 2nd  
Edition. John Wiley & Sons. New York.

Perry, R.H. and Chilton, C.H. 1984. "*Chemical Engineering Handbook*". 7th  
Edition. Mc Graw Hill Co. Inc. New York.

Perry, R.H. and Chilton, C.H. 1984. "*Chemical Engineering Handbook*". 8th  
Edition. Mc Graw Hill Co. Inc. New York.

Peters Max S and Claus Timmerhaus. 1991. "*Plant Design and Economics for  
Chemical Engineers*". 4th Edition. Mc.Graw Hill. Singapore.

U.S. Environmental Protection Agency (EPA). 1984. "Idaho Environmental  
Quality Profile". Research Outlook.

## LAMPIRAN

### A. Perhitungan Neraca Massa

- Basis perhitungan : 1 jam operasi
- Basis Bahan Baku : 1.000
- Faktor pengali : 20,838
- Produk : Kalsium Karbida (CaC<sub>2</sub>)
- Kapasitas produksi : 25.000 ton/tahun

#### Penentuan faktor pengali

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas produksi} &= \frac{25000\text{ton}}{330\text{hari}} \times \frac{1\text{hari}}{24\text{jam}} \times \frac{1000\text{kg}}{1\text{ton}} \\ &= 3.156,566 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Basis Bahan baku} &= \frac{1000\text{ton}}{330\text{hari}} \times \frac{1\text{hari}}{24\text{jam}} \times \frac{1000\text{kg}}{1\text{ton}} \\ &= 126,263 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{CaO mula-mula} &= \frac{126,263\text{kg/jam}}{56,07} \\ &= 2,252 \frac{\text{kmol}}{\text{jam}} \end{aligned}$$

Berdasarkan [www.epa.gov](http://www.epa.gov), diketahui bahwa konversi reaksi pembentukan CaC<sub>2</sub> dari CaO 95%, sedangkan pengotor yang terkandung di dalam kokas adalah sebesar 10%. Dimana



Komponen	BM	Berat, Kg	Mol mula-mula, kmol	Mol reaksi, kmol	Mol sisa, kmol
CaO	56,07	126,263	2,252	2,139	0,113
C	12,01	81,135	6,756	6,418	0,338
CaC <sub>2</sub>	64,09	137,107	-	2,139	-
CO	28,01	59,921	-	2,139	-

$$X_{CaO} = \frac{CaO \text{ Mula} - CaO \text{ Sisa}}{CaO \text{ Mula}}$$

$$X_{CaO} = \frac{CaO \text{ Bereaksi}}{CaO \text{ Mula} - \text{Mula}}$$

$$CaO \text{ yang bereaksi} = 95\% \times 2,252$$

$$= 2,139 \frac{kmol}{jam} = 119,949 \frac{kg}{jam}$$

Dari reaksi 1 terlihat bahwa mol C yang bereaksi = 3 x mol CaO yang

$$\text{bereaksi, maka C yang bereaksi} = 3 \times 2,139 \frac{kmol}{jam}$$

$$= 6,418 \frac{kmol}{jam} = 77,078 \frac{kg}{jam}$$

Dari reaksi 1 terlihat bahwa mol CaC<sub>2</sub> yang terbentuk = mol CaO yang

$$\text{bereaksi, maka CaC}_2 \text{ yang terbentuk} = 2,139 \frac{kmol}{jam}$$

$$= 137,107 \frac{kg}{jam}$$

Selanjutnya ditampilkan pada tabel berikut

Komponen	Berat masuk	Berat keluar
CaO	126,263	6,313
C	81,135	4,057
CaC <sub>2</sub>	-	137,107
CO	-	59,921
Total	207,398	207,398

Massa produk didapatkan dari massa CaO dan C sisa ditambah CaC<sub>2</sub> yaitu

$$\text{sebesar} = (6,313 + 4,057 + 137,107) \frac{kg}{jam}$$

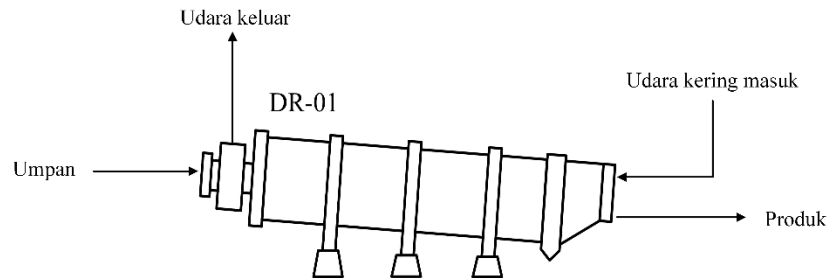
$$= 151,479 \frac{kg}{jam}$$

$$\text{Sehingga faktor pengali adalah} = \frac{\text{basis bahan baku}}{CaC_2 \text{ bereaksi}}$$

$$= \frac{3.156,566}{151,479}$$

$$= 20,84$$

## B. Perhitungan Dryer



Diketahui: Temperatur umpan masuk ( $T_f$ ) =  $32^\circ\text{C} = 89.6^\circ\text{F}$

Asumsi:

Temperatur *dry bulb* =  $32^\circ\text{C}$

Temperatur *wet bulb* =  $27,3^\circ\text{C}$

Dari data diatas, dapat diketahui spesifikasi udara yang akan digunakan, yaitu sebagai berikut:

- Humidity ( $H_{G1}$ ) =  $0,021 \frac{\text{lb dry air}}{\text{lb water}}$
- Dew point ( $T_d$ ) =  $78,5^\circ\text{F}$
- Relative humidity ( $H_R$ ) = 70 %
- Specific volume dry air = 13,8 lb cuft
- Specific volume saturated air = 14,5 lb cuft
- Humidity volume = 14,4 lb cuft
- Laten heat ( $\lambda$ ) = 1.042,000 lb Btu

(Sumber : Perry's ed. 7, Gambar 12-3 dan Gambar 12-4)

Dari perhitungan neraca massa diketahui:



$$\text{Massa umpan masuk} = 4.724,393 \frac{\text{kg}}{\text{jam}}$$

Kandungan air di dalam umpan sebesar 2,357%, maka

$$\begin{aligned} \text{Massa air di dalam umpan} &= \text{Massa umpan masuk} \times \text{kandungan air} \\ &= 832,3661 \times 2,357\% = 111,375 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \end{aligned}$$

Massa umpan kering = Massa umpan masuk – Massa air di dalam umpan

$$\begin{aligned} &= 4.724,393 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} - 111,375 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \\ &= 4.613,018 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \end{aligned}$$

Kandungan air di dalam produk 0,5%, maka

Massa air di dalam produk (x) dicari melalui persamaan berikut:

$$\frac{x}{\text{massa umpan kering} + x} = \text{kandungan air di dalam produk}$$

$$\frac{x}{4.613,018 + x} = 0,005$$

Dengan menggunakan *Goal seek*, maka didapat nilai x atau massa air di

$$\text{dalam produk} = 22,952 \frac{\text{kg}}{\text{jam}}$$

Massa total produk = Massa umpan kering + Massa air di dalam produk

$$\begin{aligned} &= 4.613,018 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} + 22,952 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \\ &= 4.590,296 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \end{aligned}$$

Massa air yang diuapkan = Massa air umpan – Massa air Produk

$$\begin{aligned} &= 111,375 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} - 22,952 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \\ &= 88,424 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \end{aligned}$$

### Menentukan nilai temperatur bola basah (*wet-bulb temperature*, $T_w$ )

Asumsi : Temperatur udara masuk,  $(T_{G1}) = 206,6^\circ\text{F}$  ( $97^\circ\text{C}$ ). Untuk menghitung nilai  $T_w$  dilakukan prosedur *trial and error* berdasarkan persamaan 8-30, hal.384, Banchemo, yaitu:

$$H_w - H_{G1} = \phi$$

Keterangan:

$$\phi = \left( \frac{H_{G1}}{T_{G1} \cdot M_G \cdot P} \right) \times \left( \frac{1}{\lambda_w} \right) \times (T_{G1} - T_w)$$
$$\left( \frac{H_{G1}}{T_{G1} \cdot M_G \cdot P} \right) = 0,26$$

Tebak nilai  $T_w = 104^\circ\text{F}$

Berdasarkan nilai  $T_w$  yang ditebak maka diperoleh:

$$H_w = 0,046 \frac{\text{lb}}{\text{lb}}$$

$$\lambda_w = 1.034,4 \frac{\text{Btu}}{\text{lb}}$$

$$H_w - H_{G1} = 0,046 - 0,021$$

$$= 0,0252$$

$$\phi = 0,26 \times \frac{1}{1,034,4} \times (206,6 - 104)$$

$$= 0,0258$$

Nilai  $T_w$  memenuhi karena  $H_w - H_G = \phi$

Maka nilai  $T_w = 104^\circ\text{F}$

maka diperoleh: Temperatur gas keluar,  $T_{G2} = 116,6^\circ\text{F}$

### Menghitung kebutuhan panas

$$T_{\text{umpan}} = 30^\circ\text{C} = 303 \text{ K}$$

$$T_{\text{Produk}} = 45^\circ\text{C} = 318 \text{ K}$$

$$T_{\text{gas keluar}} = 47^{\circ}\text{C} = 320 \text{ K}$$

$$T_{\text{referensi}} = 25^{\circ}\text{C} = 298 \text{ K}$$

$$\text{Panas sensibel} = 30\text{-}45^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Panas zat ikut udara} = 30\text{-}47^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Panas laten air pada dryer } (\lambda_w) = 2.425,10 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

Kebutuhan udara terdiri dari 2 jenis panas yaitu panas sensibel dan panas laten. Untuk zat selain air hanya mencakup panas sensibel, pada zat selain air terdapat juga zat yang ikut keluar ke aliran udara *dryer* sebesar 10% sehingga terdapat panas sensibel produk dan panas sensibel zat ikut udara. Sedangkan untuk air terdapat panas sensibel dan panas laten dimana panas laten untuk air yang teruapkan ke udara dan untuk panas sensibel untuk kenaikan suhu semua air baik yang tidak teruapkan maupun yang akan teruapkan.

Panas	Komponen	Massa	H (kJ)
p sensibel	CaO	2.657,411	31.388,670
	MgO	169,622	1.583,304
	C	1.707,624	21.473,157
	S	7,589	84,973
	P	0,569	6,956
	H <sub>2</sub> O tak teruapkan	111,375	7.743,164
p laten	H <sub>2</sub> O Penguapan	88,424	214.435,935
	total		276.716,158

$$H = \text{massa} \times C_P \times (T - T_{\text{ref}})$$

$$C_P = a + bT + cT^2 + dT^3$$

$$H_{\text{P Sensibel}} = (H_{45} + H_{47}) - H_{30}$$

$$H_{p \text{ Laten}} = \text{massa} \times \lambda_w$$

### Menghitung jumlah udara yang dibutuhkan

Berdasarkan Banchero, pers 8-20, hal.380 diketahui bahwa:

$$\begin{aligned} \text{Humidity heat udara masuk, } (S_{G1}) &= 0,24 + 0,45 (H_{G1}) \\ &= 0,24 + (0,45 \times 0,0212) \\ &= 0,2496 \frac{\text{Btu}}{\text{lb}_f} \end{aligned}$$

$$Q_{\text{total}} = G'_{GS} (1+H_{G1}) \times S_{G1} \times (T_G - T_{G2}) \text{ (Mc-Cabe ed. 4 pers.25-1, hal.253)}$$

Keterangan:

$$Q_{\text{total}} = \text{Kebutuhan panas untuk menguapkan air, } \frac{\text{Btu}}{\text{jam}}$$

$$G'_{GS} = \text{Laju alir udara kering, } \frac{\text{lb}}{\text{jam}}$$

$$H_{G1} = \text{Humidity, } \frac{\text{lb air}}{\text{lb udara kering}}$$

$$S_{G1} = \text{Humidity heat udara masuk, } \frac{\text{Btu}}{^{\circ}\text{F lb udara kering}}$$

$$T_{G1} = \text{Temperatur udara masuk, } ^{\circ}\text{F}$$

$$T_{G2} = \text{Temperatur udara keluar, } ^{\circ}\text{F}$$

Maka jumlah udara yang dibutuhkan:

$$\begin{aligned} G'_{GS} &= Q_{\text{total}} / (1+H_{G1}) \times S_{G1} \times (T_G - T_{G2}) \\ &= 12.064,44 \frac{\text{lb}}{\text{jam}} = 5.471,402 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \end{aligned}$$

### Dimensi dryer

Menentukan luas penampang dan diameter dryer

$$\text{Jumlah udara masuk } (m_G) = 12.064,44 \frac{\text{lb}}{\text{jam}}$$

$$\text{Kecepatan } \textit{superficial} \text{ udara } (G'_G) = 500 \frac{\text{lb}}{\text{jam ft}^2}$$

(Range 369 – 3687  $\frac{lb}{jamft^2}$ , Perry's ed.7, hal 12-55)

$$\text{Luas penampang } dryer (S) = \frac{m_G}{G'_G}$$

$$\text{Maka } S = 24,128 \text{ ft}^2$$

Diketahui bahwa hubungan antara luas penampang *dryer* (S) dengan diameter *dryer* (D) adalah sebagai berikut:

$$S = \frac{\pi}{4} \times D^2$$

$$\text{maka diameter } dryer (D) = 5,541 \text{ ft} = 1,689 \text{ m}$$

Menentukan koefisien perpindahan panas volumetrik

$$U_a = \frac{0,5 \times G'_G{}^{0,67}}{D} \quad (\text{Mc-Cabe ed.4 Pers. 25-28, hal 274})$$

$$U_a = 5,683 \frac{Btu}{ft^3 \text{ jam } ^\circ F}$$

Menentukan panjang *dryer*

Dari Mc-Cabe ed.4 pers 25.7, hal 255 diketahui:

$$\begin{aligned} LMTD(\Delta T)_m &= \frac{(T_{G1} - T_W) - (T_{G2} - T_W)}{\ln \frac{(T_{G1} - T_W)}{(T_{G2} - T_W)}} \\ &= 44,935 \text{ } ^\circ F \end{aligned}$$

$$NTU = \frac{T_{G1} - T_W}{(\Delta T)_m} \quad (\text{Perry's ed. 7, pers 12-54, hal 12- 54})$$

Syarat NTU untuk *rotary dryer* = 1,5 – 2,5 (Perry's ed. 7, hal 12-54)

$$NTU = 2,002 \text{ (memenuhi)}$$

$$L = NTU \times \frac{G'_G \times S}{U_a}$$

(Banchero, pers 10-18, hal 506)

L = Panjang *dryer*, ft

s = Panas kelembaban,  $0,252 \frac{Btu}{lb^{\circ}F}$

L = 44,399 ft = 13,532 m

Berdasarkan Perry's ed. 7, hal.12-54, diketahui bahwa syarat L/D untuk *rotary dryer* adalah 4-10. Dengan menghitung rasio perbandingan L/D tersebut, maka didapat:

L/D = 8,012 (nilai L/D memenuhi kriteria perancangan)

### Menentukan putaran *rotary dryer* (N)

Untuk putaran *rotary dryer* diketahui:  $N = 25/D - 35/D$  (Walas, hal.247)

Diambil nilai untuk putaran *rotary dryer* (N) = 25/D, sehingga

N = 4,51 rpm

### Menentukan waktu tinggal ( $\theta$ )

$$\theta = 0,23 \left( \frac{L}{S \times N^{0,9} \times D} \right) + \left( \frac{B \times L \times G}{F} \right)$$

(Perry's ed. 7, pers 12-55, hal 12-55)

L = Panjang *dryer*, ft

S = Slope/kemiringan *dryer*, ft/ft

(S = 0 – 8 cm/m, digunakan 4, Perry's ed. 7, hal 12-56)

N = Putaran *dryer*, rpm

D = Diameter *dryer*, ft

B = Konstanta ( $5 \times D_p^{-0,5}$ )

D<sub>p</sub> = Diameter rata-rata partikel, 30000  $\mu\text{m}$  (*micronmeter*)

G = Kecepatan *superficial gas*,  $\frac{lb}{jam \cdot ft^2}$

M = Massa umpan masuk *dryer*,  $\frac{lb}{jam}$

A = Luas penampang *dryer*, ft<sup>2</sup>

$$F = \frac{M}{A}, \frac{lb}{jamft^2}$$

sehingga  $\theta = 12,762 \text{ menit} = 0,212 \text{ jam}$

### Menentukan jumlah *flight* dan tinggi *flight*

Jenis *flight* : *radial flight*

Jumlah *flight* :  $2,4 D - 3 D$ , D = ft (Perry's, ed. 7, hal.12-54)

Pada perhitungan ini, diambil jumlah *flight* 2,5 D, maka

$$\text{Jumlah } flight = 13,854 flight = 14 flight$$

Berdasarkan Perry's ed. 7, hal.12-56, tinggi *flight* berkisar antara

$(D/12) - (D/8)$ , dengan D = meter.

Pada perhitungan ini diambil D/10,

sehingga tinggi *flight* = 0,554 ft

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar } flight &= \text{Keliling lingkaran} / \text{jumlah } flight \\ &= 1,244 \text{ ft} \end{aligned}$$

### Menentukan tebal *rotary dryer*

Diketahui bahwa tekanan operasi di dalam *rotary dryer* adalah 1 atm.

sehingga tekanan desain *rotary dryer* = 1 atm = 14,6960 psi

Untuk menghitung tebal *rotary dryer* digunakan persamaan sebagai berikut:

$$t = \frac{P \times r}{f \times E - 0,6P} + C$$

(Timmerhhaus, Tabel 4, hal.537)

f : 12.650 psia (Brownell dan Young, Tabel 13.1, hal 251)

E : *Welded Joint Efficiency*

Dipilih *Double welded butt joint maximum efficiency*

berdasarkan Table 13.2 Brownell and Young = 80 %

P : Tekanan desain, psi r : Jari-jari *rotary dryer*, in

C : Korosi yang dipakai adalah faktor korosi terhadap udara luar,

yaitu = 0,2 inci/10 tahun (Peters dan Timmerhaus, ed. 4 hal 542)

sehingga  $t = 0,393 \text{ in}$  ( $7/16 \text{ in}$  atau  $0,4375 \text{ in}$ )

Dari Brownell dan Young, Tabel 5.7, dipilih tebal rotary dryer yang mendekati nilai dari hasil perhitungan.

Diasumsikan bahwa tebal flight sama dengan tebal rotary dryer.

### Menentukan daya dryer

Berdasarkan Perry's ed. 7, hal 12-56, jumlah total daya untuk fan, penggerak dryer dan conveyor umpan maupun produk berkisar antara  $0,5D^2 - 1,0D^2$  (kW). Pada perhitungan ini, diambil total daya sebesar  $0,7 D^2$ , sehingga

$$P = 21,496 \text{ kW} = 28,82 \text{ Hp}$$

## C. Perhitungan Reaktor *Electric Arc Furnace*

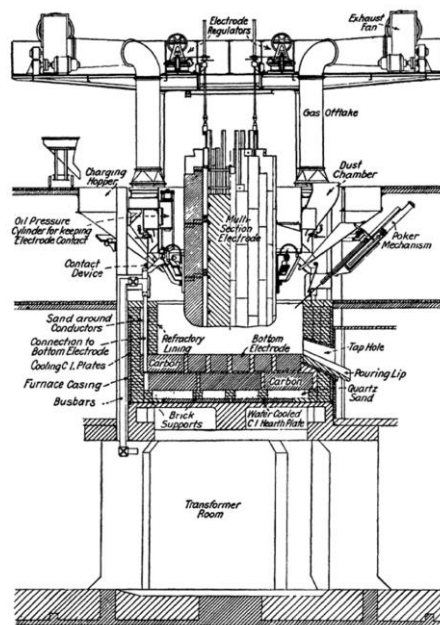


FIG. 223. Diagram of a large carbide furnace.



### Menghitung kebutuhan panas reaktor

$$T_{\text{umpan}} = 45^{\circ}\text{C} = 318 \text{ K}$$

$$T_{\text{Produk}} = 2100^{\circ}\text{C} = 2373 \text{ K}$$

$$T_{\text{gas keluar}} = 2100^{\circ}\text{C} = 2373 \text{ K}$$

$$T_{\text{referensi}} = 25^{\circ}\text{C} = 298 \text{ K}$$

$$T_{\text{air menguap}} = 100^{\circ}\text{C} = 373 \text{ K}$$

Perhitungan panas sensibel menggunakan rumus:

$$H = \text{massa} \times C_p \times (T - T_{\text{ref}})$$

$$C_p = a + bT + cT^2 + dT^3$$

$$H_{\text{P Sensibel}} = (H_{45} + H_{47}) - H_{30}$$

Perhitungan panas reaksi menggunakan rumus:

$$\Delta H_R = \sum \Delta H_{\text{f produk}} - \sum \Delta H_{\text{f reaktan}}$$

(data  $\Delta H_{\text{f}}$  didapat dari, Perry ed. 8 sec 2 hal 187)

Data $\Delta H_{\text{f}}$	kcal/kmol	kJ/kmol	Mol reaksi (kmol)	Panas reaksi
CaO	-151,700	-634,712	46,925	-29.784,033
C	0,000	0,000	140,776	0,000
CaC <sub>2</sub>	-14,800	-61,923	44,579	-2.760,471
CO	-26,416	-110,524	44,579	-4.927,068
reaction		462,265	$\Delta H_R$	22.096,493

Maka untuk total panas yang dibutuhkan dalam reaktor adalah:

Panas	Komponen	Massa (kg)	H (kJ)
p sensibel	CaO	2.631,100	396.408,813
	MgO	167,943	336.214,365
	C	1.690,717	514.244,548
	S	7,514	38.276,456
	P	0,564	6.770,324

Panas	Komponen	Massa (kg)	H (kJ)
	H <sub>2</sub> O	22,952	22.521,868
	H <sub>2</sub>	2,550	91.853,341
	O <sub>2</sub>	20,401	47.606,773
	CaC <sub>2</sub>	2.857,068	8.959.567,915
	CO	1.248,658	3.658.913,504
p reaksi	CaO + 3C → CaC <sub>2</sub> + CO	2.857,068	22.096,493
	H <sub>2</sub> O → H <sub>2</sub> + $\frac{1}{2}$ O <sub>2</sub>	22,952	308,349
	total		14.094.782,751

### Menghitung kebutuhan listrik EAF

Menurut Mantell ed. 4 1960, *heat loss furnace* terdiri dari:

- *Electric Loss* = 2,5 %

- Radiasi = 1,7 %

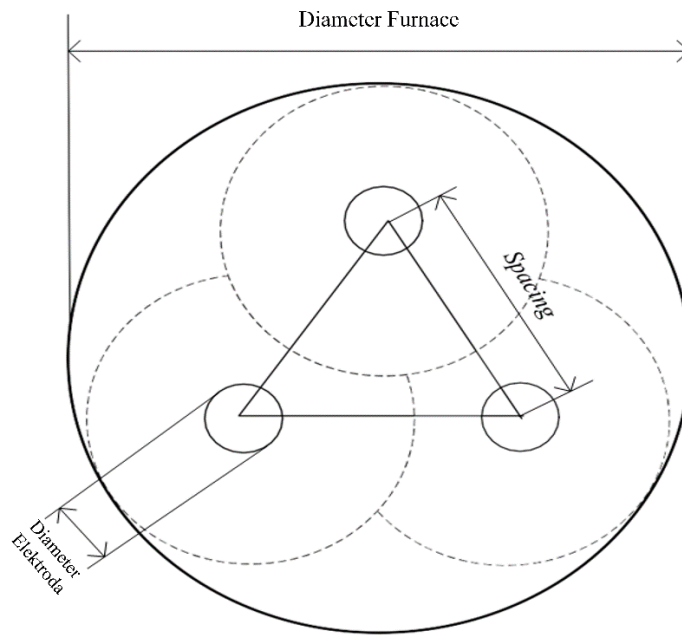
- *Cooling* = 10 %

- Total *Heat Loss* = 14,2 %

Maka total kebutuhan panas menjadi :

$$Q = 16.427.485,724 \text{ kJ}$$

$$\text{Kebutuhan Listrik} = 4.563,19 \text{ kWh} = 4,56 \text{ MW}$$



### Perhitungan Dimensi Reaktor

Elektroda

$$Q = \pi R^2 L S_e \quad (\text{Bird, Internasional ed. pers. 9.2-16, hal.270})$$

$$S_e = \frac{I^2}{k_e} \quad (\text{Bird, Internasional ed. pers. 9.2-1, hal.267})$$

$$I = \frac{Q}{V}$$

Dengan substitusi menjadi:

$$R = \sqrt{\frac{V^2 \times k_e}{\pi \times L \times Q}}$$

$Q$  = panas total (watt-hour ) = 4563,190 kWh

$R$  = jari-jari elektroda (m)

$L$  = panjang elektroda (m)

$S_e$  = laju pembangkit panas per satuan volume

$I$  = arus listrik (Ampere/m<sup>2</sup> )

$V$  = voltase = 120 Volt

$k_e = \text{konduktivitas listrik} = 727,273 \text{ Ohm}^{-1} \text{ m}^{-1}$

Dari Kirk-Othmer, vol. 4 ed. 2, hal.885 diketahui perbandingan L/D untuk elektroda yaitu = 9,375 – 13,636

Dari pers.18 dilakukan *trial and error* dengan menebak nilai L, sehingga diperoleh nilai:

Panjang elektroda ( $L_{\text{elektroda}}$ ) = 6,634 m

Jari-jari elektroda ( $R_{\text{elektroda}}$ ) = 0,331 m

Diameter elektroda ( $D_{\text{elektroda}}$ ) = 0,663 m

Volume elektroda ( $V_{\text{elektroda}}$ ) =  $\pi \times D^2 \times L$   
= 9,180 m<sup>3</sup>

Dengan goalseek di cari nilai L/D = 9,999

Jumlah elektroda = 3 buah

Pemasangan elektroda = Triangular

Spacing elektroda = 5 ft = 1,52 m

### **Desain *shell furnace***

Komponen	Massa (kg/jam)	Massa (lb/jam)	<i>Bulk Density</i> (lb/ft <sup>3</sup> )	Volume (ft <sup>3</sup> /jam)
Kokas	1791,253	3949,039	45	87,756
Kalsium oksida	2799,042	6170,832	55	112,196
total	4590,295	10119,872		199,953

Untuk keamanan *shell furnace* digunakan faktor keamanan 30% dari volume bahan baku, sehingga

Volume bahan baku over desain = 30 % x volume bahan baku

$$= 259,939 \text{ ft}^3 = 7,356 \text{ m}^3$$

Diketahui:

Bentuk *furnace* adalah silinder.

Diketahui:

$$H / D \text{ untuk } furnace = 0,25 \quad (\text{Kirk-Othmer, vol. 4 ed. 2, Hal.883})$$

Berdasarkan H/D yang diketahui, maka dilakukan *trial and error* dengan menebak nilai diameter (D), kemudian diperoleh nilai tinggi *furnace* (H) dari nilai H yang diperoleh kemudian dibandingkan untuk memperoleh nilai H/D = 0,25.

Panjang elektroda yang masuk ke dalam *furnace* adalah 90 – 125 cm

(Kirk-Othmer, vol. 4 ed. 2, hal.886)

Dari *trial and error* yang dilakukan dan mempertimbangkan tinggi *furnace* maka dipilih panjang elektroda tercelup yang dibawah 90 cm

Diambil panjang elektroda yang masuk ke *furnace* = 50 cm = 0,5 m,

$$\begin{aligned} \text{Maka volume 3 elektroda di dalam } furnace &= 3 \times \pi \times D^2 \times L \\ &= 0,518 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume } furnace (V) &= V_{\text{bahan baku}} + V_{\text{elektroda di dalam } furnace} \\ &= 7,356 + 0,518 = 7,875 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Dari *trial and error* yang dilakukan diperoleh: D = 3,422 m, sehingga

$$\begin{aligned} H &= \frac{V}{\frac{1}{4} \times \pi \times D^2} \\ &= 0,855 \text{ m} \end{aligned}$$

### **Menentukan diameter pipa keluar gas (D<sub>pipa gas</sub>)**

Asumsi: Karena tinggi elektroda 10,4881 m dan untuk menghindari terjadinya pencemaran gas CO hasil dari reaksi di dalam FR-301, maka diambil tinggi cerobong yaitu 24 m

Kecepatan *superficial* gas dalam cerobong (G) =  $500 \frac{lb}{jam \ ft^2}$

(Range 369 – 3687  $\frac{lb}{jam \ ft^2}$ , Perry's ed. 7, hal.12-55)

Data diketahui dari neraca massa:

Komponen	Massa
CO	1248,657 kg/jam
H <sub>2</sub>	2,550 kg/jam
O <sub>2</sub>	20,401 kg/jam
Alir gas keluar	1271,609 kg/jam
	2803,433 lb/jam

Laju alir gas keluar =  $2803,433 \frac{lb}{jam}$

Luas penampang pipa gas keluar =  $\frac{2803,433 \frac{lb}{jam}}{500 \frac{lb}{jam \ ft^2}}$   
= 5,606 ft<sup>2</sup>

$A = \frac{\pi}{4} D_{\text{pipa gas}}^2$

$D_{\text{pipa gas}} = 2,671 \text{ ft} = 81,42 \text{ cm}$

### Menentukan tebal dinding *furnace*

Diketahui:

$H_{\text{furnace}} = 0,855 \text{ m}$

$D_{\text{furnace}} = 3,422 \text{ m}$

A (luas dinding *furnace*) =  $\pi D H = 9,203 \text{ m}^2$

*Thermal conductivity zirconia* ( $k_1, 2200 \text{ }^\circ\text{C}$ ) = 0,002 kW/m. °C

*Thermal conductivity carbon steel 1,5% C* ( $k_2, 400 \text{ }^\circ\text{C}$ ) = 0,045 kW/m. °C

Q (panas total) = 4563,190 kWh

$q_0 = \frac{Q}{A} = 495,808 \text{ kWh/m}^2$

$$T_0 = 2200 \text{ }^\circ\text{C} ; T_1 = 400 \text{ }^\circ\text{C} ; T_2 = 30 \text{ }^\circ\text{C}$$

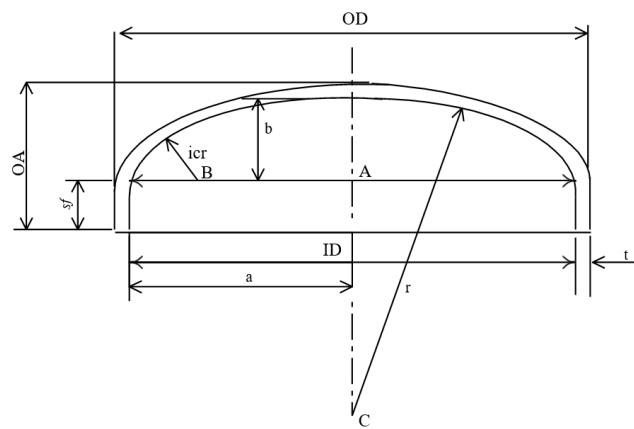
$$x_1 \text{ (tebal zirconia)} = \frac{(T_0 - T_1)k_1}{q_0}$$

$$= 0,006857 \text{ m} = 0,685 \text{ cm}$$

$$x_2 \text{ (tebal carbon steel)} = \frac{(T_1 - T_2)k_2}{q_0}$$

$$= 0,033581 \text{ m} = 3,358 \text{ cm}$$

### Menentukan head atas



Tipe : *Torispherical dished head*

$$OD = ID_{furnace} + X_{zirconia} + X_{carbon\ steel}$$

$$= 3,422659 \text{ m} + 0,006857 \text{ m} + 0,033581 \text{ m}$$

$$= 3,463098 \text{ m (136,342 in)}$$

Dari tabel 5.7, hal.91, Brownell and Young, berdasarkan perhitungan nilai

OD, maka dipilih:

$$OD = 138 \text{ in}$$

$$icr = 8,375 \text{ in}$$

$$r = 132 \text{ in}$$

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

Menghitung tinggi head (hal.87, Brownell and Young)

$$a = \frac{ID}{2} = 67,375 \text{ in}$$

Menghitung tinggi *dished*

$$b = r - \sqrt{(BC)^2 - (AB)^2}$$

$$= r - AC$$

$$AB = \frac{ID}{2} - icr = 59,00 \text{ in}$$

$$BC = r - icr = 123,625 \text{ in}$$

$$AC = \sqrt{(BC)^2 - (AB)^2} = 108,637 \text{ in}$$

Maka,  $b = 23,362 \text{ in}$

Dari tabel 5.6 Brownell and Young, untuk  $t = 2 \text{ in}$  diambil  $sf = 3,5 \text{ in}$ , maka tinggi *head* (OA):

$$OA = t + b + sf$$

$$= 28,3624 \text{ in} = 0,7204 \text{ m}$$

### **Isolasi**

Tipe isolasi :

*Thermal conductivity* (k) = 0,016 kW/m. °C

$$H_{furnace} = 0,855 \text{ m}$$

$$D_{furnace} = 3,422 \text{ m}$$

$$A \text{ (luas dinding } furnace) = \pi D H = 9,203 \text{ m}^2$$

$$Q = T_1 - T_2 / (kAd)$$

(Hukum Fourier)

$$T_1 = 200 \text{ °C} ; T_2 = 30 \text{ °C}$$

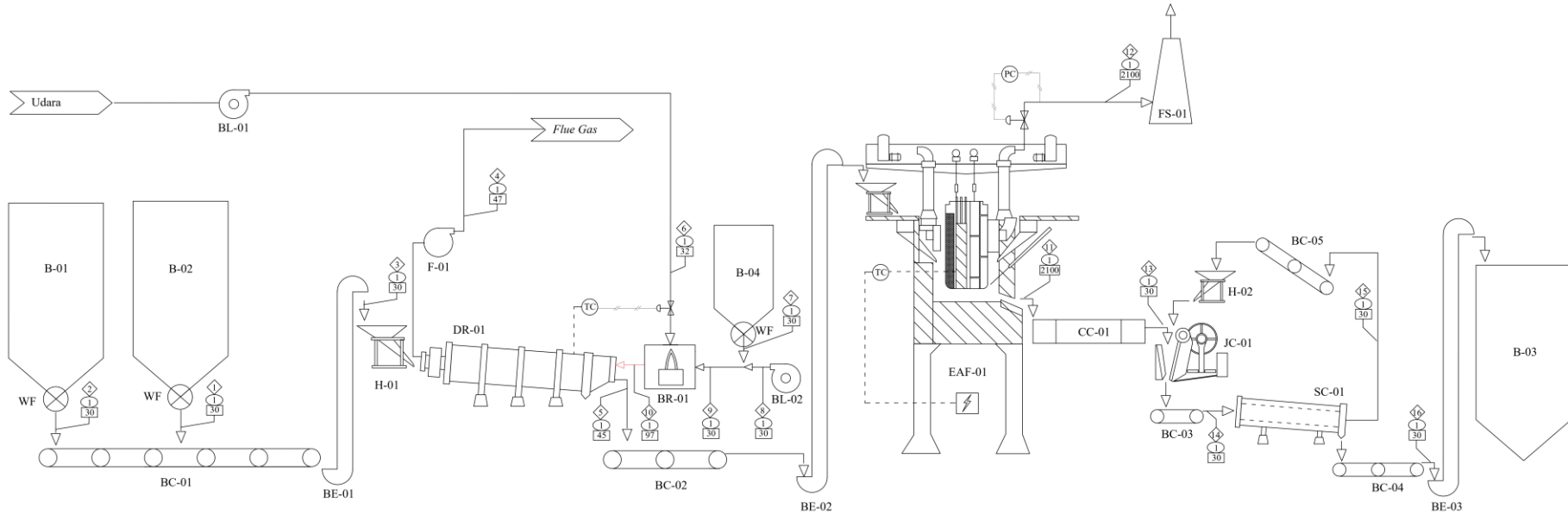
$$d = 0,25 \text{ m} = 25,001 \text{ cm}$$



# PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM

## PRARANCANGAN PABRIK CALCIUM CARBIDE DARI CALCIUM OXIDE DAN CARBON

### KAPASITAS 25.000 TON/TAHUN



Nama Alat	Kode
Bin Coke	B-01
Bin CaO	B-02
Bin Produk	B-03
Bin Coke Burner	B-04
Blower	BL-01
Blower	BL-02
Burner	BR-01
Jaw Crusher	JC-01
Dryer	DR-01
Electric Arc Furnace	EAF-01
Carbide Chiller	CC-01
Bucket Elevator	BE-01
Bucket Elevator	BE-02
Bucket Elevator	BE-03
Belt Conveyor	BC-01
Belt Conveyor	BC-02
Belt Conveyor	BC-03
Belt Conveyor	BC-04
Belt Conveyor	BC-05
Fan	F-01
Flare Stack	FS-01
Screen	SC-01
Hopper	H-01
Hopper	H-02
Hopper	H-03
Weight Feeder	WF
Temperature Control	TC
Level Indicator	LC
Jalur Utama	————
Jalur Pemanas	————
Sinyal Elektrik	- - - - -
Jalur Pneumatik	————
No Aliran	◇
Tekanan	○
Suhu	□

Komponen	Aliran															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
CaO	2657,41		2657,41	26,31	2631,10						131,55		131,55	146,17	14,62	131,55
MgO	169,62		169,62	1,68	167,94						167,94		167,94	186,60	18,66	167,94
C		1707,62	1707,62	16,91	1690,72		13,22		13,22			84,54				
S		7,59	7,59	0,13	7,51		0,059		0,059	0,059		7,51				
P		0,57	0,57	0,01	0,56		0,004		0,004	0,004		0,56				
volatile matter		28,46	28,46	0,44	28,18		0,16		0,16	0,16		28,18				
ash		41,74	41,74	0,65	41,33		0,23		0,23	0,23		41,33				
H <sub>2</sub> O		111,38	111,38	209,46	22,95	116,15	1,32	3,56	4,88	121,03		22,95				
CaC <sub>2</sub>											2857,07		2857,07	3174,52	317,45	2857,07
CO <sub>2</sub>			48,46							48,46						
CO											1248,66					
Udara				5603,99		5471,40		167,84	167,84	5603,99						
Massa Total (Kg)	2827,03	1897,36	4724,39	5908,05	4590,30	5587,55	15,00	171,40	186,40	5773,95	3156,57	1433,73	3156,57	3507,30	350,73	3156,57
Tekanan (atm)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Temperatur (°C)	30,00	30,00	30,00	47,00	45,00	32,00	30,00	32,00	30,00	97,00	2100,00	2100,00	30,00	30,00	30,00	30,00



JURUSAN TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA  
2023

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM  
PRARANCANGAN PABRIK CALCIUM CARBIDE  
DARI CALCIUM OXIDE DAN CARBON  
KAPASITAS 25.000 TON/TAHUN











Disusun Oleh:  
1. Fadhil Muhammad 19521083  
2. Yuswanto Adjie Saputra 19521069

Dosen Pembimbing:  
1. Dr. Suharno Rusdi  
2. Umi Rofiqah, S.T., M.T.

#### D. Kartu Konsultasi Bimbingan

1. Nama Mahasiswa : Yuswanto Adjie Saputra  
No. MHS : 19521069
2. Nama Mahasiswa : Fadhil Muhammad  
No. MHS : 19521083

Judul Prarancangan : PRARANCANGAN PABRIK KALSIUM  
KARBIDA DARI CaO DAN C KAPASITAS 25.000 TON/TAHUN

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1	6/10/23	Perkenalan dan diskusi mengenai tahap pra rancangan pabrik	
2	10/10/23	Penentuan Judul Prarancangan pabrik	
3	18/10/23	Persetujuan Judul Prarancangan pabrik	
4	25/9/24	Persetujuan naskah	
5	23/2/23	Persetujuan luaran 1-4	
6	13/7/23	Persetujuan luaran 5-7	
7	27/7/23	Persetujuan luaran 9-12	
8	9/8/23	Persetujuan luaran 13-14	
9	30/8/23	Persetujuan luaran 8 & 15	
10	25/9/23	Persetujuan Naskah	



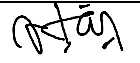

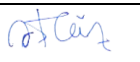

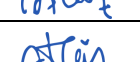
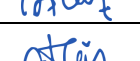
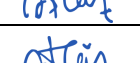
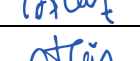
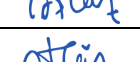
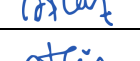
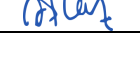


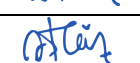
Pembimbing 1



Dr. Suharno Rusdi

1. Nama Mahasiswa : Yuswanto Adjie Saputra  
No. MHS : 19521069
2. Nama Mahasiswa : Fadhil Muhammad  
No. MHS : 19521083

Judul Prarancangan : PRARANCANGAN PABRIK KALSIUM  
KARBIDA DARI CaO DAN C KAPASITAS 25.000 TON/TAHUN

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1	12/10/22	Perkenalan dan diskusi mengenai tahap pra rancangan pabrik	
2	15/11/22	Penentuan kapasitas, proses, bahan baku, dan diagram alir	
3	05/12/22	Revisi luaran tahap 1-4	
4	13/12/22	Revisi luaran tahap 2-4	
5	15/12/22	Persetujuan luaran 1	
6	03/3/23	Bimbingan dan revisi luaran tahap 2-4	
7	21/3/23	Bimbingan dan revisi luaran tahap 4	
8	22/3/23	Persetujuan luaran 2-4	
9	5/6/23	Bimbingan luaran tahap 5	
10	14/6/23	Persetujuan luaran tahap 5 dan bimbingan neraca panas	
11	6/7/23	Persetujuan luaran tahap 12 dan bimbingan luaran 6,9,10,11	
12	12/7/23	Persetujuan luaran tahap 6 dan 7	
13	26/7/23	Persetujuan luaran tahap 9 – 11 dan bimbingan luaran tahap 13 – 15	
14	8/8/23	Persetujuan luaran tahap 13 – 14	
15	28/8/23	Persetujuan luaran tahap 8 dan 15	
16	25/9/23	Persetujuan Naskah	

Pembimbing 2



Umi Rofiqah, S.T., M.T.