

PRA RANCANGAN PABRIK KALSIUM KARBIDA (CaC_2)
DARI KALSIUM OKSIDA (CaO) DAN KOKAS (C)
KAPASITAS 64.000 TON/TAHUN



SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Sarjana
Terapan (S-1) Program Studi Teknologi Kimia Industri
Jurusan Teknik Kimia
Politeknik Negeri Ujung Pandang

ANDI AISYAH	(432 21 031)
VERAWATI	(432 21 052)

PROGRAM STUDI D-4 TEKNOLOGI KIMIA INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK KIMIA
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
2025

HALAMAN PENGESAHAN

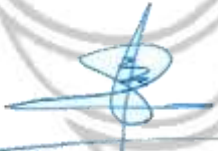
Skripsi ini dengan judul **Pra Rancangan Pabrik Kalsium Karbida (CaC_2) dari Kalsium Oksida (CaO) dan Kokas (C) Kapasitas 64.000 Ton/Tahun** oleh Andi Aisyah NIM 432 21 031 telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, Agustus 2025

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II


Ir. Irwan Sofia., M.Si.

NIP. 19620810 199103 1 001


Wahyu Budi Utomo., HND., M.Sc.

NIP. 19650320 199202 1 001

Mengetahui,

a.n. Direktur

Ketua Jurusan Teknik Kimia



Wahyu Budi Utomo., HND., M.Sc.

NIP. 19650320 199202 1 001

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini dengan judul **Pra Rancangan Pabrik Kalsium Karbida (CaC_2) dari Kalsium Oksida (CaO) dan Kokas (C) Kapasitas 64.000 Ton/Tahun** oleh Verawati NIM 432 21 052 telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, Agustus 2025

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II


Ir. Irwan Sofia., M.Si.

NIP. 19620810 199103 1 001


Wahyu Budi Utomo., HND., M.Sc.

NIP. 19650320 199202 1 001

Mengetahui,

a.n. Direktur

Ketua Jurusan Teknik Kimia



Wahyu Budi Utomo., HND., M.Sc.

NIP. 19650320 199202 1 001

DAFTAR ISI

SKRIPSI.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PENERIMAAN	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PENERIMAAN	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR.....	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR TABEL.....	Error! Bookmark not defined.
SURAT PERNYATAAN	Error! Bookmark not defined.
SURAT PERNYATAAN	Error! Bookmark not defined.
RINGKASAN	x
SUMMARY	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Kapasitas Rancangan.....	3
1.2.1 Kapasitas Minimum Produksi Pabrik	3
1.2.2 Kebutuhan Produk.....	4
1.2.3 Ketersediaan Bahan Baku	10
1.2.4 Penentuan Kapasitas Pabrik	11
1.3 Penentuan Lokasi Pabrik	12
1.3.1 Sumber Bahan Baku.....	13
1.3.2 Sumber Tenaga Kerja	13
1.3.3 Utilitas Pabrik	14

1.3.4	Transportasi.....	14
1.3.5	Kebijakan Pemeritah	14
1.4	Tinjauan Pustaka.....	15
1.4.1	Kalsium Oksida (CaO).....	15
1.4.2	Kokas (C)	16
1.4.3	Karakteristik Reaksi Antara CaO dan Kokas	17
1.4.4	Proses Produksi Kalsium Karbida (CaC ₂)	17
1.4.5	Tahap Proses Produksi	18
1.4.6	Aplikasi Kalsium Karbida.....	19
1.4.7	Tantangan dan Keunggulan Produksi Kalsium Karbida (CaC ₂).....	19
BAB II DESKRIPSI PROSES		Error! Bookmark not defined.
2.1	Spesifikasi Bahan Baku dan Produk.....	Error! Bookmark not defined.
2.1.1	Spesifikasi Bahan Baku.....	Error! Bookmark not defined.
2.1.2	Spesifikasi Produk.....	Error! Bookmark not defined.
2.2	Konsep Proses	Error! Bookmark not defined.
2.2.1	Dasar Reaksi.....	Error! Bookmark not defined.
2.2.2	Kondisi Reaksi	Error! Bookmark not defined.
2.2.3	Tinjauan Termodinamika	Error! Bookmark not defined.
2.3	Langkah Proses.....	Error! Bookmark not defined.
2.3.1	Persiapan Bahan Baku.....	Error! Bookmark not defined.
2.3.2	Reaksi.....	Error! Bookmark not defined.
2.3.3	Reduksi Ukuran.....	Error! Bookmark not defined.
2.3.4	Penyimpanan Produk	Error! Bookmark not defined.
2.4	Diagram Alir Kulitatif Pembuatan Kalsium Karbida (CaC ₂).....	Error! Bookmark not defined.
BAB III NERACA MASSA		Error! Bookmark not defined.
3.1	Neraca Massa Tiap Alat	Error! Bookmark not defined.
3.1.1	<i>Furnace</i> (FR-01)	Error! Bookmark not defined.
3.1.2	<i>Rotary Dryer</i> (RD-01).....	Error! Bookmark not defined.
3.1.3	<i>Mixer</i> (MX-01).....	Error! Bookmark not defined.

3.1.4	<i>Crusher (CR-01) dan Screen (SC-01)</i>	Error! Bookmark not defined.
3.2	<i>Neraca Massa Overall</i>	Error! Bookmark not defined.
3.3	<i>Diagram Alir Kuantitatif Pembuatan Kalsium Karbida (CaC₂)</i>	Error! Bookmark not defined.
BAB IV NERACA PANAS		
4.1	<i>Rotary Dryer (RD-01)</i>	Error! Bookmark not defined.
4.2	<i>Heater (HT-01)</i>	Error! Bookmark not defined.
4.3	<i>Mixer (MX-01)</i>	Error! Bookmark not defined.
4.4	<i>Furnace (FR-01)</i>	Error! Bookmark not defined.
4.5	<i>Mold (M-01)</i>	Error! Bookmark not defined.
4.6	<i>Cooling Conveyor (CC-01)</i>	Error! Bookmark not defined.
4.7	<i>Cooling Conveyor (CC-02)</i>	Error! Bookmark not defined.
BAB V SPESIFIKASI ALAT		
5.1	<i>Storage Kokas (S-01)</i>	Error! Bookmark not defined.
5.2	<i>Bucket Elevator (BE-01)</i>	Error! Bookmark not defined.
5.3	<i>Bin Kokas (B-01)</i>	Error! Bookmark not defined.
5.4	<i>Belt Conveyor (BC-01)</i>	Error! Bookmark not defined.
5.5	<i>Bucket Elevator (BE-02)</i>	Error! Bookmark not defined.
5.6	<i>Fan (F-01)</i>	Error! Bookmark not defined.
5.7	<i>Rotary Dryer (RD-01)</i>	Error! Bookmark not defined.
5.8	<i>Heater (HE-01)</i>	Error! Bookmark not defined.
5.9	<i>Blower (BL-01)</i>	Error! Bookmark not defined.
5.10	<i>Belt Conveyor (BC-02)</i>	Error! Bookmark not defined.
5.11	<i>Storage CaO (S-02)</i>	Error! Bookmark not defined.
5.12	<i>Bucket Elevator (BE-03)</i>	Error! Bookmark not defined.
5.13	<i>Bin CaO (B-02)</i>	Error! Bookmark not defined.
5.14	<i>Belt Conveyor (BC-03)</i>	Error! Bookmark not defined.
5.15	<i>Bucket Elevator (BE-04)</i>	Error! Bookmark not defined.
5.16	<i>Mixer (MX-01)</i>	Error! Bookmark not defined.

5.17	<i>Belt Conveyor</i> (BC-04).....	Error! Bookmark not defined.
5.18	<i>Bucket Elevator</i> (BE-05)	Error! Bookmark not defined.
5.19	<i>Furnace</i> (FR-01).....	Error! Bookmark not defined.
5.20	<i>Mold</i> (M-01).....	Error! Bookmark not defined.
5.21	<i>Flare Stack</i> (FS-01)	Error! Bookmark not defined.
5.22	<i>Slag Granulation Plan</i> (SGP-01)	Error! Bookmark not defined.
5.23	<i>Cooling Conveyor</i> (CC-01)	Error! Bookmark not defined.
5.24	<i>Blower</i> (BL-02)	Error! Bookmark not defined.
5.25	<i>Fan</i> (F-02)	Error! Bookmark not defined.
5.26	<i>Cooling Conveyor</i> (CC-02)	Error! Bookmark not defined.
5.27	<i>Crusher</i> (CR-01).....	Error! Bookmark not defined.
5.28	<i>Belt Conveyor</i> (BC-05).....	Error! Bookmark not defined.
5.29	<i>Screen</i> (SC-01)	Error! Bookmark not defined.
5.30	<i>Belt Conveyor</i> (BC-06).....	Error! Bookmark not defined.
5.31	<i>Bucket Elevator</i> (BE-06)	Error! Bookmark not defined.
5.32	<i>Belt Conveyor</i> (BC-07).....	Error! Bookmark not defined.
5.33	<i>Bucket Elevator</i> (BE-07)	Error! Bookmark not defined.
5.34	<i>Bin CaC₂</i> (B-03).....	Error! Bookmark not defined.
5.35	<i>Belt Conveyor</i> (BC-08).....	Error! Bookmark not defined.
5.36	<i>Storage CaC₂</i> (S-03)	Error! Bookmark not defined.
BAB VI UTILITAS.....		Error! Bookmark not defined.
6.1	Unit Penyedia air	Error! Bookmark not defined.
6.1.1	Air Sanitasi.....	Error! Bookmark not defined.
6.1.2	Air Pendingin	Error! Bookmark not defined.
6.2	Unit Penyedia <i>Steam</i>	Error! Bookmark not defined.
6.3	Unit Pembangkit Tenaga Listrik.....	Error! Bookmark not defined.
6.4	Kebutuhan Bahan Bakar.....	Error! Bookmark not defined.
6.5	Unit Pengolahan Limbah.....	Error! Bookmark not defined.
6.6	Spesifikasi Alat Utilitas	Error! Bookmark not defined.
6.6.1	Bak Penampung Air Bersih (B-01) ..	Error! Bookmark not defined.

- 6.6.2 Pompa Bak Penampung Air Sanitasi (P-01) **Error! Bookmark not defined.**
- 6.6.3 Bak Penampung Air Santasi (B-02). **Error! Bookmark not defined.**
- 6.6.4 Pompa Distribusi Air Sanitasi (P-02)..... **Error! Bookmark not defined.**
- 6.6.5 Pompa Bak Air Pendingin (P-03).....**Error! Bookmark not defined.**
- 6.6.6 *Cooling Tower* (CT-01).....**Error! Bookmark not defined.**
- 6.6.7 Pompa *Recycle Cooling Water* (P-04)..... **Error! Bookmark not defined.**
- 6.6.8 Pompa Distribusi *Cooling Tower* (P-05)..... **Error! Bookmark not defined.**
- 6.6.9 *Kation Exchanger***Error! Bookmark not defined.**
- 6.6.10 Pompa *Anion Exchanger* (P-06)**Error! Bookmark not defined.**
- 6.6.11 *Anion Exchanger* (AE-01)**Error! Bookmark not defined.**
- 6.6.12 Pompa *Dearator* (P-07)**Error! Bookmark not defined.**
- 6.6.13 *Dearator* (D-01)**Error! Bookmark not defined.**
- 6.6.14 Pompa Bak Umpan *Boiler* (P-08)**Error! Bookmark not defined.**
- 6.6.15 Bak Penampung Umpan *Boiler* (B-04) **Error! Bookmark not defined.**
- 6.6.16 Pompa *Boiler* (P-09)**Error! Bookmark not defined.**
- 6.6.17 *Boiler* (B-01)**Error! Bookmark not defined.**
- 6.6.18 *Generator Set***Error! Bookmark not defined.**
- 6.6.19 Tangki Bahan Bakar**Error! Bookmark not defined.**

BAB VII INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA **Error! Bookmark not defined.**

- 7.1 Instrumentasi**Error! Bookmark not defined.**
- 7.1.1 Tujuan Pemasangan Alat Instrumen. **Error! Bookmark not defined.**
- 7.1.2 Pengelompokan Sistem Kontrol.....**Error! Bookmark not defined.**
- 7.1.3 Elemen-elemen Sistem Kontrol Proses **Error! Bookmark not defined.**
- 7.1.4 Instrumentasi Alat pada Pabrik CaC_2 **Error! Bookmark not defined.**

7.2	Kesehatan Keselamatan Kerja dan Lingkungan....	Error! Bookmark not defined.
7.2.1	Kesehatan Keselamatan Kerja dan Lingkungan pada Pabrik CaC_2	Error! Bookmark not defined.
BAB VIII STRUKTUR ORGANISASI		Error! Bookmark not defined.
8.1	Organisasi Perusahaan.....	Error! Bookmark not defined.
8.1.1	Bentuk Umum Perusahaan.....	Error! Bookmark not defined.
8.1.2	Struktur Organisasi.....	Error! Bookmark not defined.
8.2	Tugas dan Wewenang	Error! Bookmark not defined.
8.3	Sistem Kerja Karyawan.....	Error! Bookmark not defined.
8.4	Status Karyawan dan Sistem Upah	Error! Bookmark not defined.
8.5	Jumlah Karyawan dan Tingkat Pendidikan	Error! Bookmark not defined.
8.6	Jaminan Sosial.....	Error! Bookmark not defined.
8.7	Sistem Penggajian	Error! Bookmark not defined.
BAB IX TATA LETAK PABRIK.....		Error! Bookmark not defined.
9.1	Lokasi Pabrik.....	Error! Bookmark not defined.
9.1.1	Faktor Penentuan Lokasi Pabrik	Error! Bookmark not defined.
9.1.2	Tata Letak Pabrik	Error! Bookmark not defined.
9.1.3	Tata Letak Peralatan Proses	Error! Bookmark not defined.
BAB X ANALISA EKONOMI.....		Error! Bookmark not defined.
10.1	Kajian Ekonomi.....	Error! Bookmark not defined.
10.1.1	<i>Total Capital Investment</i> (TCI)	Error! Bookmark not defined.
10.1.2	<i>Total Production Cost</i> (TPC)	Error! Bookmark not defined.
10.2	Analisa Kelayakan Ekonomi	Error! Bookmark not defined.
10.2.1	Laba/ Keuntungan	Error! Bookmark not defined.
10.2.2	<i>Return on Investment</i> (ROI)	Error! Bookmark not defined.
10.2.3	<i>Pay Out Time</i> (POT)	Error! Bookmark not defined.
10.2.4	<i>Internal Rate of Return</i> (IRR)	Error! Bookmark not defined.
10.2.5	<i>Break Event Point</i> (BEP).....	Error! Bookmark not defined.

BAB XI KESIMPULAN	20
DAFTAR PUSTAKA.....	22
LAMPIRAN.....	Error! Bookmark not defined.



RINGKASAN

Pra rancangan pabrik kalsium karbida (CaC_2) berkapasitas 64.000 ton/tahun dirancang untuk memenuhi kebutuhan industri dalam negeri dan ekspor, khususnya dalam bidang logam, bahan kimia dan asetilena. Produksi dilakukan dengan mengikuti proses *patent* nomor EP 0047856 1A kokas terlebih dahulu dikeringkan menggunakan *rotary dryer* untuk mengurangi kandungan air selanjutnya mereaksikan batu kapur (CaO) dan kokas (C) di dalam *electric arc furnace* pada suhu 2200°C untuk reaksi pembentukan CaC_2 sesuai dengan proses *patent* nomor EP 0428148 A2. Produk berupa kalsium karbida cair akan didinginkan, kemudian disimpan dalam kondisi kedap udara untuk mencegah reaksi dengan kelembaban.

Pabrik akan dibangun di Manyar, Gresik, Jawa Timur di atas lahan seluas 15.378 m^2 , dan dioperasikan secara kontinyu selama 24 jam/hari, 330 hari kerja/tahun. Total peralatan proses yang digunakan sebanyak 36 unit, terdiri atas 13 unit alat utama dan 23 unit alat pendukung. Bentuk badan usaha adalah Perseroan Terbatas (PT) dengan sistem organisasi *line and staff* dan akan menyerap tenaga kerja sebanyak 193 orang.

Berdasarkan analisis ekonomi, kebutuhan modal tetap (*Fixed Capital Investment*) mencapai Rp 274.759.660.427, dengan biaya produksi tahunan (*manufacturing cost*) sebesar Rp 814.106.794.593. Proyeksi pendapatan tahunan

dari penjualan produk mencapai Rp 1.011.358.269.782, menghasilkan laba sebelum pajak sebesar Rp 83.542.636.039 per tahun dan laba setelah pajak sebesar Rp 58.479.845.227 per tahun. Aspek profitabilitas menunjukkan nilai *Return on Investment* (ROI) sebesar 30,41% sebelum pajak dan 21,28% setelah pajak. *Pay Out Time* (POT) diperoleh selama 2,6 tahun (sebelum pajak) dan 3,4 tahun (setelah pajak), dengan nilai *Internal Rate of Return* (IRR) sebesar 33,46% dan *Break Even Point* (BEP) sebesar 51,05%. Dengan demikian, pembangunan pabrik kalsium karbida berkapasitas 64.000 ton/tahun dinyatakan layak secara teknis dan ekonomi untuk dilakukan perencanaan lebih detail.



SUMMARY

The preliminary design for a calcium carbide (CaC_2) plant with a capacity of 64,000 tons/year is planned to meet domestic industrial demand and exports, particularly in the fields of metallurgy, chemicals, and acetylene. Production follows the process described in patent number EP 0047856 1A, in which coke is first dried using a rotary dryer to reduce moisture content, and then reacted with limestone (CaO) and coke (C) in an electric arc furnace at a temperature of 2200°C for the formation of CaC_2 , in accordance with patent number EP 0428148 A2. The product, in the form of molten calcium carbide, will be cooled and then stored in airtight conditions to prevent reactions with moisture.

The plant will be built in Manyar, Gresik, East Java, on a land area of $15,378\text{ m}^2$, and will operate continuously for 24 hours/day, 330 days/year. A total of 36 process equipment units will be used, consisting of 13 main units and 23 auxiliary units. The business entity will be a limited liability company (PT) with a line-and-staff organizational system and will employ 191 workers.

Based on the economic analysis, the required fixed capital investment amounts to IDR 274.759.660.427, with annual manufacturing costs of IDR 814.106.794.593. The projected annual revenue from product sales reaches IDR 1,011,358,269,782, generating a pre-tax profit of IDR 83.542.636.039 per year and a post-tax profit of IDR 58.479.845.227 per year. The profitability aspect shows a Return on Investment (ROI) of 30,41% before tax and 21,28% after tax. The Pay Out Time (POT) is calculated at 2,6 years (before tax) and 3,4 years (after tax), with an Internal Rate of Return (IRR) of 33,46% and a Break Even Point (BEP) of 51,05%. Thus, the construction of a calcium carbide plant with a capacity of 64,000 tons/year is declared technically and economically feasible for more detailed planning.



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

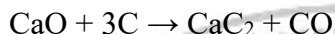
Pembangunan ekonomi nasional saat ini bertujuan untuk menciptakan struktur ekonomi yang kuat dengan mendorong kemajuan industri sebagai pilar utama. Keberhasilan pembangunan industri yang tangguh dan berdaya saing tinggi memerlukan upaya berkelanjutan melalui penguatan struktur industri yang mandiri, sehat, dan efisien. Optimalisasi sumber daya menjadi faktor kunci dalam mempercepat perkembangan industri ke seluruh wilayah Indonesia, dengan tetap menjaga keseimbangan antara kemajuan dan kesatuan ekonomi nasional. Pendekatan ini harus berlandaskan prinsip ekonomi kerakyatan, keadilan, serta nilai-nilai budaya bangsa, dengan mengutamakan kepentingan nasional (Arhadina, 2021).

Salah satu produk dari industri kimia yang memiliki kegunaan yang cukup penting dan peluang yang bagus adalah kalsium karbida. Kalsium karbida (CaC_2) adalah bahan kimia platform yang penting yang berasal dari batubara yang diproduksi melalui reaksi CaO dengan kokas (C) reaksi ini terutama digunakan untuk memproduksi asetilena dan produk turunan asetilena, seperti polietilena (PE), polivinil klorida (PVC), asam vinil asetat dan 1,4-butyl glikol (Ji Leiming, dkk. 2014).

Secara umum CaC_2 ini mempunyai beberapa sifat fisik maupun kimia antara lain dalam keadaan murni berbentuk padatan tak berwarna dan berwarna abu-abu atau hitam jika mengandung senyawa lain. Senyawa ini mudah terdekomposisi dengan air menghasilkan gas *acetylene* dan melepaskan panas, menurut reaksiya

yaitu $\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{Panas}$. Sifat CaC_2 lainnya adalah korosif dan melebur pada suhu 2300°C (Perry's, 1984).

Kalsium karbida (CaC_2) diproduksi dengan memanaskan campuran kapur dan karbon pada suhu $2000\text{-}2200^\circ\text{C}$ ($3632\text{-}3812^\circ\text{F}$) dalam tanur. Pada suhu tersebut, kapur akan tereduksi oleh karbon menjadi kalsium karbida dan karbon monoksida (CO), menurut reaksi berikut:



Kapur untuk reaksi tersebut biasanya dibuat dengan mengkalsinasi batu kapur dalam tanur. Sumber dari karbon untuk reaksi tersebut adalah kokas minyak bumi, kokas metalurgi dan batu bara antrasit. Karena pengotor dalam muatan tungku tetap berada dalam produk kalsium karbida, kapur harus mengandung tidak lebih dari 0,5% magnesium oksida, aluminium oksida, dan besi oksida, dan 0,004% fosfor (Mr. Ronald, 1993).

Selain itu, muatan kokas harus rendah abu dan sulfur. Analisis menunjukkan bahwa 0,2 -1,0% abu dan 5-6% sulfur adalah tipikal dalam kokas minyak bumi. Sekitar 991 kilogram (kg) (2.185 pon [lb]) kapur, 683 kg (1.506 [lb]) kokas dan 17 hingga 20 kg (37 hingga 44 [lb]) pasta elektroda diperlukan untuk menghasilkan 1 megagram (Mg) (2.205 [lb]) kalsium karbida (Mr. Ronald, 1993).

Di Indonesia senyawa CaC_2 memiliki prospek yang baik untuk dikembangkan, baik ditinjau dari potensi bahan baku maupun pasarnya. Namun hingga saat ini industri CaC_2 tersebut belum dikembangkan secara maksimal, kendati permintaan pasar cenderung meningkat. Hal ini dapat terlihat dari ketergantungan Indonesia terhadap senyawa CaC_2 asal impor yang masih tinggi (Badan Pusat Statistik, BPS 2024).

1.2 Kapasitas Rancangan

Kapasitas pabrik adalah ukuran kemampuan suatu pabrik untuk menghasilkan produk dalam jumlah tertentu selama periode waktu tertentu, sesuai dengan spesifikasi desain dan sumber daya yang tersedia. Kapasitas ini mencerminkan potensi maksimal pabrik untuk menjalankan proses produksi secara efektif, dengan mempertimbangkan faktor-faktor pendukung dalam pendirian pabrik (Heizer & Render, 2015).

Menentukan kapasitas pabrik yang optimal sangat penting karena berpengaruh langsung pada kelangsungan operasi pabrik, efisiensi biaya produksi dan kemampuan untuk memenuhi permintaan pasar. Kapasitas ini biasanya dirancang berdasarkan proyeksi kebutuhan pasar, potensi pertumbuhan, serta data perbandingan dari pabrik sejenis (Chase et al., 2017). Dengan demikian, kapasitas rancangan pabrik harus direncanakan dengan baik untuk memastikan keberlanjutan produksi dan daya saing di pasar dengan mempertimbangkan beberapa faktor seperti berikut:

1.2.1 Kapasitas Minimum Produksi Pabrik

Tabel 1.1 Data Kapasitas Pabrik Kalsium Karbida (CaC_2)

Nama Perusahaan	Lokasi	Kapasitas (ton/tahun)
PT. Emdeki Utama Tbk	Indonesia	50.000
Taijina Chenyuan Chemical Co., Ltd	China	100.000
Zhongtai Chemical Salt Co., Ltd.	China	500.000
Xinjiang Tianye (Group) Co., Ltd.	China	100.000
Carbide Industries LLC	Amerika Serikat	200.000

Sumber: Fadhil & Yuswanto, 2023

Kalsium karbida (CaC_2) merupakan bahan kimia yang banyak digunakan di berbagai sektor industri, seperti pengelasan, produksi gas asetilena, serta aplikasi dalam pertanian, termasuk pematangan buah. Konsumsi kalsium karbida di berbagai negara bervariasi tergantung pada tingkat industrialisasi, kebutuhan industri, serta regulasi terkait penggunaannya. Di wilayah ASEAN, konsumsi kalsium karbida cenderung terkonsentrasi di negara-negara dengan sektor manufaktur yang berkembang pesat, seperti Indonesia, Thailand dan Vietnam. Sementara itu,

negara-negara besar seperti China dan India mencatatkan angka konsumsi yang jauh lebih tinggi karena skala industrialisasi yang masif. Berikut ini adalah data konsumsi kalsium karbida di beberapa negara ASEAN dan luar ASEAN berdasarkan data dan laporan yang tersedia:

Tabel 1.2 Tabel Konsumsi Kalsium Karbida di Berbagai Negara

Negara	Konsumsi Tahunan (Ton)
Thailand	10.000 - 30.000
Vietnam	8.000 - 15.000
Malaysia	5.000 - 10.000
Filipina	3.000 - 6.000
China	>10.000.000
India	1.000.000 - 2.000.000
Amerika Serikat	100.000 - 300.000
Uni Eropa	200.000 - 500.000

Sumber: UN Comtrade Database (2024)

1.2.2 Kebutuhan Produk

Dalam menentukan kapasitas pabrik kalsium karbida yang akan dirancang, diperlukan data produksi dari pabrik-pabrik serupa yang telah beroperasi, baik di dalam maupun luar negeri. Data ini digunakan sebagai acuan untuk memastikan kapasitas pabrik yang dirancang sesuai dengan kebutuhan pasar serta kemampuan teknologi yang ada.

Selain itu kebutuhan produk mempengaruhi produksi pabrik yang akan dibangun. Kapasitas pabrik perlu mempertimbangkan data pendukung untuk membangun pabrik kalsium karbida (CaC_2) dalam negeri. Data pendukung berupa data produksi, konsumsi, impor dan ekspor kalsium karbida (CaC_2) di Indonesia pada tahun 2019-2023.

Tabel 1.3 Data Jumlah Produksi, Konsumsi, Impor dan Ekspor Kalsium Karbida (CaC_2) di Indonesia

Tahun	Jumlah (ton/tahun)			
	Produksi	Konsumsi	Impor	Ekspor
2019	21.167	19.115	4.093	2.052
2020	20.716	18.394	2.649	2.322
2021	23.602	19.544	3.390	5.058

2022	25.808	22.204	2.566	3.604
2023	26.102	22.995	164,8	3.107

Sumber: BPS (2023) & PT. Emdeki (2023)

Berdasarkan data pada Tabel 1.3 penentuan kapasitas produksi didapat dari data pendukung seperti data produksi, konsumsi, ekspor dan impor suatu produk. Kapasitas produksi pabrik kalsium karbida (CaC_2) yang direncanakan beroperasi pada tahun 2028 dapat dihitung dengan metode *discounted* dengan metode regresi linear dengan rumus sebagai berikut.

$$y = ax + b \dots\dots\dots (1)$$

$$i = \frac{\sum \text{Pertumbuhan}}{n} \dots\dots\dots (2)$$

$$m = P (1 + i)^a \dots\dots\dots (3)$$

$$m_3 = (m_4 + m_5) - (m_1 + m_2) \dots\dots\dots (4)$$

Dimana:

y = peluang yang dicari

a = slope

x = tahun pabrik akan didirikan

b = intercept

i = pertumbuhan rata-rata pertahun

n = jumlah data

m = prediksi data tahun yang dicari

P = data tahun terakhir

a = selisih tahun terakhir dan tahun dicari

m_3 = peluang kapasitas

m_1 = prediksi data produksi

m_2 = prediksi data impor

m₄ = prediksi data konsumsi

m₅ = prediksi data ekspor

Dari data jumlah produksi, konsumsi, impor dan ekspor produk kalsium karbida (CaC₂) di Indonesia, nilai pertumbuhan rata-rata per tahun dapat dihitung sesuai dengan rumus (1), seperti yang tertera pada tabel 1.4 dan tabel 1.5.

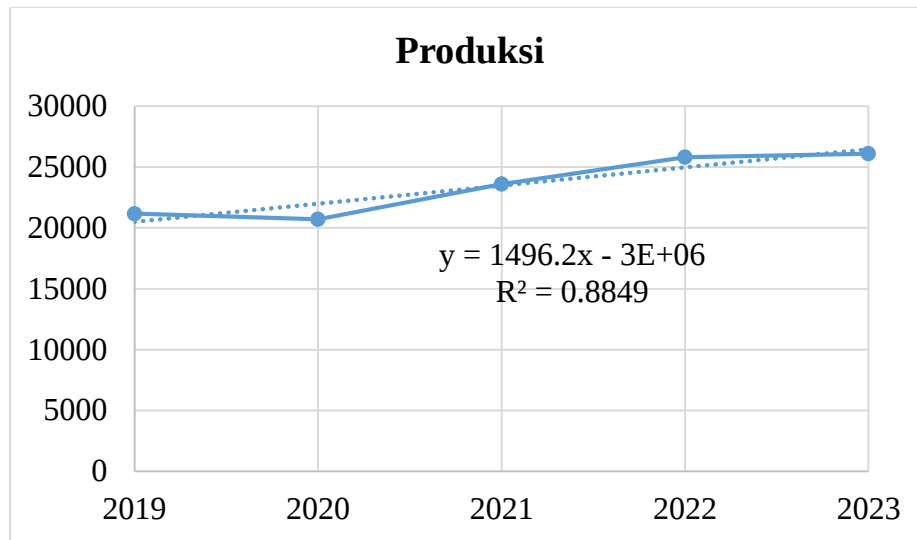
Tabel 1.4 Pertumbuhan Produksi dan Konsumsi Kalsium Karbida (CaC₂)

Tahun	Jumlah (ton/tahun)		Pertumbuhan	
	Produksi	Konsumsi	Produksi	Konsumsi
2019	21.167	19.115	-	-
2020	20.716	18.394	-0,0213	-0,0377
2021	23.602	19.544	0,1393	0,0625
2022	25.808	22.204	0,0490	0,1361
2023	26.102	22.995	0,0114	0,0356
	i		0,0557	0,0491

Tabel 1.5 Pertumbuhan Impor dan Ekspor Kalsium Karbida (CaC₂)

Tahun	Jumlah (ton/tahun)		Prtumbuhan	
	Impor	Ekspor	Impor	Ekspor
2019	4.093	2.052	-	-
2020	2.649	2.322	-0,353	0,132
2021	3.390	5.058	0,280	1,178
2022	2.566	3.604	-0,243	-0,287
2023	164.8	3.107	-0,936	-0,138
	i		-0,313	0,221

Nilai prediksi data produksi dan konsumsi kalsium karbida (CaC₂) ditentukan menggunakan grafik linear dan menggunakan rumus:



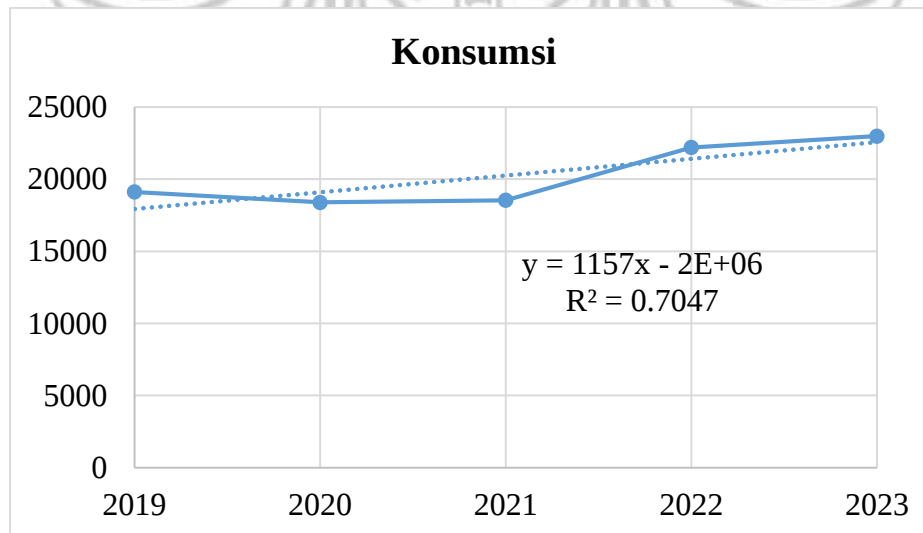
Gambar 1.1 Grafik produksi kalsium karbida

Pada persamaan $y = 1496,2x - 3000000$, dapat dihitung produksi kalsium karbida di Indonesia pada tahun 2028 sebagai berikut:

$$y = 1496,2x - 3000000$$

$$y = 1496,2 \times (2028) - 3000000$$

$$y = 34.293,6 \text{ ton/tahun}$$



Gambar 1.2 Grafik konsumsi kalsium karbida

Pada persamaan $y = 1157x - 2000000$, dapat dihitung konsumsi kalsium karbida di Indonesia pada tahun 2028 sebagai berikut:

$$y = 1157x - 2000000$$

$$y = 1157 \times (2028) - 2000000$$

$$y = 346.396 \text{ ton/tahun}$$

Kebutuhan ekspor di Indonesia menunjukkan tren yang fluktuatif dalam beberapa tahun terakhir, mencerminkan tantangan yang dihadapi dalam menjaga stabilitas pertumbuhan ekspor. Hal ini terlihat dari data yang ditampilkan pada grafik berikut gambar 1.3, dimana nilai ekspor tidak menunjukkan peningkatan yang konsisten, sehingga prediksi data ekspor dapat dihitung menggunakan metode *discounted* dengan rumus (3):

$$m_5 = P(1 + i)^a$$

$$= 3.107 \times (1 + 0,221)^5$$

$$= 8.436,7 \text{ ton/tahun}$$

Dalam perancangan pabrik tahun 2028, asumsi impor dianggap nol didasarkan pada upaya mewujudkan kemandirian industri domestik. Dengan membangun kapasitas produksi yang cukup untuk memenuhi kebutuhan pasar dalam negeri, ketergantungan terhadap impor dapat dihilangkan sepenuhnya. Langkah ini bertujuan untuk mengurangi pengaruh eksternal, seperti fluktuasi nilai tukar mata uang asing dan ketidakpastian rantai pasok global, yang sering kali menjadi kendala dalam pengadaan bahan baku atau produk impor. Selain itu, asumsi ini sejalan dengan visi jangka panjang pemerintah dalam memperkuat sektor industri nasional dan mengurangi defisit neraca perdagangan.

Selain itu, penghapusan kebutuhan impor juga memberikan peluang besar untuk memberdayakan sumber daya lokal, baik dari segi bahan baku, tenaga kerja, maupun teknologi. Dengan memproduksi kebutuhan secara mandiri, biaya yang terkait dengan impor, seperti bea masuk dan logistik internasional, dapat ditekan, sehingga meningkatkan efisiensi biaya operasional. Selain itu, penguatan industri dalam negeri juga berperan penting dalam menciptakan

stabilitas pasokan dan meningkatkan daya saing di pasar domestik maupun internasional. Dengan demikian, asumsi $m_2 = 0$ tidak hanya menjadi landasan strategis dalam perancangan pabrik tetapi juga mendukung keberlanjutan pertumbuhan ekonomi nasional.

Data hasil perhitungan mencakup produksi, konsumsi, dan ekspor yang memberikan gambaran prediksi kebutuhan dan ketersediaan dalam mendirikan pabrik. Data ini disajikan sebagai berikut:

$$m_1 = 34.293,6 \text{ ton/tahun}$$

$$m_2 = 0$$

$$m_4 = 346.396 \text{ ton/tahun}$$

$$m_5 = 8.436,7 \text{ ton/tahun}$$

Sehingga peluang kapasitas produksi pada tahun 2028 adalah:

$$m_3 = (m_4 + m_5) - (m_1 + m_2)$$

$$m_3 = (346.396 + 8.436,7) \text{ ton/tahun} - (34.293,6 + 0) \text{ ton/tahun}$$

$$m_3 = 354.832,7 \text{ ton/tahun} - 34.293,6 \text{ ton/tahun}$$

$$m_3 = 320.539,07 \text{ ton/tahun}$$

Kapasitas pabrik kalsium karbida (CaC_2) yang akan didirikan diambil dari 20% peluang kapasitas yang telah dihitung yakni:

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas pra rancangan pabrik} &= 20\% \times 320.539,07 \text{ ton/tahun} \\ &= 64.107,815 \text{ ton/tahun} \\ &= 64.000 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

Berdasarkan pertimbangan tersebut, kapasitas perancangan pabrik ditetapkan sebesar 64.000 ton/tahun dari hasil perhitungan peluang yaitu 64.107,815 ton/tahun sesuai pada Tabel 1.1 kapasitas tersebut telah memenuhi kapasitas ekonomis.

1.2.3 Ketersediaan Bahan Baku

Faktor penting dalam merancang suatu pabrik adalah dengan mempertimbangkan ketersediaan bahan baku untuk mendukung keberlanjutan suatu pabrik. Pada perancangan pabrik kalsium karbida (CaC_2) bahan baku utama yang digunakan adalah kalsium oksida (CaO) dan kokas. Kebutuhan bahan baku kalsium oksida (CaO) dan kokas dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Kapasitas pabrik} = 64.000 \text{ ton/tahun}$$

$$= 193,94 \text{ ton/hari}$$

$$= 8,081 \text{ ton/jam}$$

$$= 8080,81 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Mol kalsium karbida (CaC}_2\text{)} = \frac{\text{Kapasitas pabrik}}{\text{BM kalsium karbida}}$$

$$= \frac{8.080,81 \frac{\text{kg}}{\text{jam}}}{0,064099 \frac{\text{kg}}{\text{kmol}}}$$

$$= 126.067,615 \text{ kmol/jam}$$

1. Kebutuhan bahan baku kalsium oksida (CaO)

$$\text{Massa CaO} = \frac{\text{Koef CaO}}{\text{Koef kalsium karbida}} \times \text{BM CaO} \times \text{mol CaO}$$

$$= \frac{1}{1} \times 0,05607 \frac{\text{kg}}{\text{kmol}} \times 144.119,994 \frac{\text{kmol}}{\text{jam}}$$

$$= 8.080,81 \text{ kg/jam}$$

2. Kebutuhan bahan baku kokas (C)

$$\text{Massa C} = \frac{\text{Koef C}}{\text{Koef kalsium karbida}} \times \text{BM C} \times \text{mol C}$$

$$= \frac{3}{1} \times 0,01201 \frac{\text{kg}}{\text{kmol}} \times 672.839,973 \frac{\text{kmol}}{\text{jam}}$$

$$= 24.242,42 \text{ kg/jam}$$

Adapun kapasitas pabrik kalsium oksida (CaO) dan kokas (C) yang telah beroperasi di Indonesia dilampirkan pada Tabel 1.6 dan akan dijadikan pemasok bahan baku pendirian pabrik kalsium oksida (CaO).

Tabel 1.6 Kapasitas Pabrik Kalsium Oksida (CaO) dan Kokas (C) di Indonesia

Nama Pabrik	Produk	Lokasi	Kapasitas (ton/tahun)
PT Bukit Batu Mustika	CaO	Sukabumi, Jawa Barat	72.000
PT Twiji Kimia Sidoarjo	CaO	Sidoarjo, Jawa Timur	36.000
PT Putra Primajaya	CaO	Cilego, Jawa Barat	132.000
PT Anugrah Kencana	CaO	Bekasi, Jawa Barat	80.000
PT Anugrah Indria Mandiri	Kokas	Surabaya, Jawa Timur	60.000
PT Andaro Energy Tbk. (ADRO)	Kokas	Kalimantan Selatan	2.400.000

Sumber: Kemenpuri, 2023

Pada Tabel 1.6 dilampirkan data kapasitas pabrik yang memproduksi kebutuhan bahan baku. Kalsium oksida (CaO) dipilih dari PT Putra Primajaya karena memiliki kapasitas produksi terbesar, yaitu 132.000 ton/tahun, sehingga dapat menjamin ketersediaan bahan baku dalam jumlah yang cukup. Sementara itu, kokas diperoleh dari PT Anugrah Indria Mandiri yang berlokasi di Surabaya, Jawa Timur, dengan kapasitas produksi 60.000 ton/tahun dan PT Andaro Energy Tbk. (ADRO) dengan kapasitas 2.400.000 ton/tahun, yang dianggap cukup untuk memenuhi kebutuhan bahan baku.

1.2.4 Penentuan Kapasitas Pabrik

Dari hasil perhitungan dan data yang disebutkan, maka diperoleh kesimpulan dalam penentuan kapasitas pabrik sebagai berikut:

1. Kapasitas pabrik PT. Emdeki Utama Tbk saat ini sebesar 20.000-30.000 ton/tahun dan merupakan satu-satunya pabrik yang memproduksi kalsium karbida (CaC_2) di Indonesia.
2. Bahan baku berupa kalsium oksida (CaO) dan kokas (C) dapat di peroleh dari produsen dalam negeri.

3. Kebutuhan kalsium karbida (CaC_2) pada saat ini masih memerlukan impor.
4. Kebutuhan kalsium karbida (CaC_2) di negara lain cukup besar karena digunakan dalam berbagai industri dan kapasitas pabrik yang lebih besar dari pabrik dalam negeri.
5. Produksi kalsium karbida (CaC_2) di Indonesia diharapkan mampu memenuhi kebutuhan dalam negeri, sehingga ketergantungan impor dapat berkurang dan selebihnya menjadi peluang ekspor ke pasar internasional.

Berdasarkan berbagai pertimbangan di atas, kapasitas produksi pabrik kalsium karbida (CaC_2) yang direncanakan pada tahun 2028 adalah dengan harapan:

1. Memenuhi kebutuhan kalsium karbida dalam negeri sehingga menurunkan angka impor dari luar negeri.
2. Memanfaatkan peluang ekspor ke negara lain untuk meningkatkan keuntungan perusahaan sekaligus menyumbang devisa negara.
3. Membuka lapangan kerja baru bagi masyarakat lokal.

1.3 Penentuan Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik merupakan faktor krusial untuk memastikan keberlanjutan operasional pabrik yang akan dibangun. Dalam menentukan lokasi pabrik, terdapat beberapa aspek penting yang harus diperhatikan, seperti ketersediaan bahan baku, akses terhadap tenaga kerja, utilitas pendukung pabrik, serta kemudahan transportasi. Berdasarkan analisis terhadap berbagai faktor tersebut Daerah Manyar, Kab. Gresik, Jawa Timur, menjadi lokasi yang paling ideal untuk mendirikan pabrik kalsium karbida (CaC_2) dengan bahan baku berupa kalsium oksida (CaO) dan kokas (C). Lokasi pabrik ini ditunjukkan pada Gambar 1.3.



Gambar 1.3 Lokasi Rencana Pendirian Pabrik Kalsium Karbida

Daerah Manyar, Kab. Gresik, Jawa Timur, dipilih sebagai lokasi pendirian pabrik kalsium karbida (CaC_2) karena lokasinya yang strategis dekat dengan sumber bahan baku utama yang dapat mengurangi biaya transportasi bahan baku secara signifikan.

1.3.1 Sumber Bahan Baku

Sumber bahan baku yang digunakan yaitu kalsium oksida (CaO) dan kokas (C) paling banyak dihasilkan dari provinsi Jawa, dimana menurut data dari BPS, provinsi Jawa Barat menghasilkan kurang lebih 284.000.000 ton/tahun dan provinsi Jawa Timur 36.000.000 ton/tahun kalsium oksida (CaO) dan 100.000.000 kokas (C).

1.3.2 Sumber Tenaga Kerja

Tenaga kerja di daerah Kabupaten Gresik, Jawa Timur banyak tersedia dengan kualitas yang cukup baik, dengan luas sebesar 7.946,44 Ha dan jumlah penduduk sebanyak 67.983 jiwa menurut data dari BPS. Hal tersebut didukung dengan adanya sekolah dan kampus potensial di daerah Kabupaten Gresik, Jawa Timur. Selain itu pendirian pabrik kalsium karbida (CaC_2) ini juga sekaligus untuk mengurangi pengangguran di daerah tersebut.

1.3.3 Utilitas Pabrik

Kebutuhan utilitas untuk pabrik kalsium karbida (CaC_2) mencakup:

- Air: Diperlukan untuk proses pendinginan, sanitasi dan kebutuhan lainnya. Sumber air dapat diperoleh dari PDAM setempat atau sumber air industri di kawasan tersebut.
- Listrik: Diperlukan untuk mengoperasikan peralatan produksi dan fasilitas pendukung. Pasokan listrik dapat disediakan oleh PLN dengan pertimbangan kapasitas yang mencukupi untuk kebutuhan pabrik.
- Udara Kering: Diperlukan dalam beberapa tahap proses produksi. Pengadaan udara kering dapat dilakukan menggunakan peralatan seperti *rotary dryer*.

1.3.4 Transportasi

Sarana transportasi yang memadai sangat penting untuk pengadaan bahan baku dan distribusi produk. Kabupaten Gresik, memiliki akses yang baik terhadap infrastruktur transportasi, termasuk:

- Transportasi Darat: Jaringan jalan yang baik memudahkan pengangkutan bahan baku dan produk jadi dari pabrik. Ketersediaan jalan raya yang memadai mendukung distribusi yang efisien.
- Transportasi Laut: Kedekatan dengan Pelabuhan JIPE Gresik, yang berjarak sekitar 6,5 km, memungkinkan akses mudah untuk pengiriman bahan baku dan produk melalui jalur laut, baik untuk kebutuhan domestik maupun ekspor.

1.3.5 Kebijakan Pemerintah

Pemerintah Kabupaten Gresik telah menetapkan kebijakan strategis untuk mendorong pembangunan industri berkelanjutan di wilayahnya, termasuk Daerah Manyar, Kab. Gresik, Jawa Timur. Hal tersebut tercermin dalam Peraturan Daerah Kabupaten Gresik Nomor 16 Tahun 2021

tentang Rencana Detail Tata Ruang Wilayah Perencanaan Manyar Tahun 2020 – 2040. Tujuan dari peraturan ini adalah untuk menjadikan kawasan perkotaan Manyar sebagai kawasan industri berkelanjutan.

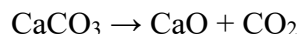
1.4 Tinjauan Pustaka

Pada pertengahan abad lalu, kalsium karbida (CaC_2) berperan penting dalam kimia asetilena yang berfungsi sebagai bahan baku utama untuk beragam komoditas dan bahan kimia khusus (Galkin dan Ananikov, 2016; Wu et al. , 2018). Seiring dengan kemajuan teknologi penyulingan minyak bumi, peran asetilena pun mulai menurun. Namun, dengan semakin menipisnya CaC_2 dengan minyak bumi alami, maka CaC_2 memiliki potensi untuk menjadi sumber daya berkelanjutan bagi industri kimia. Bahkan, belakangan ini, CaC_2 kembali muncul sebagai bahan baku yang menjanjikan untuk sintesis organik (Rodygin et al. , 2019).

CaC_2 adalah sumber asetilena yang memiliki peran krusial dalam sintesis organik, berkat ikatan rangkap tiga yang aktif dan proton terminalnya (Galkin dan Ananikov, 2016). Salah satu keunggulan utama dari penggunaan CaC_2 adalah efisiensinya dibandingkan dengan gas asetilena (Rodygin et al. , 2016; Ledovskaya et al. , 2018).

1.4.1 Kalsium Oksida (CaO)

Kalsium oksida (CaO) yang sering disebut kapur tohor merupakan senyawa anorganik yang diperoleh melalui proses kalsinasi batu kapur (CaCO_3). Proses ini melibatkan pemanasan batu kapur pada suhu antara 900°C hingga 1.200°C , yang menghasilkan kalsium oksida dan karbon dioksida sebagai produk samping. Reaksi kimia kalsinasi dapat dirumuskan sebagai berikut:



(Speight, 2005).

Kalsium oksida memiliki sifat higroskopis yang memungkinkan reaksi eksotermis dengan air, menghasilkan kalsium hidroksida (Ca(OH)_2). Sifat ini menjadikan CaO sebagai bahan yang sangat penting dalam berbagai proses kimia, termasuk dalam produksi kalsium karbida (Faith & Keyes, 1957). Kandungan kimia kalsium oksida umumnya didominasi oleh CaO murni, dengan sedikit pengotor seperti silika, alumina, dan magnesium oksida, yang dapat mempengaruhi reaktivitasnya.

Tabel 1.7 Komposisi Kimia Kalsium Oksida (CaO)

Komponen	Kandungan (%)
Kalsium Oksida (CaO)	93-98
Magnesium Oksida (MgO)	0,5-3
Silika Oksida (SiO_2)	2-3
Air (H_2O)	0,05-0,5

Sumber: Tredi and Hagmeeyer, 2004

1.4.2 Kokas (C)

Kokas merupakan bahan bakar karbon padat yang dihasilkan melalui proses pirolisis batubara dalam kondisi tanpa oksigen. Proses ini menghilangkan senyawa volatil dari batubara, sehingga menghasilkan material yang kaya akan karbon. Kokas digunakan secara luas dalam industri metalurgi karena memiliki nilai kalor tinggi serta sifat fisik yang mendukung pembakaran pada suhu tinggi (Speight, 2005).

Kokas digunakan dalam industri pengecoran logam sebagai sumber panas dan karbon. Kualitas kokas yang baik sangat diinginkan karena mempengaruhi efisiensi dan kualitas produk akhir dalam proses peleburan logam (Khairil & Irwansyah, 2010).

Dalam konteks produksi kalsium karbida, kokas berfungsi sebagai reduktor yang bereaksi dengan kalsium oksida untuk menghasilkan produk utama, yaitu kalsium karbida (CaC_2), dan gas karbon monoksida (CO). Kandungan karbon dalam kokas mencapai 85–92%, sementara sisanya

terdiri dari abu, kelembaban, dan sulfur. Kandungan sulfur yang tinggi dapat memengaruhi kualitas produk akhir, sehingga kokas dengan kadar sulfur rendah lebih disukai (Faith & Keyes, 1957).

Tabel 1.8 Komposisi Kimia Kokas (C)

Komponen	Kandungan (%)
Karbon (C)	85-92
Aluminium Oksida (Al ₂ O ₃)	2-3
Fero Oksida (Fe ₂ O ₃)	1-2,5
Sulfur (S)	0,5-2,5
H ₂ O	1-6

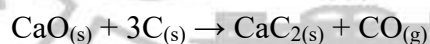
Sumber: Ghodrat, 2019

1.4.3 Karakteristik Reaksi Antara CaO dan Kokas

Kombinasi kalsium oksida dan kokas pada rasio stoikiometri tertentu sangat penting dalam proses produksi kalsium karbida. Reaksi terjadi pada suhu tinggi (di atas 2.000°C) di dalam tanur listrik, yang menghasilkan kalsium karbida padat dan gas karbon monoksida sebagai produk samping. Pemanfaatan kokas dengan kualitas tinggi dan kalsium oksida murni memastikan efisiensi proses serta kualitas produk akhir (Gupta, 2012).

1.4.4 Proses Produksi Kalsium Karbida (CaC₂)

Kalsium karbida (CaC₂) diproduksi melalui reaksi kalsium oksida (CaO) dengan karbon (C) pada suhu tinggi. Reaksi utama yang terjadi dapat dirumuskan sebagai:



Proses ini umumnya dilakukan dalam tanur listrik yang mampu menghasilkan suhu di atas 2.000°C untuk memastikan reaksi berjalan sempurna (Gupta, 2012). Sumber karbon yang digunakan biasanya berupa kokas, batubara, atau arang, sedangkan kalsium oksida diperoleh melalui dekomposisi termal batu kapur (CaCO₃).

Menurut Faith dan Keyes (1957), tanur listrik yang digunakan memiliki desain khusus untuk mengakomodasi reaksi eksotermis, serta dilengkapi dengan sistem pendinginan agar dinding tanur tidak mengalami kerusakan akibat suhu yang sangat tinggi.

1.4.5 Tahap Proses Produksi

Proses produksi kalsium karbida melalui beberapa tahap utama yaitu:

1. Persiapan bahan baku

Sebelum direaksikan dengan kalsium oksida, kokas terlebih dahulu dikeringkan untuk menghilangkan kandungan air yang terdapat didalamnya. Proses pengeringan dilakukan dengan cara menghembuskan udara panas (pada temperature tertentu) ke dalam *rotary dryer*. Kokas basah masuk dari ujung yang satu dan udara pengering masuk melalui ujung yang lainnya secara *counter current*. Kokas yang telah mengalami proses pengeringan selanjutnya masuk ke dalam *mixer* untuk di campur dengan kalsium oksida sebelum masuk ke dalam tanur listrik. (Speight, 2005).

2. Peleburan di tanur listrik

Campuran kalsium oksida dan kokas dimasukkan ke dalam tanur listrik. Energi listrik digunakan untuk memanaskan campuran hingga suhu sekitar 2.200°C. Pada suhu ini, kalsium oksida bereaksi dengan karbon menghasilkan kalsium karbida dan gas karbon monoksida sebagai produk samping (Gupta, 2012).

3. Pendinginan dan pepadatan

Kalsium karbida cair didinginkan untuk membentuk padatan berwarna abu-abu kehitaman. Produk ini kemudian dihancurkan menjadi ukuran tertentu, sesuai dengan kebutuhan penggunaannya (Speight, 2005).

4. Penanganan produk samping

Gas karbon monoksida yang dihasilkan selama proses produksi harus ditangani dengan baik, misalnya dengan menggunakan sistem pengumpul gas untuk mencegah pencemaran lingkungan (Speight, 2005).

1.4.6 Aplikasi Kalsium Karbida

1. Produksi Gas Asetilena (C_2H_2)

Gas asetilena dihasilkan ketika kalsium karbida bereaksi dengan air, yang digunakan dalam pengelasan logam serta pembuatan senyawa kimia lainnya (McKetta & Cunningham, 1992).

2. Pupuk Nitrogen

Kalsium karbida digunakan dalam produksi kalsium sianamida, yang merupakan pupuk nitrogen penting dan bahan baku dalam industri kimia (Faith & Keyes, 1957).

3. Desulfurisasi Baja

Dalam industri baja, kalsium karbida berperan sebagai agen desulfurisasi untuk mengurangi kandungan sulfur (Gupta, 2012).

1.4.7 Tantangan dan Keunggulan Produksi Kalsium Karbida (CaC_2)

Keunggulan utama proses produksi kalsium karbida adalah ketersediaan bahan baku yang melimpah, seperti batu kapur dan kokas, serta proses yang sudah terstandarisasi. Namun, tantangannya meliputi kebutuhan energi yang sangat tinggi, emisi gas karbon monoksida yang perlu dikelola, serta potensi risiko ledakan pada tanur listrik jika terjadi kegagalan sistem pendinginan (Speight, 2005).

BAB XI KESIMPULAN

Berdasarkan uraian dan hasil perhitungan pada pra rancangan pabrik kalsium karbida, dapat disimpulkan beberapa hal dengan mempertimbangkan berbagai aspek sebagai berikut.

1. Aspek proses

Kapasitas rancangan pabrik kalsium karbida direncanakan 64.000 ton/tahun dan beroperasi selama 330 hari/tahun dengan kebutuhan bahan baku CaO sebanyak 49.512,047 ton/tahun dan kokas (C) sebanyak 39.868,852 ton/tahun.

2. Aspek lokasi

Lokasi pendirian pabrik didirikan di Manyar, Kab. Gresik, Jawa Timur dengan luas lahan 15.378 m² dan ketersediaan bahan baku yang memadai dan lokasi yang relatif dekat dari ibukota provinsi sehingga memudahkan dalam pemasaran serta sistem transportasi yang memadai.

3. Aspek struktur perusahaan

Bentuk perusahaan yaitu Perseroan Terbatas (PT) dengan sistem organisasi *line and staff* dengan jumlah karyawan 193 orang.

4. Aspek ekonomi

Berdasarkan analisis ekonomi pabrik kalsium karbida layak didirikan dengan total kebutuhan modal tetap (*Fixed Capital Investment*) sebesar Rp 274.759.660.427 dengan modal kerja (*Working Capital Investment*) sebesar Rp 30.528.851.159, biaya produksi tahunan (*Manufacturing Cost*) sebesar Rp 814.106.794.593, biaya operasional umum (*General Expense*) sebesar Rp 113.708.839.151, total biaya produksi (*Total Production Cost*) sebesar Rp 927.815.633.743. Proyeksi pendapatan tahunan dari hasil penjualan produk Rp 1.011.358.269.782, menghasilkan laba Rp 58.479.845.227 per tahun. Dari analisa

profitabilitas, diperoleh *Return on Investment* (ROI) sebesar 21,28%. *Pay Out Time* (POT) tercapai dalam 3,4 tahun, dengan *Internal Rate of Return* (IRR) mencapai 33,46% serta *Break Even Point* (BEP) sebesar 51,05%.



DAFTAR PUSTAKA

- Arhadina.S.D. 2021. Pertanggungjawaban Pidana Korporasi Atas Tindakan Impor dan Ekspor Kalsium Karbida Tidak Berstandar Nasional Indonesia. Vol. 9 No. 2 Edisi Mei 2021. Universitas Surabaya
- Aries, R.S., & Newton, R.D. (1955). *Chemical Engineering Cost Estimation*. New York: MC Graw-Hill, Inc.
- Austin, G. T. 1984. *Shreve's Chemical Process Industries*. McGraw-Hill.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2024. Laporan Impor dan Ekspor Kalsium Karbida Indonesia.
- Bhattacharyya, B. C. (1976). *Introduction to Chemical Equipment Design (Mechanical Aspect)*. Indian Institute of Technology, India.
- Bijang, C. M., & Joris, S. N. 2021. Kimia Non Logam: NEM.
- Brownell, L. E, & Young, E. H. 1959. *Process Equipment Design Handbook*. John Wiley & Sons.
- Brown, G.G., Alan Shvers Foust, Richard La Verne Katz, Robert Schneidewind, William Plant Wood, and George Martin Brown. (1950). *Unit Operation*. New Delhi: CBS Publishers & Distributors.
- Chase, R. B., Aquilano, N. J., & Jacobs, F. R. 2017. *Operations and Supply Chain Management (14th ed.)*. McGraw-Hill Education.
- Coulson, J. & Richardson, J. 1983. *Chemical Engineering Design: Fluid Flow, Heat Transfer and Mass Transfer*. 6th ed. Amsterdam
- European Patent Office. 1981. *Process for the production of calcium carbide* (EP0047856A1). European Patent Office.
- European Patent Office. 1991. *Process for producing calcium carbide* (EP0428148A2). European Patent Office.
- Fadhil & Yuswanto. 2023. Prarancangan Pabrik Kalsium Karbida dari Kalsium Oksida dan Karbon Kapasitas 25.000 Ton/Tahun. Universitas Islam Indonesia.
- Faith, W. L., & Keyes, D. B. 1957. *Industrial Chemicals*. John Wiley & Sons.
- Geankoplis, C. J. (1993). *Transport Processes and Unit Operation*. 3th ed. United States of America: Prentice-Hall International, Inc.
- Gupta, O. P. (2012). *Elements of Fuels, Furnaces and Refractories*. Khanna Publishers.

Galkin, K. I., & Ananikov, V. P. (2016). *When will the industry switch to renewable raw materials? Angewandte Chemie International Edition*, 55(46), 13470-13472.

Google Earth. 2024. Peta Kecamatan Bungah, Kabupaten Gresik, Jawa Timur

Heizer, J., & Render, B. 2015. *Operations Management: Sustainability and Supply Chain Management (11th ed.)*. Pearson Education.

Hesse, H.C. 1945. *Process Equipment Design*. D. Van Nostrand Company, Inc., New Jersey.

Ji Leiming, dkk. 2014. *Thermodynamic Analysis of Calcium Carbide Production. Industrial & Engineering Chemistry Research*. Beijing University of Chemical Technology

J.M.Smith, H.C.Van Ness, M.M. Abbott, M.T. Swihart. 2005. *Chemical Engineering Thermodynamics*. Eighth Edition.

Khairil & Irwansyah. 2010. Kaji Eksperimental Teknologi Pembuatan Kokas dari Batubara sebagai Sumber Panas dan Karbon pada Tanur Tinggi (Blast Furnace). Prosiding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) ke-9.

Khanna, O. P. 1999. *Industrial Chemistry*. Dhanpat Rai Publications.

Kementerian Perindustrian Republik Indonesia. 2023. Produksi Pabrik Bahan CaO dan Kokas Tahun 2023.

Keputusan Gubernur Jawa Timur Nomor 188/606/KPTS/013/2023. Keputusan Gubernur Jawa Timur Tahun 2024.

Kern, D. Q. (1950). *Process Heat Transfer*. McGraw Hill International Book Company, Singapura.

Kern, D. Q. (1965). *Process Heat Transfer*. McGraw Hill International Book Company, Singapura.

Kirk. 1983. *Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology Volume 4*. John Willey and Sons.

Ledovskaya, M. S., Ananikov, V. P., & Beletskaya, I. P. (2018). *Acetylene chemistry: Recent developments and future directions*. Russian Chemical Reviews, 87(4), 393-415.

Levenspiel, O. 1999. *Chemical Reaction Engineering*. John Wiley & Sons.

Mc Ketta, J. J., & Cunningham, W. A. 1992. *Encyclopedia of Chemical Processing and Design*. Marcel Dekker, Inc.

Mr. Ronald E, Myers. 1993. *Calcium Carbide Manufacturing*. Elken devolepment center.

Msd Calcium Carbide .2024. *Material Safety Data Sheet (MSDS) of Calcium Carbide*. Australia.

Msd Calcium oxide. 2023. *Material Safety Data Sheet (MSDS) of Calcium oxide*

Msd Carbon. 2024. *Material Safety Data Sheet (MSDS) of Carbon*. United Kingdom

Msd carbon monoxide. 2022. *Material Safety Data Sheet (MSDS) of Carbon monoxide*. Sigma Aldrich

Perry, R. H. and Chilton, C. H. 1997. *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, M.S. & Timmerhause, K.D. 1991. *Plant Design and Economics for Chemical Engineers. 4th ed.* New York: McGraw-Hill.Inc.

Petrucchi, R. H. 1985. *Kimia Dasar prinsip dan terapan modern edisi keempat jilid 2*. Jakarta: Erlangga

PT. Emdeki Utama Tbk. 2024. *Annual Report*.

RAJ (2009). "*Cone Screw Mixer (Nauta Mixer)*."

Rodygin, K. S., Khlebnikov, A. F., & Novikov, R. A. (2016). *Calcium carbide in organic synthesis: Recent developments*. Russian Chemical Reviews, 85(9), 962-985.

Rodygin, K. S., Khlebnikov, A. F., & Novikov, R. A. (2019). *Calcium carbide as a convenient and efficient reagent for organic synthesis*. Chemistry – A European Journal, 25(14), 3429-3438.

Smith, J. M., Ness, H. C. V., & Abbott, M. M. 1949. *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics*. McGraw-Hill Book Company, Inc.

Speight, J. G. 2005. *Environmental Analysis and Technology for the Refining Industry*. Wiley-Interscience.

Tribhakti Inspektama. 2024. *Memahami Kokas Baja Sebagai Tulang Punggung Industri Baja*.

Ulmann, F. 2007. *Encyclopedia of Industrial Chemistry*. Wiley-VCH.

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

UN Comtrade Database. 2024. *Laporan Impor dan Ekspor Kalsium Karbida*.

Undang-undang Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 1970 Tentang Keselamatan Kerja.

Walas, S. M. 1990. *Chemical Process Equipment*. Newton: Butterwoth-Heineman.

Wu, Y., Zhang, W., & Zhang, L. 2018. *Recent advances in calcium carbide chemistry*. Chinese Journal of Chemistry, 36(4), 353-362.

Yaws, C. L. 1999. *Chemical Properties Handbook: Physical, Thermodynamic, Environmental, Transport, Safety, and Health Related Properties for Organic and Inorganic Chemicals*. McGraw-Hill.



