

**PRA RANCANGAN PABRIK SILIKON DIOKSIDA DARI  
ASAM SULFAT DAN SODIUM SILIKAT DENGAN  
KAPASITAS 200.000 TON/TAHUN**

**TUGAS AKHIR**

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



**Disusun oleh :**

**Nama : Vinni Elpina Sari**

**Nama : Diny Putri Utami**

**No. Mahasiswa : 14521179**

**No. Mahasiswa : 14521264**

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

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL LAPORAN PRA RANCANGAN PABRIK

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Vinni Elpina Sari

Nama : Diny Putri Utami

NIM : 14521179

NIM : 14521264

Yogyakarta, 13 Agustus 2018

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

Demikian surat pernyataan ini kami buat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.



Vinni Elpina Sari  
NIM. 14521179



Diny Putri Utami  
NIM. 14521264

**LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING**

**PRA RANCANGAN PABRIK SILIKON DIOKSIDA  
DARI ASAM SULFAT DAN SODIUM SILIKAT  
KAPASITAS 200.000 TON/TAHUN**

**PERANCANGAN PABRIK**



Oleh:

Nama : Vinni Elpina Sari  
No.Mahasiswa : 14521179

Nama : Diny Putri Utami  
No.Mahasiswa : 14521264

Yogyakarta, 09 Agustus 2018

Pembimbing I



**Prof.Ir.Zainus Salimin,M.Si**

**LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI**

**PRA RANCANGAN PABRIK SILIKON DIOKSIDA  
DARI ASAM SULFAT DAN SODIUM SILIKAT  
KAPASITAS 200.000 TON/TAHUN**

**PRA RANCANGAN PABRIK**

Oleh:

Nama : Vinni Elpina Sari

No Mahasiswa: 14521179

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

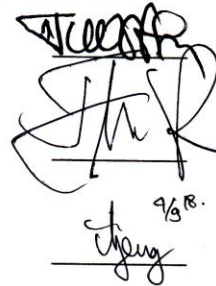
Yogyakarta, 04 September 2018

Tim Penguji

Prof.Ir.Zainus Salimin,M.Si.  
Ketua

Ir.Drs.Faisal R M.M.T.,Ph.D.  
Anggota I

Ajeng Yulianti Dwi Lestari,ST.,MT.  
Anggota II



9/9<sup>18</sup>.

Mengetahui:

Ketua Program Studi Teknik Kimia  
Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Islam Indonesia



Ir.Suharno Rusdi,Ph.D.

## KATA PENGANTAR



*Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakaatuh*

Segala puji hanya milik Allah SWT Tuhan semesta alam. Tiada daya dan upaya melainkan atas pertolongan Allah SWT. Semoga shalawat dan salam senantiasa dilimpahkan kepada Nabi Muhammad SAW., keluarganya, dan para shahabatnya, serta orang-orang yang memegang teguh kitab Allah dan sunnah Rasul-Nya hingga hari kiamat.

Alhamdulillah, atas taufik dan hidayah dari Allah SWT, penyusun dapat melaksanakan penelitian dan menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Penyusunan tugas akhir yang berjudul “Pra Rancangan Pabrik Kimia Linear *Alkylbenzene* Sulfonate Dari *Alkylbenzene* Dan Oleum 20% Dengan Proses Sulfonasi Kapasitas 32.000 Ton/Tahun” adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta

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

1. Orangtua yang telah membantu secara materil maupun spiritual, sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan lancar.
2. Bapak Ir.Suharno Rusdi.,Ph.D selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Prof. Ir. Zainus Salimin, M.Si yang telah memberikan banyak ilmu kepada kami dan juga telah sabar dalam membimbing kami selama melaksanakan tugas akhir ini hingga selesai.
4. Teman-teman satu bimbingan : Dwida, Ella, Kuni, Ami, Diny, Fala, Yasmin, terimakasih atas kerjasama dan kebersamaannya.
5. “Istri sholehah squad” terimakasih untuk canda tawa, semangat dan bantuan kalian semua.
6. Teman-teman teknik kimia 2014, terimakasih atas dukungan, kebersamaan dan kenangannya selama ini.
7. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, terimakasih telah ikut membantu kelancaran dalam penyusunan tugas akhir ini

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

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

*Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh*

Yogyakarta, 11 Agustus 2018

Penyusun

## DAFTAR ISI

Lembar Judul Perancangan .....	i
Lembar Pernyataan Keaslian Perancangan Pabrik.....	ii
Lembar Pengesahan Dosen Pembimbing.....	iii
Lembar Pengesahan Penguji .....	iv
Kata Pengantar .....	vi
Daftar Isi.....	ix
Daftar Tabel .....	xiv
Daftar Gambar.....	xvii
Daftar Lampiran .....	xviii
Abstrak .....	xix
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tinjauan Pustaka .....	8
1.2.1 Proses Basah.....	9
1.2.2 Proses Kering .....	9
Bab II PERANCANGAN PRODUK .....	12
2.1 Spesifikasi Produk.....	11
2.1.1 Silikon Dioksida.....	11
2.2.1 Spesifikasi Bahan Baku.....	11
2.2.1 Asam Sulfat .....	11
2.3 Pengendalian Kualitas.....	12



2.3.1 Pengendalian Kualitas Bahan.....	12
2.3.2 Pengendalian Kualitas Produksi.....	13
2.3.3 Pengendalian KualitasProduksi.....	14
Bab III PERANCANGAN PROSES.....	15
3.1 Uraian Proses.....	15
3.1.1 TahapPersiapanBahan Baku .....	15
3.1.2 TahapPembentukan Produk.....	16
3.1.3 TahapPemurnian Produk .....	16
3.2 Spesifikasi Alat/MesinProduk.....	17
3.2.1 Tangki Penyimpanan Bahan.....	17
3.2.2 Silo.....	19
3.2.3 <i>Heat Exchanger</i> .....	20
3.2.4 <i>Cooler</i> .....	24
3.2.5 Reaktor .....	25
3.2.6 <i>Filter</i> .....	26
3.2.7 Mixer .....	27
3.2.8 <i>Rotary Dryer</i> .....	28
3.2.9 <i>Screw Conveyor</i> .....	29
3.2.10 <i>Fan</i> .....	30
3.2.11 <i>Belt Conveyor</i> .....	31
3.2.12 Pompa .....	31
3.3 Perancangan Produksi .....	34
3.3.1 KapasitasPerancangan.....	34

3.3.2 Perencanaan Bahan dan Alat Proses .....	35
3.3. Analisis Kebutuhan Alat Proses .....	35
Bab IV PERANCANGAN PABRIK .....	36
4.1 Lokasi Pabrik.....	36
4.1.1 Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik .....	36
4.1.2 Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik .....	39
4.2 Tata Letak Pabrik .....	40
4.3 Tata Letak Alat Proses .....	44
4.4 Alir Proses dan Material .....	46
4.4.1 Neraca Massa .....	46
4.4.1.1 Neraca Massa Total .....	46
4.4.1.2 Neraca Massa Per Alat .....	47
4.4.2 Neraca Panas .....	49
4.4.2.1 Heater (HE-01) .....	49
4.4.2.2 Heater (HE-02) .....	50
4.4.2.3 Mixer .....	50
4.4.2.4 Reaktor .....	51
4.4.2.5 Filter .....	52
4.4.2.6 Rotary Dryer .....	53
4.4.2.7 Cooler .....	53
4.4.3 Diagram Alir Kualitatif .....	54
4.4.4 Diagram Alir Kuantitatif .....	55
4.6 Pelayanan Teknik (Utilitas) .....	56

4.6.1 Unit PenyediaanPengolahan Air .....	56
4.6.1.1 Unit Penyedia Air.....	56
4.6.1.2 Unit Pengolahan Air.....	63
4.6.1.2 Unit Kebutuhan Air.....	65
4.6.2 Unit Pembangkit Steam.....	67
4.6.3 Unit Pembangkit Listrik.....	68
4.6.4 Unit Penyediaan Udara Tekan.....	72
4.6.5 Unit Penyediaan Bahan Bakar.....	72
4.7 Organisasi Perusahaan.....	72
4.7.1 Bentuk Perusahaan .....	72
4.7.2 Bentuk Organisasi .....	74
4.7.3 Tugas dan Wewenang .....	78
4.7.4 Catatan.....	85
4.7.5PenggolonganJabatandanKeahlian.....	89
4.8 Evaluasi Ekonomi .....	90
4.8.1 Penaksiran Harga Peralatan.....	92
4.8.2 Dasar Perhitungan .....	94
4.8.3 Perhitungan Biaya .....	95
4.8.4 Analisa Kelayakan.....	96
4.8.5 Hasil Perhitungan .....	100
4.8.6 Analisa Keuntungan .....	106
4.8.7 Hasil Kelayakan Ekonomi.....	106

Bab V PENUTUP .....	109
Kesimpulan .....	109
Saran .....	110
DAFTAR PUSTAKA .....	xxi
LAMPIRAN .....	

xxiii

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Data riel imporsilikondioksida di Indonesia .....	3
Tabel 1.2 Data proyeksiimporsilikondioksida .....	3
Tabel 1.3 Data produksidalamnegerisilikondioksida .....	4
Tabel1.4Perkembanganeksporsilikondioksida di Indonesia .....	5
Tabel 1.5 Perusahaan silikondioksida yang telahberdiri.....	8
Tabel 4.1 Perincianluastanahdanbangunanpabrik .....	22
Tabel 4.2 Neracamassa total proses produksisilikondioksida.....	46
Tabel 4.3 Lanjutan .....	47
Tabel 4.4 Neracamassapada mixer (M-01) .....	47
Tabel 4.5Neracamassapadareaktor (R-01).....	48
Tabel 4.6 Neracamassapadafilter (F-01) .....	48
Tabel 4.7 Neracamassapadarotary dryer (RD-01).....	49
Tabel 4.8 Neracapanaspadaheater (HE-01) .....	49
Tabel 4.9 Neracapanaspadaheater (HE-02) .....	50
Tabel4.10 Neracapanaspada mixer (M-01).....	50
Tabel 4.11 Neracapanaspadareaktor (R-01).....	51
Tabel 4.12 Neracapanaspadafilter (F-01).....	52
Tabel 4.13Neracapanaspadarotary dryer .....	53
Tabel 4.14 Neracapanaspadacooler .....	53
Tabel 4.15 Kebutuhan air pembangkit steam.....	64
Tabel 4.16Kebutuhan air proses pendinginan .....	65

Tabel 4.17Kebutuhanlistrikalat proses.....	68
Tabel 4.18Kebutuhanlistrikutilitas .....	68
Tabel 4.19 Total kebutuhanlistrik .....	69
Tabel 4.20Gajikaryawan .....	86
Tabel 4.21Jadwalkerjamasing-masingregu .....	90
Tabel 4.21Jabatanankeahlian .....	93
Tabel 4.22Harga index .....	95
Tabel 4.23Hargaalat proses.....	98
Tabel 4.24Hargaalatutilitas .....	99
Tabel 4.25 <i>Fixed capital investment</i> .....	102
Tabel 4.26Lanjutan .....	102
Tabel 4.27 <i>Working capital investment</i> .....	103
Tabel 4.28 <i>Manufacturing capital investment</i> .....	104
Tabel 4.29Lanjutan .....	104
Tabel 4.30 <i>General expense</i> .....	105
Tabel 4.31Hasilanalisaekonomi .....	113



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Grafik konsumsi silindri oksida.....	4
Gambar 4.1 Peta lokasi pabrik .....	36
Gambar 4.2 Tata letak pabrik.....	44
Gambar 4.3 Tata letak proses .....	45
Gambar 4.4 Diagram alir kualitatif .....	54
Gambar 4.5 Diagram alir kuantitatif .....	55
Gambar 4.6 Diagram pengolahan air .....	59
Gambar 4.7 Struktur Organisasi .....	77
Gambar 4.8 Tahun vs index harga .....	97
Gambar 4.9 Grafik BEP .....	112



## DAFTAR LAMPIRAN

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

## ABSTRAK

Pabrik silikon dioksida dirancang untuk memenuhi kebutuhan silikon dioksida di dalam maupun di luar negeri. Kapasitas yang direncanakan sebesar 200.000 ton/tahun. Pabrik ini beroperasi secara kontinyu selama 330 hari dalam setahun. Pabrik ini direncanakan berdiri di Kecamatan Telukjambe, Kabupaten Karawang, Jawa Barat diatas tanah seluas 164.600 m<sup>2</sup>. Proses pembuatan silikon dioksida dilakukan dalam Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB). Pada reaktor ini reaksi berlangsung pada fase cair-cair, irreversible, eksotermis, isothermal pada suhu 90 °C dan tekanan 1 atm, sehingga untuk menjaga suhu reaksi digunakan koil. Untuk memproduksi silikon dioksida sebesar 200.000 ton/tahun (25.075 kg/jam) diperlukan bahan baku asam sulfat sebesar 12.730 kg/jam dan sodium silikat sebesar 176.597 kg/jam. Utilitas pendukung proses meliputi penyediaan air proses sebesar 237.708 kg/jam, air pendingin sebesar 573.879 kg/jam, penyediaan saturated steam sebesar 62.658 kg/jam, penyediaan udara tekan sebesar 47 m<sup>3</sup>/jam, penyediaan listrik sebesar 4.968 kW diperoleh dari PLN dan 1 buah generator sebesar 3.500 kW sebanyak 344 kg/jam, dan kebutuhan fuel oil sebanyak 4.705 kg/jam. Dari analisis ekonomi terhadap pabrik ini menunjukkan keuntungan sebelum pajak Rp 405.263.606.617 /tahun setelah dipotong pajak 50 % keuntungan mencapai Rp 202.631.803.308 /tahun. Percent Return On Investment (ROI) sebelum pajak 40 % dan setelah pajak 20 %. Pay Out Time (POT) sebelum pajak selama 2,2 tahun dan setelah pajak 3,6 tahun. Break Even Point (BEP) sebesar 47,30 %, dan Shut Down Point (SDP) sebesar 34,13 %. Discounted Cash Flow Rate (DCFR) terhitung sebesar 8,71 %. Dari data analisa kelayakan di atas disimpulkan, bahwa pabrik ini menguntungkan dan layak dipertimbangkan untuk pendirian di Indonesia.

Kata- kata kunci: Asam sulfat, Sodium silikat, Silikon dioksida, RATB

## **ABSTRACT**

*The silicon dioxide plant is designed to meet the needs of silicon dioxide at home and abroad. The planned capacity is 200,000 tons/hr. This plant operates continuously for 330 days a year. This plant is planned to be established in Telukjambe Subdistrict, Karawang Regency, West Java on an area of 164.600 m<sup>2</sup>. The process of making silicon dioxide is carried out in a Stirred Tank Flow Reactor (RATB). In this reactor the reaction takes place in the liquid-liquid phase, irreversible, exothermic, isothermal at a temperature of 90 ° C and a pressure of 1 atm so that the coil temperature is used. To produce silicon dioxide of 200,000 tons / year (25.075 kg / hr), sulfuric acid is needed as much as 12.730 kg / hr and sodium silicate is 176.597 kg / hr. Process supporting utilities include process water supply of 237.708 kg / hr, cooling water of 573.879 kg / hr, provision of saturated steam of 62.658 kg / hr, supply of compressed air of 47 m<sup>3</sup> / hr, supply of electricity of 4.968 kW obtained from PLN and 1 generator of 3500 kW as much as 344 kg / hr, and the need for fuel oil is 4.705 kg / hr. From the economic analysis of the plant, it shows a pre-tax profit of Rp. 405,263,606,617 / year after tax deduction of 50% profit reaches Rp. 202,631,803,308 / year. Percent Return On Investment (ROI) before tax 40% and after-tax 20%. Pay Out Time (POT) before tax for 2.2 years and after-tax 3.6 years. Break Even Point (BEP) is 47.30% and Shut Down Point (SDP) is 34.13%. Discounted Cash Flow Rate (DCFR) is calculated at 8.71%. From the feasibility analysis data above, it was concluded that this factory was profitable and worth considering for the establishment in Indonesia.*

*Keywords: Sulfuric acid, Sodium silicate, Silicon dioxide, RATB*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik**

Silikon dioksida merupakan salah satu bahan kimia yang sering digunakan sebagai bahan baku dalam industri yang menggunakan bahan karet, insektisida, dan bahan penunjang dalam sebuah industri makanan atau minuman, industri keramik dan penyaring air. Silikon dioksida ( $\text{SiO}_2$ ) merupakan senyawa oksidasi non logam yang berbentuk serbuk padat, berwarna putih, tidak berbau dan tidak larut dalam air. Silikon dioksida mempunyai beberapa struktur kristal, seperti karbon yang berbentuk granit dan intan serta mempunyai komposisi yang sama dengan pasir dan gelas tetapi bentuk molekulnya kubus, sedangkan gelas mempunyai struktur tetrahedral (Ulman, 2005).

Di Indonesia pabrik silikon dioksida merupakan salah satu industri yang mampu memberikan peluang devisa yang cukup baik bagi negara. Negara Indonesia selama ini belum mampu memenuhi seluruh kebutuhan silikon dioksida dalam negeri sehingga masih impor dari negara lain. Selama ini Indonesia telah mengekspor sebanyak 89.801,806 ton dari tahun 2005 hingga 2012, dan kebutuhan impornya sebanyak 111.362,3 ton. Ketidakmampuan produsen dalam memenuhi

semua permintaan mengakibatkan ketergantungan terhadap impor dari negara lain sehingga berakibat terjadi peningkatan dalam impor silikon dioksida. Apabila pabrik silikon dioksida ini dibangun akan mempunyai keuntungan yaitu:

- a. Membuka lapangan kerja bagi penduduk Indonesia.
- b. Menambah devisa negara.
- c. Kebutuhan silikon dioksida dapat terpenuhi tanpa impor dari negara lain.
- d. Mendorong pembangunan pabrik disekitar yang menggunakan bahan bahan baku silikon dioksida. Di harapkan dapat menembus pasar ekspor.

Kebutuhan dunia akan silikon dioksida setiap tahun mengalami kenaikan sebesar 2% per tahun (Kirk and Othmer, 1998). Di Indonesia sendiri, kebutuhan silikon dioksida cenderung mengalami peningkatan setiap tahunnya.

Dalam perancangan kapasitas rancangan pabrik silikon dioksida ada beberapa pertimbangan:

**a. Supply**

▪ Impor

Suplai suatu produk diperoleh dari produksi dalam negeri dan impor produk tersebut. Data Badan Pusat Statistik menunjukkan bahwa nilai kebutuhan impor

silikon dioksida di Indonesia dari tahun 2013-2017  
ditunjukkan pada Tabel 1.1

Tabel 1.1 Data Perkembangan Impor silikon dioksida di Indonesia

Tahun	Jumlah Impor (Ton)
2013	35.578
2014	43.624
2015	17.153
2016	30.943
2017	35.002

*Sumber : (Badan Pusat Statistik, 2018)*

Pabrik direncanakan berdiri pada tahun 2019. Oleh karena itu perlu diketahui nilai impor silikon dioksida di dalam negeri tahun 2019 yang diambil dari impor tersebut. Dari data di atas, kemudian dilakukan perhitungan persen pertumbuhan masing – masing untuk mendapatkan nilai impor silikon dioksida di Indonesia. Didapatkan data impor pada tahun 2019 dengan metode persen pertumbuhan ditunjukkan pada Tabel 1.2

Tabel 1.2 Data proyeksi impor silikon dioksida

Tahun	Jumlah Impor
2018	39.903
2019	45.489

Dengan cara perhitungan persen pertumbuhan diatas, diperkirakan untuk tahun 2019 kebutuhan impor silikon dioksida di Indonesia sebesar 45.489 ton/tahun.

- Produksi

Perkembangan data produksi silikon dioksida di Indonesia pada tahun 2011- 2015 dapat dilihat pada Tabel 1.2.

Tabel 1.3 Data Perkembangan Produksi LABS di Indonesia

Tahun	Jumlah Impor (Ton)
2011	0
2012	0
2013	120.200
2014	102.440
2015	30.216

*Sumber : (Badan Pusat Statistik, 2018)*

Dari data produksi dalam negeri diatas, silikon dioksida dianggap tetap pada nilai 120.00 ton/th karena pabrik telah beroperasi pada kapasitas terpasangnya.

Berdasarkan data impor dan produksi silikon dioksida di Indonesia pada tahun 2019 yang telah diketahui, maka dapat ditentukan nilai *supply* silikon dioksida di Indonesia, yaitu :

$$\begin{aligned}
 \text{Supply} &= \text{Impor} + \text{Produksi} \\
 &= (45.489 + 120.200) \text{ ton/th} \\
 &= 165.689 \text{ ton/th}
 \end{aligned}$$

***b. Demand***

▪ Ekspor

Perkembangan data produksi akan silikon dioksida di Indonesia pada tahun 2011 sampai tahun 2015 dapat dilihat pada Tabel 1.4.

Tabel 1.4 Data perkembangan ekspor silikon dioksida di  
Indonesia

Tahun	Jumlah Ekspor (Ton)
2011	2.957
2012	0
2013	0
2014	0,011
2015	0,077

(Sumber : Badan Pusat Statistik, 2018)

Dari data ekspor silikon dioksida diatas diabaikan, karena hanya merupakan re-ekspor.

▪ Konsumsi

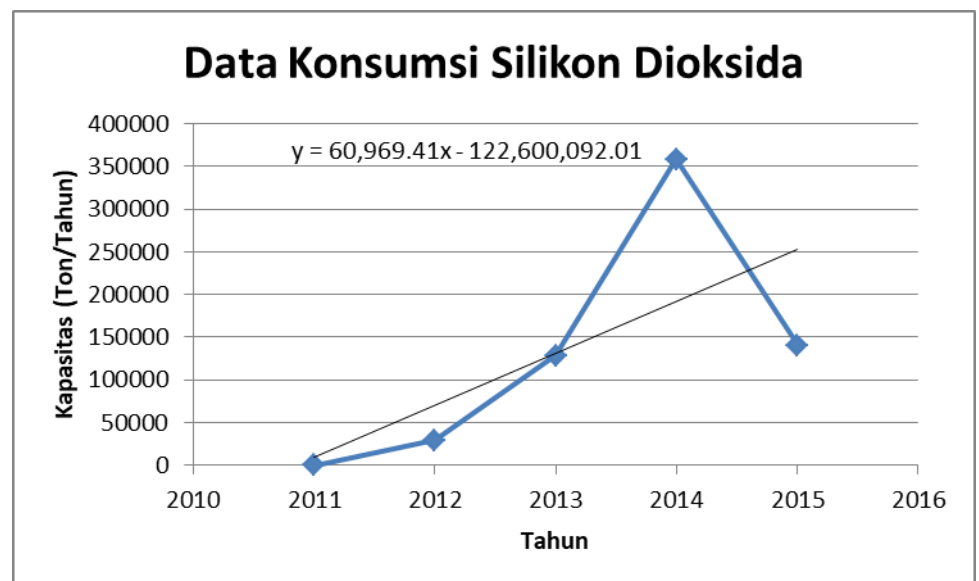
Konsumsi silikon dioksida dalam negeri menurut Data statistik yang diterbitkan Badan Pusat Statistik (BPS) di Indonesia dari tahun ke tahun cenderung meningkat. Data konsumsi atau pemakaian akan silikon dioksida di Indonesia pada tahun 2011-2015 dapat dilihat pada Tabel 1.5.



Tabel 1.5 Data Pemakaian atau Konsumsi LABS di Indonesia

Tahun	Jumlah Konsumsi (ton)
2011	133
2012	29.503
2013	128.200
2014	358.169
2015	140.647

Dari data konsumsi silikon dioksida diatas dapat dibuat grafik Linear antara data tahun pada sumbu x dan data konsumsi dari sumbu y, Grafik dapat dilihat pada gambar 1.1.



Gambar 1.1 Grafik Konsumsi silikon dioksida

Perkiraan konsumsi silikon dioksida di Indonesia pada tahun yang akan datang dapat dihitung dengan menggunakan persamaan  $y = 60.969,41x - 122.600.092,01$  dimana x sebagai

tahun dan  $y$  sebagai jumlah konsumsi silikon dioksida. Dengan persamaan di atas diperkirakan untuk tahun 2019 kebutuhan konsumsi *Linear Alkylbenzene sulfonate* di Indonesia sebesar :

$$y = 60.969,41x - 122.600.092,01$$

$$y = 60.969,41 (2019) - 122.600.092,01$$

$$y = 497.147$$

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

$$\begin{aligned} Demand &= \text{Ekspor} + \text{Konsumsi} \\ &= (0 + 497.147) \text{ ton/th} \\ &= 497.147 \text{ ton/th} \end{aligned}$$

Berdasarkan proyeksi impor, ekspor, konsumsi, dan produksi pada tahun 2019. Maka, peluang pasar untuk silikon dioksida dapat ditentukan kapasitas perancangan pabrik sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Peluang} &= Demand - Supply \\ &= (\text{Konsumsi} + \text{Ekspor}) - (\text{Produksi} + \text{Impor}) \\ &= (497.147 + 0) - (120.200 + 45.489) \\ &= 331.458 \end{aligned}$$

Kapasitas pabrik silikon dioksida yang akan didirikan diambil 60 % dari peluang sebesar :  $60 \% \times 331.458 = 198.875$

Dari data dan hasil perhitungan perancangan pabrik *Linear Alkylbenzene Sulfonate* (LABS) ini akan dibangun dengan kapasitas sebesar 200.000 ton/th.

Penentuan kapasitas pabrik yang akan didirikan ini dipengaruhi oleh kapasitas pabrik sejenis yang sudah beroperasi. Berikut ini adalah perusahaan – perusahaan yang menghasilkan silikon dioksida

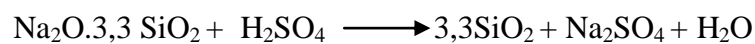
Tabel 1.2 Kapasitas pabrik silikon dioksida

<b>Nama Perusahaan</b>	<b>Negara</b>	<b>Kapasitas (ton/tahun)</b>
Longyan Shenghe Trading Co	China	50.000
Guangzhou Ecopower New Material Co	China	100.000
Hop Tien Vinh Construction and Trading Joint Stock Company	Vietnam	130.000
New Clean Co	India	100.000
Shouguang Baote Chemical & Industrial Co.Ltd	China	500.000
PT. Crosfield Indonesia	Pasuruan	10.000

Mengacu pada industri yang beroperasi tersebut maka pabrik silikon dioksida dengan kapasitas 200.000 ton/tahun sudah sesuai dengan kapasitas ekonomis yang sudah beroperasi dan diharapkan dengan kapasitas tersebut dapat memenuhi kebutuhan pasar dalam negeri dan diekspor ke negara seperti China, India, Jepang, Thailand dan negara lainnya yang membutuhkan.

## 1.2 Tinjauan Pustaka

Silikon dioksida atau  $\text{SiO}_2$  merupakan senyawa oksidasi non logam yang berbentuk serbuk padat, berwarna putih, tidak berbau dan tidak larut dalam air. Bahan baku untuk memproduksi silika dioksida berupa larutan alkali metal silikat dan asam sulfat. Kebanyakan yang sering dijumpai reaksi antara sodium silikat dan asam sulfat. Reaksi yang terjadi sebagai berikut :



(Ulman's,1998)

Reaksi berlangsung pada suhu 90 °C. ([www.uspto.gov](http://www.uspto.gov))

Pembuatan silikon dioksida dapat dilakukan dalam beberapa cara dengan bahan baku yang berbeda, yaitu:

### 1.2.1 Proses Basah

#### a. Proses Asidifikasi silikat

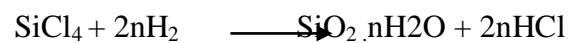
Proses pembuatan silikon dioksida dengan netralisasi larutan sodium silikat dengan larutan asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )

melalui proses filtrasi dan pengeringan sehingga menghasilkan silikon dioksida yang mempunyai ukuran seragam dan berlangsung pada suhu 90-100°C. Reaksi proses asidifikasi silikat pembentukan silikon dioksida mengikuti persamaan 1.

### 1.2.2 Proses Kering

Proses ini dengan menguapkan SiCl<sub>4</sub> dan dekomposisi dengan hidrogen.

Reaksi :



( Kirk Othmer,1966 )

Pada proses ini, kondisi setelah pencucian produk berupa silica acid bubuk. Sehingga diperlukan pemanasan dengan suhu tinggi yaitu 1800-2000°C.

Tabel 3.6 Perbandingan macam-macam proses

Parameter yang ditinjau	Jenis Proses	
	Proses Basah	Proses Kering
Bahan baku	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> dan Na <sub>2</sub> O.3,3SiO <sub>2</sub>	SiCl <sub>4</sub> dan hidrogen
Reaktor	RATB	Gelembung
Kondisi Operasi		

Temperatur	90°C	1800-2000°C
Tekanan	1 atm	1,5 atm
Konversi	99,40%	75-85%

Dari kedua uraian proses diatas, maka dipilih proses yang pertama, yaitu proses asidifikasi larutan alkali silikat yang menurut Ulman's mempunyai beberapa keuntungan antara lain:

1. Lebih ekonomis, karena bahan baku alkali silikat dan asam sulfat pada proses basah relatif murah dibandingkan dengan bahan baku silikon tetrafluorida pada proses kering.
2. Dalam langkah proses pembuatannya tidak memerlukan panas yang terlalu tinggi sehingga menghemat tenaga.



## BAB II

### PERANCANGAN PRODUK

Untuk dapat memenuhi kualitas produk sesuai target pada perancangan pabrik *Linear Alkylbenzene Sulfonate*, maka mekanisme pembuatannya dirancang berdasarkan variabel utama yaitu: spesifikasi produk, spesifikasi bahan baku, spesifikasi bahan pembantu dan pengendalian kualitas.

#### 2.1 Spesifikasi Produk

##### 2.1.1 *Linear Alkylbenzene Sulfonate*

Bentuk 30 °C, 1 atm	: Cair
Rumus Kimia	: C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> (C <sub>12</sub> H <sub>25</sub> ) SO <sub>3</sub> Na
Berat Molekul (BM)	: 348,5 g/gmol
Viskositas (μ)	: 4,24 cp
Kapasitas panas (Cp)	: 0,18148 kkal/kg.K
Densitas (ρ)	: 1,070 g/cm <sup>3</sup>
Titik didih	: 315 °C
Kemurnian	: 90%
Kelarutan	: <i>Soluble</i>

##### 2.1.2 Asam Sulfat

Bentuk	: Cair
Rumus Kimia	: H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Berat Molekul (BM)	: 98,08 g/gmol
Titik didih	: 335 °C



Kapasitas Panas ( $C_p$ )	: 0,17102 kkal/kg.K
Viskositas ( $\mu$ )	: 26,7 cp
Densitas ( $\rho$ )	: 1,84 g/cm <sup>3</sup>
Kemurnian	: 98%
Kelarutan	: <i>miscible</i>

Untuk dapat memenuhi kualitas produk sesuai target pada perancangan pabrik silicon dioksida, maka mekanisme pembuatannya dirancang berdasarkan variabel utama yaitu: spesifikasi produk, spesifikasi bahan baku, dan pengendalian kualitas.

## 2.1 Spesifikasi Produk

### 2.1.1 Silikon dioksida

Bentuk 30 °C, 1 atm	: Powder, <i>amorf</i>
Rumus Kimia	: SiO <sub>2</sub>
Berat Molekul (BM)	: 60,1 g/gmol
Densitas ( $\rho$ )	: 2650 kg/m <sup>3</sup>
Titik didih	: 2503°K
Kemurnian	: 99,3%
Kelarutan	: Tidak larut dalam air

## 2.2 Spesifikasi Bahan Baku

### 2.2.1 Asam Sulfat

Bentuk, 30 °C, 1 atm	: Cair
Rumus Kimia	: H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>

Berat Molekul (BM)	: 98,08 g/gmol
Kapasitas panas (Cp)	: 0,1702 kkal/kg.K
Densitas ( $\rho$ )	: 1,84 g/cc
Titik didih(Td)	: 335 °C
Viskositas ( $\mu$ )	: 26,7cp
Kemurnian	: 98%
Kelarutan	: <i>miscible</i>

### 2.2.2 Sodium Silikat

Bentuk, 30 °C, 1 atm	: Cair
Rumus Kimia	: $\text{Na}_2\text{O} \cdot 3,3\text{SiO}_2$
Viscositas ( $\mu$ )	: 10,3cp
Kapasitas panas (Cp)	: 0,07350 kkal/kg.K
Densitas ( $\rho$ )	: 1,915 g/cc
Titik didih (Td)	: 140 °C
Titik beku	: 1°C
Kelarutan	: <i>miscible</i>

## 2.3 Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas (*Quality Control*) pada pabrik silikon dioksida ini meliputi pengendalian kualitas bahan baku, pengendalian kualitas proses dan pengendalian kualitas produk.

### 2.3.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku

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

apakah sudah sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan untuk proses. Sebelum dilakukan proses produksi, terlebih dahulu dilakukan pengujian terhadap kualitas bahan baku yang berupa asam sulfat dan sodium silikat dengan tujuan agar bahan yang digunakan dapat diproses di dalam pabrik. Uji yang dilakukan antara lain uji densitas, viskositas, volatilitas, kadar komposisi komponen, kemurnian bahan baku.

### **2.3.2 Pengendalian Kualitas Produksi**

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

Alat ontrol yang harus diatur pada kondisi tertentu antara lain:

#### *a. Level Controller*

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

#### *b. Flow Rate Controller*

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

*c. Temperature Controller*

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

Selain itu, pengendalian waktu produksi juga dibutuhkan untuk mengefisienkan waktu yang digunakan selama proses produksi berlangsung.

### **2.3.3 Pengendalian Kualitas Produk**

Untuk memperoleh mutu produk standar maka diperlukan bahan yang berkualitas, pengawasan serta pengendalian terhadap proses yang ada dengan cara *system control* sehingga didapatkan produk yang berkualitas dan dapat dipasarkan. Untuk mengetahui produk yang dihasilkan sesuai dengan standar yang ada maka di lakukan uji densitas, kemurnian produk, dan komposisi komponen produk.

## **BAB III**

### **PERANCANGAN PROSES**

Pabrik silikon dioksida ini diproduksi dengan kapasitas 200.000 ton/tahun dari bahan baku asam sulfat dan sodium silikat yang akan beroperasi selama 24 jam per hari dalam 330 hari selama setahun. Secara garis besar pabrik ini terdiri dari penyiapan bahan baku, proses pembentukan produk, dan pemurnian produk. Untuk dapat memperoleh kualitas produk yang diinginkan maka pada perancangan pabrik silikon dioksida diperlukan pemilihan proses yang tepat agar proses produksi lebih efektif dan efisien.

#### **3.1. Uraian Proses**

Langkah pembuatan silikon dioksida dapat dikelompokkan menjadi 3 tahap, yaitu:

##### **3.1.1 Tahap Persiapan Bahan Baku**

Tahap penyiapan bahan baku bertujuan untuk menyiapkan asam sulfat dan sodium silikat sebelum direaksikan di reaktor. Bahan baku yang digunakan adalah asam sulfat dengan kemurnian 98% dan sodium silikat dengan kemurnian 37,5%.

###### **1. Unit persiapan asam sulfat**

Bahan baku asam sulfat dalam kondisi cair dialirkan dalam tangki penyimpanan asam sulfat (T-01) pada suhu 30°C dan tekanan atmosferis menuju mixer (M-01) untuk

dilarutkan dengan air hingga kemurniannya 5% kemudian diumpankan melalui pompa (P-04) menuju Heat Exchanger (HE-01) yang berfungsi untuk memanaskan asam sulfat hingga mencapai suhu 90°C.

## 2. Unit persiapan sodium silikat

Sodium silikat yang disimpan dalam tangki penyimpanan (T-02) pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm) diumpankan melalui pompa (P-03) menuju Heat Exchanger (HE-02) untuk memanaskan sodium silikat hingga mencapai 90°C kemudian dialirkan menuju ke reaktor (R-01).

### 3.1.2 Tahap Pembentukan Produk

Reaktor yang digunakan pada proses pembuatan silikon dioksida adalah Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) yang bekerja pada kondisi isothermal pada suhu 90°C dan tekanan 1 atm. Konversi reaksi dalam reaktor mencapai 90%. Reaksi yang terjadi antara asam sulfat dengan sodium silikat bersifat eksotermis dan tidak dapat balik (*irreversible*), sehingga suhu dalam reaksi harus dipertahankan untuk menghindari terjadinya reaksi samping. Untuk menjaga suhu reaksi, maka reaktor (R-01) dilengkapi dengan coil pendingin. Produk keluar dari reaktor (R-01) pada suhu 90°C dan diumpankan melalui pompa (P-05) menuju rotary drum vacuum filter (F-01) untuk proses pencucian.

### 3.1.3 Tahap Pemurnian Produk

Hasil dari reaktor berupa slurry diumpankan menuju filter (F-01) untuk proses penyaringan. Hasil penyaringan ini berupa padatan (cake) dan cairan (filtrate). Produk utama yang diinginkan adalah cake berupa silikon dioksida sedangkan filtrate berupa produk samping dari reaksi dan air pencuci yang kemudian dialirkan menuju unit pengolahan limbah (UPL). Cake yang masih mengandung air diangkat dengan screw conveyor (SC-01) menuju rotary dryer (RD-01) untuk pengeringan sehingga diperoleh konsentrasi produk 99,3%. Produk dari rotary dryer dibawa menuju silo (S-01).

## 3.2. Spesifikasi Alat/Mesin Produk

### 3.2.1. Tangki Penyimpanan Bahan

#### a. Tangki Penyimpanan Bahan Baku (T-01)

Tugas : Menyimpan bahan baku asam sulfat 12730,15 kg/jam selama 7 hari

Jenis : *Cylindrical Vertical Tank, Flat Bottom, Torispherical Flanged & Dished Head*

Bahan : *Stainless Steel 316 AISI ( 18Cr, 12Ni, 2.5Mo)*

Fasa : Cair

Kondisi operasi

Tekanan : 1 atm

Suhu : 30 °C

## Dimensi

Diameter	: 18,29 m
Tinggi	: 7,32 m
Tebal <i>shell</i>	: 1,25 in
Tinggi <i>head</i>	: 3,32 m
Tebal <i>head</i>	: 1,25 in
Jumlah	: 1
Harga	: \$824.551

## b. Tangki Penyimpanan Bahan Baku (T-02)

Tugas : Menyimpan H<sub>2</sub>O sebanyak 236780,86 kg/jam selama 1 hari

Jenis : *Cylindrical Vertical Tank, Flat Bottom, Torispherical Flanged & Dished Head*

Bahan : *Carbon Steel SA 167 Grade 11 type 316*

Fasa : Cair

## Kondisi operasi

Tekanan : 1 atm

Suhu : 30 °C

## Dimensi

Diameter : 30,48 m

Tinggi : 10,97 m

Tebal shell : 1,875 in



Tinggi head : 5,39 m  
Tebal head : 2 in  
Jumlah : 1  
Harga : \$660.565

c. Tangki Penyimpanan Bahan Baku (T-03)

Tugas : Menyimpan bahan baku sodium silikat  
sebanyak 176597,90 kg/jam selama 3 hari

Jenis : *Cylindrical Vertical Tank, Flat Bottom,  
Torispherical Flanged & Dished Head*

Bahan : *Carbon Steel SA 167 Grade 11 type 316*

Fasa : Cair

Kondisi operasi

Tekanan : 1 atm

Suhu : 30 °C

Dimensi

Diameter : 36,58 m

Tinggi : 12,80 m

Tebal shell : 3 in

Tinggi head : 6,43 m

Tebal head : 3 in

Jumlah : 1

Harga : \$952.562

### 3.2.2 Silo

Tugas : Menyimpan produk  $\text{SiO}_2$  sebanyak 25075,76 kg/jam selama 7 hari

Jenis : Silinder vertical dengan alas berbentuk kerucut

Bahan : *Carbon Steel SA 167 Grade 11 type 316*

Fasa : Padat

Kondisi operasi

Tekanan : 1 atm

Suhu : 30 °C

Dimensi

Diameter : 9,61 m

Tinggi : 19,21 m

Tebal shell : 1,5 in

Jumlah : 1

Harga : \$260.532

### 3.2.3 Heat Exchanger

#### a. Heater (HE-01)

Tugas : Untuk memanaskan suhu asam sulfat dari 31 °C ke suhu 90 °C menuju reaktor (R-01)

Jenis : Shell and Tube

## Kondisi Operasi

## Fluida Panas

- T in : 162 °C

- Tout : 162 °C

## Fluida Dingin

- t in : 30 °C

- t out : 90 °C

Tebal minimum tube : 0,134 in

Jenis tube : Tube sheet layout 1 ½ in. OD tubes  
on 1 7/8-in. Triangular Pitch

Shell Side : Steam

- IDs : 29 in

- Baffle space : 7,250 in

Tube Side : Aqueous Solution

- Jumlah Passed (n) : 4

- Jumlah Tube (Nt) : 147

- Area per Tube (A't) : 1,190 in<sup>2</sup>

Dirt Factor : 0,001 hr ft<sup>2</sup>°F/Btu

Jumlah : 1

Harga : \$260.424

## b. Heater (HE-02)

Tugas : Untuk memanaskan suhu sodium silikat dari 30 °C  
ke suhu 90 °C menuju reaktor (R-01)

Jenis : Shell and Tube

#### Kondisi Operasi

##### Fluida Panas

- T in : 162 °C

- Tout : 162 °C

##### Fluida Dingin

- t in : 30 °C

- t out : 90 °C

Tebal minimum tube : 0,134 in

Jenis tube : Tube sheet layout 3/4 in. OD tubes  
on 1 in. Triangular Pitch

Shell Side : Steam

- IDs : 19,25 in

- Baffle space : 4,8 in

Tube Side : Aqueous Solution

- Jumlah Passed (n) : 2

- Jumlah Tube (Nt) : 250

- Area per Tube (A't) : 1,182 in<sup>2</sup>

Dirt Factor : 0,001 hr ft<sup>2</sup> °F/Btu

Jumlah : 1

Harga : \$51.440

c. Heater (HE-03)

Tugas : Untuk memanaskan udara dari 31 °C ke suhu 149 °C menuju rotary dryer (RD-01)

Jenis : Shell and Tube

Kondisi Operasi

Fluida Panas

- T in : 162 °C

- Tout : 162 °C

Fluida Dingin

- t in : 30 °C

- t out : 149 °C

Tebal minimum tube : 0,049 in

Jenis tube : Tube sheet layout 3/4 in. OD tubes  
on 1 in. Triangular Pitch

Shell Side : Steam

- IDs : 17 ¼ in

- Baffle space : 4,312 in

Tube Side : Udara

- Jumlah Passed (n) : 6

- Jumlah Tube (Nt) : 166

	- Area per Tube (A't) : 0,334 in <sup>2</sup>
Dirt Factor	: 0,002 hr ft <sup>2</sup> °F/Btu
Jumlah	: 1
Harga	: \$12.028

### 3.2.4 Cooler

#### a. Cooler (CL-01)

Tugas : Untuk menurunkan suhu keluar reaktor dari 90 °C ke suhu 30 °C menuju rotary drum vacuum filter (F-01)

Jenis : Shell and Tube

#### Kondisi Operasi

##### Fluida Panas

- T in : 90 °C

- Tout : 30 °C

##### Fluida Dingin

- t in : 30 °C

- t out : 45 °C

Tebal minimum tube : 0,134 in

Jenis tube : Tube sheet layout 3/4 in. OD tubes on 1 in. Triangular Pitch

Shell Side : Water

	- IDs	: 29 in
	- Baffle space	: 7,250 in
Tube Side	:	Aquoeous Solution
	- Jumlah Passed (n)	: 1
	- Jumlah Tube (Nt)	: 630
	- Area per Tube (A't)	: 0,204 in <sup>2</sup>
Dirt Factor	:	0,001 hr ft <sup>2</sup> °F/Btu
Jumlah	:	1
Harga	:	\$139.179

### 3.2.5 Reaktor (R-01)

Tugas : Mereaksikan asam sulfat sebanyak 249511,01 kg/jam dengan sodium silikat sebanyak 176597,90 kg/jam menjadi silicon dioksida

Jenis : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk

Kondisi operasi

Tekanan : 1 atm

Waktu Tinggal : 30 menit

Temperature : 90 °C

Dimensi Reaktor

Volume : 132,98 m<sup>3</sup>

Bahan : Stainless Steel SA 167 Grade 3  
Type 304

Diameter	: 5,18 m
Tinggi	: 7,574 m
Tebal Shell	: 0,375 in
Tinggi Cairan dalam shell	: 6,42 m
Bentuk Head	: Torispherical dished head
Tebal Head	: 0,4375 in
Jaket Pendingin	
Jenis Pendingin	: Air
Tebal jaket	: 0,375 in
Pengaduk	
Jenis	: marine propeller with 3 blades and pitch 2
Diameter Pengaduk	: 1,72 m
Jarak pengaduk dari dasar tangki	: 2,24 m
Power Pengaduk	: 52,70 Hp
Jumlah	: 1
Harga	: \$1.244.989

### 3.2.6 Filter (F-01)

Tugas	: Memisahkan silikon dioksida sebanyak 27256,26 kg/jam dari <i>slurry</i> sebanyak 399780,13 kg/jam
Jenis	: <i>Rotary drum vacuum filter</i>
Bahan	: Stainless Steel AISI (316) ( 18Cr, 12Ni, 2.5Mo)
Kondisi operasi	



Tekanan	: 1 atm
Temperature	: 30 °C
Dimensi Filter	
Diameter Filter	: 3,66 m
Panjang Filter	: 7,32 m
Tebal <i>cake</i>	: 0,39 in
Kecepatan	: 1 rpm
Daya	: 1 hp
Jumlah	: 1
Harga	: \$893.497

### 3.2.7 Mixer (M-01)

Tugas : Mengencerkan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 98% sebanyak 12730,15 kg/jam menjadi larutan asam sulfat 5% sebanyak 249511,01 kg/jam

Jenis : Tangki berpengaduk silinder tegak

Kondisi operasi

Tekanan	: 1 atm
Waktu Tinggal	: 10 menit
Temperature	: 30 °C
Dimensi	
Volume	: 39,76 m <sup>3</sup>
Bahan	: Stainless Steel SA 167 Grade 3

	Type 304
Diameter	: 3,66 m
Tinggi	: 5,47 m
Tebal Shell	: 0,25 m
Tinggi Cairan dalam shell	4,29 m
Bentuk Head	: torispherical Flanged & Dished Head
Tebal Head	: 0,31 in
Pengaduk	
Jenis	: marine propeller with 3 blades and pitch 2Di
Diameter Pengaduk	: 1,21 m
Jarak pengaduk dari dasar tangki	: 3,54 m
Power Pengaduk	: 52,51 Hp
Jumlah	: 1
Harga	: \$1.922.951

### 3.2.8 Rotary Dryer (RD-01)

Tugas : Mengurangi kandungan air yang terdapat dalam silikon dioksida 92%

Jenis : *Direct contact co – current rotary dryer*

Bahan : *Carbon Steel SA 167 Grade 11 type 316*

Suhu Operasi : 60°C

Tekanan	: 1 atm
Dimensi Rotary <i>Dryer</i>	
Diameter	: 1 m
Panjang	: 3,99 m
Tebal <i>shell</i>	: 0,19 in
Kecepatan putar	: 19,17 rpm
Waktu tinggal	1,28 jam
Kemiringan	: 0,0154 m/m
Daya	: 1 hp
Jumlah	: 1
Harga	: \$136.495

### 3.2.9 Screw Conveyor

#### a. Screw Conveyor (SC-01)

Tugas : Mengangkut  $\text{SiO}_2$  sebanyak 27256,26 kg/jam dari  
*filter* (F-01) ke rotary *dryer* (RD-01)

Jenis : *Helicoid flight*

Dimensi :

Bahan	: Carbon Steel
Rate volumetric	: 5,32 ft <sup>3</sup> /menit
Daya	: 4 Hp
Jumlah	: 1
Harga	: \$30.499

b. Screw Conveyor (SC-02)

Tugas : Mengangkut SiO<sub>2</sub> sebanyak 25252,53 kg/jam dari rotary *dryer* (RD-01) ke silo (S-01)

Jenis : *Helicoid flight*

Dimensi :

Bahan : Carbon Steel  
 Rate volumetric : 4,68 ft<sup>3</sup>/menit  
 Daya : 3 Hp  
 Jumlah : 1  
 Harga : \$260.532

**3.2.10 Fan (F-01)**

Tugas : Mengalirkan udara sebanyak 58165,32 kg/jam dari ke rotary *dryer* (RD-01)

Jenis : *Dry Throwaway*

Dimensi :

Rate volumetric : 54875,84  
 ft<sup>3</sup>/menit  
 Daya : 54 Hp  
 Jumlah : 1  
 Harga : \$3.866

### 3.2.11 Belt Elevator (BE-01)

Tugas : Mengangkut  $\text{SiO}_2$  sebanyak 25252,53 kg/jam dari  
*screw conveyor* (SC-01) ke silo (S-01)

Jenis : *Super capacity continuous bucket elevator*

Dimensi :

Kapasitas : 32707,51 kg/jam

Daya : 1 Hp

Jumlah : 1

Harga : \$17.700

### 3.2.12 Pompa

#### a. Pompa (P-01)

Tugas : Mengalirkan umpan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  98% sebanyak 12730,15  
kg/jam dari tangki penyimpanan (T-01) ke Mixer (M-  
01).

Jenis : Centrifugal pump single stage

Dimensi :

Bahan : Carbon Steel

Diameter optimum : 2,469 in

Head pompa : 12,27 ft.lbf/lbm

Daya Pompa : 0,87 Hp

Daya motor Pompa : 1 Hp

Jumlah : 2

Harga satuan : \$34.043  
Harga total : \$68.086

b. Pompa (P-02)

Tugas : Mengalirkan umpan H<sub>2</sub>O dari tangki penyimpanan (T-02) ke Mixer (M-01) sebanyak 236780,86 kg/jam.

Jenis : Centrifugal pump single stage

Dimensi :

Bahan : Stainless Steel 316 AISI  
Diameter optimum : 12,090 in  
Head pompa : 10,32 ft.lbf/lbm  
Daya Pompa : 4,53 Hp  
Daya motor Pompa : 5,40 Hp  
Jumlah : 2  
Harga satuan : \$24.056  
Harga total : \$48.111

c. Pompa (P-03)

Tugas : Mengalirkan umpan sodium silikat dari tangki penyimpanan (T-03) ke Reaktor (R-01) sebanyak 176597,90 kg/jam.

Jenis : Centrifugal pump single stage

Dimensi :

Diametern optimum	: 10,020 in
Head pompa	: 10,61 ft.lbf/lbm
Daya Pompa	: 3,85 Hp
Daya motor Pompa	: 4,52 Hp
Jumlah	: 2
Harga satuan	: \$24.056
Harga total	: \$48.111

d. Pompa (P-04)

Tugas : Mengalirkan produk  $H_2SO_4$  5 % dari Mixer (M-01)  
ke Reaktor (R-01) sebanyak 249511,01 kg/jam.

Jenis : Centrifugal pump single stage

Dimensi

Bahan	: Stainless Steel 316 AISI
Diametern optimum	: 12,090 in
Head pompa	: 27,19 ft.lbf/lbm
Daya Pompa	: 37,78 Hp
Daya motor Pompa	: 42,93 Hp
Jumlah	: 2
Harga satuan	: \$44.460
Harga total	: \$88.920

e. Pompa (P-05)

Tugas : Mengalirkan silikon dioksida dari Reaktor (R-01) ke Filter (F-01) sebanyak 3612,0494 kg/jam.

Jenis : Centrifugal pump single stage

Dimensi :

Bahan : Stainless Steel 316 AISI

Diametern optimum : 13,250 in

Head pompa : 10,35 ft.lbf/lbm

Daya Pompa : 7,97 Hp

Daya motor Pompa : 9,11 Hp

Jumlah : 2

Harga satuan : \$44.460

Harga total : \$88.920

### 3.3 Perencanaan Produksi

#### 3.3.1 Kapasitas Perancangan

Pemilihan kapasitas perancangan didasarkan pada kebutuhan silikon dioksida di Indonesia, tersedianya bahan baku serta ketentuan kapasitas minimal. Kebutuhan silikon dioksida dari tahun ke tahun mengalami peningkatan. Hal ini menunjukkan pesatnya perkembangan industri kimia di Indonesia. Diperkirakan kebutuhan silikon dioksida akan terus meningkat di tahun-tahun mendatang, sejalan dengan berkembangnya industri - industri yang menggunakan silikon dioksida.



Dan juga dengan melihat kapasitas pabrik – pabrik silikon dioksida yang telah berdiri. Untuk mengantisipasi hal tersebut, maka ditetapkan kapasitas pabrik yang akan didirikan adalah 200.000 ton/ tahun.

### **3.3.2 Analisis Kebutuhan Bahan Baku**

Analisis kebutuhan bahan baku berkaitan dengan ketersediaan bahan baku terhadap kebutuhan kapasitas pabrik. Bahan baku asam sulfat diperoleh dari PT. Timur Raya Tunggal, sodium silikat diperoleh dari PT. Mahkota Indonesia.

### **3.3.3 Analisis Kebutuhan Alat Proses**

Analisis kebutuhan peralatan proses meliputi kemampuan peralatan untuk proses dan umur peralatan serta perawatannya. Dengan adanya analisis kebutuhan peralatan proses maka akan dapat diketahui anggaran yang diperlukan untuk peralatan proses, baik pembelian maupun perawatannya.



## BAB IV

### PERANCANGAN PABRIK

#### 4.1 Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi suatu pabrik mempengaruhi terhadap lancarnya kegiatan industri. Untuk itu pemilihan lokasi pabrik perlu untuk dipertimbangkan agar nantinya dapat memberikan keuntungan yang besar pada perusahaan. Lokasi pendirian pabrik yang dipilih yaitu di Kecamatan Telukjambe Timur, Kabupaten Karawang, Jawa Barat.



**Gambar 4.1 Peta lokasi pabrik**

#### 4.1.1 Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik

Faktor-faktor yang berpengaruh dalam pemilihan lokasi pabrik silikon dioksida ini antara lain :

### 1. Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku merupakan kebutuhan utama bagi kelangsungan suatu pabrik, sehingga pengadaan bahan baku merupakan suatu hal yang sangat penting. Lokasi yang dipilih adalah yang dekat dengan sumber bahan baku sehingga biaya transportasi dapat diminimalkan. Asam sulfat sebagai bahan baku pembuatan silikon dioksida diperoleh dari PT. Timur Raya Tunggal yang berlokasi di Karawang, Jawa Barat dan sodium silikat diperoleh dari PT. Mahkota Indonesia yang berlokasi di Pulo Gadung, Jakarta Utara, sehingga penyaluran bahan baku ke pabrik silikon dioksida akan lebih mudah

### 2. Utilitas

Dalam pendirian suatu pabrik, tenaga listrik dan bahan bakar adalah faktor penunjang yang paling penting. Tenaga listrik tersebut didapat dari PLTU PT Krakatau Daya Listrik dan tenaga listrik sendiri. Pembangkit listrik utama untuk pabrik adalah menggunakan generator diesel yang bahan bakarnya diperoleh dari Pertamina. Lokasi pabrik dekat dengan sungai, maka keperluan air (air proses, air pendingin/penghasil steam, perumahan dan lain-lain) dapat diperoleh dengan mudah.

### 3. Sumber Daya Manusia (Tenaga Kerja)

Tenaga kerja dapat dengan mudah diperoleh di daerah Karawang, Jawa Barat karena dari tahun ke tahun tenaga kerja semakin meningkat. Begitu juga dengan tingkat sarjana Indonesia serta tenaga kerja lokal yang

berkualitas. Sebagai kawasan industri, daerah ini merupakan salah satu tujuan para pencari kerja.

#### 4. Transportasi

Pembelian bahan baku dan penjualan produk dapat dilakukan melalui jalan darat. Pendirian pabrik di kawasan Karawang dilakukan dengan pertimbangan kemudahan sarana transportasi darat yang mudah dijangkau karena Karawang berada dalam jalur transportasi darat seperti jalan raya dan jalan tol yang memadai, sehingga transportasi darat dari sumber bahan baku dan pasar tidak lagi menjadi masalah. Dengan ketersediaan sarana tersebut akan menjamin kelangsungan produksi pabrik.

#### 5. Pemasaran

Karawang termasuk daerah strategis untuk pendirian suatu pabrik, karena daerah Karawang merupakan konsumen terbesar pabrik ban seperti PT. Sumi Rubber Indonesia di Cikampek, Karawang dan PT. Bridgestone Tire Indonesia di Karawang, industri kosmetik pada PT. Cedefindo di Bekasi, industri farmasi antara lain PT. Cendo Pharmaceutical Industries di Bandung dan industri karet seperti PT. Cilatexindo Graha Alam di Bekasi dan PT. Ciluar Baru di Bogor. Pemasaran mudah dijangkau karena tersedianya sarana transportasi yang memadai dan pemasarannya diharapkan tidak hanya di dalam negeri melainkan dapat juga untuk diekspor.

## 6. Keadaan Iklim

Daerah Karawang, Jawa Barat merupakan suatu daerah yang beriklim tropis, sehingga cuaca, iklim, dan keadaan tanah relatif stabil dan tidak ekstrim. Temperatur udara normal daerah tersebut sekitar 22-30°C, sehingga operasi pabrik dapat berjalan dengan lancar.

### **4.1.2 Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik**

#### 1. Perluasan Pabrik

Pendirian pabrik harus mempertimbangkan rencana perluasan pabrik tersebut dalam jangka waktu 10 atau 20 tahun ke depan. Karena apabila suatu saat nanti akan memperluas area pabrik tidak kesulitan dalam mencari lahan perluasan.

#### 2. Perizinan Tanah

Sesuai dengan kebijakan pemerintah tentang kebijakan pengembangan industri, daerah Karawang telah banyak dijadikan sebagai daerah kawasan industri. Sehingga memudahkan perizinan dalam pendirian pabrik, karena faktor-faktor lain seperti iklim, karakteristik lingkungan, dampak sosial serta hukum tentu sudah diperhitungkan.

#### 3. Prasarana dan Fasilitas Sosial

Prasana dan fasilitas sosial yang dimaksud seperti penyediaan bengkel industri dan fasilitas umum lainnya seperti rumah sakit, sekolah, dan sarana ibadah.

#### 4. Lingkungan Masyarakat Sekitar

Sikap masyarakat sekitar cukup terbuka dengan berdirinya pabrik baru. Hal ini disebabkan akan tersedianya lapangan pekerjaan bagi mereka, sehingga terjadi peningkatan kesejahteraan masyarakat setelah pabrik-pabrik didirikan. Selain itu pendirian pabrik ini tidak akan mengganggu keselamatan dan keamanan masyarakat di sekitarnya karena dampak dan faktor-faktornya sudah dipertimbangkan sebelum pabrik berdiri.

##### **4.1 Tata Letak Pabrik (*Plant Layout*)**

Tata letak pabrik merupakan suatu pengaturan optimal keseluruhan bagian dari perusahaan yang meliputi tempat kerja alat, tempat kerja orang, tempat penyimpanan bahan dan hasil, tempat utilitas, perluasan dan lain-lain. Tata letak suatu pabrik didesain dengan pertimbangan faktor-faktor antara lain:

1. Adanya kemungkinan perluasan pabrik seperti penambahan unit baru sebagai pengembangan pabrik di masa mendatang, sehingga tidak menimbulkan kesulitan di masa yang akan datang.
2. Unit utilitas dan sumber tenaga ditempatkan terpisah dari area proses sehingga dapat menjamin operasi berjalan dengan aman.
3. Keselamatan merupakan faktor penting yang ada dalam tata letak pabrik. Jalan-jalan dalam pabrik harus cukup lebar dan memperhatikan faktor keselamatan manusia, sehingga lalu lintas

dalam pabrik dapat berjalan dengan baik. Perlu dipertimbangkan juga adanya jalan pintas jika terjadi keadaan darurat.

Pendirian pabrik silikon dioksida ini direncanakan di bangun pada lahan dengan ukuran 164.700 m<sup>2</sup>. Tata letak pabrik dapat dilihat pada Gambar 4.2. Sedangkan rinciannya dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Perincian luas tanah dan bangunan pabrik

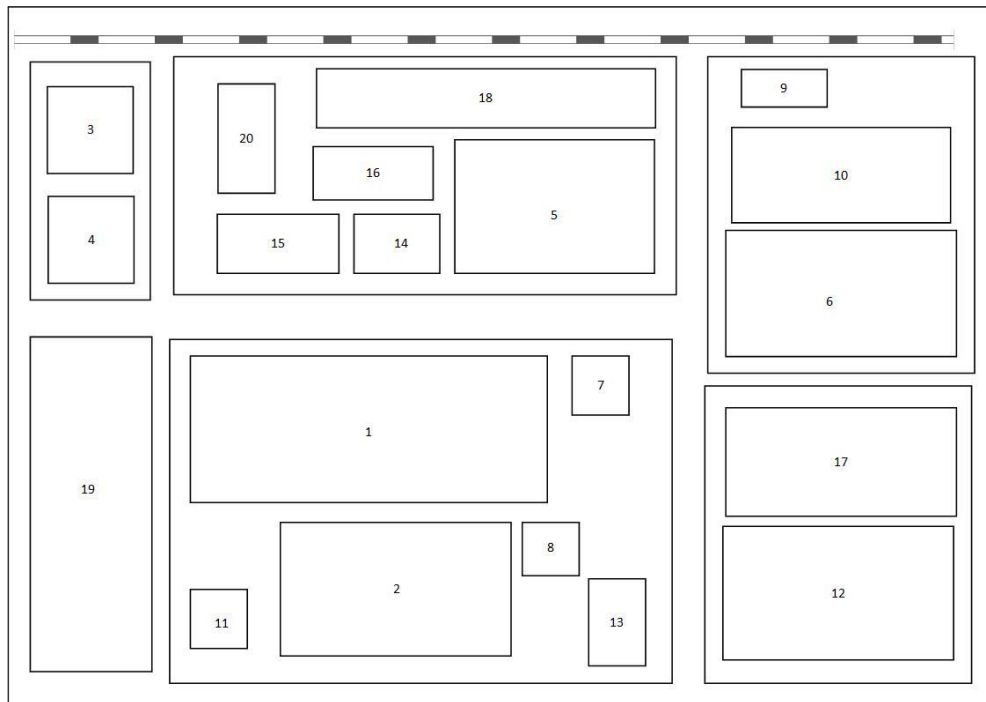
<b>No</b>	<b>Bangunan</b>	<b>Luas (m<sup>2</sup>)</b>
1	Area Proses	25000
2	Area Utilitas	12000
3	Bengkel	1000
4	Gudang Peralatan	10000
5	Kantin	800
6	Kantor Teknik dan Produksi	2500
7	Kantor Utama	4000
8	Laboratorium	700
9	Parkir Utama	2000
10	Parkir Truk	300
11	Perpustakaan	500



12	Poliklinik	200
13	Pos Keamanan	200
14	Control Room	20000
15	Control Utilitas	30000
16	Area Rumah Dinas	1500
17	Area Mess	1500
18	Masjid	1000
19	Unit Pemadam Kebakaran	1000
20	Unit Pengolahan Limbah	1000
21	Taman	1000
22	Jalan	3500
23	Daerah Perluasan	45000
	<b>Total</b>	<b>164700</b>

Luas tanah : 164.700 m<sup>2</sup>

Luas bangunan : 115.200 m<sup>2</sup>



Skala: 1: 1000

Gambar 4.2 Tata letak pabrik

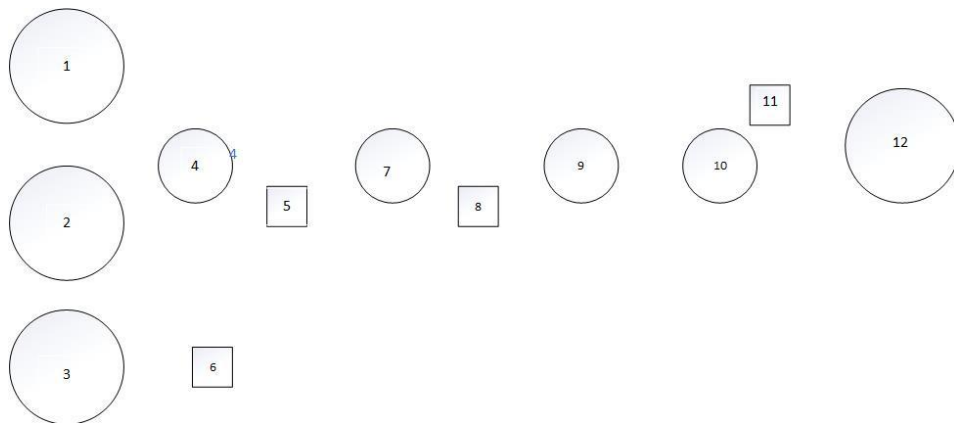
Keterangan gambar:

- |                               |                            |
|-------------------------------|----------------------------|
| 1. Area Proses                | 11. Unit pengolahan limbah |
| 2. Area Utilitas              | 12. Laboratorium           |
| 3. Bengkel                    | 13. Parkir Truk            |
| 4. Gudang Peralatan           | 14. Kantin                 |
| 5. Kantor Utama               | 15. Poliklinik             |
| 6. Kantor Teknik dan Produksi | 16. Mesjid                 |
| 7. Ruang kontrol proses       | 17. Perpustakaan           |
| 8. Ruang kontrol utilitas     | 18. Taman                  |
| 9. Pos keamanan               | 19. Area Perluasan         |
| 10. Parkir utama              | 20. Unit Pemadam Kebakaran |

#### 4.2 Tata Letak Mesin/Alat Proses (*Machines Layout*)

Tata letak dari alat-alat proses diusahakan sesuai dengan urutan kerja dan fungsi masing-masing alat agar mendapatkan efisiensi, keselamatan, dan kelancaran kerja dari para karyawan serta keselamatan proses. Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam menentukan *lay out* peralatan proses pabrik, antara lain:

1. Tata letak peralatan dilakukan berdasarkan urutan prosesnya, sehingga diperoleh efisiensi secara teknis dan ekonomis serta memudahkan dalam kontrol, pengawasan, dan keleluasaan gerak operator.
2. Letak peralatan berada dalam lokasi yang memadai, sehingga memberikan cukup ruang gerak dalam pemasangan, perawatan maupun perbaikan.
3. Peralatan pabrik disusun sedemikian rupa, terutama untuk alat-alat yang beresiko tinggi diberi jarak yang cukup sehingga memudahkan dalam penanggulangan bahaya baik berupa kecelakaan kerja maupun kebakaran.



Gambar 4.3 Tata letak alat proses

Keterangan :

- |             |                                     |
|-------------|-------------------------------------|
| 1. T-01     | : Tangki Penyimpanan $H_2SO_4$      |
| 2. T-02     | : Tangki Penyimpanan $H_2O$         |
| 3. T-03     | : Tangki Penyimpanan Sodium Silikat |
| 4. M-01     | : Mixer                             |
| 5. HE – 01  | : <i>Heater 1</i>                   |
| 6. HE – 02  | : <i>Heater 2</i>                   |
| 7. R-01     | : Reaktor RATB                      |
| 8. CL-01    | : <i>Cooler 1</i>                   |
| 9. F-01     | : <i>Filter</i>                     |
| 10. RD – 01 | : <i>Rotary Dryer</i>               |
| 11. HE-03   | : <i>Heater 3</i>                   |
| 12. S-01    | : Silo                              |

### 4.3 Alir Proses dan Material

#### 4.4.1 Neraca Massa

##### 4.4.1.1 Neraca Massa Total

Tabel 4.2 Neraca massa total proses produksi silikon dioksida

Komponen	Input, kg/jam							
	Arus 1	Arus 2	Arus 4	Arus 5	Arus 7	Arus 8	Arus 11	Arus 12
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1247 5.55		12475 .55		74.85			
H <sub>2</sub> O dalam H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	254.6 0		23703 5.46		23703 5.46			
H <sub>2</sub> O Pengenceran		23678 0.86						
Na <sub>2</sub> O.3,3SiO <sub>2</sub>				66224 .21	33310 .78			
H <sub>2</sub> O dalam Na <sub>2</sub> O.3,3SiO <sub>2</sub>				11037 3.69	11037 3.69			
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>					17960 .02			
SiO <sub>2</sub>					25075 .76		2507 5.76	
H <sub>2</sub> O sisa reaksi					2278. 35	927 .48	2180. 50	
Udara panas								5816 5.32
Sub Total	1273 0.15	23678 0.86	24951 1.01	17659 7.90	42610 8.91	927 .48	2725 6.26	
Total	1188077.89							

Tabel 4.3 Neraca massa total proses produksi silikon dioksida (Lanjutan)

Komponen	Output, kg/jam					
	Arus 3	Arus 6	Arus 9	Arus 10	Arus 13	Arus 14
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	12475.55	74.85	74.85			
H <sub>2</sub> O dalam H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	237035.46	237035.46	237035.46			
Na <sub>2</sub> O.3,3SiO <sub>2</sub>		33310.78	33310.78			
H <sub>2</sub> O dalam Na <sub>2</sub> O.3,3SiO <sub>2</sub>		110373.69	110373.69			
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>		17960.02	17960.02			
SiO <sub>2</sub>		25075.76		25075.76		25075.76
H <sub>2</sub> O sisa reaksi		2278.35	1025.33	2180.50		176.77
Udara panas					60169.05	0,00
Sub Total	249511.01	426108.91	399780.13	27256.26	60169.05	25252.53
Total	1188077.89					

#### 4.4.1.2 Neraca Massa per Alat

##### 4.4.1.2.1 Mixer

Tabel 4.4 Neraca massa pada mixer (M-01)

Komponen	Input, kg/jam		Output, kg/jam
	Arus 1	Arus 2	Arus 3
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	12475.55		12475.55
H <sub>2</sub> O	254.60	236780.86	237035.46
Sub Total	12730.15	236780.86	249511.01
Total	249511.01		249511.01

## 4.4.1.2.2 Reaktor

Tabel 4.5 Neraca massa pada reaktor (R-01)

Komponen	Input, kg/jam		Output, kg/jam
	Arus 4	Arus 6	Arus 7
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	12475.55		74.85
H <sub>2</sub> O dalam H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	237035.46		237035.46
Na <sub>2</sub> O.3,3SiO <sub>2</sub>		66224.21	33310.78
H <sub>2</sub> O dalam Na <sub>2</sub> O.3,3SiO <sub>2</sub>		110373.69	110373.69
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>			17960.02
SiO <sub>2</sub>			25075.76
H <sub>2</sub> O sisa reaksi			2278.35
Sub Total	249511.01	176597.90	426108.91
Total	426108.91		426108.91

## 4.4.1.2.3 Filter

Tabel 4.6 Neraca massa pada filter (F-01)

Komponen	Input, kg/jam		Output, kg/jam	
	Arus 8	Arus 9	Arus 10	Arus 11
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	74.85		74.85	
H <sub>2</sub> O dalam H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	237035.46		237035.46	
Na <sub>2</sub> O.3,3SiO <sub>2</sub>	33310.78		33310.78	
H <sub>2</sub> O dalam Na <sub>2</sub> O.3,3SiO <sub>2</sub>	110373.69		110373.69	

Tabel 4.7 Neraca massa pada filter (F-01) (Lanjutan)

Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	17960.02		17960.02	
SiO <sub>2</sub>	25075.76			25075.76
H <sub>2</sub> O sisa reaksi	2278.35	927.48	1025.33	2180.50
Sub Total	426108.91	927.48	399780.13	27256.26
Total	427036.39		427036.39	

## 4.4.1.2.4 Rotary Dryer

Tabel 4.8 Neraca massa pada rotary dryer (RD-01)

Komponen	input, kg/jam		Output, kg/jam	
	Arus 11	Arus 12	Arus 13	Arus 14
SiO <sub>2</sub>	25075.76			25075.76
H <sub>2</sub> O	2180.50			176.77
Udara panas		58165.32	60169.05	
Sub Total	27256.26	58165.32	60169.05	25252.53
Total	85421.58		85421.58	

## 4.4.2 Neraca Panas

## 4.4.2.1 Heater (HE-01)

Tabel 4.9 Neraca panas pada Heater (HE-01)

	Arus 3 ( kJ/jam)	Arus 4 (kJ/jam)
Umpan	7265448,96	



Tabel 4.10 Neraca panas pada *Heater* (HE-01) (Lanjutan)

Produk		77761880,70
Q pemanas	70496431,74	
<b>Total</b>	77761880,70	77761880,70

#### 4.4.2.2 *Heater* (HE-02)

Tabel 4.11 Neraca panas pada *Heater* (HE-02)

	Arus in ( kJ/jam)	Arus out (kJ/jam)
Umpan	3802422,98	
Produk		41609124,76
Q pemanas	37806701,78	
<b>Total</b>	41609124,76	41609124,76

#### 4.4.2.3 Mixer

Tabel 4.12 Neraca panas pada mixer (M-01)

Komponen	Input, kJ/jam		Output, kJ/jam
	Arus 1	Arus 2	Arus 3
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	17649,2		21407,10
	6		
H <sub>2</sub> O dalam H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	6495,87		7244041,86

Tabel 4.13 Neraca panas pada mixer (M-01) (Lanjutan)

H <sub>2</sub> O Pengenceran		6041155,86	
Q pemanas	1200147,9 7		
Subtotal	1224293,1	6041155,86	7265448,96
Total	7265448,96		7265448,96

#### 4.4.2.4 Reaktor

Tabel 4.14 Neraca panas pada reaktor (R-01)

Komponen	$\Delta H$ in (kj/jam)		$\Delta H$ out (kj/jam)
	Arus 4	Arus 4	
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	17649,26		2330,70
H <sub>2</sub> O dalam H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	6047651,73		77373431,10
Na <sub>2</sub> O.3,3SiO <sub>2</sub>		283002,17	1850551,18
H <sub>2</sub> O dalam Na <sub>2</sub> O.3,3SiO <sub>2</sub>		2816041,14	36028325,58
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>			248541,96
SiO <sub>2</sub>			209133,84

H <sub>2</sub> O sisa reaksi			743702,03
------------------------------	--	--	-----------

Tabel 4.15 Neraca panas pada reaktor (R-01) (Lanjutan)

Panas Reaksi	148830016,93		
Q Pendingin			41538344,85
Subtotal	6065300,99	3099043,31	116456016,38
<b>Total</b>	<b>157994361,23</b>		<b>157994361,23</b>

#### 4.4.2.5 Filter

Tabel 4.16 Neraca panas pada filter (F-01)

Komponen	$\Delta H$ in (kj/jam)	$\Delta H$ out (kj/jam)	
		Arus 6	Arus 8
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	105,90		105,90
H <sub>2</sub> O dalam H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	6047651,73		6047651,73
Na <sub>2</sub> O.3,3SiO <sub>2</sub>	215934		215934
H <sub>2</sub> O dalam Na <sub>2</sub> O.3,3SiO <sub>2</sub>	2816041,14		2816041,14
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	8629,41		8629,41
SiO <sub>2</sub>	6029,54	6029,54	

H <sub>2</sub> O sisa reaksi	58129,14	55632,64	2496,50
------------------------------	----------	----------	---------

Tabel 4.17 Neraca panas pada filter (F-01) (Lanjutan)

Sub Total	881974,954	61662,18	9090858,67
<b>Total</b>	<b>9152520,85</b>	<b>9152520,85</b>	

#### 4.4.2.6 Rotary Dryer

Tabel 4.18 Neraca Panas pada rotary dryer (RD-01)

Komponen	Input, kg/jam		Output, kg/jam	
	Arus 14	Arus 15	Arus 17	Arus 16
SiO <sub>2</sub>	6029,54			77832,59
H <sub>2</sub> O dalam SiO <sub>2</sub>	55632,64			31337,21
Q pemanas		5144934,13	5144934,13	
Q loss	47507,61			
Total	11255374,06		11255374,06	

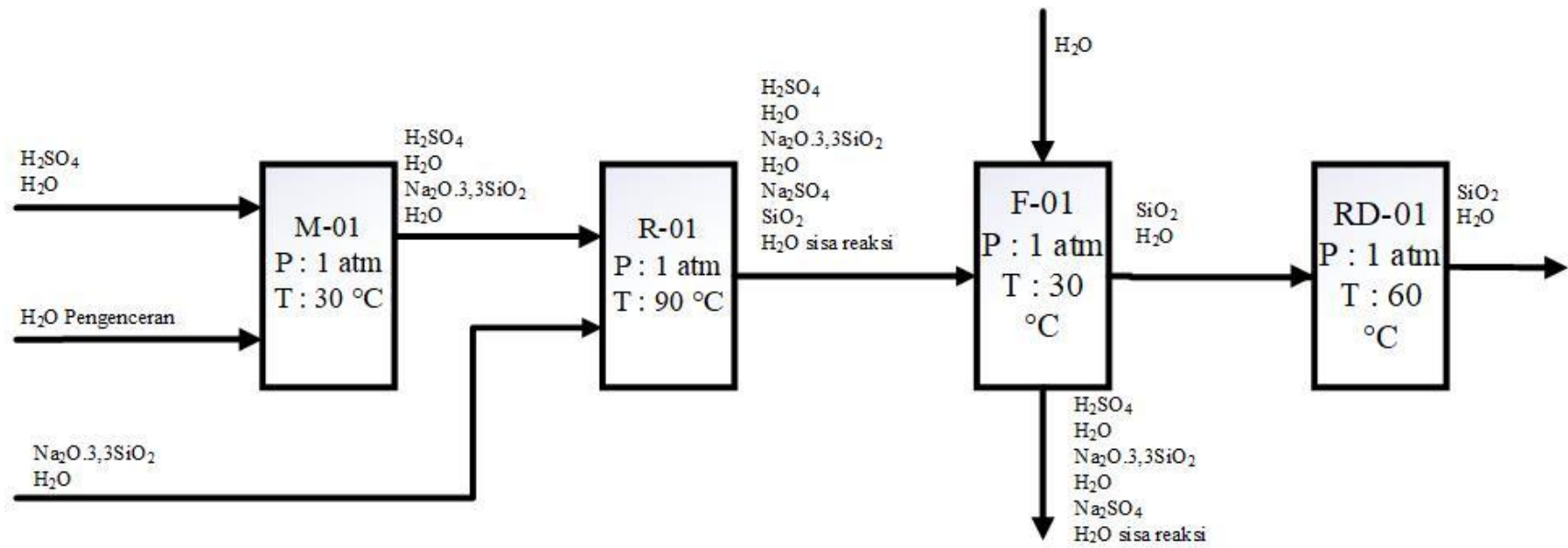
#### 4.4.2.7 Cooler

Tabel 4.19 Neraca panas pada Cooler

	arus in ( kJ/jam)	Arus Out (kJ/jam)
Umpan	116456016,38	

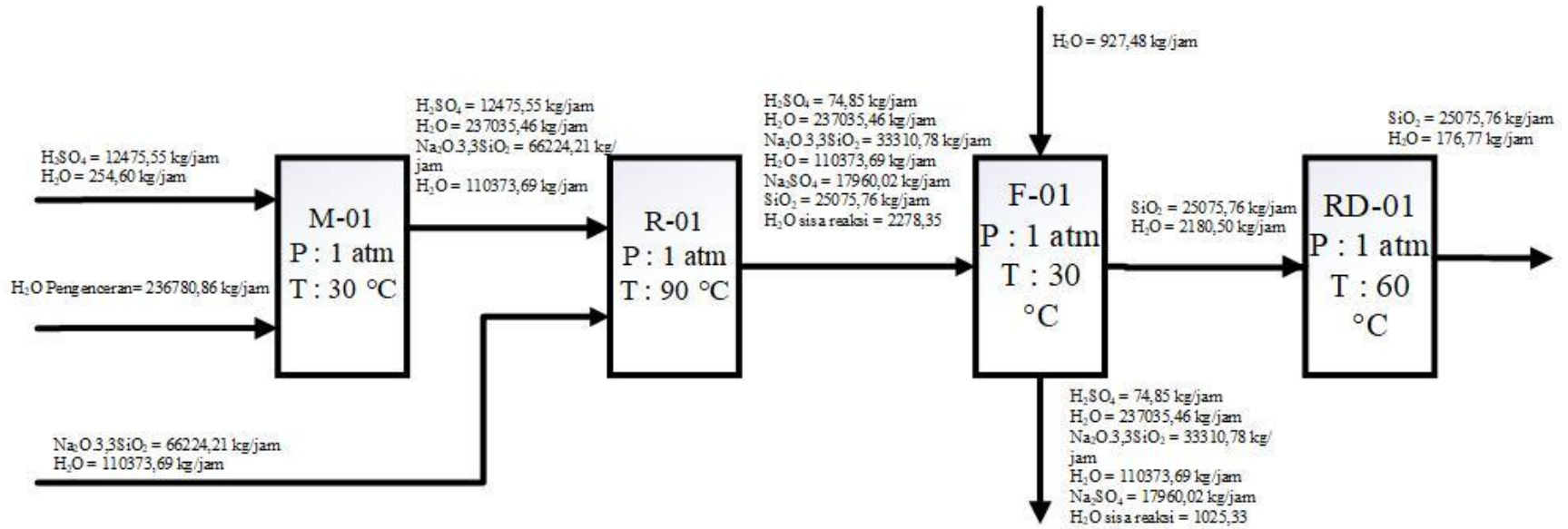
Produk		9152520,85
Q pendingin		107303495,53
<b>Total</b>	116456016,38	116456016,38

### Diagram Alir Kualitatif



Gambar 4.4 Diagram Alir Kualitatif

Diagram Alir Kuantitatif



Gambar 4.5 Diagram Alir Kuantitatif

#### **4.4 Pelayanan Teknik (Utilitas)**

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

Salah satu faktor yang menunjang kelancaran suatu proses produksi didalam pabrik yaitu penyediaan utilitas. Penyediaan utilitas ini meliputi :

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

##### **4.5.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (*Water Treatment System*)**

###### **4.5.1.1 Unit Penyediaan Air**

Dalam memenuhi kebutuhan air suatu industri, pada umumnya menggunakan air sumur, air sungai, air danau maupun air laut sebagai sumber untuk mendapatkan air. Dalam perancangan pabrik silikon dioksida ini, sumber air yang digunakan berasal air sungai yang terdekat dengan pabrik. Sumber air yang digunakan dalam pabrik diperoleh dari Sungai Cimalaya dan Sungai Citarum yang tidak jauh dari lokasi pabrik dengan faktor-faktor sebagai berikut:



- a. Air sungai merupakan sumber air yang kontinuitasnya relatif tinggi, sehingga kendala kekurangan air dapat dihindari.
- b. Pengolahan air sungai relatif lebih mudah, sederhana dan biaya pengolahan relatif murah dibandingkan dengan proses pengolahan air laut yang lebih rumit dan biaya pengolahannya umumnya lebih besar.
- c. Letak sungai berada tidak jauh dari lokasi pabrik

Air yang diperlukan pada pabrik ini adalah :

- a. Air pendingin

Pada umumnya air digunakan sebagai media pendingin karena faktor-faktor berikut :

- Air merupakan materi yang dapat diperoleh dalam jumlah besar.
- Mudah dalam pengolahan dan pengaturannya.
- Dapat menyerap jumlah panas yang relatif tinggi persatuan volume.
- Tidak mudah menyusut secara berarti dalam batasan dengan adanya perubahan temperatur pendingin.
- Tidak terdekomposisi.

- b. Air Proses

Air proses ini digunakan dalam proses pembuatan produk secara langsung. Syarat agar air ini dapat digunakan adalah harus cukup murni, bebas dari segala pengotor, mineral, dan oksigen, yang disebut sebagai air bebas mineral (*demineralized water*).

c. Air Umpan Boiler (*Boiler Feed Water*)

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penanganan air umpan boiler adalah sebagai berikut :

- Zat-zat yang dapat menyebabkan korosi

Korosi yang terjadi dalam boiler disebabkan air mengandung larutan-larutan asam, gas-gas terlarut seperti  $O_2$ ,  $CO_2$ ,  $H_2S$  dan  $NH_3$ ,  $O_2$  masuk karena aerasi maupun kontak dengan udara luar.

- Zat yang dapat menyebabkan kerak (*scale forming*)

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

- Zat yang menyebabkan *foaming*

Air yang diambil kembali dari proses pemanasan bisa menyebabkan *foaming* pada boiler karena adanya zat-zat organik yang tak larut dalam jumlah besar. Efek pembusaan terutama terjadi pada alkalitas tinggi.

d. Air sanitasi (air domestik)

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

- Syarat fisika, meliputi:

Suhu : Di bawah suhu udara

Warna : Jernih

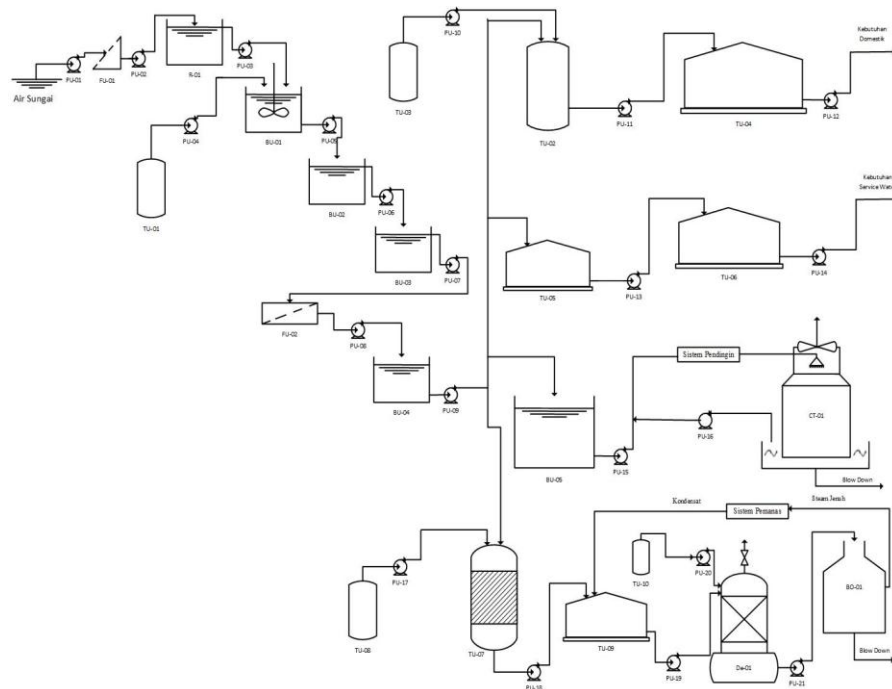
Rasa : Tidak berasa

Bau : Tidak berbau

- Syarat kimia, meliputi:
  - Tidak mengandung zat organik dan anorganik yang terlarut dalam air.
  - Tidak mengandung bakteri.

#### 4.5.1.2 Unit Pengolahan Air

Dalam perancangan pabrik silikon dioksida ini, kebutuhan air diambil dari air sungai yang terdekat dengan pabrik. Berikut ini diagram alir pengolahan air:



**Gambar 4.6 Diagram pengolahan air**

Keterangan :

3. PU : Pompa Utilitas
4. FU-01 : Screening

5. R-01 : Reservoir
6. BU-01 : Bak Penggumpal (Koagulasi dan Flokulasi)
7. TU-01 : Tangki Alum
8. BU-02 : Bak Pengendap I
9. BU-03 : Bak Pengendap II
10. FU-02 : Sand Filter
11. BU-04 : Bak Penampung Air Bersih
12. TU-02 : Tangki Klorinasi
13. TU-03 : Tangki Kaporit
14. TU-04 : Tangki Air Kebutuhan Domestik
15. TU-05 : Tangki *Service Water*
16. TU-06 : Tangki Air Bertekanan
17. BU-05 : Bak *Cooling Water*
18. CT-01 : *Cooling Tower*
19. TU-07 : *Mixed-Bed*
20. TU-08 : Tangki NaCl
21. TU-09 : Tangki Air Demin
22. TU-10 : Tangki N<sub>2</sub>H<sub>4</sub>
23. De-01 : Deaerator
24. BO-01 : Boiler

Adapun tahap-tahap proses pengolahan air yang dilakukan meliputi :

- a. Penghisapan

Pengambilan air dari sungai dilakukan dengan cara pemompaan yang kemudian dialirkan ke penyaringan (*screening*) dan langsung dimasukkan ke dalam reservoir.

b. Penyaringan (*Screening*)

Pada *screening*, partikel-partikel padat yang besar akan tersaring tanpa bantuan bahan kimia. Sedangkan partikel-partikel yang lebih kecil akan terikut bersama air menuju unit pengolahan selanjutnya. Penyaringan dilakukan agar kotoran-kotoran bersifat kasar atau besar tidak terikut ke sistem pengolahan air, maka sisi isap pompa di pasang saringan (*screen*) yang dilengkapi dengan fasilitas pembilas apabila screen kotor.

c. Penampungan (*Reservoir*)

Air dalam penampungan di reservoir, kotorannya seperti lumpur akan mengendap.

d. Koagulasi

Koagulasi merupakan proses penggumpalan akibat penambahan zat kimia atau bahan koagulan ke dalam air. Koagulan yang digunakan biasanya adalah tawas atau Aluminium Sulfat ( $Al_2(SO_4)_3$ ), yang merupakan garam yang berasal dari basa lemah dan asam kuat, sehingga dalam air yang mempunyai suasana basa akan mudah terhidrolisa. Untuk memperoleh sifat alkalis agar proses flokulasi dapat berjalan efektif, sering ditambahkan kapur ke dalam air. Selain itu kapur juga berfungsi untuk mengurangi atau menghilangkan kesadahan karbonat dalam air untuk membuat suasana basa sehingga mempermudah penggumpalan.

e. Bak Pengendap I

Flok dan endapan dari proses koagulasi diendapkan dalam bak pengendap I dan II.

f. Proses Filtrasi

Air yang keluar dari bak pengendap II yang masih mengandung padatan tersuspensi selanjutnya dilewatkan filter untuk difiltrasi.

g. Bak Penampung Air Bersih

Air dari proses filtrasi merupakan air bersih, ditampung di dalam bak penampung air bersih. Air bersih tersebut kemudian digunakan secara langsung untuk air pendingin dan air layanan (*Service Water*). Air bersih kemudian digunakan juga untuk air domestik yang terlebih dahulu di desinfektanisasi, dan umpan boiler terlebih dahulu di demineralisasi.

h. Proses Demineralisasi

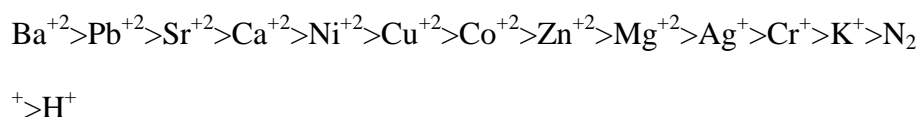
Air untuk umpan ketel pada reaktor harus murni dan bebas dari garam-garam terlarut yang terdapat didalamnya, Untuk itu perlu dilakukan proses demineralisasi. Alat demineralisasi terdiri atas penukar kation (*cation exchanger*) dan penukar anion (*anion exchanger*). Unit ini berfungsi untuk menghilangkan mineral-mineral yang terkandung dalam air seperti  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$  dan lain-lain, dengan menggunakan resin. Air yang diperoleh adalah air bebas mineral yang akan diproses lebih lanjut menjadi air umpan boiler.

- *Cation Exchanger*

*Cation Exchanger* ini berisi resin penukar kation dengan formula  $\text{RSO}_3\text{H}$ , dimana pengganti kation – kation yang dikandung dalam air diganti dengan ion  $\text{H}^+$  sehingga air yang akan keluar dari *Cation Exchanger* adalah air yang mengandung anion dan ion  $\text{H}^+$ .



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



Saat resin kation telah jenuh, maka resin penukar kation akan diregenerasi kembali. Larutan peregenerasi yang digunakan adalah  $\text{NaCl}$ . Reaksi Regenerasi :



- *Anion Exchanger*

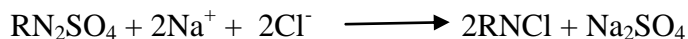
*Anion Exchanger* berfungsi untuk mengikat ion –ion negatif (anion) yang larut dalam air dengan resin yang bersifat basa, yang mempunyai formula  $\text{RNOH}$ , sehingga anion-anion seperti  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ , dan  $\text{SO}_4^{2-}$  akan membantu garam resin tersebut.



Ion  $\text{SO}_4^{2-}$  dapat menggantikan ion  $\text{OH}^-$  yang ada dalam resin karena selektivitas  $\text{SO}_4^{2-}$  lebih besar dari selektivitas  $\text{OH}^-$ . Urutan selektivitas anion adalah sebagai berikut :



Saat resin anion telah jenuh, maka resin penukar anion akan diregenerasi kembali. Larutan peregenerasi yang digunakan adalah NaCl. Reaksi Regenerasi :



#### i. Deaerator

Air yang telah mengalami demineralisasi masih mengandung gas-gas terlarut terutama O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub>. Gas tersebut dihilangkan lebih dahulu, karena dapat menimbulkan korosi. Unit deaerator diinjeksikan bahan kimia berupa Hidrazin yang berfungsi menghilangkan sisa-sisa gas yang terlarut terutama oksigen sehingga tidak terjadi korosi

Deaerator berfungsi untuk memanaskan air yang keluar dari alat penukar ion (*ion exchanger*) dan kondensat bekas sebelum dikirim sebagai air umpan ketel, Pada deaerator ini, air dipanaskan hingga 90°C supaya gas-gas yang terlarut dalam air, seperti O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub> dapat dihilangkan. Karena gas-gas tersebut dapat menimbulkan suatu reaksi kimia yang menyebabkan terjadinya bintik-bintik yang semakin menebal dan menutupi permukaan pipa-pipa dan hal ini akan menyebabkan korosi pada pipa-pipa ketel. Pemanasan dilakukan dengan menggunakan koil pemanas di dalam deaerator.

#### 4.5.1.3 Kebutuhan Air

##### a. Kebutuhan air pembangkit steam

Tabel 4.15 Kebutuhan air pembangkit *steam*



Nama alat	Jumlah (kg/jam)
HE-01	33.401
HE-02	17.912
HE-03	901
<b>Total</b>	<b>52.215</b>

Perancangan dibuat over design sebesar 20%

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan steam} &= 20\% \times 52215 \text{ kg/jam} \\ &= 62.658 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

b. Kebutuhan Air Proses Pendinginan

Tabel 4.16 Kebutuhan air proses pendinginan

Nama alat	Jumlah (kg/jam)
R-01	477.092
CL-01	1.141
<b>Total</b>	<b>478.233</b>

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan air pendingin} &= 20\% \times \mathbf{478.233} \text{ kg/jam} \\ &= 573,879 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

c. Kebutuhan Air Domestik

- Kebutuhan air karyawan

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

Diambil kebutuhan air tiap orang = 120 liter/hari  
= 5 kg/jam

Jumlah karyawan = 165 orang

Kebutuhan air untuk semua karyawan = 844 kg/jam

- Kebutuhan air untuk mess

Jumlah mess = 60 rumah

Penghuni mess = 70 orang

Kebutuhan air untuk mess = 21.000 kg/jam

Total kebutuhan air domestik = (844+21000) kg/jam

= 21.844 kg/jam

#### d. *Service Water*

Perkiraan kebutuhan air untuk pemakaian layanan umum seperti bengkel, laboratorium, masjid, kantin, pemadam kebakaran dll sebesar 700 kg/jam.

#### **4.5.2 Unit Pembangkit *Steam* (*Steam Generation System*)**

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

Kapasitas : 52.215 kg/jam

Jenis : *Water Tube Boiler*

Jumlah : 1 buah

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

Air dari *water treatment plant* yang akan digunakan sebagai umpan *boiler* terlebih dahulu diatur kadar silika, O<sub>2</sub>, Ca dan Mg yang mungkin masih terikut dengan jalan menambahkan bahan-bahan kimia ke dalam *boiler feed water tank*. Selain itu juga perlu diatur pH nya yaitu sekitar 10,5–11,5 karena pada pH yang terlalu tinggi korosivitasnya tinggi.

Sebelum masuk ke *boiler*, umpan dimasukkan dahulu ke dalam *economizer*, yaitu alat penukar panas yang memanfaatkan panas dari gas sisa pembakaran batubara yang keluar dari *boiler*. Di dalam alat ini air dinaikkan temperaturnya hingga 200<sup>0</sup>C, kemudian diumpankan ke *boiler*.

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

#### **4.5.3 Unit Pembangkit Listrik ( *Power Plant System* )**

Kebutuhan listrik pada pabrik ini dipenuhi oleh 2 sumber, yaitu PLN dan generator diesel. Selain sebagai tenaga cadangan apabila PLN mengalami gangguan, diesel juga dimanfaatkan untuk menggerakkan power - power yang

dinilai penting antara lain *boiler*, kompresor, pompa, Spesifikasi diesel yang digunakan adalah :

Kapasitas : 4.968 kW  
 Jenis : Generator Diesel  
 Jumlah : 1 buah

Prinsip kerja dari diesel ini adalah solar dan udara yang terbakar secara kompresi akan menghasilkan panas. Panas ini digunakan untuk memutar poros engkol sehingga dapat menghidupkan generator yang mampu menghasilkan tenaga listrik. Listrik ini didistribusikan ke panel yang selanjutnya akan dialirkan ke unit pemakai. Pada operasi sehari-hari digunakan listrik PLN 100%. Tetapi apabila listrik padam, operasinya akan menggunakan tenaga listrik dari diesel 100%. Kebutuhan listrik untuk alat proses terdapat pada table 4.16

Tabel 4.17 Kebutuhan Listrik Alat Proses

Alat	Daya	
	Hp	Watt
Reaktor	53	39.295
Pompa-01	1	791
Pompa-02	5	4.025
Pompa-03	9	6.790
Pompa-04	43	32.065
Pompa-05	5	3.729
Mixer	53	39158
Filter	0,05	39

Rotary Dryer	1	745
Screw Conveyor 1	4	3.180
Screw Conveyor 2	3	2.594
Blower	54	40.154
Bucket Elevator	1	937
<b>Total</b>	<b>116</b>	<b>173.146</b>

Kebutuhan listrik untuk utilitas terdapat pada table 4.18

Tabel 4.18 Kebutuhan Listrik Utilitas

Alat	Daya	
	Hp	Watt
Bak Penggumpal (Koagulasi dan Flokulasi)	2	1.491
Blower Cooling Tower	50	37.285
Pompa-01	108	81.801
Pompa-02	101	76.752
Pompa-03	76	57.932
Pompa-04	0,02	15
Pompa-05	88	66.931
Pompa-06	76	57.465

Pompa-07	31	23.590
Pompa-08	42	32.020
Pompa-09	12	9.097
Pompa-10	0,02	15
Pompa-11	249	2.071.057
Pompa-12	250	2.085.475
Pompa-13	2	1.248
Pompa-14	1	1.060
Pompa-15	21	15.969
Pompa-16	50	36.947
Pompa-17	0,03	22
Pompa-18	50	37.045
Pompa-19	5	3.939
Pompa-20	12	8.599
<b>Total</b>	<b>1.226</b>	<b>4.717.976</b>

Listrik untuk penerangan diperkirakan adalah sebesar 100 kW. Listrik untuk AC diperkirakan adalah sebesar 15 kW, listrik untuk laboratorium dan bengkel diperkirakan adalah sebesar 40 kW. Listrik untuk instrumentasi diperkirakan adalah sebesar 10 kW.

Total kebutuhan listrik pada pabrik silikon dioksida adalah sebesar:

**Tabel 4.19 Total Kebutuhan Listrik**

No	Keperluan	Kebutuhan (kW)
----	-----------	----------------

1	Kebutuhan Plant	
	a. Proses	173
	b. Utilitas	4.716
2	a. Listrik AC	15
	b. Listrik Penerangan	100
3	Laboratorium dan Bengkel	40
4	Instrumentasi	10
<b>Total</b>		<b>5.055</b>

#### 4.5.4 Unit Penyediaan Udara Tekan

Udara tekan diperlukan untuk pemakaian alat *pneumatic control*.

Total kebutuhan udara tekan diperkirakan 47 m<sup>3</sup>/jam.

#### 4.5.5 Unit Penyediaan Bahan Bakar

Unit ini bertujuan untuk menyediakan bahan bakar yang digunakan pada generator dan boiler. Bahan bakar yang digunakan untuk generator adalah solar (Industrial Diesel Oil) sebanyak 344 kg/jam yang diperoleh dari PT. Pertamina, Cilacap. Sedangkan bahan bakar yang dipakai pada boiler adalah fuel oil sebanyak 4.705 kg/jam yang juga diperoleh dari PT. Pertamina, Cilacap.

#### 4.5.6 Unit Pengolahan Limbah

Limbah yang dihasilkan dari proses di pabrik ini berupa limbah padat, dan limbah cair. Sebelum dibuang ke lingkungan, limbah-limbah

tersebut diolah terlebih dahulu hingga memenuhi baku mutu lingkungan.

Hal ini dilakukan agar limbah tersebut tidak mencemari lingkungan.

#### 1. Limbah Padat

Limbah padat yang dihasilkan dalam pabrik ini adalah lumpur (*sludge*) yang dihasilkan dari bak sedimentasi pada unit pengolahan air. Lumpur (*sludge*) ini bersifat tidak berbahaya sehingga dapat digunakan sebagai bahan penimbun. Limbah padat pada sanitasi akan diolah dalam *septic tank*.

#### 2. Limbah cair utilitas

Limbah cair yang dihasilkan dalam pabrik ini adalah:

##### a. Limbah cair proses

Limbah proses ini merupakan keluaran dari *filter*. Limbah yang keluar dari *filter* mengandung banyak air dari sisa pencucian. Limbah tersebut langsung dibuang ke Unit Pengolahan Limbah (UPL).

##### b. Limbah cair utilitas

- Air buangan sanitasi mengandung bakteri-bakteri dari berbagai sumber kotoran. Penanganan limbah ini dengan menggunakan lumpur aktif dan *cahypochloride* sebagai desinfektan.
- Air limbah dari laboratorium diolah melalui beberapa proses terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan karena mengandung zat-zat kimia. Proses pengolahan limbah cair ini adalah *physical treatment* (pengendapan, penyaringan), *chemical treatment* (penambahan bahan kimia, pengontrolan pH) dan *biological treatment*.



## **4.6 Organisasi Perusahaan**

### **4.6.1 Bentuk Perusahaan**

Dalam menjalankan pabrik silikon dioksida ini, diperlukan manajemen yang baik. Oleh karena itu diperlukan suatu struktur organisasi yang baik dan terstruktur, sehingga tanggung jawab dan pembagian tugas jelas, tanpa tumpang tindih, dan berjalan dengan baik. Pabrik silikon yang akan didirikan ini direncanakan berbentuk Perseroan Terbatas (PT). Perseroan Terbatas (PT) merupakan bentuk perusahaan yang mendapatkan modalnya dari penjualan saham dimana tiap sekutu turut mengambil bagian sebanyak satu saham atau lebih. Dalam Perseroan Terbatas (PT) pemegang saham hanya bertanggung jawab menyetor penuh jumlah yang disebutkan dalam tiap saham.

Untuk perusahaan-perusahaan skala besar, biasanya menggunakan bentuk Perseroan Terbatas (PT/korporasi), Perseroan Terbatas (PT) merupakan asosiasi pemegang saham yang diciptakan berdasarkan hukum dan dianggap sebagai badan hukum.

Alasan dipilihnya bentuk perusahaan (PT) ini adalah didasarkan beberapa faktor sebagai berikut :

- a. Mudah mendapatkan modal, yaitu dengan menjual saham perusahaan.
- b. Tanggung jawab pemegang saham terbatas, sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pimpinan perusahaan.

- c. Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin, karena tidak terpengaruh berhentinya pemegang saham, direksi beserta stafnya atau karyawan perusahaan.
- d. Efisiensi dari manajemen.
- e. Para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai dewan komisaris dan direktur yang cukup cakap dan berpengalaman.
- f. Lapangan usaha lebih luas
- g. Suatu PT dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat, sehingga dengan modal ini PT dapat memperluas usahanya.
- h. Merupakan badan usaha yang memiliki kekayaan tersendiri yang terpisah dari kekayaan pribadi.
- i. Mudah mendapatkan kredit dari bank dengan jaminan perusahaan.
- j. Mudah bergerak di pasar global.

#### **4.6.2 Struktur Organisasi**

Struktur organisasi merupakan salah satu faktor penting yang dapat menunjang kelangsungan dan kemajuan perusahaan, karena berhubungan dengan komunikasi yang terjadi dalam perusahaan demi tercapainya kerjasama yang baik antar karyawan. Untuk mendapatkan suatu sistem organisasi yang terbaik maka perlu diperhatikan beberapa azas yang dapat dijadikan pedoman antara lain (Zamani, 1998):

1. Perumusan tujuan perusahaan dengan jelas
2. Tujuan organisasi harus dipahami oleh setiap orang dalam organisasi

3. Tujuan organisasi harus diterima oleh setiap orang dalam organisasi
4. Adanya kesatuan arah (*unity of direction*)
5. Adanya kesatuan perintah (*unity of command*)
6. Adanya keseimbangan antara wewenang dan tanggung jawab
7. Adanya pembagian tugas (*distribution of work*)
8. Adanya koordinasi
9. Struktur organisasi disusun sederhana
10. Pola dasar organisasi harus relatif permanen
11. Adanya jaminan batas (*unity of tenure*)
12. Balas jasa yang diberikan kepada setiap orang harus setimpal dengan jasanya.
13. Penempatan orang harus sesuai keahliannya.

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

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

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

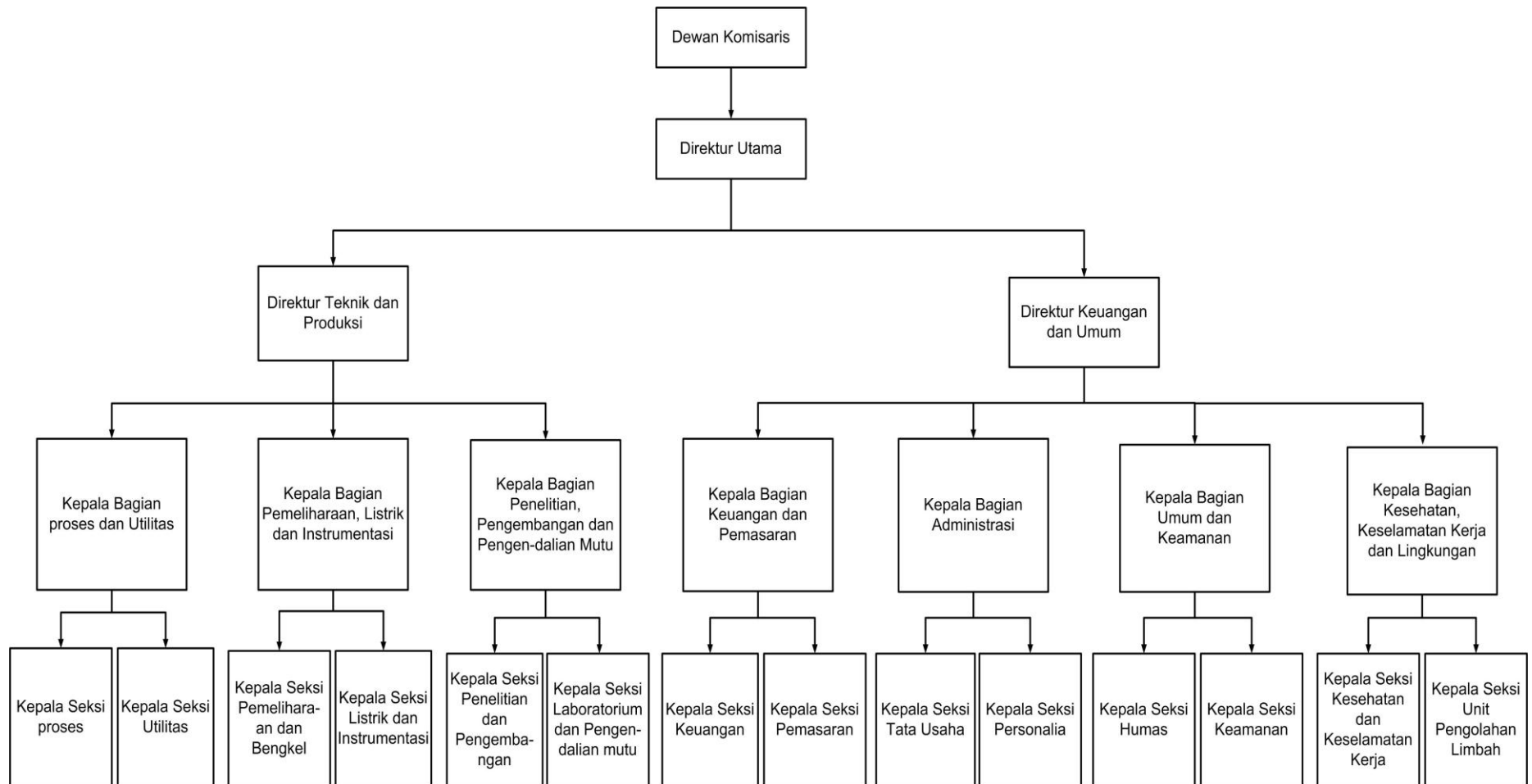
Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan, dalam pelaksanaan tugas sehari-harinya diwakili oleh seorang Dewan Komisaris, sedangkan tugas menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh seorang Direktur Utama yang dibantu oleh Direktur Teknik dan Produksi serta Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum. Dimana Direktur Teknik dan Produksi membawahi bidang produksi, pengendalian, utilitas dan pemeliharaan. Sedangkan Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum membawahi bidang pembelian dan pemasaran, administrasi, keuangan dan umum, serta penelitian dan pengembangan. Direktur ini membawahi beberapa kepala bagian yang bertanggung jawab atas bawahannya sebagai bagian dari pendelegasian wewenang dan tanggung jawab. Masing-masing kepala bagian akan membawahi beberapa seksi yang dikepalai oleh kepala seksi dan masing-masing seksi akan membawahi dan mengawasi para karyawan perusahaan pada masing-masing bidangnya. Karyawan perusahaan akan dibagi dalam beberapa kelompok regu yang dipimpin oleh masing-masing kepala regu, dimana kepala regu akan bertanggung jawab kepada pengawas pada masing-masing seksi.

Sedangkan untuk mencapai kelancaran produksi maka perlu dibentuk staf ahli yang terdiri dari orang-orang yang ahli di bidangnya. Staf ahli akan

memberikan bantuan pemikiran dan nasehat kepada tingkat pengawas, demi tercapainya tujuan perusahaan. Manfaat adanya struktur organisasi tersebut adalah sebagai berikut :

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

Berikut gambar struktur organisasi pabrik silikon dioksida dari asam sulfat dan sodium silikat dengan kapasitas 200.000 ton/tahun.



Gambar 4.7 Struktur Organisasi

### **4.6.3 Tugas dan Wewenang**

#### **4.6.3.1 Pemegang Saham**

Pemegang saham adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan yang mempunyai bentuk Perseroan Terbatas (PT) adalah Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS). Pada RUPS tersebut para pemegang saham berwenang:

1. Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris
2. Mengangkat dan memberhentikan direktur
3. Mengesahkan hasil-hasil usaha serta neraca perhitungan untung rugi tahunan dari perusahaan.

#### **4.6.3.2 Dewan Komisaris**

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

1. Menentukan *outline* dari kebijakan perusahaan.
2. Melakukan meeting tahunan dengan pemegang saham (RUPS).
3. Menanyakan laporan akuntabilitas direktur setiap periode.
4. Melakukan pengawasan dan supervise terhadap setiap kegiatan dan tanggung jawab direktur.

#### **4.6.3.3 Direktur Utama**

Direktur Utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab sepenuhnya terhadap maju mundurnya perusahaan. Direktur Utama bertanggung jawab kepada Dewan Komisaris atas segala

tindakan dan kebijaksanaan yang diambil sebagai pimpinan perusahaan. Direktur Utama membawahi Direktur Teknik dan Produksi serta Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum.

Tugas Direktur Utama antara lain:

Tugas kebijakan perusahaan dan mempertanggungjawabkan pekerjaannya pada pemegang saham pada akhir masa jabatannya.

Menjaga stabilitas organisasi perusahaan dan membuat kontinuitas hubungan yang baik antara pemilik saham, pimpinan, konsumen dan karyawan.

Mengangkat dan memberhentikan kepala bagian dengan persetujuan rapat pemegang saham.

Mengkoordinir kerjasama dengan Direktur Teknik dan Produksi serta Administrasi, Keuangan dan Umum.

Tugas Direktur Teknik dan Produksi antara lain:

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

Tugas Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum antara lain:

1. Bertanggung jawab kepada Direktur Utama dalam bidang administrasi, keuangan dan umum, pembelian dan pemasaran, serta penelitian dan pengembangan.



2. Mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala - kepala bagian yang menjadi bawahannya.

#### **4.6.3.4 Staff Ahli**

Staf ahli terdiri dari tenaga ahli yang bertugas membantu direksi dalam menjalankan tugasnya baik yang berhubungan dengan teknik maupun administrasi. Staf ahli bertanggung jawab kepada Direktur Utama sesuai dengan bidang keahliannya masing-masing.

Tugas dan wewenang:

1. Memberikan nasehat dan saran dalam perencanaan pengembangan perusahaan.
2. Memperbaiki proses dari pabrik atau perencanaan alat dan pengembangan produksi.
3. Mempertinggi efisiensi kerja.

#### **4.6.3.5 Kepala Bagian**

##### **1. Kepala Bagian Produksi**

Bertanggung jawab kepada Direktur Teknik dan Produksi dalam bidang mutu dan kelancaran produksi.

Kepala Bagian Produksi membawahi:

- a. Seksi Proses

Tugas Seksi Proses meliputi :

- 1) Menjalankan tindakan seperlunya pada peralatan produksi yang mengalami kerusakan, sebelum diperbaiki oleh seksi yang berwenang.

2) Mengawasi jalannya proses produksi.

b. Seksi Pengendalian

Tugas Seksi Pengendalian meliputi:

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

c. Seksi Laboratorium

Tugas Seksi Laboratorium meliputi:

- 1) Mengawasi dan menganalisa mutu bahan baku dan bahan pembantu,
- 2) Mengawasi dan menganalisa produk.
- 3) Mengawasi kualitas buangan pabrik.

**2. Kepala Bagian Teknik**

Tugas Kepala Bagian Teknik antara lain:

- a. Bertanggung jawab kepada Direktur Teknik dan Produksi dalam bidang utilitas dan pemeliharaan.
- b. Mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya.

Kepala Bagian Teknik membawahi:

a. Seksi Pemeliharaan

Tugas Seksi Pemeliharaan antara lain:

- 1) Melaksanakan pemeliharaan fasilitas gedung dan peralatan *table* pabrik.
- 2) Memperbaiki kerusakan peralatan pabrik.

b. Seksi Utilitas

Tugas Seksi Utilitas antara lain:

Melaksanakan dan mengatur sarana utilitas memenuhi kebutuhan proses, air, *steam*, dan tenaga listrik.

### **3. Kepala Bagian Pembelian dan Pemasaran**

Tugas Kepala Bagian Pembelian dan Pemasaran antara lain:

- a. Bertanggung jawab kepada Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum dalam bidang pengadaan bahan baku dan pemasaran hasil produksi.
- b. Mengkoordinir kepala - kepala seksi yang menjadi bawahannya.

Kepala bagian pembelian dan pemasaran membawahi:

#### a. Seksi Pembelian

Tugas Seksi Pembelian antara lain:

- 1) Melaksanakan pembelian barang dan peralatan yang dibutuhkan perusahaan.
- 2) Mengetahui harga pemasaran dan mutu bahan baku serta mengatur keluar masuknya bahan dan alat dari gudang.

#### b. Seksi Pemasaran

Tugas Seksi Pemasaran antara lain:

- 1) Merencanakan strategi penjualan hasil produksi.
- 2) Mengatur distribusi barang dari gudang

### **4. Kepala Bagian Keuangan, Administrasi, dan Umum**

Tugas Kepala Bagian Administrasi, Keuangan dan Umum antara lain:

- a. Bertanggung jawab kepada Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum dalam bidang administrasi dan keuangan, personalia dan humas, serta keamanan.

- b. Mengkoordinir kepala - kepala seksi yang menjadi bawahannya.

Kepala bagian administrasi, keuangan dan umum membawahi:

- a. Seksi Administrasi dan Keuangan

Tugas Seksi Administrasi dan Keuangan antara lain:

Menyelenggarakan pencatatan hutang piutang, administrasi persediaan kantor dan pembukuan serta masalah pajak.

- b. Seksi Personalia

Tugas Seksi Personalia antara lain:

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

- c. Seksi Humas

Tugas Seksi Humas antara lain:

Mengatur hubungan antara perusahaan dengan masyarakat di luar lingkungan perusahaan.

- d. Seksi Keamanan

Tugas Seksi Keamanan antara lain:

- 1) Menjaga semua bangunan pabrik dan fasilitas yang ada di perusahaan
- 2) Mengawasi keluar masuknya orang-orang baik karyawan maupun bukan ke dalam lingkungan perusahaan

- 3) Menjaga dan memelihara kerahasiaan yang berhubungan dengan intern perusahaan.

## **5. Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan**

Tugas Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan antara lain:

- a. Bertanggung jawab kepada Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum dalam bidang penelitian dan pengembangan produksi.
- b. Mengkoordinir kepala - kepala seksi yang menjadi bawahannya.

Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan membawahi:

- a. Seksi Penelitian
- b. Seksi Pengembangan

### **4.6.3.6 Kepala Seksi**

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

### **4.6.3.7 Status Karyawan**

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

a. Karyawan Tetap

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

b. Karyawan Harian

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

c. Karyawan Borongan

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

#### **4.6.4 Ketenagakerjaan**

##### **4.6.4.1 Cuti Tahunan**

Karyawan mempunyai hak cuti tahunan selama 12 hari setiap tahun. Bila dalam waktu 1 tahun hak cuti tersebut tidak dipergunakan maka hak tersebut akan hilang untuk tahun itu.

##### **4.6.4.2 Hari Libur Nasional**

Bagi karyawan harian (*non shift*), hari libur nasional tidak masuk kerja. Sedangkan bagi karyawan shift, hari libur nasional tetap masuk kerja dengan catatan hari itu diperhitungkan sebagai kerja lembur (*overtime*).

##### **4.6.4.3 Kerja Lembur (*Overtime*)**

Kerja lembur dapat dilakukan apabila ada keperluan yang mendesak dan atas persetujuan kepala bagian.

#### 4.6.4.4 Sistem Gaji Karyawan

Gaji karyawan dibayarkan setiap bulan pada tanggal 1 setiap bulan. Bila tanggal tersebut merupakan hari libur, maka pembayaran gaji dilakukan sehari sebelumnya.

Tabel 4.19 Gaji karyawan

Jabatan	Jumlah	Gaji/Bulan	Total Gaji
Direktur Utama	1	Rp 45.000.000	Rp 45.000.000
Direktur Teknik dan Produksi	1	Rp 30.000.000	Rp 30.000.000
Direktur Keuangan dan Umum	1	Rp 30.000.000	Rp 30.000.000
Staff Ahli	1	Rp 30.000.000	Rp 30.000.000
Ka. Bag. Produksi	1	Rp 30.000.000	Rp 30.000.000
Ka. Bag. Teknik	1	Rp 30.000.000	Rp 30.000.000
Ka. Bag. Pemasaran dan Keuangan	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
Ka. Bag. Administrasi dan Umum	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
Ka. Bag. Litbang	1	Rp	Rp

		20.000.000	20.000.000
Ka. Bag. Humas dan Keamanan	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
Ka. Bag. K3	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
Ka. Bag. Pemeliharaan, Listrik, dan Instrumentasi	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
Ka. Sek. Utilitas	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
Ka. Sek. Proses	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
Ka. Sek. Bahan Baku dan Produk	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
Ka. Sek. Pemeliharaan	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
Ka. Sek. Listrik dan Instrumentasi	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
Ka. Sek. Laboratorium	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
Ka. Sek. Keuangan	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
Ka. Sek. Pemasaran	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000



Ka. Sek. Personalia	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
Ka. Sek. Humas	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
Ka. Sek. Keamanan	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
Ka. Sek. K3	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
Karyawan Personalia	5	Rp 8.000.000	Rp 40.000.000
Karyawan Humas	5	Rp 8.000.000	Rp 40.000.000
Karyawan Litbang	5	Rp 8.000.000	Rp 40.000.000
Karyawan Pembelian	5	Rp 8.000.000	Rp 40.000.000
Karyawan Pemasaran	5	Rp 8.000.000	Rp 40.000.000
Karyawan Administrasi	5	Rp 8.000.000	Rp 40.000.000
Karyawan Kas/Anggaran	5	Rp 8.000.000	Rp 40.000.000
Karyawan Proses	17	Rp	Rp

		10.000.000	170.000.000
Karyawan Pengendalian	4	Rp 10.000.000	Rp 40.000.000
Karyawan Laboratorium	7	Rp 10.000.000	Rp 70.000.000
Karyawan Pemeliharaan	5	Rp 10.000.000	Rp 50.000.000
Karyawan Utilitas	7	Rp 10.000.000	Rp 70.000.000
Karyawan K3	7	Rp 10.000.000	Rp 70.000.000
Operator Proses	9	Rp 7.000.000	Rp 126.000.000
Operator Utilitas	10	Rp 7.000.000	Rp 63.000.000
Security	8	Rp 5.000.000	Rp 40.000.000
Sekretaris	4	Rp 7.000.000	Rp 28.000.000
Dokter	3	Rp 9.000.000	Rp 27.000.000
Perawat	3	Rp 4.500.000	Rp 13.500.000

Supir	5	Rp 4.000.000	Rp 20.000.000
Cleaning Service	8	Rp 4.000.000	Rp 32.000.000
<b>Total</b>	<b>165</b>	<b>Rp 738.500.000</b>	<b>Rp 1.674.500.000</b>

#### 4.6.4.5 Jam Kerja Karyawan

Berdasarkan jam kerjanya, karyawan perusahaan dapat digolongkan menjadi 2 golongan karyawan non-shift (harian) dan karyawan shift.

##### 1. Jam kerja karyawan non-shift

Karyawan *non shift* adalah para karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Yang termasuk para karyawan *non shift* adalah : Direktur Utama, Direktur Teknik dan Produksi, Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum, Kepala Bagian serta bawahan yang berada di kantor, Karyawan *non shift* dalam satu minggu bekerja selama 5 hari dengan jam kerja sebagai berikut :

Senin – Kamis

Jam Kerja : 07.00 – 12.00 dan 13.00 – 16.00

Istirahat : 12,00 – 13,00

Jumat

Jam Kerja : 07.00 – 11.30 dan 13.30 – 17.00

Istirahat : 11.30 – 13.30



Pagi	A	A	D	D	C	C	B	B
Sore	B	B	A	A	D	D	C	C
Malam	C	C	B	B	A	A	D	D
Libur	D	D	C	C	B	B	A	A

#### 4.6.5 Fasilitas Karyawan

Tersedia fasilitas yang memadai dapat meningkatkan kelangsungan produktifitas karyawan dalam suatu perusahaan. Adanya fasilitas dalam perusahaan bertujuan agar kondisi jasmani dan rohani karyawan tetap terjaga dengan baik, sehingga karyawan tidak merasa jenuh dalam menjalankan tugas sehari-harinya dan kegiatam yang ada dalam perusahaan dapat berjalan dengan lancar. Sehubungan dengan hal tersebut, maka perusahaan menyediakan fasilitas yang bermanfaat dalam lingkungan perusahaan yang berhubungan dengan kepentingan para karyawan.

Adapun fasilitas yang diberikan perusahaan adalah :

##### a. Poliklinik

Untuk meningkatkan efisiensi produksi, faktor kesehatan karyawan merupakan hal yang sangat berpengaruh. Oleh karena itu perusahaan meyediakan fasilitas poliklinik yang ditangani oleh Dokter dan Perawat.

##### b. Pakaian kerja

Untuk menghindari kesenjangan antar karyawan, perusahaan memberikan dua pasang pakaian kerja setiap tahun, selain itu juga disediakan masker sebagai alat pengaman kerja.

c. Makan dan minum

Perusahaan menyediakan makan dan minum 1 kali sehari yang rencananya akan dikelola oleh perusahaan catering yang ditunjuk oleh perusahaan.

d. Koperasi

Koperasi karyawan didirikan untuk mempermudah karyawan dalam hal simpan pinjam, memenuhi kebutuhan pokok dan perlengkapan rumah tangga serta kebutuhan lainnya.

e. Tunjangan Hari Raya (THR)

Tunjangan ini diberikan setiap tahun, yaitu menjelang hari raya Idul Fitri dan besarnya tunjangan tersebut sebesar satu bulan gaji.

f. Jamsostek

Merupakan asuransi pertanggungjawaban jiwa dan asuransi kecelakaan.

g. Masjid dan Kegiatan kerohanian

Perusahaan membangun tempat ibadah (masjid) agar karyawan dapat menjalankan kewajiban rohaninya dan melaksanakan aktifitas keagamaan lainnya.

h. Transportasi

Untuk meningkatkan produktifitas dan memperingan beban pengeluaran karyawan, perusahaan memberikan uang transport tiap hari yang penyerahannya bersamaan dengan penerimaan gaji tiap bulan.

i. Hak Cuti

1) Cuti Tahunan

Diberikan kepada karyawan selama 12 hari kerja dalam 1 tahun.

2) Cuti Massal

Setiap tahun diberikan cuti missal untuk karyawan bertepatan dengan hari raya Idul Fitri selama 4 hari kerja.

#### **4.6.6 Penggolongan Jabatan dan Keahlian**

##### **4.6.6.1 Jabatan dan Keahlian**

Masing-masing jabatan dalam struktur organisasi diisi oleh orang-orang dengan spesifikasi pendidikan yang sesuai dengan jabatan dan tanggung jawab. Jenjang pendidikan karyawan yang diperlukan berkisar dari Sarjana S-1 sampai lulusan SMA. Perinciannya sebagai berikut:

Tabel 4.20 Jabatan dan keahlian

<b>Jabatan</b>	<b>Pendidikan</b>
Direktur utama	S-2
Direktur	S-2
Kepala Bagian	S-1
Kepala Seksi	S-1
Staff Ahli	S-1
Sekretaris	S-1
Dokter	S-1
Perawat	D-3/S-1
Karyawan	S-1
Sopir	SLTA
Cleaning Service	SLTA
Satpam	SLTA

#### **4.7 Evaluasi Ekonomi**

Evaluasi ekonomi pada perancangan pabrik dilakukan untuk mengetahui apakah pabrik yang dirancang menguntungkan atau tidak. Dan untuk mendapatkan perkiraan/estimasi tentang kelayakan investasi modal dalam suatu kegiatan produksi suatu pabrik dengan meninjau kebutuhan modal investasi, besarnya laba yang diperoleh, lamanya modal investasi dapat dikembalikan dan



terjadinya titik impas atau titik dimana pabrik tidak untung dan tidak rugi.

Perhitungan evaluasi ekonomi meliputi :

1. Investasi modal (*Capital Investment*)
  - a. Modal Tetap (*Fixed Capital Investment*)
  - b. Modal Kerja (*Working Capital*)
2. Biaya Produksi (*Manufacturing Cost*)
  - a. Biaya Produksi Langsung (*Direct Manufacturing Cost*)
  - b. Biaya Produksi Tidak Langsung (*Indirect Manufacturing Cost*)
  - c. Biaya Produksi Tetap (*Fixed Manufacturing Cost*)
3. Pengeluaran Umum (*General Expense*)
4. Analisa Keuntungan
5. Analisa Kelayakan

#### **4.7.1 Penaksiran Harga Peralatan**

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

Pabrik silikon dioksida beroperasi selama satu tahun produksi yaitu 330 hari, dan tahun evaluasi pada tahun 2019. Di dalam analisa ekonomi harga–harga alat maupun harga–harga lain diperhitungkan pada tahun analisa. Untuk mencari harga pada tahun analisa, maka dicari index pada tahun analisa.

Harga indeks tahun 2019 diperkirakan secara garis besar dengan data indeks dari tahun 1987 sampai 2019, dicari dengan persamaan regresi linier.

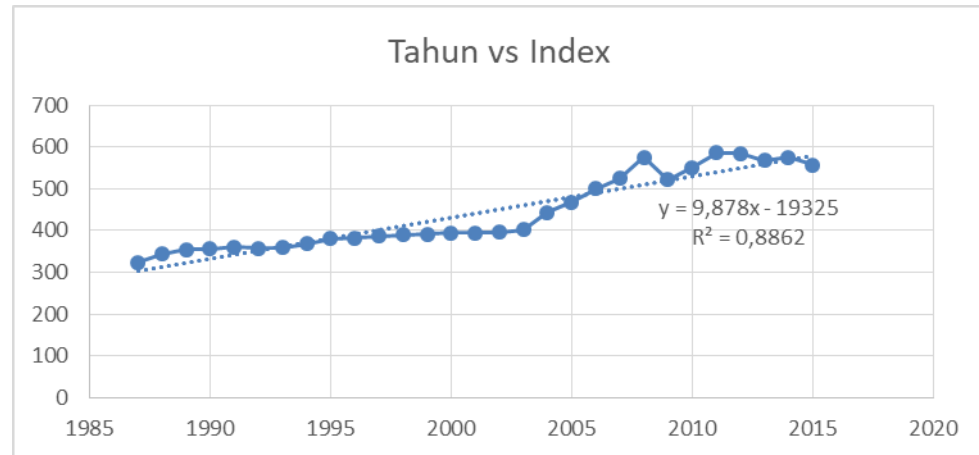
Tabel 4.21 Harga indeks

No	(Xi)	Indeks (Yi)
1	1987	324
2	1988	343
3	1989	355
4	1990	356
5	1991	361,3
6	1992	358,2
7	1993	359,2
8	1994	368,1
9	1995	381,1
10	1996	381,7
11	1997	386,5
12	1998	389,5
13	1999	390,6

14	2000	394,1
15	2001	394,3
16	2002	395,6
17	2003	402
18	2004	444,2
19	2005	468,2
20	2006	499,6
21	2007	525,4
22	2008	575,4
23	2009	521,9
24	2010	550,8
25	2011	585,7
26	2012	584,6
27	2013	567,3
28	2014	576,1
29	2015	556,8

Sumber: *Chemical Engineering Plant Cost Index* (CEPCI)

([www.mache.com](http://www.mache.com))



Gambar 4.8 Tahun vs index harga

Berdasarkan data tersebut, maka persamaan regresi linier yang diperoleh adalah  $y = 9,878x - 19325$ . Pabrik silikon dioksida dengan kapasitas 200.000 ton/tahun akan dibangun pada tahun 2019, maka dari persamaan regresi linier diperoleh indeks sebesar 618,682.

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

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

Keterangan :

Ex = Harga pembelian alat pada tahun 2019

Ey = Harga pembelian alat pada tahun referensi

Nx = Indeks harga pada tahun 2019

$N_y$  = Indeks harga pada tahun referensi

Berikut adalah hasil perhitungan menggunakan rumus tersebut:

**Tabel 4. 22 Harga alat proses**

No.	Nama alat	Kode	Jumlah	Harga Total
1	Tangki Penyimpanan H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	T-01	1	\$ 824.551
2	Tangki Penyimpanan H <sub>2</sub> O	T-02	1	\$ 660.565
3	Tangki Penyimpanan Na <sub>2</sub> O.3,3SiO <sub>2</sub>	T-03	1	\$ 952.562
4	Silo	S-04	1	\$ 260.532
5	Mixer	M-01	1	\$ 1.922.951
6	Reaktor	R-01	1	\$ 1.244.989
7	Filter	F-01	1	\$ 893.497
8	Rotary Dryer	RD- 01	1	\$ 136.495
9	Heater 1	HE- 01	1	\$ 260.424
10	Heater 2	HE-	1	\$

		01		51.440
11	Heater 3	HE-02	1	\$ 12.028
12	Cooler 1	CL-01	1	\$ 139.179
13	Screw Conveyor 1	SC-01	1	\$ 30.499
14	Screw Conveyor 2	SC-02	1	\$ 28.351
15	Fan	L-01	2	\$ 3.866
16	Belt Elevator	BE-01	2	\$ 38.017
17	Pompa 1	P-03	2	\$ 68.086
18	Pompa 2	P-04	2	\$ 48.111
19	Pompa 3	P-05	2	\$ 48.111
20	Pompa 4	P-06	2	\$ 88.920
21	Pompa 5	P-07	2	\$ 88.920

**Tabel 4.23 Harga alat utilitas**

No	Nama Alat	Jumlah	Total Harga
----	-----------	--------	-------------

1	Screening	1	\$ 25.881
2	Reservoir	1	\$ 1.611
3	Bak Penggumpal	1	\$ 1.611
4	Bak Pengendap I	1	\$ 1.611
5	Bak Pengendap II	1	\$ 1.611
6	Sand Filter	1	\$ 7.410
7	Bak Air Penampung Sementara	1	\$ 1.611
8	Bak Air Pendingin	1	\$ 10.417
9	Cooling Tower	1	\$ 10.417
10	Blower Cooling Tower	1	\$ 164.773
11	Deaerator	1	\$ 1.396
12	Mixed Bed	1	\$ 237.979
13	Boiler	1	\$ 3.544
14	Tangki Alum	1	\$ 7.947
15	Tangki Kaporit	1	\$ 752
16	Tangki Klorinasi	1	\$ 11.491

17	Tangki Air Bersih	1	\$ 84.410
18	Tangki NaCl	1	\$ 4.296
19	Tangki Air Demin	1	\$ 15.412
20	Tangki Hydrazine	1	\$ 6.336
21	Tangki Air Bertekanan	1	\$ 13.397
22	Tangki Service Water	1	\$ 13.397
23	Pompa 1	2	\$ 53.051
24	Pompa 2	2	\$ 53.051
25	Pompa 3	2	\$ 53.051
26	Pompa 4	2	\$ 9.450
27	Pompa 5	2	\$ 53.051
28	Pompa 6	2	\$ 52.192
29	Pompa 7	2	\$ 52.192
30	Pompa 8	2	\$ 52.192
31	Pompa 9	2	\$ 52.192
32	Pompa 10	2	\$ 9.450



33	Pompa 11	2	\$ 16.753
34	Pompa 12	2	\$ 16.753
35	Pompa 13	2	\$ 9.450
36	Pompa 14	2	\$ 9.450
37	Pompa 15	2	\$ 50.044
38	Pompa 16	2	\$ 50.044
39	Pompa 17	2	\$ 35.439
40	Pompa 18	2	\$ 48.111
41	Pompa 19	2	\$ 42.742
42	Pompa 20	2	\$ 48.111
43	Pompa 21	2	\$ 13.531
44	Tangki Bahan Bakar	1	\$ 18.364
45	Kompresor	2	\$ 11.813
	<b>Total</b>	<b>67</b>	<b>\$ 1.484.184</b>

#### 4.7.2 Dasar Perhitungan

Kapasitas produksi Phosgene = 200,000 ton/tahun

Satu tahun operasi = 330 hari

Umur pabrik	= 10 tahun
Pabrik didirikan pada tahun	= 2019
Kurs mata uang	= 1 US\$ = Rp 14,400,-

#### 4.6.1 Perhitungan Biaya

##### 4.7.3.1 Capital Investment

*Capital Investment* adalah banyaknya pengeluaran–pengeluaran yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas–fasilitas pabrik dan untuk mengoperasikannya.

Capital *investment* terdiri dari:

##### a. Fixed Capital Investment

*Fixed Capital Investment* adalah biaya yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas – fasilitas pabrik.

Tabel 4.24 *Fixed capital investment*

No.	Komponen	Rp
1	<i>Delivered Equipment Cost</i>	33.320.804.833
2	<i>Installation</i>	19.880.025.184
3	<i>Piping</i>	24.161.748.605
4	<i>Instrumentation</i>	17.299.051.176
5	<i>Insulation</i>	4.991.178.891
6	<i>Electrical</i>	19.992.482.900
7	Pembelian Tanah dan Perbaikan	411.500.000.000

Tabel 4.25 Lanjutan

8	Bangunan dan Perlengkapan	115.100.000.000
9	<b><i>Physical Plant Cost (PPC)</i></b>	<b>155.905.702.184</b>
10	<b><i>Direct Plant Cost (DPC)</i></b>	<b>935.434.213.105</b>
11	<i>Contractor's Fee (10% DPC)</i>	37.417.368.524
12	<i>Contingency (15% DPC)</i>	93.543.421.310
<b><i>Fixed Capital Investment (FCI)</i></b>		<b>1.066.395.002.940</b>

**b. Working Capital Investment**

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

Tabel 4.26 *Working capital investment*

No.	Komponen	Rp
1	<i>Raw material inventory</i>	543.901.015.543
2	<i>In process inventory</i>	367.003.382.973
3	<i>Product inventory</i>	734.006.765.945
4	<i>Extended credit</i>	1.099.636.363.636
5	<i>Available cash</i>	734.006.765.945
<b><i>Working Capital Investment (WCI)</i></b>		<b>3.478.554.294.043</b>

**4.7.3.2 Manufacturing Cost**

*Manufacturing Cost* merupakan jumlah *Direct*, *Indirect* dan *Fixed Manufacturing Cost*, yang bersangkutan dalam pembuatan produk.

Menurut Aries & Newton, 1955 *Manufacturing Cost* meliputi :

a. *Direct Cost*

*Direct Cost* adalah pengeluaran yang berkaitan langsung dengan pembuatan produk.

b. *Indirect Cost*

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

c. *Fixed Cost*

*Fixed Cost* adalah biaya–biaya tertentu yang selalu dikeluarkan baik pada saat pabrik beroperasi maupun tidak atau pengeluaran yang bersifat tetap tidak tergantung waktu dan tingkat produksi.

Tabel 4.27 *Manufacturing capital investment*

No.	Komponen	Rp
1.	Bahan baku proses	1.944.303.723.658
2.	<i>Labor</i>	20.094.000.000
3.	Supervisi	2.009.400.000
4.	<i>Maintenance</i>	21.327.900.059
5.	<i>Plant supplies</i>	3.199.185.009
6.	<i>Royalties and patent</i>	40.320.000.000
7.	Bahan baku utilitas	286.793.932.781
<b><i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i></b>		<b>2.368.048.141.506</b>
8.	<i>Payroll overhead</i>	3.014.100.000

9.	<i>Laboratory</i>	2.009.400.000
10.	<i>Plant overhead</i>	10.047.000.000
11.	<i>Packaging and shipping</i>	201.600.000.000
<b><i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i></b>		<b>216.670.500.000</b>

Tabel 4.28 Lanjutan

12.	<i>Depreciation</i>	85.311.600.235
13.	<i>Property tax</i>	10.663.950.029
14.	<i>Insurance</i>	10.663.950.029
<b><i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i></b>		<b>106.639.500.294</b>
<b><i>Manufacturing Cost</i></b>		<b>2.691.358.141.800</b>

#### 4.7.3.3 General Expense

*General Expense* atau pengeluaran umum meliputi pengeluaran-pengeluaran yang berkaitan dengan fungsi perusahaan yang tidak termasuk *Manufacturing Cost*. *General expense* ini meliputi biaya administrasi, penjualan produk, penelitian, dan biaya pembelanjaan.

Tabel 4.29 *General Expense*

No.	Komponen	Rp
1	<i>Administration</i>	80.740.744.254
2	<i>Sales expense</i>	457.530.884.106
3	<i>Research</i>	215.308.651.344

4	<i>Finance</i>	181.797.971.879
<b><i>General Expende (GE)</i></b>		<b>935.378.251.583</b>

#### 4.7.4 Analisa Kelayakan

Untuk dapat mengetahui keuntungan yang diperoleh tergolong besar atau tidak, sehingga dapat dikategorikan apakah pabrik tersebut potensial atau tidak, maka dilakukan suatu analisa atau evaluasi kelayakan. Beberapa cara yang digunakan untuk menyatakan kelayakan adalah:

##### 4.7.4.1 Percent Return On Investment

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

$$ROI = \frac{\text{Profit (Keuntungan)}}{\text{Fixed Capital Investment (FCI)}} \times 100\%$$

dengan :

$P_{rb}$  = ROI sebelum pajak, dinyatakan dalam desimal

$P_{ra}$  = ROI setelah pajak, dinyatakan dalam desimal

$P_b$  = Keuntungan sebelum pajak per satuan produksi

$P_a$  = Keuntungan setelah pajak per satuan produksi

$r_a$  = Kapasitas produksi tahunan

$I_f$  = *Fixed capital investmen*

Besar kecilnya ROI bervariasi tergantung pada derajat resiko atau kemungkinan kegagalan yang terjadi. Untuk kategori *low risk chemical industry*,

minimum *acceptable ROI before tax* adalah sebesar 11% (Aries and Newton, 1955).

ROI sebelum pajak = 40 %

ROI sesudah pajak = 20 %

Pabrik silikon dioksida ini masih masuk dalam batas *ROI before tax* yang disyaratkan, yaitu diatas 11 – 44 %.

#### 4.7.4.2 *Pay Out Time (POT)*

*Pay Out Time (POT)* adalah jangka waktu pengembalian investasi (modal) berdasarkan keuntungan perusahaan dengan mempertimbangkan depresiasi.

Berikut adalah persamaan untuk POT:

$$POT = \frac{\text{Fixed Capital Investment}}{(\text{Keuntungan Tahunan} + \text{Depresiasi})}$$

POT sebelum pajak = 2,1 tahun

POT sesudah pajak = 3,6 tahun

Untuk kategori *low risk chemical industry, maximum acceptable POT before tax* adalah 5 tahun (Aries and Newton, 1955). Pabrik silikon dioksida ini masih masuk dalam batas *POT before tax* yang disyaratkan, yaitu di bawah 5 tahun.

#### 4.7.4.3 *Break Even Point (BEP)*

*Break Even Point (BEP)* adalah :

- a. Titik impas produksi (suatu kondisi dimana pabrik tidak mendapatkan keuntungan maupun kerugian).

- b. Titik yang menunjukkan pada tingkat berapa biaya dan penghasilan jumlahnya sama. Dengan BEP kita dapat menentukan harga jual dan jumlah unit yang dijual secara minimum dan berapa harga serta unit penjualan yang harus dicapai agar mendapat keuntungan.
- c. Kapasitas produksi pada saat *sales* sama dengan *total cost*. Pabrik akan rugi jika beroperasi dibawah BEP dan akan untung jika beroperasi diatas BEP.

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

Dalam hal ini:

*Fa* : *Annual Fixed Manufacturing Cost* pada produksi maksimum

*Ra* : *Annual Regulated Expenses* pada produksi maksimum

*Va* : *Annual Variable Value* pada produksi maksimum

*Sa* : *Annual Sales Value* pada produksi maksimum

#### **Annual Fixed Expanse (Fa)**

*Depreciation* = Rp 85.311.600.235

*Property taxes* = Rp 10.663.950.029

*Insurance* = Rp 10.663.950.029

**Fa = Rp 106.639.500.294**



**Annual Regulated Expenses (Ra)**

*Labor cost* = Rp 20.094.000.000

*Plant overhead* = Rp 10.047.000.000

*Supervisor* = Rp 2.009.400.000

*Laboratory* = Rp 2.009.400.000

*General expense* = Rp 935.378.251.583

*Payroll overhead* = Rp 3.014.100.000

*Maintenance* = Rp 21.327.900.059

*Plant supplies* = Rp 3.199.185.009

**Ra** = **Rp 997.079.236.651**

**Annual Variable Expense (Va)**

*Raw material* = Rp 1.994.303.723.658

*Packaging & shipping* = Rp 201.600.000.000

*Utilitas* = Rp 286.793.932.781

$$\text{Royalties} = \text{Rp } 40.320.000.000$$

$$\mathbf{Va} = \mathbf{Rp } 2.523.017.656.439$$

$$\text{BEP} = 47,30 \%$$

#### 4.7.4.4 Shut Down Point (SDP)

*Shut Down Point* (SDP) adalah :

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

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

$$\text{SDP} = 34,13\%$$

#### 4.7.4.5 Discounted Cash Flow Rate Of Return (DCFR)

*Discounted Cash Flow Rate Of Return* ( DCFR ) adalah:

- a. Analisa kelayakan ekonomi dengan menggunakan DCFR dibuat dengan menggunakan nilai uang yang berubah terhadap waktu dan dirasakan atau investasi yang tidak kembali pada akhir tahun selama umur pabrik.
- b. Laju bunga maksimal dimana suatu proyek dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada bank selama umur pabrik.
- c. Merupakan besarnya perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahun, didasarkan atas investasi yang tidak kembali pada setiap akhir tahun selama umur pabrik.

Persamaan untuk menentukan DCFR :

$$(FC+WC)(1+i)^N = C \sum_{n=0}^{n=N-1} (1+i)^N + WC + SV$$

Dimana:

FC : *Fixed capital*

WC: *Working capital*

SV : *Salvage value*

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

n : Umur pabrik = 10 tahun

i : Nilai DCFR

Dengan *trial and error* diperoleh  $i = DCF = 8,71 \%$

DCF lebih besar dibandingkan suku bunga pinjaman ( $\pm 5,25\%$ ), sehingga memenuhi persyaratan yaitu DCF didapatkan lebih dari 1,5 kali suku bunga pinjaman bank yang berlaku.

#### 4.7.5 Analisa Keuntungan

Harga jual produk SiO <sub>2</sub>	= Rp 20.043 /kg
<i>Annual Sales</i> (Sa)	= Rp 4.032.000.000.000
<i>Total Cost</i>	= Rp 3.626.736.393.383
Keuntungan sebelum pajak	= Rp 405.263.606.617
Pajak Pendapatan	= 50%
Keuntungan setelah pajak	= Rp 202.631.803.308

## Grafik Analisis Kelayakan

Gambar 4.2 Grafik Analisis Kelayakan

### **Keterangan :**

Fa = Annual Fixed Cost

Va = Annual Variable Cost

Ra = Annual Regulated Cost

Sa = Annual Sales Cost (Sa)

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan analisa, baik yang ditinjau secara teknis maupun ekonomi, maka dalam pra rancangan pabrik silikon dioksida diperoleh kesimpulan sebagai Berikut:

1. Pabrik silikon dioksida didirikan dengan pertimbangan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, mengurangi ketergantungan impor, memberikan lapangan pekerjaan dan meningkatkan pertumbuhan ekonomi.
2. Pabrik silikon dioksida akan didirikan dengan kapasitas 200.000 ton/tahun, dengan bahan baku asam sulfat sebanyak 12.730,15 kg/jam dan sodium silikat sebanyak 176.597,90 kg/jam.
3. Pabrik akan didirikan di Kabupaten Karawang, Jawa Barat, dengan pertimbangan untuk mendapatkan bahan baku, tenaga kerja, pengembangan pabrik, ketersediaan air dan listrik, serta mempunyai prospek pemasaran yang baik karena lokasinya yang tepat.
4. Berdasarkan kondisi operasi, sifat-sifat bahan baku dan produk, serta prosesnya, maka pabrik silikon dioksida tergolong pabrik berisiko rendah.
5. Berdasarkan analisis ekonomi, maka didapatkan hasil sebagai berikut:

**Tabel 5.1** Hasil analisa ekonomi

No.	Parameter kelayakan	Perhitungan	Standar kelayakan (Aries and Newton, 1945)
1.	<i>Profit</i> sebelum pajak	Rp. 458.057.589.744	
2.	<i>Profit</i> sesudah pajak	Rp. 229.028.794.872	
3.	ROI sebelum pajak	40%	<i>Low risk</i>
4.	ROI sesudah pajak	20%	Minimum 11 %
5.	POT sebelum pajak	2,1 tahun	<i>Low risk</i>
6.	POT sesudah pajak	3,6 tahun	Maksimum 5 tahun
7.	DCFR	8,71 %	1,5 x bunga simpanan
8.	BEP	47,30 %	40 % - 60 %
9.	SDP	34,13 %	

Berdasarkan hasil analisis diatas, dapat disimpulkan bahwa pabrik silikon dioksida dari asam sulfat dan sodium silikat dengan kapasitas 200.000 ton/tahun layak dan menarik untuk dikaji lebih lanjut.

## **5.2 Saran**

Perancangan suatu pabrik kimia diperlukan pemahaman konsep-konsep dasar yang dapat meningkatkan kelayakan pendirian suatu pabrik kimia diantaranya sebagai berikut :

1. Optimasi pemilihan seperti alat proses, alat penunjang dan bahan baku perlu diperhatikan sehingga akan lebih mengoptimalkan keuntungan yang diperoleh.
2. Perancangan pabrik kimia tidak lepas dari produksi limbah, sehingga diharapkan berkembangnya pabrik-pabrik kimia yang lebih ramah lingkungan.
3. Produk silikon dioksida dapat direalisasikan sebagai sarana untuk memenuhi kebutuhan dimasa mendatang yang jumlahnya semakin meningkat.



## DAFTAR PUSTAKA

- Aries, R.S., and Newton, R.D. 1955. *Chemical Engineering Cost Estimation*. Mc Graw Hill Handbook Co., Inc. New York
- Austin, G.T. 1984. *Shreve's Chemical Process Industries, 5th ed.* Mc Graw Hill Book Co., Inc. New York
- Badan Pusat Statistik. 2018. Statistic Indonesia. *www.bps.go.id*. Diakses pada tanggal 26 Februari 2018 pukul 10.00 WIB
- Brown, G.G. 1978. *Unit Operations*. John Wiley and Sons Inc. New York
- Brownell, L.E. and Young, E.H. 1979. *Process Equipment Design*. John Wiley and Sons Inc. New York.
- Coulson, J. M. and Richardson, J. F. 1983. *Chemical Engineering, 1st edition, Volume 6*. Pergason Press. Oxford.
- Kern, D.Q. 1950. *Process Heat Transfer*. Mc. Graw-Hill International Book Company Inc. New York.
- Kirk, R. E., and Othmer D. F. 1998. *Encyclopedia of Chemical Technology, 4th ed.* The Interscience Encyclopedia Inc. New York.
- Matche. 2018. *equipment cost*. *http://www.matche.com/*. Diakses pada tanggal 17 Juli 2018 pukul 19.50 WIB
- Peters, M., Timmerhause, K., dan West, R. 2003. *Plant Design and Economics for Chemical engineers*. McGraw Hill. New York.
- Perry, R. H., and Green, D. W. 2008. *Perry's Chemical Engineers, 7th ed.* McGraw Hill Companies Inc. USA.

- Powell, S.P., 1954, *Water Conditioning for Industry*, Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York
- Prakoso, Wisnu Subarkah Adi and , Ir. Nur Hidayati, M.T.. ph.D. 2018. *Prarancangan Pabrik Sodium Dodekilbenzena Sulfonat Dari Dodekilbenzena Dan Oleum 20% Kapasitas Produksi 45.000 Ton/Tahun*. <http://eprints.ums.ac.id/49323/>. Diakses pada tanggal 5 Maret 2018 pukul 13.20 WIB
- P.T Asahimas Chemical. 2018. Natrium Hidroksida. <https://www.asc.co.id/>. Diakses pada tanggal 5 Maret pukul 10.00 WIB
- P.T Indonesian Acid Industry. 2018. Oleum 20%. <http://www.indoacid.com/>. Diakses pada tanggal 5 Maret pukul 10.05 WIB
- P.T Unggul Indah Cahaya. 2018. *Alkylbenzene*. <http://www.uic.co.id/>. Diakses pada tanggal 5 Maret 2018 pukul 10.10 WIB
- R.K.Sinnot. 1983. *An Introduction to Chemical Engineering Design*. Pergamon Press. Oxford.
- Ulrich, G.D., 1984, *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*, John Wiley and Sons, inc., New York.
- Yaws, C.L. 1999. *Chemical Properties Handbook*. Mc Graw Hill Handbooks. New York.
- Wallas, S.M. *Chemical Process Equipment*. Mc. Graw Hill Book Koagakusha Company. Tokyo.

# LAMPIRAN A

## LAMPIRAN

### REAKTOR

Jenis	= Reaktor alir tangki Berpengaduk (RATB)
Fase	= Cair - Cair
Bentuk	= Tangki Silinder
Bahan	= Stainless Steel 316 AISI ( 18Cr, 12Ni, 2.5Mo)
Suhu Operasi	= 90 °C
Tekanan	= 1 atm
Waktu Tinggal ( $\theta$ )	= 30 menit
Konversi terhadap Alkylbenzene	= 90%

#### A. Menghitung Densitas Cairan

Komponen	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa (xi)	$\rho_i$ (kg/m <sup>3</sup> )	$\rho_i \cdot x_i$ (kg/m <sup>3</sup> )
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	12475.55	0.03	1752.04	51.30
H <sub>2</sub> O dalam H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	237035.46	0.56	965.78	537.24
Na <sub>2</sub> O.3,3SiO <sub>2</sub>	66224.21	0.16	4912.15	763.43
H <sub>2</sub> O dalam Na <sub>2</sub> O.3,3SiO <sub>2</sub>	110373.69	0.26	965.78	250.16
<b>Total</b>	<b>426108.91</b>	<b>1.00</b>		<b>1602.13</b>

Densitas campuran = 1602,13 kg/m<sup>3</sup>

$$\text{Volume cairan} = \theta \times \frac{\text{massa}}{\text{densitas cairan}}$$

$$\text{Volume cairan} = 0,5 \text{ jam} \times \frac{426108,91 \text{ kg/jam}}{1602,13 \text{ kg/m}^3}$$

$$\text{Volume cairan} = 132,98 \text{ m}^3$$

## B. Menghitung Dimensi Reaktor

Perancangan reaktor dibuat dengan over design sebesar 20%, sehingga volume reaktor menjadi :

$$\text{Volume reaktor} = 1,2 \times \text{volume cairan}$$

$$\text{Volume reaktor} = 1,2 \times 132,98 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume reaktor} = 159,58 \text{ m}^3 = 5635,46 \text{ ft}^3$$

### 1. Menghitung diameter dan tinggi reaktor

Reaktor yang digunakan berbentuk silinder tegak

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \text{volume silinder} + \text{volume tutup} \\ &= \text{volume silinder} + 2 \text{ volume head} \end{aligned}$$

Tutup berbentuk *torispherical dished head*

Dengan :

$$\text{Volume head} = 0,000049 \text{ d}^3$$

Sehingga :

$$\text{volume} = \left( \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times H \right) + [2 \times (0,000049) \times (D^3)]$$

Dipilih perbandingan D : H = 1 : 1,5

$$5635,46 \text{ ft}^3 = \left(\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times H\right) + [2 \times (0,000049) \times (D^3)]$$

$$5635,46 \text{ ft}^3 = \left(\frac{1}{4} \times 3,14 \times D^2 \times 1,5D\right) + [(0,000098) \times (D^3)]$$

$$5635,46 \text{ ft}^3 = D^3 \left(\frac{4,71}{4} + 0,000098\right)$$

$$5635,46 \text{ ft}^3 = D^3(1,1776)$$

$$D^3 = \frac{5635,46 \text{ ft}^3}{1,1776}$$

$$D = \sqrt[3]{4785,75 \text{ ft}^3}$$

$$D = 16,85 \text{ ft} = 202,22 \text{ in} = 5,14 \text{ m}$$

Maka tinggi reaktor :

$$H = 1,5 D$$

$$H = 1,5 \times 16,85 \text{ ft}$$

$$H = 25,28 \text{ ft} = 303,34 \text{ in} = 7,70 \text{ m}$$

2. Menghitung tinggi cairan

$$\text{Volume cairan} = h_{\text{cairan}} \times \frac{\pi D^2}{4}$$

$$132,98 \text{ m}^3 = h_{\text{cairan}} \times \frac{3,14 \times (5,14 \text{ m})^2}{4}$$

$$132,98 \text{ m}^3 = h_{\text{cairan}} \times 20,71 \text{ m}^2$$

$$132,98 \text{ m}^3 = h_{\text{cairan}} \times 20,71 \text{ m}^2$$

$$h_{\text{cairan}} = \frac{132,98 \text{ m}^3}{20,71 \text{ m}^2}$$

$$h_{\text{cairan}} = 6,42 \text{ m}$$

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

$$= 1602,13 \text{ kg/m}^3 \times 9,8 \times 6,42 \text{ m}$$

$$= 100813 \text{ N/m}^2$$

$$= 14,62 \text{ psia}$$

### 3. Menghitung tebal dinding reaktor

Persamaan 13.1 (*Brownell 1959, Page 254*) :

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

Dengan :

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

$$\text{Sambungan yang dipilih} = \text{double welded butt joint}$$

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

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

$$\text{Jari-jari reaktor (r}_i\text{)} = 101,11 \text{ in}$$

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

$$= 14,7 \text{ psia} + 14,62 \text{ psia}$$

$$= 29,32 \text{ psia}$$

Sehingga :

$$t_s = \frac{29,32 \text{ psia} \times 101,11 \text{ in}}{(18847,948 \text{ psia} \times 80\%) - (0,6 \times 29,32 \text{ psia})} + 0,125 \text{ in}$$

$$t_s = \frac{2964,5452 \text{ psia.in}}{15067,166 \text{ psia}} + 0,125 \text{ in}$$

$$t_s = 0,00865 + 0,125 \text{ in}$$

$$t_s = 0,3219 \text{ in}$$

Jadi, tebal shell minimum yang dibutuhkan sebesar 0,3219 in

Berdasarkan tabel 5.6 Brownell & Young, maka dipilih  $t_s$  standar :

$$t_s = 3/8 \text{ in}$$

$$= 0,375 \text{ in}$$

$$\text{ID shell} = 202,22 \text{ in}$$

$$\text{OD shell} = \text{ID} + 2t_s$$

$$= 202,22 \text{ in} + (2 \times 0,375 \text{ in})$$

$$= 202,97 \text{ in}$$

Berdasarkan tabel 5.7 (*Brownell & Young, 1959*), untuk OD standar maka

diambil OD terdekat yaitu :

$$\text{OD} = 204 \text{ in}$$

$$= 5,18 \text{ m}$$

$$\text{ID} = \text{OD} - 2t_s$$

$$= 204 \text{ in} - (2 \times 0,375 \text{ in})$$

$$= 203,25 \text{ in} = 16,94 \text{ ft} = 5,16 \text{ m}$$

$$\text{H} = 1,5 \times \text{D}$$



$$= 1,5 \times 203,25 \text{ in}$$

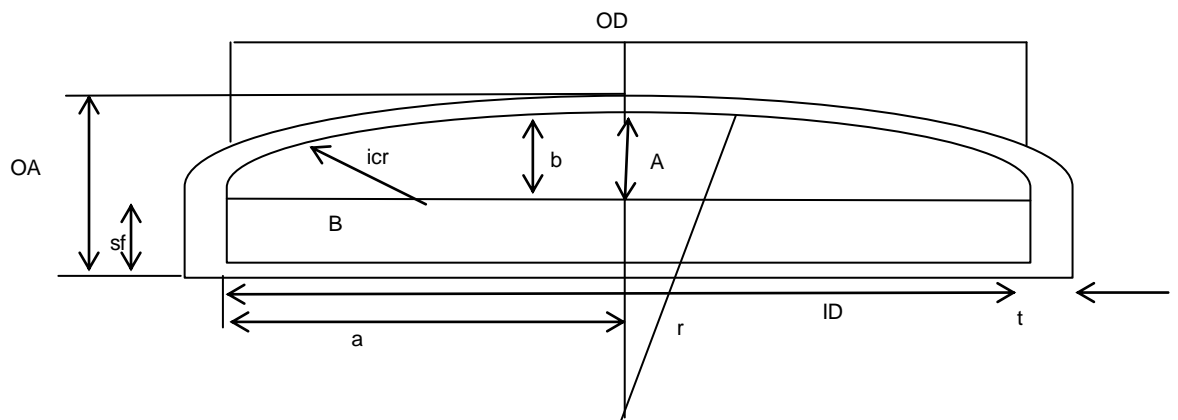
$$= 304,88 \text{ in} = 25,41 \text{ ft} = 7,74 \text{ m}$$

$$\text{icr} = 12,250 \text{ in}$$

$$\text{rc} = 170 \text{ in}$$

### C. Menghitung Dimensi Head Reaktor

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



Keterangan gambar :

ID : diameter dalam *head*

OD : diameter luar *head*

a : jari-jari *head*

t : tebal *head*

r : jari-jari dalam *head*

icr : *inside corner radius*

b : *deep of dish*

sf : *straight of flanged*

OA : tinggi head

1. Menghitung tebal *head*

$$t_h = \frac{P \times rc \times W}{(2 \times f \times E) - (0,2 \times P)} + C \quad (\text{Brownell \& Young 1959, Page 138})$$

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

$$W = \frac{1}{4} \times \left( 3 + \sqrt{\frac{170 \text{ in}}{12,250 \text{ in}}} \right)$$

$$W = 1,6813$$

Sehingga :

$$t_h = \frac{29,32 \text{ psia} \times 170 \text{ in} \times 1,6813}{(2 \times 18847,948 \text{ psia} \times 80\%) - (0,2 \times 29,32 \text{ psia})} + 0,125 \text{ in}$$

$$t_h = \frac{8380,27172 \text{ psia} \cdot \text{in}}{30152,9764 \text{ psia}} + 0,125 \text{ in}$$

$$t_h = 0,2779 \text{ in} + 0,125 \text{ in}$$

$$t_h = 0,4030 \text{ in}$$

Berdasarkan tabel 5.6 Brownell & Young, dipilih  $t_h$  standar :

$$t_h = 7/16 \text{ in} = 0,4375 \text{ in}$$

2. Menghitung tinggi *head*

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

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

$$\begin{aligned} ID &= OD - 2th \\ &= 204 \text{ in} - (2 \times 0,4375 \text{ in}) \\ &= 203,13 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A &= ID/2 \\ &= 203,13/2 \\ &= 101,56 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} AB &= a - icr \\ &= (101,56 - 12,250) \text{ in} \\ &= 89,31 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} BC &= rc - icr \\ &= (170 - 12,250) \text{ in} \\ &= 157,75 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} AC &= \sqrt{BC^2 - AB^2} \\ &= \sqrt{(157,75)^2 - (89,31)^2} \\ &= 130,03 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B &= rc - AC \\ &= (170 - 130,03) \text{ in} \\ &= 39,97 \text{ in} \end{aligned}$$

Tinggi *head* total :

$$\begin{aligned} AO &= sf + b + th \\ &= (3 + 39,97 + 0,4375) \text{ in} \\ &= 43,41 \text{ in} = 1,1025 \text{ m} \end{aligned}$$

#### D. Menghitung Dimensi Pengaduk

$$\begin{aligned} \text{Volume cairan yang diaduk} &= 132,98 \text{ m}^3 \\ &= 35130,14 \text{ gallon} \\ \text{Kekentalan cairan yang diaduk } (\mu) &= 1,0028 \text{ cp} \\ &= 0,000674 \text{ lb/ft.s} \end{aligned}$$

Jenis pengaduk yang dipilih yaitu *marine propeller with 3 blades and pitch 2Di*, dengan alasan cocok untuk cairan dengan viskositas mencapai 4000 cp.

Perancangan untuk pengadukan dilakukan dengan prinsip similaritas menggunakan model sesuai dengan referensi buku Brown pada Fig. 477 kurva no. 15 halaman 507 dan tabelnya.

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

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

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

Maka diperoleh :

- a. Diameter Pengaduk ( $D_i$ )

$$\begin{aligned} D_i &= \frac{Dt}{3} \\ &= \frac{203,25 \text{ in}}{3} \\ &= 67,75 \text{ in} \end{aligned}$$

$$= 1,72 \text{ m}$$

$$= 5,65 \text{ ft}$$

b. Tinggi Cairan dalam Pengadukan (Zl)

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

$$= 67,75 \text{ in} \times 3,9$$

$$= 264,23 \text{ in}$$

$$= 6,71 \text{ m}$$

$$= 22,02 \text{ ft}$$

c. Jarak Pengaduk dari Dasar Tangki

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

$$= 67,75 \text{ in} \times 1,3$$

$$= 88,08 \text{ in}$$

$$= 2,24 \text{ m}$$

$$= 7,34 \text{ ft}$$

Menghitung jumlah pengaduk (sesuai referensi wallas halaman 288)

Rasio tinggi permukaan cairan dan diameter tangki = H/D

$$= 6,42/5,16$$

$$= 1,2437$$

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

Trial nilai rpm (N) :

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

Dipilih  $\pi DN = 22,8 \text{ ft/s}$

$$N = \frac{22,8 \text{ ft/s}}{\pi D}$$

$$N = \frac{22,8 \text{ ft/s}}{3,14 \times 5,65 \text{ ft}}$$

$$N = 1,2862 /s$$

Menghitung nilai Re :

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

$$Re = \frac{100,02 \text{ lb/ft}^3 \times 1,2862/s \times (5,65\text{ft})^2}{0,000674 \text{ lb/ft.s}}$$

$$Re = 6085072,81$$

*Power number* (Po) yang didapat dari Fig. 477 Brown = 0,9

Sehingga :

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

$$P = \frac{(1,2862/s)^3 \times (5,65 \text{ ft})^5 \times 100,02 \text{ lb/ft}^3 \times 0,9}{32,174 \text{ ft/s}^2}$$

$$P = 28985,02 \text{ lb.ft/s}$$

$$P = 52,70 \text{ hp}$$

Diambil Hp/1000 gallon = 1,5

$$\begin{aligned} \text{Hp} &= 1,5 \text{ Hp/1000 gallon} \times \text{volume cairan} \\ &= 1,5 \text{ Hp/1000 gallon} \times 35130,14 \text{ gallon} \\ &= 52,70 \text{ hp} \end{aligned}$$

#### E. Menghitung Dimensi Jacket Pendingin

$$\text{OD} = 204 \text{ in} = 5,18 \text{ m} = 17 \text{ ft}$$

$$\text{ID} = 203,25 \text{ in} = 5,16 \text{ m} = 16,94 \text{ ft}$$

$$\text{H} = 304,88 \text{ in} = 7,74 \text{ m} = 25,41 \text{ ft}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas Selimut (A)} &= \pi \cdot \text{OD} \cdot \text{H} \\ &= 3,14 \times 17 \text{ ft} \times 25,41 \text{ ft} \\ &= 1356,19 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Q pendinginan} &= 41538344,85 \text{ kJ/jam} \\ &= 39378350,92 \text{ btu/jam} \end{aligned}$$

##### 1. Menghitung suhu LMTD

*Hot fluid*

$$T_{\text{in}} = 30 \text{ }^\circ\text{C} = 303 \text{ K} = 86 \text{ }^\circ\text{F}$$

$$T_{\text{out}} = 90 \text{ }^\circ\text{C} = 363 \text{ K} = 194 \text{ }^\circ\text{F}$$

*Cold fluid*

$$t_{in} = 30 \text{ }^{\circ}\text{C} = 303 \text{ K} = 86 \text{ }^{\circ}\text{F}$$

$$t_{out} = 45 \text{ }^{\circ}\text{C} = 318 \text{ K} = 113 \text{ }^{\circ}\text{F}$$

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

$$\begin{aligned} \Delta t_2 &= (194 - 86) \text{ }^{\circ}\text{F} \\ &= 108 \text{ }^{\circ}\text{F} \end{aligned}$$

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

$$\Delta T_{LMTD} = \frac{(108 - 27) \text{ }^{\circ}\text{F}}{\ln\left(\frac{108 \text{ }^{\circ}\text{F}}{27 \text{ }^{\circ}\text{F}}\right)}$$

$$\Delta T_{LMTD} = 54,43 \text{ }^{\circ}\text{F}$$

## 2. Menghitung luas transfer panas

Untuk *cold fluid* = water dan *hot fluid* = aqueoussolutions

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

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

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

$$A = \frac{39378350,92 \text{ btu/jam}}{450 \text{ btu/ft}^2 \cdot \text{F} \cdot \text{jam} \times 58,43 \text{ }^{\circ}\text{F}}$$

$$A = 1498 \text{ ft}^2$$



Luas selimut < A terhitung, sehingga luas selimut tidak mencukupi sebagai luas transfer panas, maka digunakan *coil* pendingin.

### 3. Menghitung kebutuhn air pendingin

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

$$C_p = 4,1838 \text{ kJ/kg.K}$$

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

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

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

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

$$m_{\text{air}} = \frac{41538344,85 \text{ kJ/jam}}{4,1838 \text{ kJ/kg.K} \times 15 \text{ K}}$$

$$m_{\text{air}} = 11914070,42 \text{ kg/jam}$$

$$= 26270525,28 \text{ lb/jam}$$

### 4. Menghitung kecepatan volumetrik air

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

$$Q_v = \frac{11914070,42 \text{ kg/jam}}{1016,0968 \text{ kg/m}^3}$$

$$Q_v = 11725,33 \text{ m}^3/\text{jam}$$

### 5. Menentukan diameter standard

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

Nominal Pipe Size (IPS)	= 1 in	
OD	= 1,32 in	= 0,1100 ft
ID	= 1,049 in	= 0,0874 ft
Flow area per pipe (A')	= 0,864 in <sup>2</sup>	= 0,0060 ft <sup>2</sup>
Surface per lin (A'')	= 0,344 ft <sup>2</sup> /ft	

### 6. Menghitung nilai ho

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

Dengan :

L	= diameter Impeller	= 5,65 ft
N	= kecepatan putar pengaduk	= 4384/jam
$\rho$	= densitas fluida panas	= 76 lb/ft <sup>3</sup>
$\mu$	= viskositas fluida panas	= 0,8170 lb/ft.jam
k	= konduktivitas panas	= 9.669 btu/jam.ft.F
cp	= kapasitas panas	= 0,9845 btu/lb.F

sehingga,

$$Re = \frac{(5,65\text{ft})^2 \times 4384/\text{jam} \times 76 \text{ lb}/\text{ft}^3}{0,8170 \text{ lb}/\text{ft.jam}}$$

$$Re = 12932642$$

Berdasarkan buku Kern, Fig.28 maka didapatkan nilai JH= 2500

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

$$h_o = 2500 \times \frac{9.669}{16,94} \times \left(\frac{0,9845 \times 0,8170}{9.669}\right)^{1/3} \times (1)^{0,14}$$

$$h_o = 62.302 \text{ btu/ft}^2 \cdot \text{jam} \cdot \text{F}$$

7. Menghitung nilai hio

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

$$Re = \frac{63,4044 \text{ lb/ft}^3 \times 1725424 \text{ ft/jam} \times 0,0874 \text{ ft}}{1,6919 \text{ lb/ft} \cdot \text{jam}}$$

$$Re = 5652498$$

Berdasarkan buku Kern, Fig.24 maka didapatkan nilai JH =2500

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

$$h_i = 260 \times \frac{0,3596}{0,0874} \times \left(\frac{0,9999 \times 1,6919}{0,3596}\right)^{1/3} \times (1)^{0,14}$$

$$h_i = 17233 \text{ btu/ft}^2 \cdot \text{jam} \cdot \text{F}$$

$$h_{io} = h_i \times \frac{ID}{OD}$$

$$h_{io} = 17233 \times \frac{0,0874}{0,1100}$$

$$h_{io} = 13695 \text{ btu/ft}^2 \cdot \text{jam} \cdot \text{F}$$

8. Menghitung nilai  $U_c$

$$U_c = \frac{h_{io} \times h_o}{h_{io} + h_o}$$

$$U_c = \frac{13695 \times 62302}{13695 + 62302}$$

$$U_c = 11227$$

9. Menghitung nilai  $R_d$

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

$$R_d = \frac{11227 - 450}{11227 \times 450}$$

$$R_d = 0,002$$

Syarat :

$R_d \text{ terhitung} \geq R_d \text{ yang diperlukan}$

$$0,002 \geq 0,001 \quad (\text{memenuhi syarat})$$

## 10. Menghitung jumlah lilitan

$$\begin{aligned}
 \text{Luas satu lilitan (a)} &= \pi \times D \times \text{surface per lin ft} \\
 &= \pi \times (0,8 \times \text{ID reaktor}) \times \text{surface per lin ft} \\
 &= 3,14 \times (0,8 \times 16,94 \text{ ft}) \times 0,344 \text{ ft}^2/\text{ft} \\
 &= 15 \text{ ft}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah lilitan} &= A/a \\
 &= 1498 \text{ ft}^2 / 15 \text{ ft}^2 \\
 &= 102,3 \\
 &= 102 \text{ lilitan}
 \end{aligned}$$

11. Menghitung tinggi tumpukan *coil*

$x$  = jarak antar lilitan

$$\begin{aligned}
 \text{Diambil } x &= 0,5 \text{ OD} \\
 &= 0,5 \times 0,033528 \text{ m} \\
 &= 0,0168 \text{ m}
 \end{aligned}$$

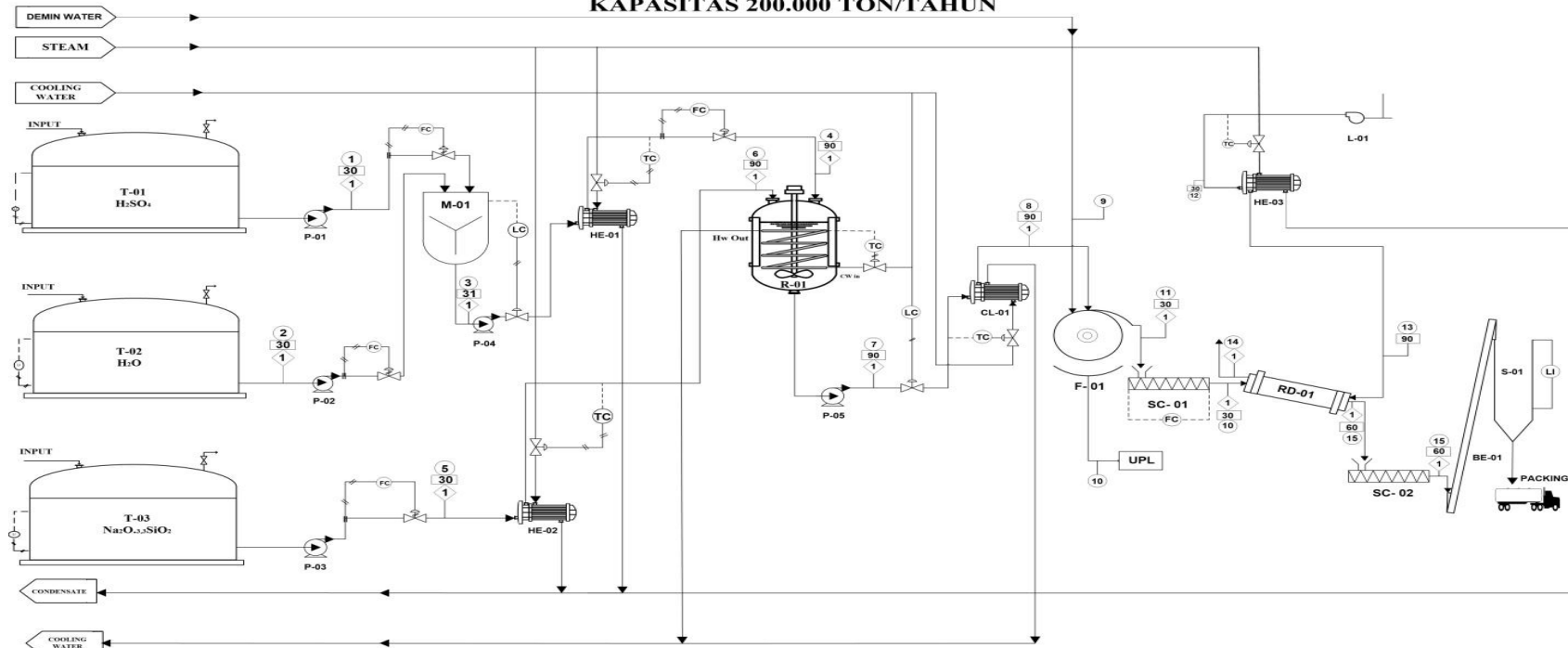
$$\begin{aligned}
 \text{Tinggi tumpukan } coil &= (N_{\text{lilitan}} - 1) * x + N_{\text{lilitan}} * \text{OD} \\
 &= (102-1) * 0,0168 \text{ m} + (102 * 0,033528 \text{ m}) \\
 &= 5,129 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\text{Tinggi cairan dalam shell} = 6,4209 \text{ m}$$

Sehingga *coil* masih tercelup di dalam cairan.

# LAMPIRAN B

**PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM**  
**PRA RANCANGAN PABRIK SILIKON DIOKSIDA DARI ASAM SULFAT DAN SODIUM SILIKAT**  
**KAPASITAS 200.000 TON/TAHUN**



Komponen	ARUS (kg/jam)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
H2SO4	12.475,55		12.475,55	12.475,55			74,55	74,55		74,55					
Na2O.3SiO2			66.224,21	66.224,21			33.310,78	33.310,78		33.310,78					
H2O	254,60	236.780,56	237.035,46	237.035,46	110.373,69	110.373,69	349.687,50	349.687,50	927		2.180,50				176,77
Na2SO4							17.960,02	17.960,02		17.960,02					
SiO2							25.075,76	25.075,76		25.075,76					25.075,76
Udara panas										58.165,32	60.169,05	60.169,05	60.169,05	60.169,05	25.252,53
<b>Total</b>	<b>12.730,15</b>	<b>236.780,56</b>	<b>249.511,01</b>	<b>249.511,01</b>	<b>176.597,90</b>	<b>176.597,90</b>	<b>426.108,91</b>	<b>426.108,91</b>	<b>927</b>	<b>399.780,13</b>	<b>27.256,26</b>	<b>58.165,32</b>	<b>60.169,05</b>	<b>60.169,05</b>	<b>25.252,53</b>

**KETERANGAN ALAT**  
 FC : Backed Filter  
 CL : Cooler  
 F : Filter  
 HE : Heat Exchanger  
 M : Mixer  
 P : Pompa  
 R : Reaktor  
 RD : Rotary Dryer  
 S : Silo  
 TP : Tangki Penampungan

**KETERANGAN INSTRUMEN**  
 FC : Flow Controller  
 LC : Level Controller  
 TC : Temperature Controller  
 LI : Level Indicator

**KETERANGAN SIMBOL**  
 -o- : Nomor Arus  
 -o- : Tekanan, Bar  
 -o- : Suhu, °C  
 -o- : Kontrol Valve  
 -o- : Arus-Sifat Parameter  
 -o- : Arus-Sifat Listrik  
 -o- : Arus Proses  
 -o- : Arus-Cooling Water, Process Water, Condensate  
 -o- : Vent

**JURUSAN TEKNIK KIMIA**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
**YOGYAKARTA**

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM  
**PABRIK SILIKON DIOKSIDA DARI ASAM SULFAT DAN SODIUM SILIKAT**  
**KAPASITAS PRODUKSI 200.000 TON/TAHUN**

Dibuat oleh:  
 1. Vini Elvira Sari (14021179)  
 2. Dony Prati Wibisono (14021204)

Dosen Pembimbing:  
 Prof. V. Zainurrahman, M.Si.





