



BAB I

PENDAHULUAN

I.1. LATAR BELAKANG

Silicon Carbide pertama kali diamati oleh Jacobs pada tahun 1824 yang pada waktu itu kegunaannya belum banyak dikenal. Penemu lain Achesons bertujuan untuk menghasilkan bahan penggosok dan bahan pengganti intan sebagai pemotong dan penghalus. Silicon Carbide produk Achesons menamainya sebagai Carborundum dan dijabarkan menjadi ‘*Silicade of Carbon*’ dengan rumus formula SiC. Penemuan ini mempunyai dampak yang cukup besar dan banyak diproduksi sebagai bahan pemotong dan penghalus dan pada tahun 1890 pertama kali dikembangkan dalam bidang elektronik untuk membuat Light Emitting Diode (LED).

Pada tahun 1955, Lely mempersembahkan sebuah konsep baru tentang pertumbuhan produk dengan kualitas yang lebih tinggi. Penelitian Silicon Carbide menjadi lebih intensif lagi setelah ada konferensi pertama di Boston pada tahun 1958.

Pada tahun 1978 ditemukan kesamaan dimensi dan kepentingan dari proses Achesons dengan yang disampaikan oleh Tairov dan Tsuetkov. Penemuan mereka untuk menghasilkan substrat dengan penghalusan di tempat tertentu. Pada tahun 1981, Matsunami menemukan kemungkinan terjadinya SiC pada Si substrat.

Dengan berkembangnya teknologi dan pemakaian bahan kimia yang cenderung terus meningkat, salah satu material industri yang saat ini mulai banyak dikembangkan adalah Silicon Carbide. Silicon Carbide alam sulit didapatkan sehingga perlu didirikan industri komersil. Silicon Carbide diproduksi dari bahan Silica Dioxide dan Carbon dengan bantuan furnace. Silicon Carbide bisa digunakan dalam berbagai kepentingan industri yang mengandalkan operasi pada temperature tinggi, kekerasan bahan, dan untuk industri elektronik.

Eksplorasi dan eksploitasi potensi sumber daya mineral tidak hanya terbatas pada penambangan batubara atau minyak dan gas bumi tetapi juga seluruh sumber daya alam yang memiliki prospek pasar. Salah satu upaya nyata yang telah



Pra Rencana Pabrik

“Silicon Carbide dari Silica Dioxide dan Carbon dengan Menggunakan Electric Furnace “

dilakukan adalah melakukan experiment dari pasir kuarsa untuk dikembangkan menjadi produk yang mempunyai nilai lebih tinggi. Saat ini pasir kuarsa di Indonesia hanya digunakan sebagai bahan pembuat gelas, kaca, atau keramik. Sedangkan batubara di Indonesia digunakan untuk pembangkit tenaga listrik dan bahan bakar dalam industri. Berdasarkan penelitian, pasir kuarsa dan anthracite (yang merupakan salah satu jenis dari batubara yang mempunyai kandungan karbon terbanyak) bisa dimanfaatkan untuk pembuatan Silicon Carbide dengan nilai ekonomi yang lebih menjanjikan.

Silicon Carbide (BM 40,07) merupakan material yang berbentuk padatan dengan warna yang bervariasi mulai dari warna hijau sampai warna hitam tergantung jumlah pengotor. Silicon Carbide warna hijau terjadi secara alamiah dalam meteor dan disebut dengan nama Moissanite. Produk Silicon Carbide yang diperdagangkan dibuat pada alat elektrik furnace yang menghasilkan kumpulan granular berwarna. Warna tersebut hanya menempel tipis pada permukaan dan bisa dicuci dengan asam hydroflouric sehingga didapatkan produk utama untuk dihaluskan.

Silicon Carbide banyak dipakai dalam industri terutama industri yang mengandalkan kekerasan bahan misalnya pada pengamplasan bahan yang bersifat korosif, abrasi, dan temperature tinggi. Silicon Carbide telah dipakai secara luas dan didapatkan dengan mudah. Adapun kegunaan produk :

- a. *Weat surface*, karena SiC mempunyai kekerasan yang tinggi maka SiC banyak digunakan untuk bahan – bahan yang mengutamakan ketahanan terhadap aus seperti lapisan rem, stop kontak listrik dan pemakaian alat – alat supaya tidak tergelincir pada lantai atau anak tangga.
- b. *Sebagai refractories*, karena SiC mempunyai koefisien muai rendah dan mempunyai ketahanan terhadap suhu yang tinggi serta mempunyai sifat kimia dan fisika yang stabil maka SiC penting untuk membuat refractories. Biasanya digunakan sebagai pelapis dinding furnace , cecker bricks, klin furnace.
- c. *Sebagai penggosok (abrasive)* pada alat - alat grinding whowll, kertas dan kain gosok, grinding ball, menajamkan batu.



Pra Rencana Pabrik
“Silicon Carbide dari Silica Dioxide dan Carbon dengan Menggunakan
Electric Furnace “

- d. *Elektronik*, sifat semi konduktor dari SiC mempunyai peranan penting untuk alat yang berkaitan dengan ketahanan panas, peralatan sensitive temperature dan tegangan tinggi. Alat tersebut untuk mengukur dan mengontrol koil induksi.

(Kirk Othmer ed.2 vol : 4,hal 128)

Aspek Ekonomi

Kebutuhan Silicon Carbide di Indonesia khususnya, semakin meningkat dengan peningkatan pertumbuhan kapasitas pada bidang industri kimia. Kebutuhan Silicon Carbide di Indonesia dipenuhi oleh beberapa negara pengimpor. Sampai saat ini Indonesia masih membutuhkan Silicon Carbide dari negara – negara penghasil Silicon Carbide.

Peluang kapasitas dan perkiraan pendirian pabrik Silicon Carbide, akan ditentukan oleh data – data pendukung yang berkembang saat ini.

Tabel 1.1. Data Kebutuhan Silicon Carbide

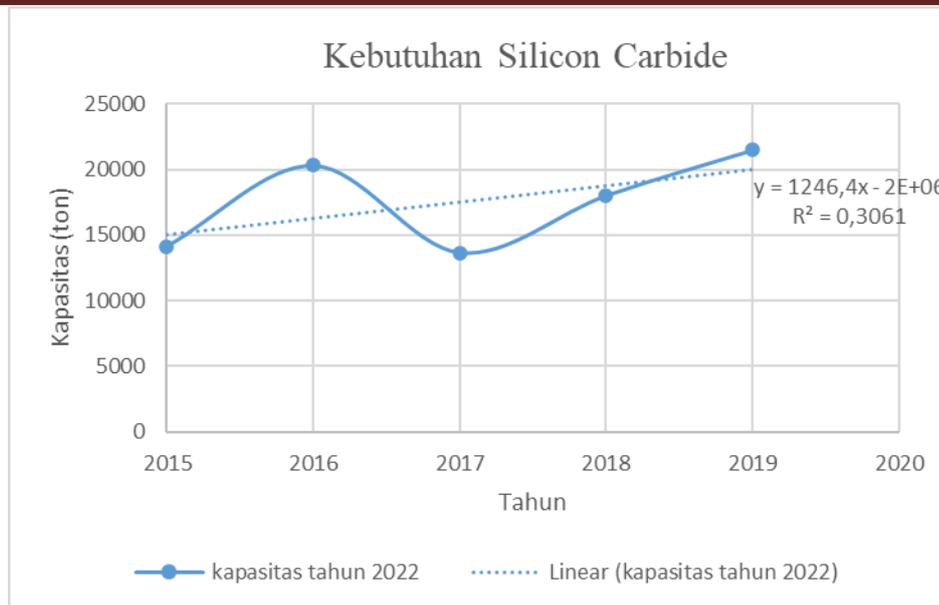
Tahun	Kebutuhan (kg)
2015	17167111
2016	21620500
2017	22688537
2018	20048628
2019	28509970

Sumber : Badan Pusat Statistika, 2015-2019

Berdasarkan tabel diatas, dapat dibuat grafik hubungan antara kebutuhan produk dengan tahun produksi.



Pra Rencana Pabrik
 “Silicon Carbide dari Silica Dioxide dan Carbon dengan Menggunakan
 Electric Furnace “



Grafik I.1. Kebutuhan Silicon Carbide

Dapat digunakan metoda Regresi Linier (*Peters : 760*) untuk mencari kebutuhan Silicon Carbide pada tahun 2022 :

$$y = a + b (x - \bar{x})$$

Dimana :

$$a = \frac{n \sum xy - \sum x \cdot \sum y}{n \cdot \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$b = \bar{y} - (\bar{x} - \text{slope})$$

Keterangan :

\bar{x} = rata-rata x

\bar{y} = rata-rata y

n = jumlah data yang diobservasi

Tabel I.2. Perhitungan Kebutuhan Silicon Carbide di Indonesia

No	x	y	xy	x ²
1	2015	14127,111	28466128,67	4060225
2	2016	20320,5	40966128,00	4064256
3	2017	13618,537	27468589,13	4068289
4	2018	18018,628	36361591,30	4072324
5	2019	21509,97	43428629,43	4076361
Jumlah	10085	87594,746	176691066,53	20341455



Pra Rencana Pabrik
“Silicon Carbide dari Silica Dioxide dan Carbon dengan Menggunakan
Electric Furnace “

$$a = \frac{n \sum x_y - \sum x \cdot \sum y}{n \cdot \sum x^2 - (\sum x)^2} = 1246,3846$$

$$b = \bar{y} - (\bar{x} - \text{slope}) = -2496439$$

Dari perhitungan, maka diperoleh persamaan sebagai berikut :

$$y = ax + b$$

$$y = 1246,3846x - 2496439$$

Contoh Perhitungan untuk tahun 2022 :

$$y = 1246,3846 (2022) - 2496439$$

$$y = 22504,488$$

Jadi, untuk tahun 2022 (tahun ketika pabrik sudah selesai dibangun dan telah masuk tahap produksi) diperkirakan Indonesia membutuhkan Silicon Carbide \pm sebesar 22504,488 ton/tahun. Dan diambil kapasitas 23.000 ton/tahun.

I.2. Spesifikasi Bahan Baku dan Produk

I.2.1. Sifat Bahan Baku

I.2.1.1. Silica Dioxide

1. Sifat Fisika

- Nama : Silica Dioxide
- Formula : SiO₂
- Berat molekul : 60 g/mol
- Bentuk : Padatan
- Warna : Putih
- Titik leleh : 1523 °C
- Panas laten : 7,7 kJ/mol
- Densitas : 2,26 gr/cm³
- Titik didih : 2230 °C

(Kirk Othmer ed.2 vol : 4,hal 128)



Pra Rencana Pabrik
“Silicon Carbide dari Silica Dioxide dan Carbon dengan Menggunakan
Electric Furnace “

2. Sifat Kimia

- *Specific heat* : 0,316 cal/(g)(°C)
 - Kapasitas panas :
 - *c*, quartz, α : $10,87 + 0,008712T - 241200/T^2$
(273 K – 848 K)
 - Panas pembentukan (ΔH) pada 25 °C :
 - *c*, quartz : - 203,35 kcal/mol
 - Energi bebas pembentukan (ΔF) pada 25 °C :
 - *c*, quartz : - 190,4 kcal/mol
- (Perry's, ed. 7, hal. 2-186, 2-188, dan 2-193)

3. Komposisi Silica Dioxide

Silicon Dioksida dalam proses ini diambil dari pasir kuarsa yang mempunyai komposisi :

SiO ₂	: 99,7 %
TiO ₂	: 0,03 %
Al ₂ O ₃	: 0,01 %
Fe ₂ O ₃	: 0,02 %
CaO	: 0,02 %
MgO	: 0,02 %
H ₂ O	: 0,20 %
Ukuran pasir	: 40 mesh

(PT. Visi Utama Mandiri)

1.2.1.2. Anthracite

1. Sifat Fisika

- Bentuk : Keras dan kompak
- Warna : Hitam dan mengkilap
- Tingkat kelembaban (*moisture*) yang rendah : 2,8 – 16,3 % berat
- Kandungan energinya besar



Pra Rencana Pabrik
“Silicon Carbide dari Silica Dioxide dan Carbon dengan Menggunakan
Electric Furnace “

<http://ads.indonesiagateway.web.id/free/index/page,akun.iklan.tam-pil/id,33815/idc,1/JUAL-BRIKET-BATUBARA,-BRIKET-BIOMASS,-BRIKET-SUPER,BRIKET-KOKAS.html>

2. Sifat Kimia

- *Bulk density* : 50 – 58 lb/ft³, 801 – 929 kg/m³
 - *Specific heat* : 0,22 – 0,23 Btu/(lb.°F), 921 – 963 J/(kg.K)
- (Perry's, ed. 7, hal. 27-6)

3. Komposisi Anthracite

Carbon dalam proses ini diambil dari Anthracite yang mempunyai komposisi :

- ±90 % Carbon
- 5 % Oksigen
- 4,5 % Hydrogen
- 0,5 % Nitrogen

(Brady, George S. hal 58)

I.2.2. Sifat Produk

I.2.2.1. Silicon Carbide (SiC)

1. Sifat Fisika

- Berat molekul : 40,07
- Warna : Hijau sampai hitam
- Specific gravity : 3,208 - 3,210
- Young's modulus of elasticity : 3896 Kbar
- Compressive strength : 150.000 psi
- Dispersion pada 4360 - 6200 Å^o : 0,0918 - 0,1028
- Spectral emissivity pada 3 - 15 μ : 0,8
- Suhu dekomposisi : 2830 °C
- Heat Capacity : 6,38 - 6,42 cal/ °K mole
- Enthalpy (967 °F) : 223 Btu/lb



Pra Rencana Pabrik

“Silicon Carbide dari Silica Dioxide dan Carbon dengan Menggunakan Electric Furnace “

- Thermal Conductivity (1140 °F) : 650 Btu/hr ft² (°F/in)

- Resistivity : 0,1 Ω cm

(Kirk Othmer ed. 2 vol : 4, hal 114-122)

- Mohr hardness : 9,5

(The Encyclopedia of Chemistry, ed.3,hal.1)

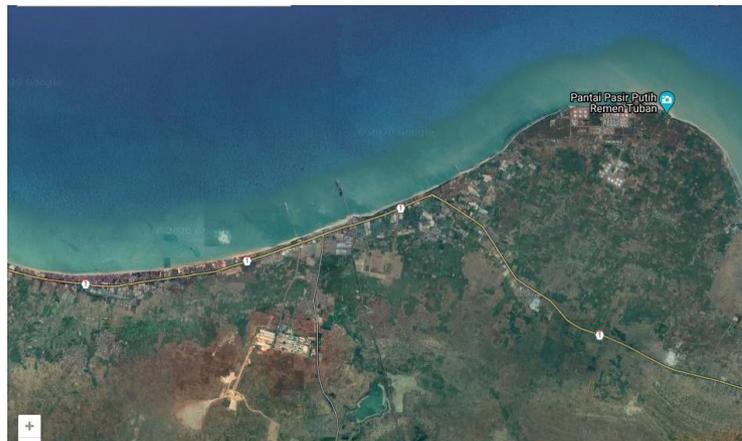
2. Sifat Kimia

- Specific heat pada 100 °C : 0,202 cal/g °C

(Perry's, ed. 7, hal. 2-188 dan 2-193)

I.3. Tata Letak dan Lokasi

Dalam perancangan suatu pabrik, penentuan lokasi pabrik merupakan salah satu faktor utama dalam menentukan keberhasilan suatu pabrik. Penentuan ini juga ditinjau dari, segi ekonomis yaitu berdasarkan pada “ Return On Investment “, yang merupakan presentase pengembalian modal tiap tahun. Daerah operasi ditentukan oleh factor utama, sedangkan tepatnya lokasi pabrik yang dipilih ditentukan oleh factor – factor khusus. Setelah mempelajari dan mempertimbangkan factor – factor yang mempengaruhi penentuan lokasi tersebut, maka pabrik yang direncanakan ini didirikan didaerah Jenu, Tuban.



Gambar I.1. Rencana Lokasi Pabrik



Pra Rencana Pabrik
“Silicon Carbide dari Silica Dioxide dan Carbon dengan Menggunakan
Electric Furnace “

Adapun alasan pemilihan lokasi tersebut karena dengan mempertimbangkan faktor – faktor utama dan faktor – faktor khusus.

IX.1.1 Faktor Utama

a) Bahan Baku

Persediaan bahan baku dalam suatu pabrik adalah merupakan salah satu faktor penentuan dalam memilih lokasi pabrik yang tepat. Dalam hal ini bahan baku pasir kuarsa yang digunakan berasal dari daerah Tuban dan juga daerah Tuban yang dekat dengan pelabuhan sehingga dapat lebih mudah dalam memperoleh bahan baku Anthracite dari Harum Energy, Kalimantan melalui jalur laut.

b) Pemasaran

Dengan melihat pangsa pasar yang prospektif maka produk ini bisa dikatakan memenuhi pangsa pasar tersebut. Distribusi dan pemasaran dari produk dapat dilakukan melalui kota Surabaya dimana segala fasilitas telah tersedia, karena kedudukan Surabaya sebagai Ibukota Propinsi Jawa Timur.

c) Tenaga Listrik dan Bahan Bakar

Agar produksi pabrik ini tidak bergantung pada supply listrik dari PLN dan untuk menghemat biaya, maka didirikan unit – unit pembangkit tenaga listrik sendiri, sehingga PLN apabila pabrik tidak beroperasi dan apabila generator ada kerusakan. Dengan demikian pabrik diharapkan dapat berjalan dengan lancar. Bahan bakar untuk pabrik ini mudah diperoleh dari Pertamina.



Pra Rencana Pabrik
“Silicon Carbide dari Silica Dioxide dan Carbon dengan Menggunakan
Electric Furnace “

d) Persediaan Air

Air merupakan bagian yang sangat penting dalam suatu industry kimia. Dalam hal ini air digunakan sebagai air sanitasi, pencegahan bahaya kebakaran, media pendingin, steam serta air proses. Selama pabrik beroperasi, kebutuhan air cukup banyak, maka untuk memenuhi kebutuhan air tersebut diambil air sungai yang letaknya tidak jauh dari lokasi pabrik dengan melakukan pengolahan terlebih dahulu. Mengingat lokasi pabrik ini direncanakan dekat dengan aliran sungai Brantas, maka persoalan penyediaan air tidak akan mengalami kesulitan.

e) Iklim dan Cuaca

Keadaan iklim dan cuaca di daerah lokasi pabrik pada umumnya baik, tidak terjadi angin ribut, gempa bumi maupun banjir.

IX.1.2 Faktor Khusus

Faktor – factor khusus meliputi :

a) Transportasi

Salah satu factor khusus yang diperhatikan dalam perencanaan pabrik adalah factor transportasi, baik untuk bahan baku maupun produk – produk yang dihasilkan. Masalah transportasi tidak mengalami kesulitan karena tersedianya sarana perhubungan yang baik. Fasilitas pengangkutan darat dapat dipenuhi dengan adanya jalan raya Pantura yang dilalui oleh kendaraan yang bermuatan berat dan fasilitas pengangkutan laut dapat dipenuhi dengan tersedianya pelabuhan – pelabuhan baik di sekitar Tuban. Untuk transportasi udara dapat dipenuhi melalui bandara udara Sidoarjo.



Pra Rencana Pabrik
“Silicon Carbide dari Silica Dioxide dan Carbon dengan Menggunakan
Electric Furnace “

b) Buangan Pabrik

Dalam hal ini buangan pabrik tidak menimbulkan persoalan yang penting, karena pabrik ini tidak membuang sisa – sisa proses produksi yang mengandung bahan yang berbahaya, karena air buangan pabrik telah mengalami pengolahan terlebih dahulu sebelum di buang ke badan penerima air buangan dan bahan buangan lainnya dilimpahkan pada pihak ketiga.

c) Tenaga Kerja

Umumnya tenaga kerja dapat dengan mudah dipenuhi dari daerah sekitar lokasi pabrik dengan ongkos buruh yang cukup murah dan hal ini merupakan langkah positif untuk mengurangi angka pengangguran.

d) Peraturan Pemerintah dan Peraturan daerah

Menurut Peraturan Pemerintah dan Peraturan Daerah, daerah lokasi pabrik merupakan daerah kawasan industry.

e) Karakteristik dari Lokasi

Struktur tanah cukup baik dan juga daya dukung terhadap pondasi bangunan pabrik dan pondasi jalan.

f) Faktor Lingkungan Sekitar Pabrik

Menurut pengamatan, tidak ada pertentangan dari penduduk sekitarnya dalam pendirian pabrik baru mengingat daerah tersebut merupakan daerah industry. Selain itu fasilitas perumahan, pendidikan, kesehatan, dan tempat peribadatan sudah tersedia di daerah tersebut.



Pra Rencana Pabrik “Silicon Carbide dari Silica Dioxide dan Carbon dengan Menggunakan Electric Furnace “

Berdasarkan pertimbangan – pertimbangan factor – factor tersebut diatas, maka pemilihan lokasi pabrik cukup memenuhi persyaratan.

Dasar perencanaan tata letak pabrik harus diatur sehingga didapatkan :

- a) Konstruksi yang efisien
- b) Pemeliharaan yang ekonomis
- c) Operasi yang baik
- d) Dapat menimbulkan kegairahan kerja dan menjamin keselamatan kerja yang tinggi

Untuk mendapatkan tata letak pabrik yang baik, harus dipertimbangkan beberapa factor :

- a. Tiap – tiap alat diberikan ruang yang cukup luas agar memudahkan pemeliharaan
- b. Setiap alat disusun berurutan menurut fungsi masing – masing sehingga tidak menyulitkan aliran proses
- c. Untuk daerah yang mudah menimbulkan kebakaran, ditempatkan alat pemadam kebakaran
- d. Alat control ditempatkan pada posisi yang mudah diawasi oleh operator
- e. Tersedianya tanah atau areal untuk perluasan pabrik

Dalam pertimbangan pada prinsipnya perlu dipikirkan mengenai biaya instalasi yang rendah, dan system manajemen yang efisien. Tata letak pabrik dibagi dalam beberapa daerah utama, yaitu :



Pra Rencana Pabrik
“Silicon Carbide dari Silica Dioxide dan Carbon dengan Menggunakan
Electric Furnace “

A. Daerah Proses

Daerah ini merupakan tempat proses. Penyusunan perencanaan tata letak peralatan berdasarkan aliran proses. Daerah proses diletakkan ditengah – tengah pabrik sehingga mempermudah supply bahan baku dari gudang persediaan dan pengiriman produk ke daerah penyimpanan, serta memudahkan pengawasan dan perbaikan alat – alat.

B. Daerah Penyimpanan (storage area)

Daerah ini merupakan tempat penyimpanan hasil produksi yang pada umumnya dimasukkan kedalam tangki atau drum yang sudah siap dipasarkan.

C. Daerah Pemeliharaan Pabrik dan Bangunan

Daerah ini merupakan tempat melakukan kegiatan perbaikan dan perawatan peralatan, terdiri dari beberapa bengkel untuk melayani permintaan perbaikan dari pabrik dan bangunan.

D. Daerah Utilitas

Daerah ini merupakan tempat penyediaan keperluan pabrik yang berhubungan dengan utilitas, yaitu air, steam dan listrik.

E. Daerah Administrasi

Merupakan pusat dari semua kegiatan administrasi pabrik dalam mengatur operasi pabrik serta kegiatan – kegiatan lainnya.

F. Daerah Perluasan

Digunakan untuk persiapan jika pabrik mengadakan perluasan dimasa yang akan datang. Daerah perluasan ini terletak didaerah belakang pabrik.



Pra Rencana Pabrik
“Silicon Carbide dari Silica Dioxide dan Carbon dengan Menggunakan
Electric Furnace “

G. Plant Service

Plant service meliputi bengkel, kantin umum dan fasilitas kesehatan/ poliklinik. Bangunan – bangunan ini harus ditempatkan sebaik mungkin sehingga memungkinkan terjadinya efisiensi yang maksimum.

H. Jalan Raya

Untuk memudahkan pengangkutan bahan baku maupun hasil produksi, maka perlu diperhatikan masalah transportasi. Salah satu sarana transportasi yang utama adalah jalan raya.

Setelah memperhatikan factor – factor diatas, maka disediakan tanah seluas 20.000 m² dengan ukuran 100 m x 200 m. pembagian luas pabrik diperkirakan sebagai berikut :

Tabel I.3. Pembagian Luas Pabrik

No.	Bangunan	Ukuran (m)	m ²	Jumlah	Luas Total
1.	Jalan Aspal		2350		2350
2.	Pos Keamanan	5 x 5	25	4	100
3.	Parkir	20 x 30	600	2	1200
4.	Taman	20 x 10	200	4	800
5.	Timbangan Truk	10 x 10	100	1	100
6.	Pemadam Kebakaran	10 x 10	100	2	200
7.	Bengkel	15 x 15	225	1	225
8.	Kantor	30 x 40	1200	1	1200
9.	Perpustakaan	25 x 20	500	1	500
10.	Kantin	15x 15	225	1	225
11.	Poliklinik	10 x 10	100	1	100
12.	Mushola	30 x 30	900	1	900
13.	Ruang Proses	60 x 60	3600	1	3600



Pra Rencana Pabrik
“Silicon Carbide dari Silica Dioxide dan Carbon dengan Menggunakan
Electric Furnace “

14.	Ruang Kontrol	10 x 10	100	1	100
15.	Laboratorium	25 x 25	625	1	625
16.	Unit Pengolahan air	30 x 30	900	1	900
17.	Unit Pembangkit Listrik	25 x 20	500	1	500
18.	Unit Boiler	25 x 20	500	1	500
19.	Storage Produk	25 x 25	625	1	625
20.	Storage Bahan Baku	25 x 25	625	1	625
21.	Gudang	25 x 25	625	1	625
22.	Utilitas	20 x 20	400	1	400
23.	Daerah Perluasan	60 x 60	3600	1	3600
	Total		18.625		20.000

Luas Bangunan Gedung :

$$= (2) + (3) + (5) + (6) + (7) + (8) + (9) + (10) + (11) + (12)$$

$$= 4.750 \text{ m}^2$$

Luas Bangunan Pabrik :

$$= (13) + (14) + (15) + (16) + (17) + (18) + (19) + (20) + (21) + (22)$$

$$= 8.500 \text{ m}^2$$

Gambar I.2. Lay Out Pabrik





Pra Rencana Pabrik
“Silicon Carbide dari Silica Dioxide dan Carbon dengan Menggunakan
Electric Furnace “

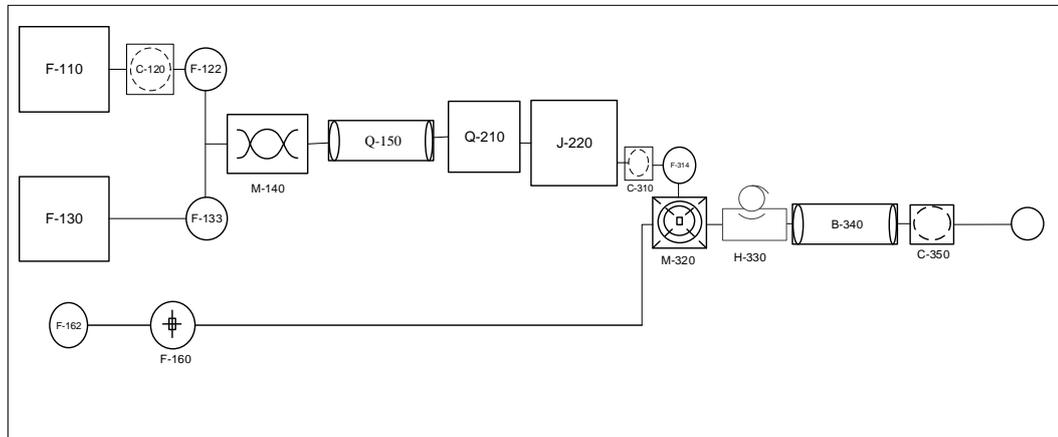
Keterangan Gambar :

1 = Gerbang (Pintu)	10 = Kantin	19 = Storage Produk
2 = Pos Keamanan	11 = Poliklinik	20 = Storage Bahan Baku
3 = Parkir	12 = Mushola	21 = Gudang
4 = Taman	13 = Ruang Proses	22 = Utilitas
5 = Timbangan Truk	14 = Ruang Kontrol	23 = Daerah Perluasan
6 = Pemadam Kebakaran	15 = Laboratorium	24 = Kamar Mandi
7 = Bengkel	16 = Unit Pengolahan Air	
8 = Kantor	17 = Unit Pembangkit Listrik	
9 = Perpustakaan	18 = Unit Boiler	



Pra Rencana Pabrik
“Silicon Carbide dari Silica Dioxide dan Carbon dengan Menggunakan
Electric Furnace “

Gambar I.3. Lay Out Peralatan Pabrik



Keterangan :

F-110 : Gudang Anthracite

C-120 : Roll Mill

F-122 : Hopper Anthracite

F-130 : Gudang pasir kuarsa

F-133 : Hopper pasir kuarsa

M-140 : Drum Mixer

Q-150 : Rotary Pre-Heated Kiln

F-160 : Tangki Pengencer

F-162 : Tangki H₂SO₄

Q-210 : Electric Furnace

J-220 : Cooling Yard

C-310 : Hammer Mill

F-314 : Hopper

M-320 : Cone Reactor

H-330 : Washer

B-340 : Rotary dryer

C-350 : Ball Mill

F-354 : Bin Silicon carbide