PRA RANCANGAN PABRIK SILIKON DIOKSIDA DARI ASAM SULFAT DAN SODIUM SILIKAT DENGAN KAPASITAS 22.000 TON/TAHUN

TUGAS AKHIR

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



Disusun Oleh:

Nama : Rahmah Amalia
NIM : 16521063

Nama : Nurul Duwi Suciati
NIM : 16521085

KONSENTRASI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2020

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL

PRA RANCANGAN PABRIK

Kami yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama	: Rahmah Amalia	Nama	: Nurul Duwi Suciati
No. Mahasiswa	: 16521063	No.Mahasiswa	: 16521085

Yogyakarta, 31 Agustus 2020

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

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



Rahmah Amalia
NIM. 16521063



Nurul Duwi Suciati
NIM. 16521085

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PRA RANCANGAN PABRIK SILIKON DIOKSIDA DARI ASAM SULFAT DAN SODIUM SILIKAT DENGAN KAPASITAS 22.000 TON/TAHUN

PRA RANCANGAN PABRIK

Oleh:

Nama : Rahmah Amalia
No. Mahasiswa : 16521063

Nama : Nurul Duwi Suciati
No. Mahasiswa : 16521085

Yogyakarta, 31 Agustus 2020

Pembimbing I,

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

Pembimbing II,

Lucky Wahyu Nuzulia S., S.T., M.Eng.
NIP. 16521130

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA SILIKON DIOKSIDA DARI SODIUM SILIKAT DAN ASAM SULFAT DENGAN KAPASITAS 22.000 TON/TAHUN

PRA RANCANGAN PABRIK

Oleh:

Nama : Rahmah Amalia
Nomor Mahasiswa : 16521063

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, 17 September 2020

Tim Penguji

Sholeh Ma'mun, S.T.,M.T.,Ph.D.
Ketua

Diana, Dr.,S.T.,M.Sc.
Anggota I

Ajeng Yulianti D.L., S.T., M.T.
Anggota II 24/09/2020

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Tekonologi Industri
Universitas Islam Indonesia

Dr. Suharno Rusdi

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA SILIKON DIOKSIDA DARI SODIUM SILIKAT DAN ASAM SULFAT DENGAN KAPASITAS 22.000 TON/TAHUN

PRA RANCANGAN PABRIK

Oleh:

Nama : Nurul Duwi Suciati
Nomor Mahasiswa : 16521085

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, 17 September 2020

Tim Penguji

Sholeh Ma'mun, S.T.,M.T.,Ph.D.
Ketua

Diana, Dr.,S.T.,M.Sc.
Anggota I

Ajeng Yulianti D.L., S.T., M.T.
Anggota II 24/09/2020

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Tekonologi Industri
Universitas Islam Indonesia

Dr. Suharno Rusdi

KATA PENGANTAR

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 sahabatnya, serta orang-orang yang memegang tuguh kitab Allah dan sunnah Rasul-Nya hingga hari kiamat.

Alhamdulillah, puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT karena dengan rahmat, karunia, serta taufik dan hidayah-Nya kami dapat menyelesaikan tugas akhir kami yang berjudul "Pra Rancangan Pabrik Silikon Dioksida dari Sodium Silikat dan Asam Sulfat dengan Kapasitas 22.000 ton/tahun". Laporan ini disusun berdasarkan pengalaman dan ilmu yang kami peroleh selama menempuh pendidikan di Universitas Islam Indonesia.

Pra Rancangan pabrik yang telah kami susun ini dibuat dalam rangka memenuhi tugas kuliah program Studi Teknik Kimia, yang mana sebagai salah satu syarat untuk untuk memperoleh gelar sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia,Yogyakarta.

Dengan ini kami menyadari bahwa Pra Rancanan Pabrik ini tidak akan tersusun dengan baik tanpa adanya bantuan dari pihak-pihak terkait. Oleh karena itu, kami mengucapkan banyak terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu kami dalam melaksanakan kegiatan penelitian maupun dalam penyusunan Pra Rancangan Pabrik ini.

Ucapan terimakasih sebesar-besarnya kami sampaikan kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan nikmat dan karunia-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Orang tua tercinta yang tiada henti memberikan doa serta dukungannya.
3. Bapak Dr. Suharno Rusdi selaku Ketua Prodi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Sholeh Ma'mun, S.T.,M.T.,Ph.D selaku Dosen Pembimbing 1 Perancangan Pabrik jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.

5. Ibu Lucky Wahyu Nuzulia Setyaningsih, S.T.,M.Eng selaku Dosen Pembimbing 2 Perancangan Pabrik jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
6. Seluruh civitas akademik jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Uiniverstas Islam Indonesia.
7. Seluruh teman-teman yang telah ikut serta dalam membantu penyelesaian tugas akhir ini.

Kami menyadari bahwa Pra Rancangan Pabrik ini masih jauh dalam kesempurnaan, oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat kami harapkan demi kesempurnaan Pra Rancangan Pabrik ini.

Akhir kata, kami mohon maaf yang apabila dalam penyusunan Pra Rancangan Pabrik ini terdapat banyak kesalahan. Semoga Pra Rancangan Pabrik ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis dan umumnya bagi para pembaca.

Yogyakarta, 20 September 2019

Penulis

DAFTAR ISI

COVER. i

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL ii

PRA RANCANGAN PABRIK ii

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING iii

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI iv

KATA PENGANTAR v

DAFTAR ISI viii

DAFTAR TABEL xii

DAFTAR GAMBAR xvi

ABSTRAK xvii

BAB I PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik 1

1.2 Kapasitas Perancangan 2

1.2.1 Supply 3

1.2.2 Demand 5

1.3 Tinjauan Pustaka 10

1.3.1 Proses Basah 10

1.3.2 Proses Kering 11

BAB II PERANCANGAN PRODUK 14

2.1 Spesifikasi Bahan Baku 14

2.2 Spesifikasi Produk 15

2.3 Tinjauan Kinetika 16
2.4 Tinjauan Termodinamika.....17
2.5 Pengendalian Kualitas 20
2.5.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku 20
2.5.2 Pengendalian Kualitas Proses.....21
2.5.3 Pengendalian Kualitas Produk 22
BAB III PERANCANGAN PROSES 23
3.1 Uraian Proses.....23
3.1.1 Tahap Persiapan Bahan Baku 23
3.1.2 Tahap Pembentukan Produk 24
3.1.3 Tahap Pemurnian Produk 24
3.2 Spesifikasi Alat.....26
3.3 Perencanaan Produksi.....42
3.3.1 Analisa Kebutuhan Bahan Baku.....42
3.3.2 Analisa Kebutuhan Alat Proses.....42
BAB IV PERANCANGAN PABRIK 43
4.1 Lokasi Pabrik.....43
4.1.1 Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik.....44
4.1.2 Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik 46
4.2 Tata Letak Pabrik.....47
4.3 Tata Letak Alat Proses.....52
4.4 Alir Proses dan Material.....55
4.4.1 Neraca Massa Total 55

4.4.2 Neraca Massa Alat 56

4.4.3 Neraca Panas 61

4.5 Pelayanan Teknik (Utilitas) 66

4.5.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (*Water Treatment System*)66

4.5.2 Unit Pembangkit *Steam* (*Steam Generation System*) 77

4.5.3 Unit Pembangkit Listrik (*Power Plant System*) 78

4.5.4 Unit Penyediaan Udara Tekan.....81

4.5.5 Unit Penyediaan Bahan Bakar 81

4.5.6 Unit Pengolahan Limbah 81

4.6 Organisasi Perusahaan 83

4.6.1 Bentuk Perusahaan 83

4.6.2 Struktur Organisasi.....84

4.6.3 Tugas dan Wewenang 89

4.6.4 Status Karyawan.....96

4.6.5 Ketenagakerjaan 97

4.6.6 Fasilitas Karyawan 101

4.6.7 Penggolongan Jabatan dan Keahlian.....104

4.7 Evaluasi Ekonomi.....105

4.7.1 Penaksiran Harga Peralatan.....105

4.7.2 Dasar Perhitungan 111

4.7.3 Perhitungan Biaya 111

4.7.4 Analisa Keuntungan 116

4.7.5 Analisa Kelayakan 116

BAB V PENUTUP 123

5.1 Kesimpulan 123

5.2 Saran..... 125

DAFTAR PUSTAKA xix

LAMPIRAN A xxii

LAMPIRAN B xxiii

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Data Impor Silikon Dioksida di Indonesia 3

Tabel 1. 2 Data Produksi Silikon Dioksida di Indonesia 4

Tabel 1. 3 Data Ekspor Silikon Dioksida di Indonesia 6

Tabel 1. 4 Data pemakaian atau konsumsi silikon dioksida di Indonesia 7

Tabel 1. 5 Kapasitas pabrik silikon dioksida yang telah berdiri di Indonesia 9

Tabel 1. 6 Kapasitas pabrik bahan baku yang berdiri di Indonesia dan kebutuhan di pabrik 9

Tabel 1. 7 Perbandingan macam-macam Proses 12

Tabel 2. 1 Spesifikasi Bahan Baku 14

Tabel 2. 2 Spesifikasi Produk 15

Tabel 3. 1 Tangki penyimpanan bahan baku 26

Tabel 3. 2 Tangki Pelarut 27

Tabel 3. 3 Pompa 28

Tabel 3. 4 Pompa (lanjutan) 29

Tabel 3. 5 *Mixer* 30

Tabel 3. 6 Reaktor 31

Tabel 3. 7 *Heat Exchanger* 32

Tabel 3. 8 *Cooler* 33

Tabel 3. 9 *Filter* 34

Tabel 3. 10 *Screw Conveyer* 35

Tabel 3. 11 *Filter* Udara 35

Tabel 3. 12 *Rotary Dryer* 36
Tabel 3. 13 *Blower* 36
Tabel 3. 14 *Cooling Conveyor* 37
Tabel 3. 15 *Ball Mill* 38
Tabel 3. 16 *Belt Conveyor* 38
Tabel 3. 17 *Bucket Elevator* 38
Tabel 3. 18 *Screen* 39
Tabel 3. 19 *Hopper* 39
Tabel 3. 20 Siklon 40
Tabel 3. 21 Silo 41
Tabel 4. 1 Perincian Luas Tanah Bangunan Pabrik 49
Tabel 4. 2 Neraca Massa Total 55
Tabel 4. 3 Neraca Massa *Mixer* (M-01) 56
Tabel 4. 4 Neraca Massa Reaktor (R-01) 56
Tabel 4. 5 Neraca Massa *Rotary Drum Vacuum Filter* (FL-01) 57
Tabel 4. 6 Neraca Massa *Rotary Dryer* (RD-01) 57
Tabel 4. 7 Neraca Massa *Ball Mill* (BM-01) 58
Tabel 4. 8 Neraca Massa *Screen* (S-01) 58
Tabel 4. 9 Neraca Massa *Hopper* (H-01) 59
Tabel 4. 10 Neraca Massa Siklon 1 (CY-01) 59
Tabel 4. 11 Neraca Massa Siklon 2 (CY-02) 60
Tabel 4. 12 Neraca Massa Tangki Pelarut (T-03) 60
Tabel 4. 13 Neraca Panas *Mixer* (M-01) 61

Tabel 4. 14 Neraca Panas *Heater 1* (HE-01)..... 61
Tabel 4. 15 Neraca Panas *Heater 2* (HE-02)..... 62
Tabel 4. 16 Neraca Panas Reaktor (R-01)..... 62
Tabel 4. 17 Neraca Panas *Cooler* (CL-01)..... 63
Tabel 4. 18 Neraca Panas *Rotary Drum Vacuum Filter* (FL-01)..... 63
Tabel 4. 19 Neraca Panas *Rotary Dryer* (RD-01)..... 64
Tabel 4. 20 Neraca Panas Air *Heater* (HE-03)..... 64
Tabel 4. 21 Neraca Panas *Cooling Conveyor* (CC-01)..... 65
Tabel 4. 22 Neraca Panas *Heater* (HE-04)..... 65
Tabel 4. 23 Neraca Panas *Cooler* (CL-02)..... 66
Tabel 4. 24 Kebutuhan Air Proses..... 75
Tabel 4. 25 Kebutuhan Air Pembangkit *Steam*..... 75
Tabel 4. 26 Kebutuhan Air Pendinginan..... 75
Tabel 4. 27 Kebutuhan Listrik Alat Proses..... 79
Tabel 4. 28 Kebutuhan Listrik Utilitas..... 79
Tabel 4. 29 Total Kebutuhan Listrik..... 81
Tabel 4. 30 Gaji karyawan..... 98
Tabel 4. 31 Jadwal kerja masing-masing regu..... 101
Tabel 4. 32 Jabatan dan keahlian..... 104
Tabel 4. 33 Harga Index..... 106
Tabel 4. 34 Harga Alat Proses..... 108
Tabel 4. 35 Harga Alat Utilitas..... 109
Tabel 4. 36 *Physical Plan Cost* (PPC)..... 112

Tabel 4. 37 *Direct Plan Cost* (DPC) 112
Tabel 4. 38 *Fixed Capital Investment* (FCI) 112
Tabel 4. 39 Total *Working Capital Investment* (WCI) 113
Tabel 4. 40 *Direct Manufacturing Cost* (DMC) 114
Tabel 4. 41 *Indirect Manufacturing Cost* (IMC) 114
Tabel 4. 42 *Fixed Manufacturing Cost* (FMC) 115
Tabel 4. 43 *Total Manufacturing Cost* (TMC) 115
Tabel 4. 44 *General Expense* (GE) 116
Tabel 4. 45 *Total Production Cost* (TPC) 116
Tabel 4. 46 *Annual Fixed Cost* (Fa) 118
Tabel 4. 47 *Annual Variable Cost* (Va) 118
Tabel 4. 48 *Annual Regulated Cost* (Ra) 119
Tabel 4. 49 *Annual Sales Cost* (Sa) 119

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Proyeksi Impor Tahun 2025 4
Gambar 1. 2 Proyeksi Produksi Tahun 2025 5
Gambar 1. 3 Proyeksi Ekspor Tahun 2025 6
Gambar 4. 1 Peta Lokasi Pabrik 43
Gambar 4. 2 Tata Letak Pabrik 50
Gambar 4. 3 Tata Letak Alat Proses 54
Gambar 4. 4 Diagram Alir Kualitatif 67
Gambar 4. 5 Diagram Alir Kuantitatif 68
Gambar 4. 6 Diagram Pengolahan Air 70
Gambar 4. 7 Struktur Organisasi 88
Gambar 4. 8 Grafik indeks harga dan tahun 107
Gambar 4. 9 Grafik BEP 122

ABSTRAK

Silikon dioksida merupakan senyawa oksidasi non logam yang berbentuk bubuk padat, berwarna putih, tidak berbau, dengan rumus kimia SiO_2. Dalam dunia industri, silikon dioksida (SiO_2) banyak digunakan sebagai bahan pembuat ban, sepatu, bahan tambahan pada industri kosmetik, pembuatan semen, pembuatan keramik dan lain-lain. Untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri serta mengambil langkah untuk menambah nilai ekspor negara maka direncanakan akan didirikan pabrik silikon dioksida (SiO_2) yang berada pada daerah kawasan industri Kabupaten Bogor, Jawa Barat dengan kapasitas sebesar 22.000 ton/tahun. Pabrik beroperasi selama 330 hari dalam 1 tahun. Proses pembuatan silikon dioksida menggunakan proses basah (asidifikasi silikat) yaitu netralisasi larutan sodium silikat ($Na_2O3,3SiO_2$) dengan larutan asam sulfat (H_2SO_4) melalui proses filtrasi dan pengeringan sehingga menghasilkan silikon dioksida. Reaksi berlangsung pada suhu 90^0C dan tekanan 1 atmosfir. Reaksi bersifat eksotermis dengan konversi sebesar 99,4%. Bahan baku sodium silikat yang diperlukan mempunyai kemurnian 62% sebanyak 4.486,8335 kg/jam dan asam sulfat dengan kemurnian 98% sebanyak 1.897,490 kg/jam. Dalam menunjang kebutuhan proses produksi lainnya maka digunakan air utilitas sebanyak 1.309.671 kg/jam dan kebutuhan listrik 723,903 kW yang disediakan oleh PLN serta generator sebagai cadangan. Sebuah parameter kelayakan pendirian pabrik menggunakan analisis ekonomi dengan modal total investasi yang terdiri dari Penanaman Modal Tetap sebesar Rp 256.612.592.180, modal kerja sebesar Rp 397.537.397.241, biaya produksi sebesar Rp 394.342.226.942, pengeluaran umum sebesar Rp 84.064.600.638. Maka diperoleh keuntungan sebelum pajak sebesar Rp 72.831.772.420,30 keuntungan setelah pajak sebesar Rp 36.415.886.210.Analisa kelayakan dilihat dari nilai *Return On Investment* (ROI) sebelum pajak sebesar 28,38 % dan setelah pajak sebesar 14,19 %, *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak sebesar 3 tahun dan setelah pajak sebesar 5 tahun, *Discounted Cash Flow Rate of Return* (DCFRR) 12,29 %, *Break Event* Point (BEP) 48,14 %, dan *Shut Down Point* (SDP) 28,04%.Dari parameter kelayakan di atas, dapat disimpulkan bahwa pabrik silikon dioksida dengan kapasitas 22.000 ton/tahun ini layak untuk didirikan.

Kata kunci : Silikon dioksida, Sodium silikat, Asam sulfat, Asidifikasi, RATB

ABSTRACT

Silicon dioxide is a non-metallic oxidation compound in the form of a solid powder, white, odorless, with the chemical formula SiO_2. In the industrial world, silicon dioxide (SiO_2) is widely used as a tire making material, shoes, additional materials in the cosmetic industry, cement making, ceramic making and others. To meet domestic needs and taking steps to increase the export's value of the country, it is planned that silicon dioxide (SiO_2) will be established in the industrial area of Bogor Regency,West Java with a capacity of 22,000 tons/year. The plant is operated for 330 days in 1 year. The manufacturing process used is a wet process (silicate acidification), it is the neutralization of sodium silicate solution $Na_2O3,3SiO_2$ with sulphuric acid solution (H_2SO_4) through filtration and drying process resulting in silicon dioxide. The reaction takes place at 900^oC and 1 atmospheric pressure. The reaction is exothermic with a conversion of 99.4%. Row materials of sodium silicate needed to have purity of 62% as much as 4.486,8335 kg/h and sulfuric acid with a purity of 98% as much as 1.897,490kg/h. Utilities needed in the form of water as much as 1.309.671 kg/hour and 723,903 kW of electricity are provided by PLN and generators as backups. A feasibility parameter of factory establishment using economic analysis with total investment capital consisting of Fixed Investment of Rp 256.612.592.180, working capital as much as Rp 397.537.397.241, production cost amounted to Rp 394.342.226.942, and general expenditure is Rp 84.064.600.638. The pre-tax profit is Rp 72.831.772.420,30 after-tax profit is Rp 36.415.886.210. The feasibility analysis is based on the value of Return On Investment (ROI) before tax 28,38 % and after tax 14,19 %,, Pre-tax Pay Out Time (POT) of 3 years and after tax of 5 years, Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFRR) 12,29%, Break Event Point (BEP) 48,14 %, and Shut Down Point (SDP) 28.04%. From the above feasibility parameters, it can be concluded that this silicon dioxide plant with a capacity of 22,000 tons/year is feasible to be established.

Key Words : Silicon Dioxide, Sodium Silicate, Sulphuric Acid, Acidification, RATB

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Sebagai negara berkembang, Indonesia mempunyai jumlah populasi penduduk yang sangat besar. Pertumbuhan jumlah penduduk di Indonesia yang semakin pesat mengakibatkan meningkatkanya kebutuhan masyarakat. Indonesia secara bertahap melaksanakan pembangunan di segala bidang, termasuk bidang industri.

Perkembangan industri Indonesia menurut tahun ke tahun cenderung mengalami peningkatan baik dari segi kualitas maupun kuantitas, sehingga kebutuhan akan bahan baku, bahan pembantu, juga energi kerja akan semakin meningkat. Salah satu contoh sektor industri yang sedang dikembangkan di Indonesia merupakan industri kimia.

Salah satu perkembangan industri kimia ialah industri pembuatan silikon dioksida, dimana 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 (SiO_2) merupakan senyawa oksidasi non logam yang berbentuk bubuk padat, berwarna putih, tidak berbau & larut dalam air. Silikon dioksida mempunyai beberapa struktur kristal, seperti karbon yang berbentuk granit dan intan serta memiliki komposisi yang sama dengan pasir dan gelas

tetapi bentuk molekulnya kubus, sedangkan gelas mempunyai struktur tetrahedral (Ulman, 2005).

Indonesia saat ini masih melakukan impor silikon dioksida untuk mencukupi kebutuhan lokal meskipun bahan kimia ini telah dapat diproduksi di dalam negeri. Berdasarkan data impor silikon dioksida dalam Badan Pusat Statistik di Indonesia, kebutuhan impor rata-rata silikon dioksida dari tahun 2013 hingga 2017 yaitu kurang lebih 32.000 ton/tahun. Sehingga dengan mendirikan pabrik silikon dioksida, maka kebutuhan impor dalam negeri dapat ditekan & kebutuhan bahan baku untuk industri barang-barang berdasarkan karet dan lain–lain dapat dipenuhi.

Berdasarkan uraian tersebut, pabrik silikon dioksida layak dibangun di Indonesia, dimana memberikan pengaruh positif, antara lain membuka lapangan kerja baru dalam rangka mengurangi pengangguran dan kemiskinan, memenuhi kebutuhan dan mengurangi ketergantungan impor sehingga menghemat devisa negara, serta sebagai pemasokan bahan baku terhadap industri – industri yang membutuhkan silikon dioksida sebagai bahan baku.

1.2 Kapasitas Perancangan

Dalam perancangan kapasitas rancangan pabrik silikon dioksida ada beberapa pertimbangan diantaranya adalah *supply* dan *demand*. *Supply* dipengaruhi oleh nilai kapasaitas impor dan produksi sedangkan *demand* dipengaruhi oleh nilai ekspor dan konsumsi.

1.2.1 Supply

a. Impor

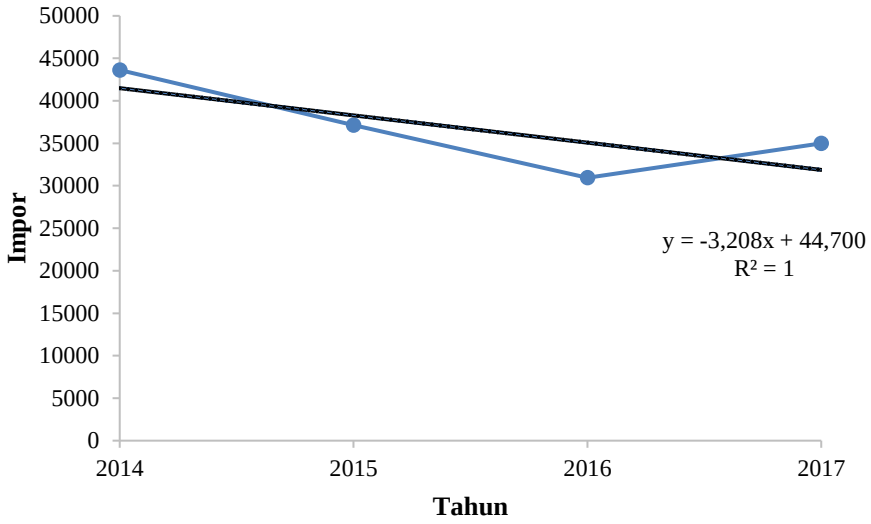
Suplai suatu produk diperoleh dari produksi dalam negeri dan impor produk tersebut. Data Badan Pusat Statistik menunjukkan bahwa nilai kebutuhan impor silikon dioksida di Indonesia dari tahun 2014-2017 ditunjukkan pada Tabel 1.1

Tabel 1.1 Data Impor Silikon Dioksida di Indonesia

Tahun	Berat (Ton)	Berat (kg)
2014	43624	43624000
2015	37153	37153000
2016	30943	30943000
2017	35002	35002000

Sumber : (Badan Pusat Satistik, 2019)

Berdasarkan data di atas, dapat diketahui bahwa industri di Indonesia masih membutuhkan silikon dioksida dari luar negeri untuk memenuhi kebutuhan bahan baku dalam usahanya. Dari data impor yang tersaji dalam Tabel 1.1.



Gambar 1. 1 Proyeksi Impor Tahun 2025

Dari grafik tersebut didapatkan persamaan garis y = -3.208x + 44.700. Dengan persamaan garis tersebut, diperkirakan untuk tahun 2025 kebutuhan impor silikon dioksida di Indonesia sebesar 38.203,8 ton/tahun.

b. Produksi

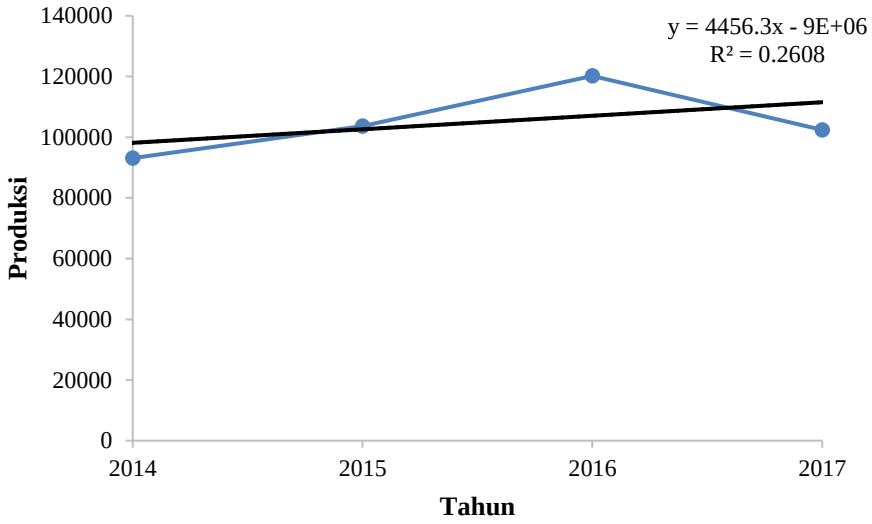
Perkembangan data produksi silikon dioksida di Indonesia pada tahun 2014- 2017 dapat dilihat pada Tabel 1.2.

Tabel 1. 2 Data Produksi Silikon Dioksida di Indonesia

Tahun	Berat (Ton)	Berat (kg)
2014	93111	93111000
2015	103624	103624000
2016	120200	120200000
2017	102440	102440000

Sumber : (Badan Pusat Satistik, 2019)

Berdasarkan data di atas, dapat diketahui bahwa produksi silikon dioksida di Indonesia semakin meningkat dari tahun 2014 hingga tahun 2016.



Gambar 1. 2 Proyeksi Produksi Tahun 2025

Dari grafik tersebut didapatkan persamaan garis y = 4456,3x – 9E+06. Dengan persamaan garis tersebut, diperkirakan untuk tahun 2025 produksi silikon dioksida di Indonesia sebesar 24.007,05 ton/tahun

Berdasarkan data impor dan poduksi silikon dioksida di Indonesia pada tahun 2025 yang telah diketahui, maka dapat ditentukan nilai *supply* silikon dioksida di Indonesia, yaitu :

Supply = Impor + Produksi

= (38.203,8 + 24.007,05) ton/tahun

= 62.211,3 ton/tahun

1.2.2 Demand

a. Ekspor

Nilai *demand* merupakan salah satu nilai yang digunakan untuk mengetahui nilai kapasitas yang diperlukan. Nilai ini akan

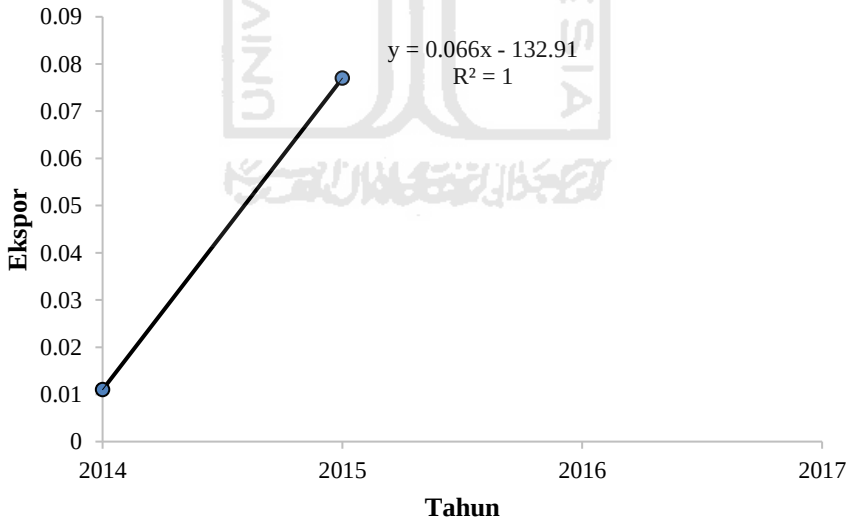
didapatkan dari nilai ekspor dan konsumsi. Data statistik yang diterbitkan Badan Pusat Statistik ekspor silikon dioksida di Indonesia pada tahun 2013 sampai tahun 2017 dapat dilihat pada Tabel 1.3.

Tabel 1. 3 Data Ekspor Silikon Dioksida di Indonesia

Tahun	Berat (Ton)	Berat (Kg)
2014	0,011	11
2015	0,077	77
2016	0	0
2017	0	0

(Sumber : Badan Pusat Statistik, 2018)

Berdasarkan data di atas, dapat diketahui bahwa ekspor silikon dioksida di Indonesia bertambah pada tahun 2014 menuju tahun 2015.



Gambar 1. 3 Proyeksi Ekspor Tahun 2025

Dari data ekspor diatas didapatkan juga nilai proyeksi ekspor pada tahun 2025 dengan persamaan linier y = 0,0066x – 132,91.

Berdasarkan data tersebut, proyeksi nilai ekspor pada tahun 2025 yaitu sebesar 0,74 ton/tahun.

b. Konsumsi

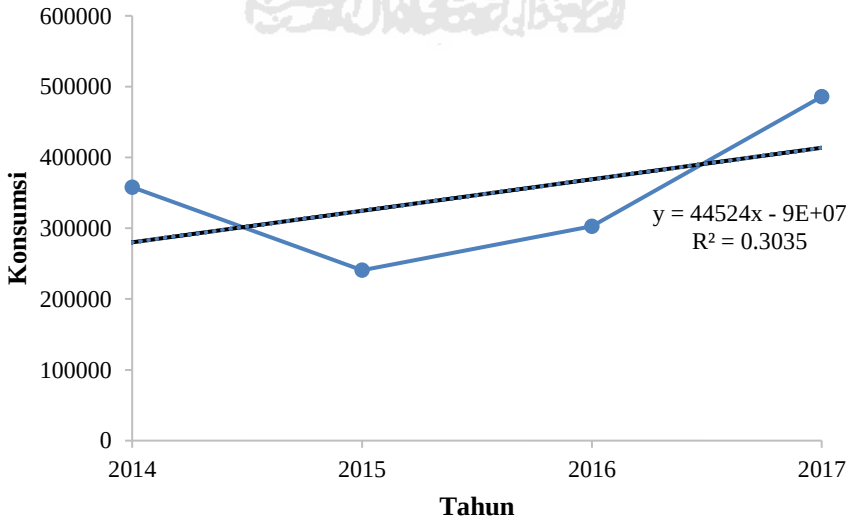
Data konsumsi atau pemakaian silikon dioksida di Indonesia pada tahun 2014-2017 dapat dilihat pada Tabel 1.4.

Tabel 1. 4 Data pemakaian atau konsumsi silikon dioksida di Indonesia

Tahun	Berat (Ton)	Berat (kg)
2014	358169	358169000
2015	240647	240647000
2016	302893	302893000
2017	485832	485832000

(Sumber : Badan Pusat Statistik, 2018)

Berdasarkan data di atas, dapat diketahui bahwa konsumsi silikon dioksida di Indonesia bertambah pada tahun 2015 ke tahun 2017.



Gambar 1. 4 Proyeksi Konsumsi Tahun 2025

Perkiraan konsumsi silikon dioksida di Indonesia pada tahun yang akan datang dapat dihitung dengan menggunakan persamaan y = 44524x – 9E+07 dimana x sebagai tahun dan y sebagai jumlah konsumsi silikon dioksida. Dengan persamaan tersebut diperkirakan untuk tahun 2025 kebutuhan konsumsi silikon dioksida di Indonesia sebesar 161.100 ton/tahun.

Berdasarkan data ekspor dan konsumsi silikon dioksida di Indonesia pada tahun 2025 yang telah diketahui, maka dapat ditentukan nilai *demand* (Permintaan) dari silikon dioksida di Indonesia, yaitu :

Demand = Ekspor + Konsumsi

= (0,74 + 161.100) ton/tahun

= 161.100,7 ton/ tahun

Berdasarkan proyeksi impor, ekspor, konsumsi, dan produksi pada tahun 2025. Maka, peluang pasar untuk silikon dioksida dapat ditentukan kapasitas perancangan pabrik sebagai berikut :

Peluang = *Demand – Supply*

= 161.100,7 ton/ tahun - 62.211,3 ton/tahun

= 98.889,44 ton/tahun

Kapasitas pabrik silikon dioksida yang akan didirikan diambil 22 % dari peluang sebesar : 22% x 98.889,44 ton/tahun = 21.755,68 ton/tahun.

Dari data dan hasil perhitungan perancangan pabrik silikon dioksida ini akan dibangun dengan kapasitas sebesar 22.000 ton/tahun.

Penentuan kapasitas pabrik yang akan didirikan ini dipengaruhi oleh kapasitas pabrik sejenis yang sudah beroperasi. Berikut ini adalah perusahaan – perusahaan yang menghasilkan silikon dioksida serta bahan baku yang diperukan dalam pembuatan silikon dioksida yaitu asam sulfat dan sodium silikat.

Tabel 1. 5 Kapasitas pabrik silikon dioksida yang telah berdiri di Indonesia

No	**Nama Pabrik**	**Lokasi**	**Kapasitas (Ton/Tahun)**
1.	PT. Crosfield Indonesia	Pasuruan	10.000
2.	PT. Sanmas Dwika Abadi	Sidoarjo	10.000
		Gresik	15.000
3	PT. Silicaindo Makmur Sentosa	Banten	30.000
3	PT. Tensindon Sejati (*Shut down*)	Semarang	80.000

Tabel 1. 6 Kapasitas pabrik bahan baku yang berdiri di Indonesia dan kebutuhan di pabrik

No	**Bahan Baku**	**Perusahaan**	**Kapasitas (Ton/Tahun)**	**Kebutuhan di Pabrik (Ton/Tahun)**
1.	$Na_2O.3{,}3\ SiO_2$	PT. Ajidharmamas Tritunggal Sakti	82.500	39.304
2.	H_2SO_4	PT. Indonesian Acid Industry	57.000	16.622

Mengacu pada industri yang beroperasi serta ketersediaan bahan baku tersebut maka pabrik silikon dioksida dengan kapasitas 22.000 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 lainnya yang membutuhkan.

1.3 Tinjauan Pustaka

Silikon dioksida atau 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. Pembuatan silikon dioksida dapat dilakukan dengan dua proses, yaitu:

1.3.1 Proses Basah

Proses basah dapat dikenal dengan proses asidifikasi silikat. Proses pembuatan silikon dioksida dengan netralisasi larutan sodium silikat dengan larutan asam sulfat (H_2SO_4) melalui proses filtrasi dan pengeringan sehingga menghasilkan silikon dioksida. Proses asidifikasi larutan alkali silikat dilakukan pada suhu 90 - 91 ^oC dan termasuk reaksi netralisasi dengan tanpa adanya reaksi samping (Patent genius No. 5851502). Konversi reaksi yang dihasilkan mencapai 99,4 %. Reaksi yang terjadi yaitu:

$$Na_2O.3{,}3\ SiO_2 + H_2SO_4 \rightarrow 3{,}3SiO_2 + Na_2SO_4 + H_2O \qquad (1.1)$$

(Ulman's,1998)

1.3.2 Proses Kering

Proses ini dengan menguapkan SiCl4 dan dekomposisi dengan hidrogen. Reaksi yang terjadi yaitu:

$$SiCl_4 + 2nH_2 + nO_2 \longrightarrow SiO_2 .nH_2O + 2nHCl \qquad (1.2)$$

(Kirk and Othmer,1966)

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

Berdasarkan uraian kedua proses di atas, maka kemudian dilakukan pemilihan proses mana yang terbaik untuk diaplikasikan. Pemilihan kedua proses tersebut dilakukan berdasarkan perbandingan berbagai parameter meliputi teknis, ekonomi dan lingkungan. Adapun perbandingannya dapat dilihat pada Tabel 1.7.

Tabel 1. 7 Perbandingan macam-macam Proses

No	Parameter	Proses Basah	Proses Kering
1.	Teknis		
	a. Bahan baku	Asam Sulfat dan Sodium Silikat	Silikon tetraklorida dan Hidrogen
	b. Reaktor	RATB	Gelembung
	c. Temperatur	90 – 91 ^{o}C	1.800 – 2.000 ^{o}C
	d. Konversi	99,4 %	75-85%
	e. Tekanan	1 atm	1,5 atm
2.	Ekonomi		
	Harga Bahan Baku	Rp. 4.274,310/kg	Rp. 17.347,94/kg

Berdasarkan reaksi proses basah:

$$Na2O.3{,}3\ SiO2 + H2SO4 \rightarrow 3{,}3SiO2 + Na2SO4 + H2O \qquad (1.3)$$

Untuk menghasilkan 3,3 mol silikon dioksida membutuhkan 1 mol sodium silikat seharga Rp 2.800,41/kg dan 1 mol asam sulfat seharga Rp 1.473,90/kg. Sehingga total untuk menghasilkan 3,3 mol silikon dioksida sebesar Rp 4.274,310/kg.

Berdasarkan reaksi proses kering:

$$SiCl_4 + 2nH_2 + nO_2 \longrightarrow SiO_2.nH_2O + 2nHCl \qquad (1.4)$$

Untuk menghasilkan 1 mol silikon dioksida, membutuhkan 1 mol silikon tetraklorida seharga Rp 9.580,35/kg, 1 mol hidrogen seharga Rp

2.941,13/kg, sedangkan 1 mol oksigen seharga Rp 4.826,46/kg. Sehingga total untuk menghasilkan 1 mol silikon dioksida sebesar Rp 17.347,94/kg.

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

1. Dari segi teknis, kondisi operasi proses basah tidak memerlukan panas yang terlalu tinggi sehingga menghemat tenaga serta kemurnian yang dihasilkan lebih tinggi dibandingkan proses kering.
2. Dari segi ekonomi, bahan baku sodium silikat dan asam sulfat pada proses basah relatif murah dibandingkan dengan bahan baku silikon tetraklorida pada proses kering.

BAB II

PERANCANGAN PRODUK

2.1 Spesifikasi Bahan Baku

Tabel 2. 1 Spesifikasi Bahan Baku

Spesifikasi Bahan Baku		
Spesifikasi	Bahan Baku	
	Asam Sulfat (H_2SO_4)	Sodium Silikat $Na_2O3,3SiO_2$
Sifat Fisika		
Wujud	Cairan	Cairan
Warna	Tidak Berwarna	Tidak Berwarna
Berat Molekul (gram/mol)	98,08	260,243
Densitas (gr/cc)	1,830	2,400
Titik Didih (^oC)	340	102
Viskositas (cP)	26,7	1,5
pH	2	11-12,5
Entalpi Pembentukan (Kj/mol)	-735,13	-811,8624
Kapasitas Panas (kal/molK 25^oC)	33,12	42,38
Kemurnian (%)	98	62
Impuritis (%)	2	38
Sifat Kimia	a. Golongan Asam kuat bervalensi 2 dan bersifat higroskopis b. Bahan pengoksidasi dan bahan penghidrasi khusunya terhadap senyawa organik	a. Larut dalam air tetapi tidak terhidrolisis seperti garam silikat lainnya (rasio 3,2 -3,5 bersifat netral) b. Stabil dalam temperatur ruang dan tekanan atmosferik c. Dapat bereaksi dengan garam-garam lain seperti magnesium sulfat membentuk magnesium silikat

(Kirk Othmer,1982)

2.2 Spesifikasi Produk

Tabel 2. 2 Spesifikasi Produk

Spesifikasi	Produk		
	Silikon Dioksida (SiO_2)	Natrium Sulfat (Na_2SO_4)	Air (H_2O)
Wujud	Solid, *Powder*	Padat	Cair
Warna	Putih	Putih	Tidak Berwarna
Berat Molekul (gr/gmol)	60,08	142,05	18,015
Densitas (kg/m^3)	2650	2,660	1023,01
Titik Didih (^OC)	2503	1429	100
Kapasitas Panas (kal/molK)	10,7	118,9	0,377
Entalpi Pembentukan (Kj/kmol)	-910,7	-1387,10	-241,8
Melting Point (^OC)	1710	884	-
Boiling Point (^OC)	2230	1100	100
Bulk Density (g/cm^3)	0,03 - 0,3	1400-1600	-
Kelarutan (gr/100gr H_2O)	0,012	0,425	-
Kemurnian (%)	99	0,3	0,3

(Perry, 1986)

2.3 Tinjauan Kinetika

Reaksi pembentukan SiO_2 merupakan reaksi yang terjadi antara asam sulfat dan sodium silikat. Proses reaksi berlangsung secara eksotermis.

Reaksi yang terjadi :

$$Na_2O.3{,}3\ SiO_{2(l)} + H_2SO_{4(l)} \rightarrow 3{,}3\ SiO_{2(s)} + Na_2SO_{4(s)} + H_2O_{(l)} \qquad (2.1)$$

$$A + B \rightarrow 3{,}3\ C + D + E$$

Diketahui bahwa reaksi pembentukan SiO_2 merupakan reaksi berorde dua. Persamaan Laju Reaksinya dapat ditulis sebagai berikut:

$$-r_A = k \,.\, C_A \,.\, C_B \qquad (2.2)$$

Dengan $C_A = (1\text{-}X_A)$

$C_B = (C_{Bo} - C_{Ao.}\, X_A)$

Maka:

$= k \,.\, C_{Ao}\,(\,1\text{-}\,X_A\,)\,(C_{Bo} - C_{Ao.}\, X_A)$

$= k \,.\, C_{Ao}^2\,(1\text{-}\,X_A\,)\,(\,M - X_A\,)$

Keterangan :

$-r_A$ = laju reaksi

k = konstanta laju reaksi

C_{Ao} = konsentrasi sodium silikat mula – mula

Cb_o = konsentrasi asam sulfat mula – mula

x = konversi

Dengan nilai k sebesar 1,2 x 10^{13} x $e^{-9087,8482/T}$ (m^3/kmol.menit) (Patent Genius No. 5851502) dengan konversi sebesar 99,4 % (Patent Genius No. 5034207).

2.4 Tinjauan Termodinamika

Dengan reaksi:

$$Na_2O.3,3\ SiO_{2(l)} + H_2SO_{4(l)} \rightarrow 3,3\ SiO_{2(s)} + Na_2SO_{4(s)} + H_2O_{(l)} \qquad (2.3)$$

- Data entalpi pembentukan ΔH_f^o (25 ^oC):

Komponen	**ΔH_f^o (Kj/mol)**
$Na_2O3,3SiO_2$	-811,8624
H_2SO_4	-735,13
SiO_2	-910,70
Na_2SO_4	-1387,10
H_2O	-241,8

(yaws, 1999)

ΔH_{reaksi}^o (25 ^oC) = $\Delta H_f^o{}_{Produk} - \Delta H_f^o{}_{Reaktan}$

= [(ΔH_f^o SiO_2 + ΔH_f^o Na_2SO_4 + ΔH_f^o H_2O)-(ΔH_f^o $Na_2O3,3SiO_2$ + ΔH_f^o H_2SO_4)]

= [((-910,70*3,3) +(-1387,10) +(-241,8))-(-811,8624+(-735,13))]

= -3087,2176 Kj/mol

Berdasarkan perhitungan diatas, diperoleh hasil perhitungan ΔH_f^o reaksi bernilai negatif, hal ini membuktikan bahwa reaksi tersebut berjalan secara **eksotermis** (melepaskan energi yang berupa panas ke lingkungannya seiring dengan menaiknya suhu).

- Data energi Gibbs ΔG^o (25 ^oC):

Komponen	**$\Delta G_f{}^o{}_{298}$(Kj/mol)**
$Na_2O3,3SiO_2$	-1215,548
H_2SO_4	-653,47
SiO_2	-856,30
Na_2SO_4	-1270,20
H_2O	-228,60

(yaws, 1999)

$\Delta G_f{}^o$ (25 ^oC) $= \Delta G_f{}^o{}_{Produk} - \Delta G_f{}^o{}_{Reaktan}$

$=[(\Delta G_f{}^o\ SiO_2 + \Delta G_f{}^o\ Na_2SO_4 + \Delta G_f{}^o\ H_2O) - (\Delta G_f{}^o\ Na_2O3,3SiO_2 + \Delta G_f{}^o\ H_2SO_4)]$

$=[(-856,30+(-1270,20+(-228,60))-((-1215,548)+(-653,47))]$

$= -2455,57$ Kj/mol

Berdasarkan perhitungan diatas, diperoleh hasil perhitungan $\Delta G_f{}^o$ reaksi bernilai negatif, hal ini membuktikan bahwa reaksi tersebut berjalan secara **spontan**.

ΔG_f <0 Kj/mol = Reaksi sangat layak berlangsung

0<ΔG_f <50 Kj/mol = Reaksi layak berlangsung

ΔG_f > 50 Kj/mol = Reaksi tidak layak berlangsung

Berdasarkan data diatas, Diperoleh nilai ΔG_f ^{o} sebesar -2455,57 Kj/mol sehingga reaksi dianggap sangat layak berlangsung.

(Yaws, 1999)

Persamaan hubungan ΔG^o dengan konstanta keseimbangan reaksi, sebagai berikut:

$$\Delta G^o = - RT \ln K \quad (2.4)$$

$$\frac{\Delta G^\circ}{RT} = -\ln K$$

R = 8,314 KJ/molK

T = 298 K

$$- \ln K = \frac{- 3986{,}5 \text{ Kj/mol}}{8{,}314 \text{ KJ/mol K} \; x \; 298 \; K}$$

K_{298} = 4,997985716

Nilai konstanta keseimbangan reaksi pada suhu 90 ^{o}C (363 ^{o}K) :

$$\ln \frac{K}{K_{298}} = \frac{-\Delta Hr}{R}\left(\frac{1}{T} - \frac{1}{298}\right)$$

$$\ln \frac{K}{4{,}997985716} = \frac{3986{,}5\ \text{Kj/mol}}{8{,}314\ \text{KJ/molK}} \left(\frac{1}{363} - \frac{1}{298} \right)^{o} K$$

K = 3,746851

Diperoleh harga K >1, sehingga dapat disimpulkan reaksi pembentukan SiO_2 merupakan reaksi ***irreversibel*.**

2.5 Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas (*Quality Control*) pabrik Silikon dioksida pada umumnya bertujuan untuk mengendalikan suatu mutu produk yang diperoleh agar sesuai dengan standar yang telah ada. Pengendalian ini meliputi pengendalian kulaitas bahan baku, pengendalian kualitas saat proses berlangsung, dan pengendalian kualitas produk jadi.

2.5.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Pengendalian kualitas bahan baku dilakukan dengan tujuan untuk menjaga agar kualitas dari bahan baku tersebut sesuai dengan spesifikasi produk yang di inginkan. Dengan pemeriksaan juga dapat diketahui apakah bahan baku akan menghambat proses produksi yang dijalankan secara normal. Oleh karena itu sebelum dilakukan proses produksi, dilakukan pengujian terhadap kualitas bahan baku yang berupa asam sulfat dan sodium silikat dengan tujuan agar bahan yang digunakan dapat diproses di dalam pabrik dengan baik. Uji yang dilakukan antara lain kemurnian bahan baku, kadar komposisi komponen, uji viskositas, uji volatilitas, uji densitas.

2.5.2 Pengendalian Kualitas Proses

Pengendalian proses produksi dilakukan agar dapat mengetahui analisa produk sesuai atau tidak dengan yang diharapkan. Maka jika terdapat kesalahan pada proses produksi dapat diketahui dan diatasi dengan cepat. Selain itu, pengendalian waktu produksi juga dibutuhkan untuk mengefisiensikan waktu yang digunakaan selama proses produksi berlangsung. Pada pengendalian proses produksi pabrik silikon dioksida dibagi menjadi dua yaitu alat sistem kontrol dan aliran sistem kontrol.

2.5.2.1 Alat Sistem Kontrol

a. Sensor, digunakan untuk identifikasi variabel-variabel proses. Alat yang digunakan manometer untuk sensor aliran fluida, tekanan dan level, *termocouple* untuk sensor suhu.
b. *Controller* dan Indikator, meliputi level indikator dan *control*, *temperature indicator control*, *flow control*, dan *interface level control*.

2.5.2.2 Aliran Sistem Kontrol

a. Aliran *electric* (aliran listrik) digunakan sebagai tenaga penggerak untuk peralatan proses dan *controller*.
b. Aliran mekanik (aliran gerakan/perpindahan level) digunakan untuk *flow* dari sensor ke *controller*.

2.5.3 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

3.1 Uraian Proses

Proses pembuatan Silikon Dioksida dibagi menjadi tiga tahap yaitu :

1. Tahap persiapan bahan baku
2. Tahap pembentukan produk
3. Tahap pemurnian Produk

3.1.1 Tahap Persiapan Bahan Baku

Tahap persiapan bahan baku bertujuan untuk menyiapkan bahan baku yang berupa Asam Sulfat dengan kemurnian 98% dan Sodium Silikat dengan kemurnian 62% agar sesuai dengan kondisi operasi yang diinginkan dalam reaktor RATB yaitu pada suhu 90°C dan tekanan 1 atm.

Asam sulfat 98% dalam fase cair disimpan di dalam tangki horizontal (T-01) pada kondisi suhu 30°C dan tekanan 1 atm. Kemudian diumpankan menggunakan pompa (P-01) menuju *mixer* (M-01) untuk dilakukan proses pengenceran dengan menggunakan tambahan air hingga konsentrasinya mencapai 5%. Selanjutnya larutan asam sulfat 5% diumpankan menuju *heater* (HE-01) dengan tujuan untuk memanaskan larutan asam sulfat 5% tersebut sampai suhu 90^{o}C sesuai dengan kondisi operasi reaktor.

Sodium silikat 62% dalam fase cair yang disimpan di dalam tangki horizontal (T-02) pada kondisi suhu 30°C dan tekanan 1 atm juga diumpankan melalui pompa (P-02) menuju *heater* (HE-02) untuk dipanaskan hingga suhu 90^{o}C untuk selanjutnya larutan sodium silikat diumpankan menuju reaktor (R-01).

3.1.2 Tahap Pembentukan Produk

Pada tahap ini proses pembentukan silikon dioksida menggunakan Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) yang berfungsi untuk mereaksikan larutan asam sulfat 5% dengan larutan sodium silikat. Reaktor bekerja pada suhu 90^{o}C dan pada tekanan 1 atm serta konversi reaktor sebesar 99,4%. Reaksi yang terjadi antara asam sulfat dangan sodium silikat bersifat eksotermis, sehingga suhu dalam reaktor harus dipertahankan untuk menghindari terjadinya reaksi samping. Untuk menjaga suhu reaksi, maka reaktor (R-01) dilengkapi dengan koil pendingin. Produk keluar dari reaktor (R-01) pada suhu 90^{o}C selanjutnya diumpankan melalui pompa (P-03) menuju *rotary drum vacuum filter* (FL-01) untuk proses pencucian.

3.1.3 Tahap Pemurnian Produk

Pada tahap ini, produk keluaran reaktor (R-01) yang berupa *slurry* didinginkan terlebih dahulu dalam *cooler* (CL-01) sebelum dialirkan ke *rotary drum vacuum filter* (FL-01). Hasil penyaringan dalam *rotary vacuum filter* (FL-01) berupa padatan *(cake)* dan cairan *(filtrate).* Produk utama yang diinginkan adalah silikon dioksida yang berupa *cake* sedangkan produk samping dari reaksi dan air pencuci berupa *filtrate* yang akan dialirkan menuju unit pengolahan limbah (UPL). *Cake* yang masih mengandung air diangkut menggunakan *screw conveyor* (SC-01) menuju *rotary dryer* (RD-01) untuk mengurangi kadar air dari 76-80% menjadi maksimum 10% sehingga akan diperoleh konsentrasi produk 99%. Media pemanas yang digunakan untuk proses pengeringan adalah udara panas yang diperoleh dari *heat exchanger* (HE-03) dengan media pemanas *steam*.

Uap dan sisa partikel padatan yang terhembus oleh udara panas akan terbawa masuk kedalam siklon 1 (CY-01) melalui pendinginan produk oleh *cooler* (CL-02). Sedangkan *cake* yang sudah kering kemudian diangkut menggunakan *cooling conveyor* (CC-01) menuju ke *ball mill* (BM-01) untuk dilakukan proses penghancuran sehingga diperoleh ukuran produk yang sesuai yaitu 325 mesh, Setelah itu dengan menggunakan *bucket elevator* (BE-01), silikon dioksida diangkut ke dalam *screen* (S-01) untuk memisahkan produk yang ukurannya telah memenuhi spesifikasi dengan yang belum memenuhi. Produk yang belum memenuhi spesifikasi dikembalikan lagi ke *ball mil* dan 10% debu partikel produk akan terbawa ke dalam siklon 1 (CY-01). Sedangkan untuk produk yang ukurannya telah memenuhi spesifikasi 10% debu partikel produk akan masuk ke dalam siklon 1 (CY-0 1) dan 90% nya akan masuk ke dalam *hopper* (H-01) lalu selanjutnya masuk kedalam proses pengepakan didalam *bagging machine* serta penyimpanan didalam gudang produk (SL-02).

Untuk memaksimalkan partikel debu produk yang terbawa ke udara akan dikumpulkan melalui siklon 1 (CY-01), dimana produk keluaran atas yang mengandung sedikit partikel padatan akan terbawa kedalam siklon 2 (CY-02) dan akan dikeluarkan ke atmosfir ,untuk keluaran bawah siklon 1 dan siklon 2 yang berupa padatan akan masuk kedalam tangki pelarut (T-03) untuk dilakukan proses pelarutan, selanjutnya larutan akan dipompa (P-04) untuk dipanaskan menggunakan *heater* (HE-04) hingga suhunya sebesar 50^{o}C untuk selanjutnya masuk ke dalam tangki RDVF (FL-01).

3.2 Spesifikasi Alat

Tabel 3. 1 Tangki penyimpanan bahan baku

Spesifikasi Alat	Tangki Asam Sulfat	Tangki Sodium Silikat
Kode Alat	T-01	T-02
Fungsi	Menyimpan bahan baku asam sulfat 1.897,49 kg/jam selama 7 hari	Menyimpan bahan baku sodium silikat 7.272,015 kg/jam selama 7 hari
Jenis	*Cylindrical Vertical Tank, Flat Bottom, Conical roof*	*Cylindrical Vertical Tank, Flat Bottom, Conical roof*
Bahan	*Stainless Steel SA 167 Grade 3 type 316*	*Stainless Steel SA 167 Grade 3 type 316*
Fasa	Cair	Cair
Kondisi Operasi		
Tekanan (atm)	1	1
Suhu (°C)	30	30
Dimensi		
Diameter (m)	9,144	15,24
Tinggi (m)	3,6576	7,3152
Tebal *shell (in)*	0,5	1,75
Tinggi *head (m)*	0,64	0,51
Tebal *head (in)*	0,38	1,94
Jumlah	1	1
Harga	$ 298.096	$ 498.105

Tabel 3. 2 Tangki Pelarut

Spesifikasi Alat	Tangki Pelarut
Kode Alat	T-03
Fungsi	Melarutkan produk keluaran siklon 1 dan siklon 2 sebesar 6.456,40 kg/jam
Jenis	Tangki berpengaduk silinder tegak
Bahan	*Stainlees Steel* type 316 AISI
Kondisi Operasi	
Tekanan (atm)	1
Suhu (°C)	40
Waktu tinggal (menit)	10
Dimensi	
Volume (m^3)	8,46
Diameter (m)	2,29
Tinggi (m)	3,14
Tebal *shell (in)*	0,1875
Tinggi cairan dalam shell (m)	1,69
Bentuk head	*torispherical Flanged & Dished Head*
Tebal *head (in)*	0,25
Pengaduk	
Jenis	*marine propeller with 3 blades and pitch* 2Di
Diameter (m)	0,76
Jarak pengaduk dari dasar tangki (m)	0,985
Power pengaduk (Hp)	0,050
Jumlah	1
Harga	$ 600.028

Tabel 3. 3 Pompa

Spesifikasi Alat	POMPA (P-01)	POMPA (P-02)	POMPA (P-03)
Fungsi	Mengalirkan umpan H2SO4 sebanyak 1.859,54 kg/jam dari truk bahan baku ke Tangki penyimpanan (T-01)	Mengalirkan umpan H2SO4 sebanyak 1.859,54 kg/jam dari Tangki penyimpanan (T-01) ke mixer (M-01)	Mengalirkan umpan sodium silikat sebanyak 7.272,0154 kg/jam dari truk bahan baku ke tangki penyimpanan (T-02)
Jenis	*Centrifugal pump single stage*	*Centrifugal pump single stage*	*Centrifugal pump single stage*
Bahan	*Commercial Steel*	*Commercial Steel*	*Commercial Steel*
Kapasitas (gpm)	4,645	4,645	24,967
Head pompa (ft.lbf/lbm)	8,648	8,648	2,33
IPS (in)	3/8	3/8	3
BHP (Hp)	5	5	0,125
Daya motor pompa (Hp)	7,5	7,5	0,25
OD (in)	0,675	0,675	3,5
ID (in)	0,493	0,493	3,068
Sch No.	40	40	40
Flow area (in^2)	0,177	0,177	7,38
Jumlah	1	1	1
Harga	$ 3.477	$ 3.477	$6.835

Tabel 3. 4 Pompa (lanjutan)

Spesifikasi Alat	POMPA (P-04)	POMPA (P-05)	POMPA (P-06)
Fungsi	Mengalirkan umpan sodium silikat sebanyak 7.272,0154 kg/jam dari ke tangki penyimpanan (T-02) ke reaktor (R-01)	Mengalirkan umpan keluaran reaktor (R-01) ke filter (FL-01) sebanyak 44.462,82 kg/jam	Mengalirkan produk keluaran tangki pelarut (T-03) ke tangki RDVF (FL-01) sebesar 6.456,39 kg/jam
Jenis	*Centrifugal pump single stage*	*Centrifugal pump single stage*	*Centrifugal pump single stage*
Bahan	*Commercial Steel*	*Commercial Steel*	*Commercial Steel*
Kapasitas (gpm)	24,967	226, 720	24,874
Head pompa (ft.lbf/lbm)	2,33	1,947	8,65
IPS (in)	3	6	1/2
BHP (Hp)	0,125	1	7,5
Daya motor pompa (Hp)	0,25	1,5	10
OD (in)	3,5	6,625	0,84
ID (in)	3,068	5,761	0,622
Sch No.	40	80	40
Flow area (in^2)	7,38	26,1	0,304
Jumlah	1	1	1
Harga	$6.835	$7.554	$3.837

Tabel 3. 5 *Mixer*

Spesifikasi Alat	MIXER
Kode Alat	M-01
Fungsi	Mengencerkan asam sulfat 98% sebanyak 1.897,49 kg/jam menjadi larutan asam sulfat 5% sebanyak 1.859,54 kg/jam
Jenis	Tangki berpengaduk silinder tegak
Bahan	*Stainlees Steel* type 316 AISI
Kondisi Operasi	
Tekanan (atm)	1
Suhu (°C)	30
Waktu tinggal (menit)	10
Dimensi	
Volume (m^3)	7,11
Diameter (m)	2,29
Tinggi (m)	3,14
Tebal *shell (in)*	0,1875
Tinggi cairan dalam shell (m)	1,42
Bentuk head	*torispherical Flanged & Dished Head*
Tebal *head (in)*	0,25
Pengaduk	
Jenis	*marine propeller with 3 blades and pitch* 2Di
Diameter (m)	0,76
Jarak pengaduk dari dasar tangki (m)	0,98
Power pengaduk (Hp)	0,32
Jumlah	1
Harga	$ 383.711

Tabel 3. 6 Reaktor

Spesifikasi Alat	REAKTOR
Kode Alat	R-01
Fungsi	Mereaksikan asam sulfat sebanyak 1.859,54 kg/jam dengan sodium silikat sebanyak 4.486,83 kg/jam
Jenis	reaktor alir tangki berpengaduk
Bahan	*Stainlees Steel* SA-193 Grade B16
Kondisi Operasi	
Tekanan (atm)	1
Suhu (°C)	90
Waktu tinggal (menit)	22,11
Dimensi	
Volume cairan (m^3)	14,45
Diameter Dalam (m)	2,88
Diameter Luar (m)	2,89
Tinggi (m)	3,78
Tebal *shell (in)*	0,25
Tinggi cairan dalam shell (m)	1,17
Bentuk Head	*torispherical Flanged and Dished Head*
Bentuk Bottom	*torispherical Flanged and Dished Head*
Tebal *head (in)*	0,3125
Tinggi Tutup (m)	0,449
Koil Pendingin	
Jenis pendingin	*Brine water*
Tinggi (m)	0,98
Jarak Koil dari dasar tangki (m)	0,27
Pengaduk	
Jenis	*Flat six-blade turbine with disk*
Diameter (m)	1,448
Jarak pengaduk dari dasar tangki (m)	0,96
Power pengaduk (Hp)	20
Jumlah	1
Harga	$ 419.684

Tabel 3. 7 *Heat Exchanger*

Spesifikasi Alat	*Heater 1* (HE-01)	*Heater2* (HE-02)	*Heater 3* (HE-03)	*Heater 4* (HE-04)
Fungsi	Untuk memanaskan asam sulfat dari 40°C ke suhu 90°C menuju reaktor (R-01)	Untuk memanaskan sodium silikat dari 30°C ke suhu 90°C menuju reaktor (R-01)	Untuk menaikkan temperatur udara dari 30°C ke suhu 110°C menuju *rotary dryer* (RD-01)	Untuk memanaskan produk keluaran tangki pelarut(T-03) dari 40°C ke suhu 50°C menuju RDVF (FL-01)
Jenis	*Shell and Tube*	*Shell and Tube*	*Shell and Tube*	*Double Pipe*
Kondisi Operasi				
Fluida panas				
T in (°C)	150	150	150	150
T out (°C)	150	150	150	150
Fluida dingin				
T in (°C)	40	30	30	40
T out (°C)	90	90	110	50
Jenis tube	*Tube sheet layout 1 in. OD tubes on 1 1/4-in*	*Tube sheet layout 1 in. OD tubes on 1/4 in*	*Tube sheet layout 1 in. OD tubes on 11/4 in*	Kapasitas *Steam :* 6.456,40 kg/jam Kapasitas Fluida dingin : 128,6 kg/jam
	Tringular Pitch	*Tringular Pitch*	*Tringular Pitch*	
Shell Side / Annulus	*Steam*	*Steam*	*Steam*	*Steam*
	IDs (in) : 23,25	IDs (in) : 33	IDs (in) : 19 1/4	OD : 2,38 in ID: 2,07 in Pressure drop : 0,025 psi
	Baffle space (m) : 0,30	Baffle space (m) : 0,42	Baffle space (m) : 0,244	
Tube Side / Inner Pipe	*Medium organic*	*Light organic*	*Gas*	*Heavy organic*
	Jumlah Passed (n) : 2	Jumlah Passed (n) : 2	Jumlah Passed (n) : 2	OD : 1,66 in ID : 1,38 in Pressure drop : 0,443 psi
	Jumlah tube (Nt) : 232	Jumlah tube (Nt) : 538	Jumlah tube (Nt) : 152	
	Area per tube (A't) (in^2) :0,594	Area per tube (A't) (in^2) :0,594	Area per tube (A't) (in^2) :0,268	A : 27.28 ft^2
Dirt factor ($ft^2°F/Btu$)	0,0033	0,0031	0,0162	0,0105
Jumlah	1	1	1	1
Harga	$ 45.925	$ 85.136	$ 21.584	$ 11.391

Tabel 3. 8 *Cooler*

Spesifikasi Alat	Cooler 1	Cooler 2
Kode Alat	CL-01	CL-02
Fungsi	Untuk menurunkan suhu keluar reaktor (R-01) dari 90°C ke suhu 50°C menuju *rotary drum vacuum filter* (FL-01)	Untuk menurunkan suhu keluar *rotary dryer* (RD-01) dari 61°C ke suhu 40°C menuju *siklon 1* (CY-01)
Jenis	*Shell and Tube*	*Double Pipe*
Kondisi Operasi		
Fluida panas		
T in (°C)	90	62
T out (°C)	50	40
Fluida dingin		
T in (°C)	30	30
T out (°C)	45	45
	Jenis tube*:* *Tube sheet layout 3/4 in. OD tubes on 1 in Tringular Pitch* Shell Side : *Light organic*	*Annulus* *Medium Organic* OD : 0,09 m ID : 0,08 m
	IDs (in) :35	*Inner Pipe* *Fluida dingin (*water) OD : 0,06 m ID : 0,05 m
	Baffle space (in) :17,5	
	Tube Side : *Brine water*	
	BWG :16	
	Jumlah Passed (N) : 1	
	Jumlah tube (Nt) : 608	
	Area per tube (A't) (in²) :0,594	
Dirt factor (ft²°F/Btu)	0,0055	0,000043
Jumlah	1	1
Harga	$ 9.833	$ 9.473

Tabel 3. 9 *Filter*

Spesifikasi Alat	Filter
Kode Alat	FL-01
Fungsi	Memisahkan keluaran reaktor (R-01) berupa *cake* dan *filtrat* dari *slurry* sebanyak 60.527,22 kg/jam
Jenis	*Rotary drum vacuum filter*
Bahan	*Stainlees Steel* AISI (316)
Kondisi Operasi	
Tekanan (atm)	1
Suhu (°C)	50
Dimensi filter	
Diameter (m)	1,93
Panjang (m)	2,89
Tebal *cake (in)*	2
Luas penampung (m^2)	17,57
Kecepatan (rpm)	1,16
Waktu siklus	
Tahap filtrasi (s)	6,57
Tahap *first dewatering* (s)	18,73
Tahap *washing* (s)	25,3
Tahap *second dewatering* (s)	40,3
Daya (Hp)	0,75
Jumlah	1
Harga	$ 143.892

Tabel 3. 10 *Screw Conveyer*

Spesifikasi Alat	Screw Conveyer		
Kode Alat	SC-01	SC-02	SC-03
Fungsi	Mengangkut produk keluaran RDVF (FL-01) ke *Rotary Dryer* (RD-01)	Mengangkut produk keluaran Siklon 1 (CY-01) ke Tangki pelarut (T-03)	Mengangkut produk keluaran Siklon 2 (CY-02) ke ke Tangki pelarut (T-03)
Jenis	*Horizontal Screw Conveyor*	*Horizontal Screw Conveyor*	*Horizontal Screw Conveyor*
Bahan	*Carbon steel SA-283 Grade D*	*Carbon steel SA-283 Grade D*	*Carbon steel SA-283 Grade D*
Dimensi			
Panjang (m)	4,57	7,32	5,49
Diameter *flight* (m)	0,23	0,23	0,23
Diameter *shaft* (m)	0,05	0,05	0,05
Diameter bagian umpan (m)	0,152	0,152	0,152
Kecepatan putaran (rpm)	40	40	40
Power motor (Hp)	0,167	0,05	0,05
Jumlah	1	1	1
Harga	$ 7.434	$ 5.995	$ 5.156

Tabel 3. 11 *Filter* Udara

Spesifikasi Alat	Filter Udara
Kode Alat	FL-02
Fungsi	Menyaring debu yang terdapat dalam udara yang akan digunakan pada rotary dryer (RD-01)
Jenis	*Automatic Filter Airmat Dust Arrestor*
Bahan	*Carbon Steel* SA-283 Grade D
Dimensi	
Media filter	*Cellulosa Pulp*
Ukuran (in)	24 x 24
Kedalaman gasket minimum (in)	11,5
Jumlah	1
Harga	$ 959

Tabel 3. 12 *Rotary Dryer*

Spesifikasi Alat	Rotary Dryer
Kode Alat	RD-01
Fungsi	Mengurangi kandungan air yang terdapat dalam Produk keluaran RDVF (FL-01)
Jenis	*Single Shell Direct Heat Rotary*
Bahan	*Carbon Steel* , SA 238 Grade C
Rate umpan masuk (kg/jam)	3.858,09
Kondisi Operasi	
Tekanan (atm)	1
Suhu masuk (°C)	61
Dimensi	
Diameter (m)	2,06
Panjang(m)	17,6
Tebal shell *(in)*	3/16
Kecepatan putar (rpm)	3,78
Waktu tinggal (detik)	60
Kemiringan (^{0})	35,25
Daya (Hp)	30
Jumlah	1
Harga	$ 77.941

Tabel 3. 13 *Blower*

Spesifikasi Alat	Blower (BL-01)	Blower (BL-02)
Fungsi	Menghembuskan udara panas ke *Rotary Dryer* (RD-01)	Menghisap produk keluaran Siklon 1 (CY-01) dan siklon 2 (CY-02)
Jenis	*centrifugal blower*	*centrifugal blower*
Dimensi		
Rate volumetric (ft^3/menit)	4080,4864	0,4847
Daya (Hp)	5	6
Tekanan (psia)	3,23	3,08
Jumlah	1	1
Harga	$ 9.953	$ 4.796

Tabel 3. 14 *Cooling Conveyor*

Spesifikasi Alat	*Cooling Conveyor*
Kode Alat	CC-01
Fungsi	Mengangkut sekaligus mendinginkan produk keluaran dari *Rotary dryer* (RD-01) sebelum masuk ke *Ball mill* (BM-01)
Jenis	*Horizontal Screw Conveyor*
Bahan	*Carbon Steel* SA 283 *Grade D*
Kondisi Operasi	
Tekanan (atm)	1
Suhu (°C)	86,31
Dimensi	
Panjang screw conveyer (m)	4,572
diameter flight (m)	0,2286
Diameter shaft (m)	0,0508
Kecepatan conveyer (rpm)	40
Diameter bagian umpan (m)	0,1524
Power motor (Hp)	1
Jaket Pendingin	
Tipe	*Jacket Vessel*
Luas perpindahan panas (m)	19,59
Panjang (m)	27,29
Diameter(m)	0,30
Tebal	0,05
Jumlah	1
Harga	$ 3.597

Spesifikasi Alat	Ball mill
Kode Alat	BM-01
Fungsi	Menghaluskan produk keluaran *Rotary dryer* (RD-01) menjadi ukuran 325 mesh
Rate Masuk (kg/jam)	3858,025
Kondisi Operasi	
Tekanan (atm)	1
Suhu (°C)	40
Dimensi	
Panjang (m)	1,2192
Diameter(m)	1,5240
Kecepatan Putar (rpm)	14,1879
Ukuran Bola (in)	1
Berat Bola (kg)	3204,6134
Daya (Hp)	7,5
Jumlah	1
Harga	$ 312.365

Tabel 3. 15 *Ball Mill*

Tabel 3. 16 *Belt Conveyor*

Spesifikasi Alat	*Belt Conveyor 1*	*Belt Conveyor 2*
Kode Alat	BC-01	BC-02
Fungsi	Mengangkut produk keluaran *Ball mill* (BM-01) menuju *bucket elevator* (BE-01)	Mengangkut produk keluaran Hopper (H-01) menuju Silo (SL-01)
Jenis	*Horizontal Belt Conveyor*	*Horizontal Belt Conveyor*
Kapasitas (ton/jam)	10,21	7,35
Kondisi Operasi		
Tekanan (atm)	1	1
Suhu (°C)	40	40
Dimensi		
Panjang Belt (m)	5	5
Lebar Belt (m)	0,36	0,36
Tinggi Belt (m)	3	3
Kecepatan Normal (ft/menit)	200	200
Power (Hp)	4	4
Jumlah	1	1
Harga	$ 9.713	$ 9.713

Tabel 3. 17 *Bucket Elevator*

Spesifikasi Alat	*Bucket Elevator*
Kode Alat	BE-01
Fungsi	Mengangkut Silikon dioksida dari *belt conveyor* (BC-01) menuju *screen*(S-01)
Jenis	*Centrifugal Discharge Buckets*
Dimensi	
Ukuran Bucket (in)	(6x4x4 ½)- 12
Jarak Antar Bucket (in)	0,3048
Tinggi Elevator (m)	7,6
Lebar Bucket (in)	6
Projection Bucket (in)	4
Kecepatan Bucket (ft/menit)	225
Kecepatan putar poros (rpm)	43
Power (Hp)	1,5
jumlah	1
Harga	$ 12.351

Tabel 3. 18 *Screen*

Spesifikasi Alat	*Screen*
Kode Alat	S-01
Fungsi	Memisahkan produk keluaran dari *ballmill* (BM-01) yang berukuran lebih besar dari 325 mesh
Jenis	*High Speed Vibrating Screen*
Kapasitas Screen (ton/ft luas/mm lubang/24 jam)	20
Kondisi Operasi	
Tekanan (atm)	1
Suhu (°C)	40
Ukuran produk (mesh)	325
Kecepatan Vibrasi (getaran/detik)	120
Luas Screen (ft^2)	40
Power (Hp)	4
Jumlah	1
Harga	$ 25.661

Tabel 3. 19 *Hopper*

Spesifikasi Alat	*Hopper*
Kode Alat	H-01
Fungsi	Menampung produk Silikon dioksida sebelum masuk kedalam silo (SL-01)
Jenis	Silinder vertikal dengan tutup atas berupa plate dan tutup bawah berupa *conical*
Bahan	*Carbon Steel*, SA-283 Grade C
Waktu Penyimpanan (jam)	2
Kondisi Operasi	
Tekanan (atm)	1
Suhu (°C)	40
Dimensi	
Volume Bahan (ft^3)	69,72
Volume Hopper (ft^3)	87,144
Tinggi Hopper (m)	2,39
Diameter Dalam (m)	1,24
Diamater Luar (m)	1,25
Diameter Bukaan (in)	0,0441
Tebal Shell (in)	1/4
Jumlah	1
Harga	$ 5.876

Tabel 3. 20 Siklon

Spesifikasi Alat	Siklon 1	Siklon 2
Kode Alat	CY-01	CY-02
Fungsi	Memisahkan uap dan produk keluaran *Rotary Dryer* (RD-01), *Screen* (S-01), dan *Hopper (*H-01)	Memisahkan uap dan produk keluaran *Siklon 1* (CY-01)
Jenis	*Cyclone Separator*	*Cyclone Separator*
Bahan	*High Alloy Steel*, SA-283 *Grade C*	*High Alloy Steel*, SA-283 *Grade C*
Rate bahan masuk (kg/jam)	1080,321	1,203
Kondisi Operasi		
Tekanan (atm)	1	1
Suhu (°C)	40	40
Dimensi		
Tinggi Cyclone (m)	1,49	0,5
Tebal tutup atas (in)	0,25	0,25
Tebal tutup bawah (in)	0,25	0,25
Tebal *shell* standar (in)	3/16	3/16
Jumlah	1	1
Harga	$ 2.998	$ 1.199

Tabel 3. 21 Silo

Spesifikasi Alat	Silo
Kode Alat	SL-01
Fungsi	Menyimpan produk Silikon dioksida
Jenis	Bangunan persegi, tutup prisma segi empat
Bahan	*Stainless Steel SA167 Type 304*
Waktu Penyimpanan (hari)	7
Kondisi Operasi	
Tekanan (atm)	1
Suhu (°C)	40
Dimensi	
Volume (m^3)	279,1392
Panjang (m)	8,2341
Lebar (m)	8,2341
Tinggi (m)	4,1171
jumlah	1
Harga	$ 9.593

3.3 Perencanaan Produksi

3.3.1 Analisa Kebutuhan Bahan Baku

Pemilihan kapasitas perancangan didasarkan pada kebutuhan Silikon dioksida di Indonesia, ketersediaan bahan baku serta kapasitas minimal yang tersedia. Dapat diperkirakan kebutuhan Silikon dioksida akan mengalami peningkatan seiring dengan tingkat konsumsi yang tinggi, untuk mengatasi hal tersebut maka ditetapkan kapasitas produksi pabrik sebesar 22.000 ton/tahun dimana bahan bakunya terdiri dari Asam sulfat dan Sodium silikat. Kebutuhan bahan baku Asam sulfat diperoleh dari PT. Indonesian Acid Industry dengan kapasitas produksi sebesar 82.500 ton/tahun, kebutuhan Sodium silikat diperoleh dari PT. Ajidharmamas Tritunggal Sakti dengan kapasitas produksi sebesar 57.000 ton/tahun. Dengan rancangan pabrik silikon dioksida yang berkapasitas 22.000 ton/tahun ini diperkirakann bahan baku masih dapat terpenuhi. Dengan tersedianya bahan baku di Indonesia maka harga pembelian bahan baku akan jauh lebih murah dibandingkan dengan pembelian bahan baku yang diimpor.

3.3.2 Analisa Kebutuhan Alat Proses

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

BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

4.1 Lokasi Pabrik

Dalam perancangan pabrik, penentuan dan pemilihan lokasi pabrik merupakan salah satu faktor yang sangat penting. Pemilihan lokasi pabrik didasarkan atas pertimbangan yang secara praktis lebih menguntungkan, baik ditinjau dari segi teknis maupun ekonomis. Penentuan ini sangat mempengaruhi kegiatan pabrik, baik menyangkut produksi maupun distribusi produk.

Berdasarkan beberapa pertimbangan tertentu, pabrik silikon dioksida yang akan didirikan ini direncanakan berada di Desa Lulut, Klapanunggal, Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat.



Gambar 4. 1 Peta Lokasi Pabrik

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi penentuan lokasi pabrik pada umumnya ada 2 yaitu :

4.1.1 Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik

Faktor yang secara langsung dapat mempengaruhi proses produksi dan distribusi. Apabila tidak terpenuhi maka operasi pabrik tidak berjalan dengan semestinya. Faktor primer meliputi :

a. Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku merupakan kebutuhan utama bagi kelangsungan suatu pabrik, sehingga pengadaan bahan baku merupakan suatu hal yang sangat penting. Lokasi pabrik sebaiknya dekat dengan penyediaan bahan baku dan pemasaran produk untuk menghemat biaya transportasi, mengurangi resiko terjadinya kerusakan bahan baku dan agar lebih terjangkau dalam mengendalikan keamanannya, sehingga proses produksi berjalan dengan lancar. Bahan baku pembuatan silikon dioksida yaitu asam sulfat dan sodium silikat. Asam sulfat diperoleh dari PT. Indonesian Acid Industry yang berlokasi di Cakung, Jakarta Timur dan sodium silikat diperoleh dari PT. Ajidharmamas Tritunggal Sakti yang berlokasi di Kabupaten Bogor, Jawa Barat, sehingga penyaluran bahan baku ke pabrik silikon dioksida akan lebih mudah.

b. Utilitas

Dalam pendirian suatu pabrik, tenaga listrik dan bahan bakar adalah faktor penunjang yang paling penting. Ketersediaan tenaga listrik provinsi Jawa Barat dipasok oleh PT. PLN (Persero) ULP Cibinong serta menggunakan generator diesel sebagai cadangan. Lokasi pabrik dekat dengan Sungai Cikukulu dimana debit sungai pada musim kemarau

mencapai 26.092.800 liter per hari, sedangkan pada musim penghujan mencapai 83.808.000 liter per hari. Maka dari itu, keperluan air (air proses, air pendingin/penghasil steam, perumahan dan lain-lain) dapat diperoleh dengan mudah.

c. Sumber Daya Manusia (Tenaga Kerja)

Tenaga kerja adalah pelaku dari proses produksi. Ketersediaan tenaga kerja yang terampil dan terdidik akan memperlancar jalannya proses produksi. Sebagai kawasan industri, daerah ini merupakan salah satu tujuan para pencari kerja. Hal ini dikarenakan Bogor merupakan daerah dengan kepadatan penduduk yang cukup tinggi sehingga penyediaan tenaga kerja, baik tenaga kerja terlatih maupun kasar tidak akan menjadi masalah.

d. Transportasi

Pembelian bahan baku dan penjualan produk dapat dilakukan melalui jalan darat, laut maupun udara. Pendirian pabrik dilakukan dengan pertimbangan kemudahan sarana transportasi darat yang mudah dijangkau karena Bogor 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. Bandara Soekarno-Hatta juga dapat dijangkau dengan mudah, sehingga semakin mempermudah pengiriman produk.

e. Pemasaran

Pemasaran merupakan salah satu hal yang sangan mempengaruhi studi kelayakan proses. Dengan pemasaran yang tepat akan menghasilkan keuntungan yang maksimal. Bogor termasuk daerah strategis untuk pendirian suatu pabrik, karena daerah ini dekat dengan industri farmasi seperti PT. Ultra Sakti di Bekasi , industri pakan ternak seperti PT. Universal Agri Bisnisindo di Bekasi, industri tekstil dan material seperti PT Taehan Textil di Bogor dan industri lainnya.

f. Keadaan Iklim

Daerah Bogor 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^{o}C, sehingga operasi pabrik dapat berjalan dengan lancar.

4.1.2 Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik

Faktor sekunder tidak secara langsung berperan dalam proses operasional pabrik. Akan tetapi berpengaruh dalam kelancaran proses operasional barik itu sendiri. Faktor-faktor sekunder meliputi :

a. 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.

b. Perizinan Tanah

Sesuai dengan kebijakan pemerintah tentang kebijakan pengembangan industri, daerah Bogor 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.

c. Prasarana dan Fasilitas Sosial

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

d. 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.

4.2 Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik merupakan suatu pengaturan optimal keseluruhan bagian dari perusahaan yang meliputi tempat kerja alat, tempat kerja karyawan, tempat penyimpanan bahan dan hasil, tempat utilitas dan lain-lain. Tata letak suatu pabrik didesain dengan pertimbangan faktor-faktor antara lain: Secara garis besar tata letak pabrik dibagi dalam beberapa daerah utama, yaitu:

1. Daerah administrasi / perkantoran, laboratorium dan fasilitas pendukung. Area ini terdiri dari :
    a) Daerah administrasi sebagai pusat kegiatan administrasi dan keuangan pabrik.
    b) Laboratorium sebagai pusat kontrol kualitas bahan baku dan produk.
    c) Fasilitas – fasilitas bagi karyawan seperti: poliklinik, mess, kantin, aula dan masjid.
2. Daerah proses, ruang kontrol dan perluasan.

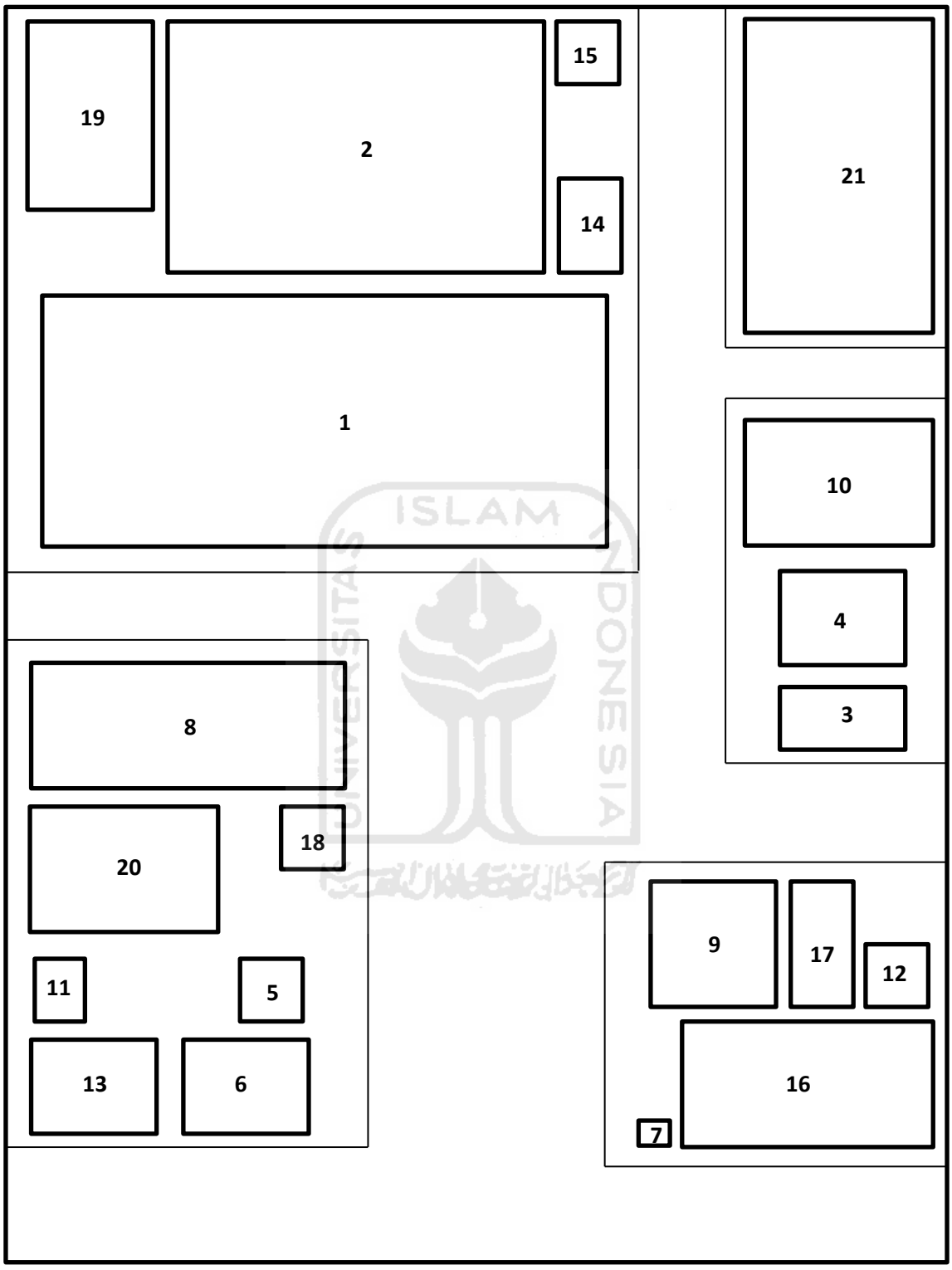
    Merupakan lokasi alat-alat proses diletakkan untuk kegiatan produksi dan perluasannya. Ruang kontrol sebagai pusat pengendalian berlangsungnya proses.
3. Daerah utilitas dan power station

    Merupakan lokasi pusat kegiatan penyediaan air, steam, air pendingin dan tenaga listrik disediakan guna menunjang jalannya proses serta unit pemadam kebakaran.

Pendirian pabrik silikon dioksida ini direncanakan di bangun pada lahan dengan ukuran 25.600 m^2. Tata letak bangunan disusun dengan mempertimbangkan pengangkutan bahan baku dan personel yang paling ekonomis. Perincian luas tanah dan bangunan dapat dilihat pada Tabel 4.1, Sedangkan penataan tata letak pabrik secara umum disajikan pada Gambar 4.2.

Tabel 4. 1 Perincian Luas Tanah Bangunan Pabrik

No.	Lokasi	Panjang	Lebar	Luas
		m	**m**	**m^2**
1	Area Proses	90	40	3600
2	Area Utilitas	60	40	2400
3	Bengkel	20	10	200
4	Gudang Peralatan	20	15	300
5	Kantin	10	10	100
6	Kantor Teknik dan Produksi	20	15	300
7	Kantor Utama	20	15	300
8	Laboratorium	50	20	1000
9	Parkir Utama	20	20	400
10	Parkir Truk	30	20	600
11	Perpustakaan	10	8	80
12	Poliklinik	10	10	100
13	Pos Keamanan	4	5	20
14	Control Room	10	15	150
15	Control Utilitas	10	10	100
16	Area Mess	40	20	800
17	Masjid	20	10	200
18	Unit Pemadam Kebakaran	10	10	100
19	Unit Pengolahan Limbah	20	30	600
20	Taman	20	30	600
21	Jalan	40	20	800
22	Daerah Perluasan	50	30	1500
Luas Tanah				**14250**
Luas Bangunan				**11350**
Total				**25600**



Skala 1:1000

Gambar 4. 2 Tata Letak Pabrik

Keterangan :

1. Area Proses
2. Area Utilitas
3. Bengkel
4. Gudang Peralatan
5. Kantin
6. Kantor Teknik dan Produksi
7. Pos Keamanan
8. Laboratorium
9. Parkir Utama
10. Parkir Truk
11. Perpustakaan
12. Poliklinik
13. Kantor Utama
14. *Control Room*
15. *Control Utilities*
16. Area *Mess*
17. Masjid
18. Unit Pemadam Kebakaran
19. Unit Pengolahan Limbah
20. Taman
21. Daerah Perluasan
22. Jalan

4.3 Tata Letak Alat Proses

Tata letak peralatan adalah penataan letak alat-alat yang digunakan dalam proses produksi. Tata letak alat-alat proses harus dirancang sedemikian rupa sehingga kelancaran produksi bisa terjamin, meningkatkan faktor keamanan dan karyawan akan mendapatkan kepuasan kerja sehingga meningkatkan semangat kerja dan produktivitas kerja. Beberapa hal yang harus dipertimbangkan pada perancangan tata letak peralatan proses adalah sebagai berikut:

a. Aliran bahan baku

Pengaliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikan keuntungan yang besar serta menunjang kelancaran dan keamanan produksi.

b. Lalu lintas alat berat

Hendaknya diperhatikan jarak antar alat dan lebar jalan agar seluruh alat proses dapat tercapai oleh pekerja dengan cepat dan mudah agar jika terjadi gangguan alat proses dapat segera diperbaiki. Selain itu, keselamatan pekerja selama bertugas harus diprioritaskan, karena kenyamanan dalam kerja akan meningkatkan semangat kerja dan produktivitas kerja.

c. Aliran udara

Aliran udara dan arah hembusan angin di dalam dan di sekitar area proses perlu diperhatikan. Hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya stagnansi udara pada suatu tempat yang dapat menyebabkan akumulasi

bahan kimia yang berbahaya, sehingga dapat membahayakan keselamatan para pekerja.

d. Pencahayaan

Penerangan seluruh area pabrik harus memadai, pada tempat-tempat proses yang berbahaya, atau berisiko tinggi harus diberi penerangan tambahan.

e. Lalu lintas manusia dan kendaraan

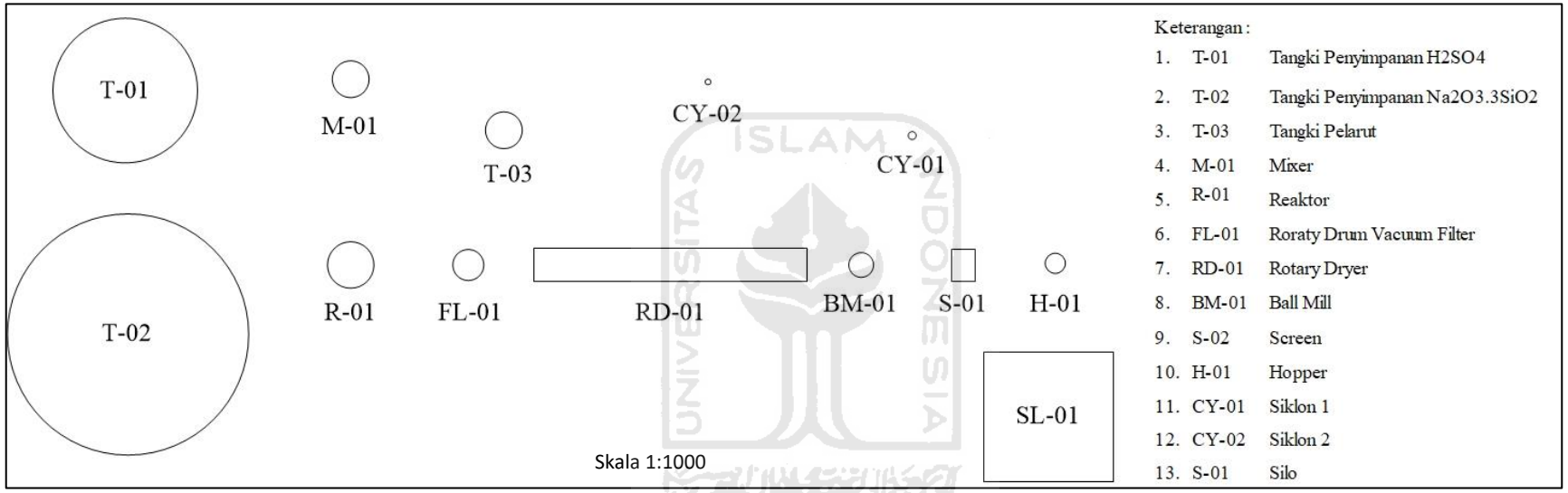
Lalu lintas manusia dan kendaraan juga perlu diperhatikan agar pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah apabila terjadi gangguan pada alat proses sehingga dapat segera diperbaiki, selain itu keamanan pekerja selama menjalankan tugasnya juga perlu diprioritaskan.

f. Pertimbangan ekonomi

Penempatan alat-alat proses pada pabrik diusahakan agar dapat menekan biaya operasi dan menjamin kelancaran serta keamanan proses produksi pabrik sehingga dapat menguntungkan dari segi ekonomi.

g. Jarak antar alat proses

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



Gambar 4. 3 Tata Letak Alat Proses

4.4 Alir Proses dan Material

Berdasarkan hasil perhitungan Neraca Massa dan Neraca Panas dalam Perancangan Pabrik Silikon Dioksida kapasitas 22.000 ton/tahun terlihat pada Tabel 4.2 sampai dengan Tabel 4.23 sebagai berikut:

4.4.1 Neraca Massa Total

Tabel 4. 2 Neraca Massa Total

Komponen	**Input, kg/jam**					**Output, kg/jam**		
	Arus 1	**Arus 2**	**Arus 4**	**Arus 6**	**Arus 15**	**Arus 8**	**Arus 13**	**Arus 21**
$Na_2O3,3SiO_2$	-	-	4.486,8335	-	-	26,9086	0,0000	0,0131
H_2SO_4	1859,5402	-	-	-	-	179,0714	0,1207	-
SiO_2	-	-	-	-	-	647,5072	0,0011	2750,3653
Na_2SO_4	-	-	-	-	-	2432,5419	0,0000	1,1804
H_2O	37,9498	35293,3131	2785,1819	9608,0066	5376,2012	53383,0977	0,0000	26,2190
Sub Total	**1897,4900**	**35293,3131**	**7272,0154**	**9608,0066**	**5376,2012**	**56669,1268**	**0,1218**	**2777,7778**
Total	**70899,3982**					**70899,3982**		

4.4.2 Neraca Massa Alat

a) *Mixer* (M-01)

Tabel 4. 3 Neraca Massa *Mixer* (M-01)

Komponen	BM (kg/kmol)	Masuk (kg/jam)		Keluar (kg/jam)
		Arus 1	Arus 2	Arus 3
H_2SO_4	98,08	1859,5402	-	1859,5402
H_2O	18,02	37,9498	35293,3131	35331,2629
Subtotal		**1897,4900**	**35293,3131**	**37190,8031**
Total		**37190,8031**		**37190,8031**

b) Reaktor (R-01)

Tabel 4. 4 Neraca Massa Reaktor (R-01)

Komponen	BM kg/kmol	Masuk (kg/jam)		Keluar (kg/jam)
		Arus 3	Arus 4	Arus 5
$Na_2O3,3SiO_2$	260,32	-	4.486,8335	26,9210
H_2SO_4	98,08	1859,5402	-	179,1921
SiO_2	60,1	-	-	3397,8736
Na_2SO_4	142,05	-	-	2433,6608
H_2O	18,02	35331,2629	2785,1819	38425,1711
Subtotal		**37190,8031**	**7272,0154**	**44462,8185**
Total		**44462,8185**		**44462,8185**

c) *Rotary DrumVacuum Filter* (FL-01)

Tabel 4. 5 Neraca Massa *Rotary Drum Vacuum Filter* (FL-01)

Komponen	BM kg/kmol	Masuk (kg/jam)			Keluar (kg/jam)	
		Arus 5	Arus 6	Arus 16	Arus 7	Arus 8
$Na_2O3,3SiO_2$	260,32	26,9210	-	0,0058	0,0181	26,9086
H_2SO_4	98,08	179,1921	-	-	0,1207	179,0714
SiO_2	60,1	3397,8736	-	1069,5855	3819,9518	647,5072
Na_2SO_4	142,05	2433,6608	-	0,5206	1,6394	2432,5419
H_2O	18,02	38425,1711	9608,0066	5386,2864	36,3663	53383,0977
Subtotal		**44462,8185**	**9608,0066**	**6456,3981**	**3858,0964**	**56669,1268**
Total		**60527,2232**			**60527,2232**	

d) *Rotary Dryer* (RD-01)

Tabel 4. 6 Neraca Massa *Rotary Dryer* (RD-01)

Komponen	BM kg/kmol	Masuk (kg/jam)		Keluar (kg/jam)	
		Arus 7	Arus 9	Arus 10	Arus 17
$Na_2O3,3SiO_2$	260,32	0,0181	-	0,0018	0,0163
H_2SO_4	98,08	0,1207	-	0,1207	-
SiO_2	60,1	3819,9518	-	381,9952	3437,9566
Na_2SO_4	142,05	1,6394	-	0,1639	1,4755
H_2O	18,02	36,3663	-	3,5925	32,7738
Udara Panas		-	8095,8743	**8095,8743**	-
Subtotal		**3858,0964**	**8095,8743**	**8481,7485**	**3472,2222**
Total		**11953,9707**		**11953,9707**	

e) *Ball Mill* (BM-01)

Tabel 4. 7 Neraca Massa *Ball Mill* (BM-01)

Komponen	BM kg/kmol	Masuk (kg/jam)		Keluar (kg/jam)
		Arus 17	Arus 19	Arus 18
SiO_2	60,1	3437,9566	381,9952	3819,9518
Na_2SO_4	142,05	1,4755	0,1639	1,6394
H_2O	18,02	32,7738	3,6415	36,4153
$Na_2O3,3SiO_2$	260,32	0,0163	0,0018	0,0181
Subtotal		**3472,2222**	**385,8025**	**3858,0247**
Total		**3858,0247**		**3858,0247**

f) *Screen* (S-01)

Tabel 4. 8 Neraca Massa *Screen* (S-01)

Komponen	BM kg/kmol	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)		
		Arus 18	Arus 19	Arus 20	Arus 10
SiO_2	60,1	3819,9518	381,9952	3055,9615	381,9952
Na_2SO_4	142,05	1,6394	0,1639	1,3116	0,1639
H_2O	18,02	36,4153	3,6415	29,1322	3,6415
$Na_2O3,3SiO_2$	260,32	0,0181	0,0018	0,0145	0,0018
Subtotal		**3858,0247**	**385,8025**	**3086,4197**	**385,8025**
Total		**3858,0247**	**3858,0247**		

g) *Hopper (H-01)*

Tabel 4. 9 Neraca Massa *Hopper* (H-01)

Komponen	BM kg/kmol	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
		Arus 20	Arus 10	Arus 21
SiO_2	60,1	3055,9615	305,5961	2750,3653
Na_2SO_4	142,05	1,3116	0,1312	1,1804
H_2O	18,02	29,1322	2,9132	26,2190
$Na_2O3,3SiO_2$	260,32	0,0145	0,0015	0,0131
Subtotal		**3086,4197**	**308,6420**	**2777,7778**
Total		**3086,4197**	**3086,4197**	

h) *Siklon 1 (CY-01)*

Tabel 4. 10 Neraca Massa Siklon 1 (CY-01)

Komponen	BM kg/kmol	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
		Arus 10	Arus 12	Arus 11
SiO_2	60,1	1069,5865	1,0696	1068,5169
Na_2SO_4	142,05	0,4590	0,0005	0,4586
H_2O	18,02	10,1473	0,0101	10,1372
$Na_2O3,3SiO_2$	260,32	0,0051	0,0000	0,0051
H_2SO_4	98,08	0,1207	0,1207	-
Subtotal		**1080,3186**	**1,2009**	**1079,1177**
Total		**1080,3186**	**1080,3186**	

i) *Siklon 2 (CY-02)*

Tabel 4. 11 Neraca Massa Siklon 2 (CY-02)

Komponen	BM kg/kmol	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
		Arus 12	Arus 14	Arus 13
SiO_2	60,1	1,0696	1,0685	0,0011
Na_2SO_4	142,05	0,0005	0,0005	0,0000
H_2O	18,02	0,0101	0,0101	0,0000
$Na_2O3,3SiO_2$	260,32	0,0000	0,0000	0,0000
H_2SO_4	98,08	0,1207	-	0,1207
Subtotal		**1,2009**	**1,0791**	**0,1218**
Total		**1,2009**	**1,2009**	

j) Tangki Pelarut (T-03)

Tabel 4. 12 Neraca Massa Tangki Pelarut (T-03)

Komponen	BM kg/kmol	Masuk (kg/jam)			Keluar (kg/jam)
		Arus 11	Arus 14	Arus 15	Arus 16
SiO_2	60,1	1068,5169	1,0685	-	1069,5855
Na_2SO_4	142,05	0,4586	0,0005	-	0,5206
H_2O	18,02	10,1372	0,0101	5376,2012	5386,2864
$Na_2O3,3SiO_2$	260,32	0,0051	0,0000	-	0,0058
H_2SO_4	98,08	-	-	-	-
Subtotal		**1079,1177**	**1,0791**	**5376,2012**	**6456,3981**
Total		**6456,3981**			**6456,3981**

4.4.3 Neraca Panas

a) *Mixer* (M-01)

Tabel 4. 13 Neraca Panas *Mixer* (M-01)

Komponen	Q Masuk (kJ/jam)		Q Keluar (kJ/jam)
	Arus 1	Arus 2	Arus 3
H_2SO_4	13300,8846	-	40621,9365
H_2O	795,0142	739363,1793	2245522,3783
Panas Pelarutan	1532685,2367		-
Subtotal	**14095,8988**	**739363,1793**	**2286144,3148**
Total	**2286144,3148**		**2286144,3148**

b) *Heater* 1 (HE-01)

Tabel 4. 14 Neraca Panas *Heater 1* (HE-01)

Komponen	Q Masuk (kJ/jam)	Q Keluar (kJ/jam)
	Arus 3	Arus 4
H_2SO_4	40621,9365	177862,8950
H_2O	2245522,3783	9585365,2313
Steam	7477083,8115	-
Subtotal	**2286144,3148**	**9763228,13**
Total	**9763228,13**	**9763228,13**

c) *Heater* 2 (HE-02)

Tabel 4. 15 Neraca Panas *Heater 2* (HE-02)

Komponen	**Q Masuk (kJ/jam)**	**Q Keluar (kJ/jam)**
	Arus 5	**Arus 6**
$Na_2O3,3SiO_2$	2050303,277	35862467,515
H_2O	58347,05673	755619,344
Subtotal	**2108650,334**	**36618086,86**
Steam	34509436,5254	-
Total	**36618086,86**	**36618086,86**

d) Reaktor (R-01)

Tabel 4. 16 Neraca Panas Reaktor (R-01)

Komponen	**Q Masuk (kJ/jam)**		**Q Keluar (kJ/jam)**
	Arus 4	**Arus 6**	**Arus 7**
$Na_2O3,3SiO_2$	-	35862467,52	215174,8051
H_2SO_4	177862,895	-	17139,51534
SiO_2	-	-	957780,0783
Na_2SO_4	-	-	252947,381
H_2O	9585365,231	755619,3445	10424741,96
Subtotal	**46381314,9858**		**46381314,9858**
Panas Reaksi	20734473,014		-
Beban Pendingin	-		55248004,2627
Total	**67115788,000**		**67115788,000**

e) *Cooler* (CL-01)

Tabel 4. 17 Neraca Panas *Cooler* (CL-01)

Komponen	Q Masuk (kJ/jam)	Q Keluar (kJ/jam)
	Arus 7	**Arus 8**
$Na_2O3,3SiO_2$	215174,8051	68001,3864
H_2SO_4	17139,5153	6474,4969
SiO_2	957780,0783	374687,8704
Na_2SO_4	252947,3810	97520,1917
H_2O	10424741,9576	4015411,0719
Subtotal	**11867783,7373**	**4562095,0173**
Pendingin	-	7305688,7200
Total	**11867783,7373**	**11867783,7373**

f) Rotary Drum Vacuum Filter (FL-01)

Tabel 4. 18 Neraca Panas *Rotary Drum Vacuum Filter* (FL-01)

Komponen	Q Masuk (kJ/jam)			Q Keluar (kJ/jam)	
	Arus 8	**Arus 9**	**Arus 10**	**Arus 11**	**Arus 12**
$Na_2O3,3SiO_2$	68001,3864	-	14,5454	68,5648	101780,5913
H_2SO_4	6474,4969	-	0,0000	6,2259	9244,0172
SiO_2	374687,8704	-	117944,5607	595730,1754	100980,2226
Na_2SO_4	97520,1917	-	20,8594	93,2680	138387,5617
H_2O	4015411,0719	3627049,3698	562864,2177	5394,2062	7918303,7372
Subtotal	**4562095,0173**	**3627049,3698**	**680844,1831**	**601292,4403**	**8268696,1300**
Total	**8869988,5703**			**8869988,5703**	

g) *Rotary Dryer* (RD-01)

Tabel 4. 19 Neraca Panas *Rotary Dryer* (RD-01)

Komponen	**Q Masuk (kJ/jam)**		**Q Keluar (kJ/jam)**	
	Arus 11	**Arus 13**	**Arus 15**	**Arus 14**
$Na_2O3,3SiO_2$	68,5648	-	120,8622	7,3368
H_2SO_4	6,2259	-	-	6,5998
SiO_2	595730,1754	-	915430,0239	63032,7013
Na_2SO_4	93,2680	-	144,6746	9,8760
H_2O	5394,2062	-	8385,6346	9868,9674
Subtotal	**601292,4403**	-	**924081,1954**	**72925,4812**
Udara Panas	-	700807,0205	-	309595,0828
Heat Loss	-	-	4502,2986	
Total	**1302099,4608**		**1302099,4608**	

h) Air Heater (HE-03)

Tabel 4. 20 Neraca Panas Air *Heater* (HE-03)

Komponen	**Q Masuk (kJ/jam)**	**Q Keluar (kJ/jam)**
	Arus 17	**Arus 13**
Q Udara	309595,0828	700807,0205
Q Suppy	411802,0397	-
Q Loss	-	20590,10199
Total	**721397,1225**	**721397,1225**

i) *Cooling Conveyor (CC-01*)

Tabel 4. 21 Neraca Panas *Cooling Conveyor* (CC-01)

Komponen	**Q Masuk (kJ/jam)**	**Q Keluar (kJ/jam)**
	Arus 15	**Arus 16**
$Na_2O3,3SiO_2$	120,8738	23,5303
H_2SO_4	-	-
SiO_2	915495,9101	228434,7965
Na_2SO_4	144,6852	35,4958
H_2O	8386,2547	2057,0640
Subtotal	**924147,7239**	**230550,8867**
Panas diserap		693596,8371
Total	**924147,7239**	**924147,7239**

j) Heater (HE-04)

Tabel 4. 22 Neraca Panas *Heater* (HE-04)

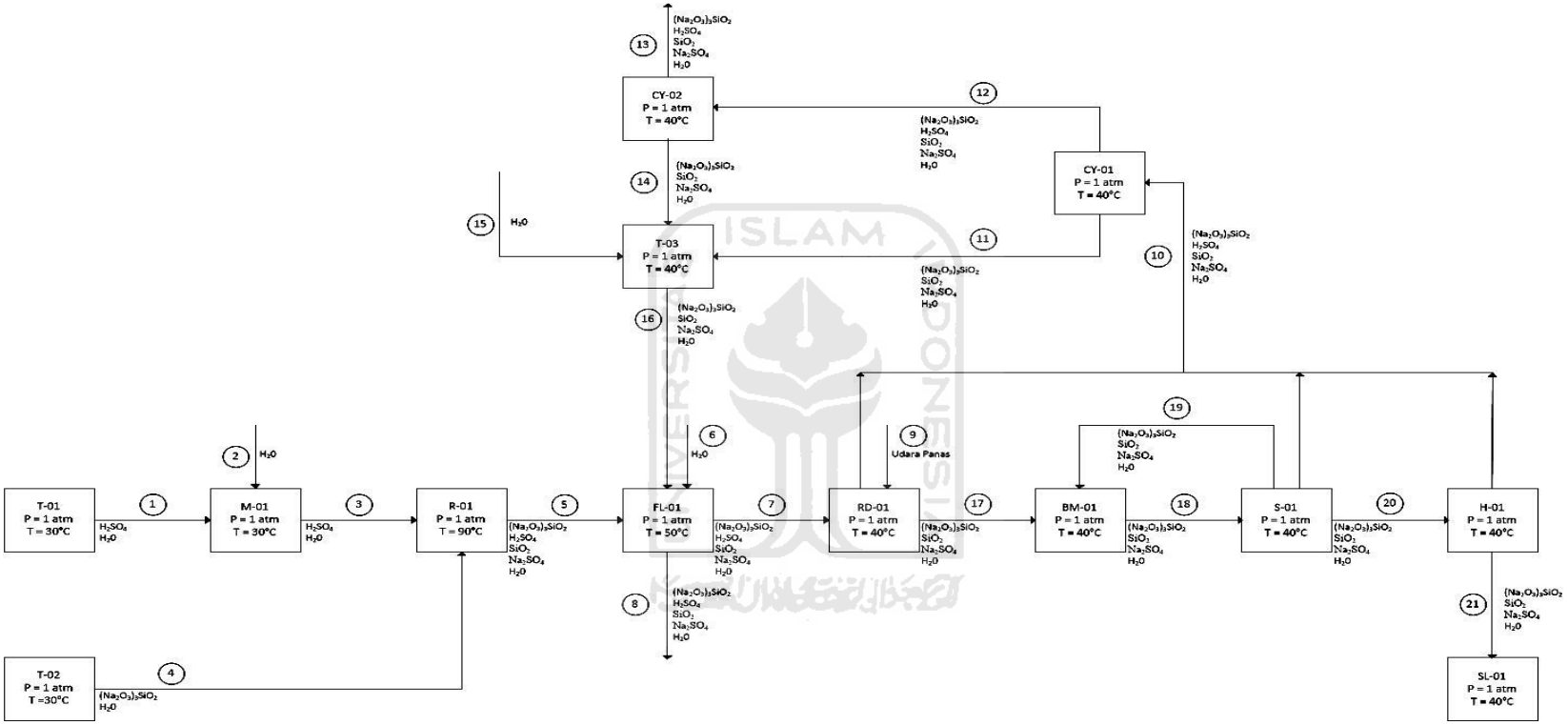
Komponen	**Q Masuk (kJ/jam)**	**Q Keluar (kJ/jam)**
	Arus 18	**Arus 10**
$Na_2O3,3SiO_2$	8,3015	14,5454
SiO_2	71068,5346	117944,5607
Na_2SO_4	12,5229	20,8594
H_2O	338073,4518	562864,2177
Subtotal	**409162,8108**	**680844,1831**
Steam	271681,3723	
Total	**680844,1831**	**680844,1831**

k) Cooler (CL-02)

Tabel 4. 23 Neraca Panas *Cooler* (CL-02)

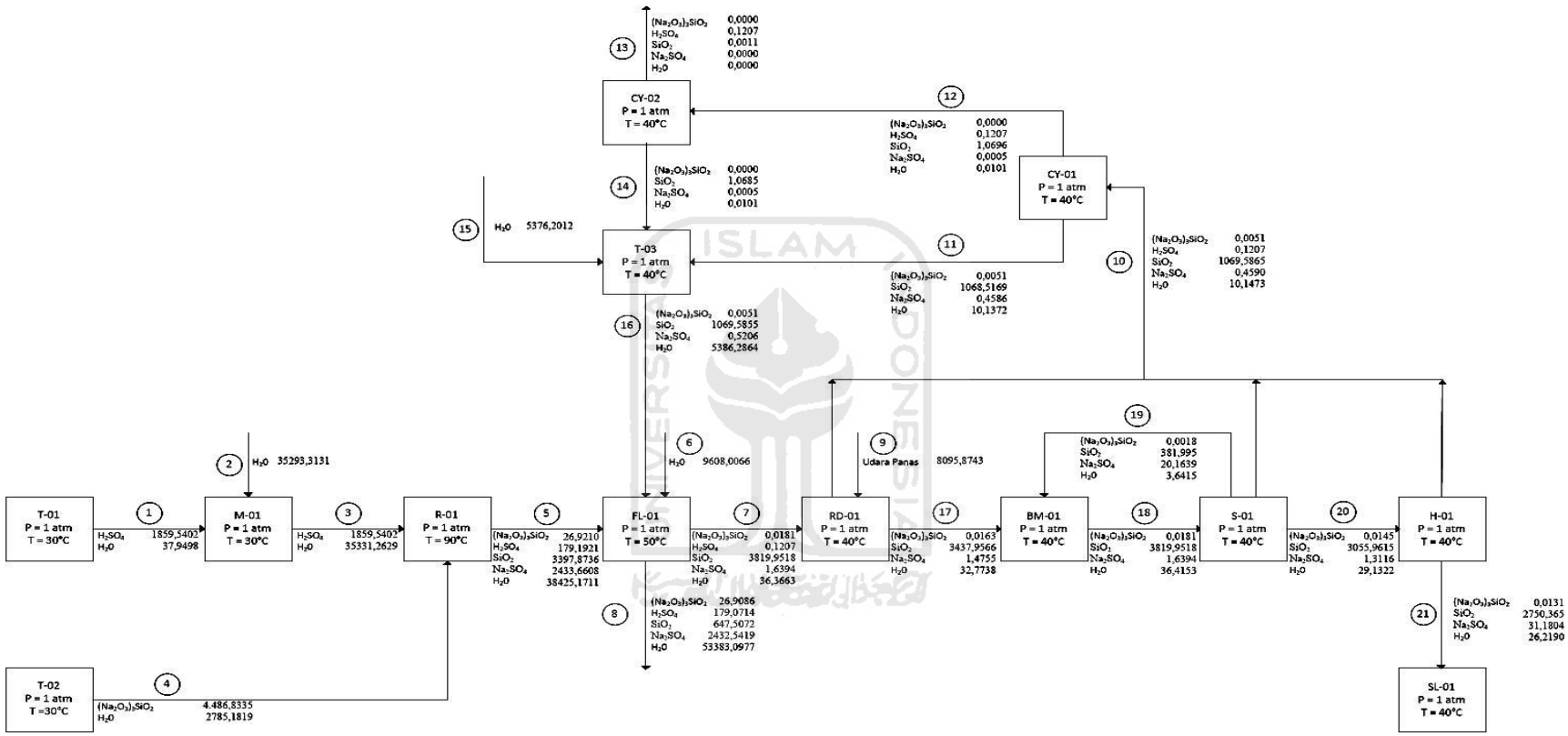
Komponen	**Q Masuk (kJ/jam)**	**Q Keluar (kJ/jam)**
	Arus 7	**Arus 8**
$Na_2O3,3SiO_2$	7,3368	2,6145
H_2SO_4	6,5998	2,6033
SiO_2	63032,7013	25381,6441
Na_2SO_4	9,8760	3,9440
H_2O	564,2594	225,4885
Subtotal	**63620,7732**	**25616,2944**
Pendingin		38004,4788
Total	**63620,7732**	**63620,7732**

Diagram Alir Kualitatif



Gambar 4. 4 Diagram Alir Kualitatif

Diagram Alir Kuantitatif



Gambar 4. 5 Diagram Alir Kuantitatif

4.5 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 :

a) Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (*Water Treatment System*)
b) Unit Pembangkit Steam (*Steam Generation System*)
c) Unit Pembangkit Listrik (*Power Plant System*)
d) Unit Penyedia Udara Instrumen (*Instrument Air System*)
e) Unit Penyediaan Bahan Bakar
f) Unit Pengolahan Limbah

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

a. Unit Penyediaan Air

Unit Pengadaan Pengolahan air atau yang lebih dikenal dengan *Raw Water Treatment Plant* (RWTP) adalah proses pengolahan air baku menjadi air bersih karena air yang berasal dari alam bukanlah air jernih sebab masih banyak mengandung kotoran (*imputities*) yang terdiri dari *suspended solid* (*imputiries* tidak larut) yang diolah pada proses klarifikasi dan *dissolved solid* (*impurities* terlarut) yang diolah pada proses demineralisasi.

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 Cikukulu 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. Jumlah air sungai lebih banyak dibandingkan dari air sumur.
d. 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 seperti keperluan perumahan, perkantoran, laboratorium, masjid dan lain-lain. Air sanitasi harus memenuhi kualitas tertentu, yaitu:

Syarat fisika, meliputi:

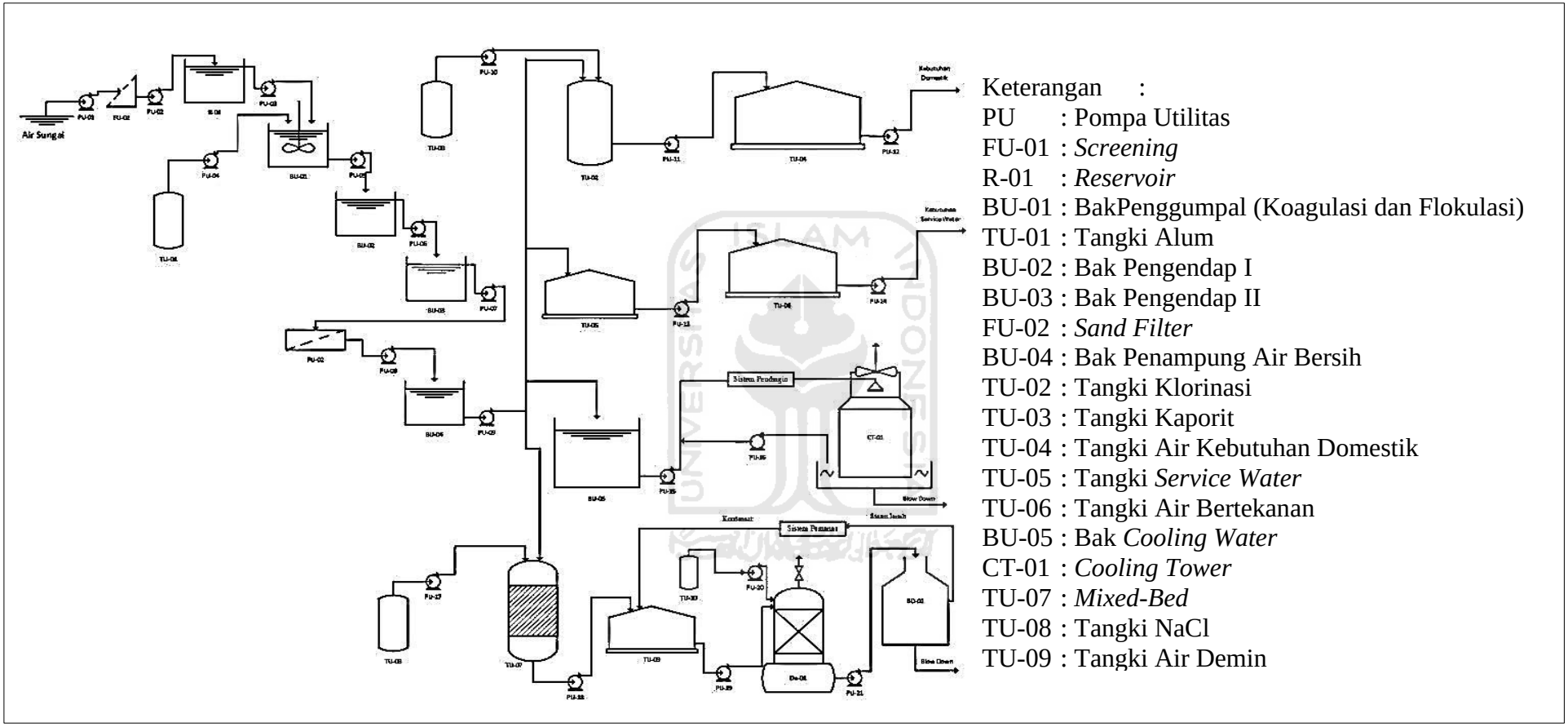
- Suhu : Di bawah suhu udara
- Warna : Jernih
- Rasa : Tidak berasa
- Bau : Tidak berbau

Syarat kimia, meliputi:

- Tidak mengandung zat organik dan anorganik
- Tidak beracun

b. Unit Pengelola Air

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



Keterangan :
PU : Pompa Utilitas
FU-01 : *Screening*
R-01 : *Reservoir*
BU-01 : BakPenggumpal (Koagulasi dan Flokulasi)
TU-01 : Tangki Alum
BU-02 : Bak Pengendap I
BU-03 : Bak Pengendap II
FU-02 : *Sand Filter*
BU-04 : Bak Penampung Air Bersih
TU-02 : Tangki Klorinasi
TU-03 : Tangki Kaporit
TU-04 : Tangki Air Kebutuhan Domestik
TU-05 : Tangki *Service Water*
TU-06 : Tangki Air Bertekanan
BU-05 : Bak *Cooling Water*
CT-01 : *Cooling Tower*
TU-07 : *Mixed-Bed*
TU-08 : Tangki NaCl
TU-09 : Tangki Air Demin

Gambar 4. 6 Diagram Pengolahan Air

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 s*creening*, 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 Ca^{2+}, Mg^{2+}, SO_4^{2-}, 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 RSO_3H, dimana pengganti kation – kation yang dikandung dalam air diganti dengan ion H^+ sehingga air yang akan keluar dari *Cation Exchanger* adalah air yang mengandung anion dan ion H^+.

$$MgCl_2 + 2R\text{-}SO_3H \longrightarrow Mg(RSO_3)_2 + 2Cl^- + 2H^+ \quad (4.1)$$

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

$Ba^{+2}>Pb^{+2}>Sr^{+2}>Ca^{+2}>Ni^{+2}>Cu^{+2}>Co^{+2}>Zn^{+2}>Mg^{+2}>Ag^{+}>Cr^{+}>K^{+}>N_2^{+}>H^{+}$

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

$$Mg(RSO_3)_2 + 2Na^+ + 2Cl^- \longrightarrow MgCl_2 + 2RSO_3Na \quad (4.2)$$

- *Anion Exchanger*

Anion Exchanger berfungsi untuk mengikat ion –ion negatif (anion) yang larut dalam air dengan resin yang bersifat basa, yang mempunyai formula RNOH, sehingga anion-anion seperti CO_3^{2-}, Cl^-, dan SO_4^{2-} akan membantu garam resin tersebut.

$$SO_4^{-2} + 2RNOH \longrightarrow (RN)_2SO_4 + 2OH^- \quad (4.3)$$

Ion SO_4^{-2} dapat menggantikan ion OH^- yang ada dalam resin karena selektivitas SO_4^{-2} lebih besar dari selektivitas OH^-. Urutan selektivitas anion adalah sebagai berikut :

$$SO_4^{-2} > I^- > NO_3^- > CrO_4^{-2} > Br^- > Cl^- > OH^-$$

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

$$RN_2SO_4 + 2Na^+ + 2Cl^- \longrightarrow 2RNCl + Na_2SO_4 \quad (4.4)$$

i. Deaerator

Air yang telah mengalami demineralisasi masih mengandung gas-gas terlarut terutama O_2 dan CO_2. 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 agar gas-gas yang terlarut dalam air, seperti O_2 dan CO_2 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.

c. Kebutuhan Air

1. Kebutuhan Air Proses

Tabel 4. 24 Kebutuhan Air Proses

Nama Alat	Kode	Jumlah (kg/jam)
Mixer	M-01	35293
RDVF	FL-01	9608
Tangki Pelarut	T-03	5376
Total		50278

Perancangan dibuat *over design* sebesar 20%

Kebutuhan steam = 20% x 50278 kg/jam

= 60333 kg/jam

2. Kebutuhan Air Pembangkit *Steam*

Tabel 4. 25 Kebutuhan Air Pembangkit *Steam*

Nama Alat	Kode	Jumlah (kg/jam)
Heater	HE-01	3538
Heater	HE-02	16330
Heater	HE-03	195
Heater	HE-04	283
Total		20348

Perancangan dibuat *over design* sebesar 20%

Kebutuhan steam = 20% x 20348 kg/jam

= 24417 kg/jam

3. Kebutuhan Air Proses Pendinginan

Tabel 4. 26 Kebutuhan Air Pendinginan

Nama Alat	Kode	Jumlah (kg/jam)
Reaktor	R-01	881486
Cooling Conveyor	CC-01	11060
Cooler	CL-01	116351
Cooler	CL-02	605
Total		1009502

Kebutuhan air pendingin = 20% x 1009502 kg/jam

= 1211402 kg/jam

4. 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 = 163 orang

Kebutuhan air untuk semua karyawan = 818 kg/jam

- Kebutuhan air untuk *mess*

Jumlah *mess* = 30 rumah

Penghuni *mess* = 80 orang

Kebutuhan air untuk *mess* = 12000 kg/jam

Total kebutuhan air domestik = (818+12000) kg/jam

= 12818 kg/jam

5. *Service Water*

Perkiraan kebutuhan air untuk pemakaian layanan umum seperti bengkel, laboratorium, masjid, kantin, pemadam kebakaran dan lain-lain 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 : 31674 kg/jam

Jenis : *Water Tube Boiler*

Jumlah : 1 buah

Boiler tersebut dilengkapi dengan sebuah unit *economizer safety valve sistem* dan pengaman-pengaman yang bekerja secara otomatis. Air dari *water treatment plant* yang akan digunakan sebagai umpan *boiler* terlebih dahulu diatur kadar silika, O_2, 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 200^0C, kemudian diumpankan ke *boiler*.

Di dalam *boile*r, 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 *heater* 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 : 3500 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 Tabel 4.27 dan kebutuhan listrik untuk utilitas terdapat pada table 4.28.

a. Kebutuhan Listrik Untuk Alat Proses

Tabel 4. 27 Kebutuhan Listrik Alat Proses

Alat	Kode Alat	Daya	
		Hp	Watt
Pompa-01	P-01	7,500	5592,750
Pompa-02	P-02	7,500	5592,750
Pompa-03	P-03	0,250	186,425
Pompa-04	P-04	0,250	186,425
Pompa-05	P-05	1,500	1118,550
Pompa-06	P-06	10,000	7457,000
Mixer	M-01	0,319	238,245
Reaktor	R-01	20,000	14914,000
RDVF	FL-01	0,750	559,275
Screw Conveyor	SC-01	0,167	124,283
Screw Conveyor	SC-02	0,05	37,285
Screw Conveyor	SC-03	0,05	37,285
Rotary Dryer	RD-01	30,000	22371,000
Blower	BL-01	5,000	3728,500
Blower	BL-02	6,000	4474,200
Cooling Conveyor	CC-01	0,125	93,213
Ball Mill	BM-01	7,500	5592,750
Belt Conveyor	BC-01	4,000	2982,800
Belt Conveyor	BC-02	4,000	2982,800
Bucket Elevator	BE-01	1,500	1118,550
Screening	S-01	4,000	2982,800
Tangki Pelarut	T-03	0,050	37,285
Total		**110,511**	**82408,171**

b. Kebutuhan Listrik Untuk Utilitas

Tabel 4. 28 Kebutuhan Listrik Utilitas

Alat	Kode Alat	Daya	
		Hp	Watt
Bak Penggumpal	BU-01	2,000	1491,400
Blower Cooling Tower	BL-01	86,728	64673,078
Pompa-01	PU-01	4,550	3392,962
Pompa-02	PU-02	69,700	51975,477
Pompa-03	PU-03	59,949	44704,215
Pompa-04	PU-04	0,000	0,055
Pompa-05	PU-05	0,769	573,544

Alat	Kode Alat	Daya	
		Hp	Watt
Pompa-06	PU-06	69,505	51830,085
Pompa-07	PU-07	21,464	16005,823
Pompa-08	PU-08	42,450	31654,813
Pompa-09	PU-09	23,355	17415,998
Pompa-10	PU-10	23,504	17526,807
Pompa-11	PU-11	1,479	1102,832
Pompa-12	PU-12	1,479	1102,832
Pompa-13	PU-13	0,074	55,003
Pompa-14	PU-14	0,062	46,286
Pompa-15	PU-15	18,029	13444,386
Pompa-16	PU-16	18,029	13444,386
Pompa-17	PU-17	0,013	9,968
Pompa-18	PU-18	5,306	3956,397
Pompa-19	PU-19	1,110	827,961
Pompa-20	PU-20	0,000	0,045
Pompa-21	PU-21	4,395	3277,569
Kompresor	KU-01	4,000	2982,800
Total		**457,952**	**341494,721**

c. Kebutuhan Listrik Untuk Penerangan dan AC

Listrik untuk penerangan diperkirakan adalah sebesar 150 kW. Listrik untuk AC diperkirakan adalah sebesar 20 Kw.

d. Kebutuhan Listrik Untuk Laboratorium dan Bengkel

Listrik untuk laboratorium dan bengkel diperkirakan adalah sebesar 100 kW.

e. Kebutuhan Listrik Untuk Instrumentasi

Listrik untuk instrumentasi diperkirakan adalah sebesar 30 kW.

Total kebutuhan listrik pada pabrik silikon dioksida adalah sebesar:

Tabel 4. 29 Total Kebutuhan Listrik

No	Keperluan	Kebutuhan (kW)
1	Kebutuhan Plant	
	a. Proses	82,4082
	b. Utilitas	341,4947
2	a. Listrik Ac	20
	b. Listrik Penerangan	150
3	Laboratorium dan Bengkel	100
4	Instrumentasi	30
Total		**723,903**

4.5.4 Unit Penyediaan Udara Tekan

Proses yang terjadi pada unit penyedia udara instrumen pada dasarnya yaitu untuk mengurangi berat jenis udara dari kandungan kondensat sebelum masuk ke unit instrumen udara.

Udara tekan diperlukan untuk pemakaian alat *pneumatic control*. Total kebutuhan udara tekan diperkirakan 37 m^3/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. Sedangkan bahan bakar yang dipakai pada boiler adalah *fuel oil* sebanyak 1829 kg/jam yang juga diperoleh dari PT. Pertamina.

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 lingkunga. 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 meggunakan 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 digunakan 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. 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

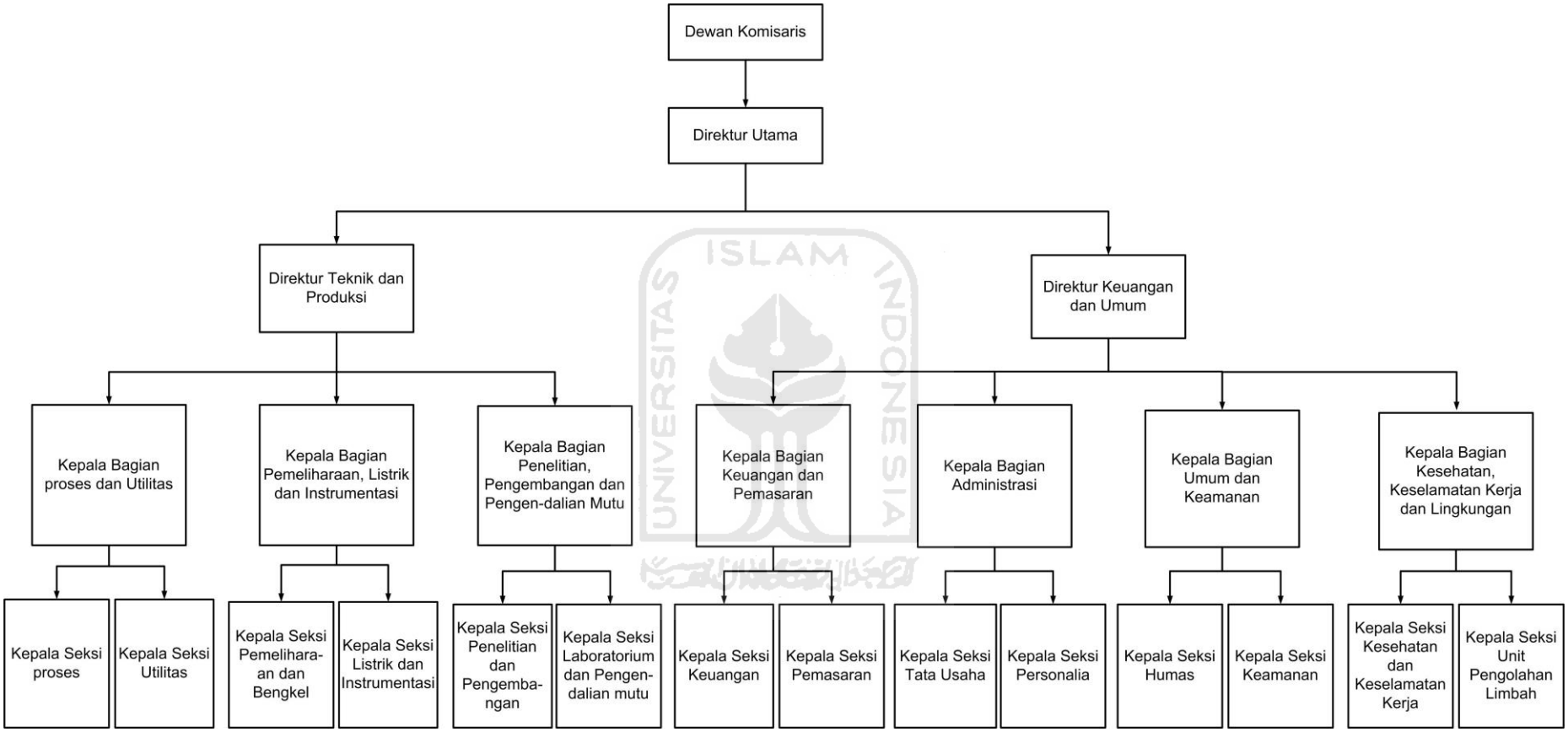
tugas menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh seorang Direktur Utama yang dibantu oleh Direktur Teknik dan Produksi serta Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum. Dimana Direktur Teknik dan Produksi membawahi bidang produksi, pengendalian, utilitas dan pemeliharaan. Sedangkan Direktur Administrasi, 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 lancer

Berikut gambar struktur organisasi pabrik silikon dioksida dari asam sulfat dan sodium silikat dengan kapasitas 22.000 ton/tahun.



Gambar 4. 7 Struktur Organisasi

4.6.3 Tugas dan Wewenang

a. 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.

b. 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.

c. 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:

1. Tugas kebijakan perusahaan dan mempertanggungjawabkan pekerjaannya pada pemegang saham pada akhir masa jabatannya.
2. Menjaga stabilitas organisasi perusahaan dan membuat kontinuitas hubungan yang baik antara pemilik saham, pimpinan, konsumen dan karyawan.
3. Mengangkat dan memberhentikan kepala bagian dengan persetujuan rapat pemegang saham.
4. Mengkoordinir 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.

d. 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.

e. Kepala Bagian

i. 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 yangmengalami kerusakan, sebelum diperbaiki oleh seksi yang berwenang.
2. Mengawasi jalannya proses produksi.

b. Seksi Pengendalian

Tugas Seksi Pengendalian meliputi:

1. 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
4. kualitas buangan pabrik.

ii. Kepala Bagian Teknik

Tugas Kepala Bagian Teknik antara lain yaitu bertanggung jawab kepada Direktur Teknik dan Produksi dalam bidang utilitas dan pemeliharaan serta mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya.

Kepala Bagian Teknik membawahi:

a. Seksi Pemeliharan

Tugas Seksi Pemeliharan antara lain:

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

b. Seksi Utilitas

Tugas Seksi Utilitas antara lain:

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

iii. Kepala Bagian Pembelian dan Pemasaran

Tugas Kepala Bagian Pembelian dan Pemasaran antara lain:

1. Bertanggung jawab kepada Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum dalam bidang pengadaan bahan baku dan pemasaran hasil produksi.
2. 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

iv. Kepala Bagian Keuangan, Administrasi, dan Umum

Tugas Kepala Bagian Administrasi, Keuangan dan Umum antara lain:

1. Bertanggung jawab kepada Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum dalam bidang administrasi dan keuangan, personalia dan humas, serta keamanan.
2. 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:

1. 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 yaitu 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.

v. Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan

Tugas Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan antara lain:

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

Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan membawahi:

a. Seksi Penelitian
b. Seksi Pengembangan

f. 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.

4.6.4 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.

4.6.5 Ketenagakerjaan

a. 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.

b. 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*).

c. Kerja Lembur (*Overtime*)

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

d. 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. 30 Gaji karyawan

No	Jabatan	Jumlah	Gaji/Bulan	Total Gaji
1	Direktur Utama	1	Rp 40.000.000	Rp 40.000.000
2	Direktur Teknik dan Produksi	1	Rp 30.000.000	Rp 30.000.000
3	Direktur Keuangan dan Umum	1	Rp 30.000.000	Rp 30.000.000
4	Staff Ahli	1	Rp 30.000.000	Rp 30.000.000
5	Ka. Bag. Produksi	1	Rp 30.000.000	Rp 30.000.000
6	Ka. Bag. Teknik	1	Rp 30.000.000	Rp 30.000.000
7	Ka. Bag. Pemasaran dan Keuangan	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
8	Ka. Bag. Administrasi dan Umum	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
9	Ka. Bag. Litbang	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
10	Ka. Bag. Humas dan Keamanan	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
11	Ka. Bag. K3	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
12	Ka. Bag. Pemeliharaan,Listrik, dan Instrumentasi	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
13	Ka. Sek. UPL	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
14	Ka. Sek. Utilitas	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
15	Ka. Sek. Proses	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
16	Ka. Sek. Bahan Baku dan Produk	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
17	Ka. Sek. Pemeliharaan	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
18	Ka. Sek. Listrik dan Instrumentasi	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
19	Ka. Sek. Laboratorium	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
20	Ka. Sek. Keuangan	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000

No	Jabatan	Jumlah	Gaji/Bulan	Total Gaji
21	Ka. Sek. Pemasaran	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
22	Ka. Sek. Personalia	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
23	Ka. Sek. Humas	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
24	Ka. Sek. Keamanan	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
25	Ka. Sek. K3	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
26	Karyawan Personalia	5	Rp 7.000.000	Rp 35.000.000
27	Karyawan Humas	5	Rp 7.000.000	Rp 35.000.000
28	Karyawan Litbang	5	Rp 7.000.000	Rp 35.000.000
29	Karyawan Pembelian	5	Rp 7.000.000	Rp 35.000.000
30	Karyawan Pemasaran	5	Rp 7.000.000	Rp 35.000.000
31	Karyawan Administrasi	5	Rp 7.000.000	Rp 35.000.000
32	Karyawan Kas/Anggaran	5	Rp 7.000.000	Rp 35.000.000
33	Karyawan Proses	17	Rp 10.000.000	Rp 170.000.000
34	Karyawan Pengendalian	4	Rp 10.000.000	Rp 40.000.000
35	Karyawan Laboratorium	7	Rp 10.000.000	Rp 70.000.000
36	Karyawan Pemeliharaan	5	Rp 10.000.000	Rp 50.000.000
37	Karyawan Utilitas	7	Rp 10.000.000	Rp 70.000.000
38	Karyawan K3	6	Rp 10.000.000	Rp 60.000.000
39	Operator Proses	17	Rp 6.000.000	Rp 102.000.000
40	Operator Utilitas	9	Rp 6.000.000	Rp 51.000.000
41	Security	8	Rp 5.000.000	Rp 40.000.000
42	Sekretaris	4	Rp 6.500.000	Rp 26.000.000
43	Dokter	3	Rp 8.000.000	Rp 24.000.000
44	Perawat	3	Rp 4.500.000	Rp 13.500.000
45	Supir	6	Rp 4.100.000	Rp 24.600.000
46	*Cleaning Service*	7	Rp 4.100.000	Rp 28.700.000
Total		163	Rp 723.200.000	Rp 1.584.800.000

e. Jam Kerja Karyawan

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

- 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 : 07.00 – 12.00 dan 13.00 – 16.00

Istirahat : 12,00 – 13,00

Jumat : 07.00 – 11.30 dan 13.30 – 17.00

Istirahat : 11.30 – 13.30

Sabtu dan Minggu libur

- Jam kerja karyawan *shift*

  Karyawan *shift* adalah karyawan yang langsung menangani proses produksi atau mengatur bagian-bagian tertentu dari pabrik yang mempunyai hubungan dengan masalah keamanan dan kelancaran produksi. Yang termasuk karyawan *shift* ini adalah operator produksi, bagian teknik, bagian gudang dan bagian-bagian yang harus siaga untuk menjaga keselamatan serta keamanan pabrik. Para karyawan akan bekerja secara bergantian sehari semalam. Karyawan *shift* dibagi dalam 3 *shift* dengan pengaturan sebagai berikut :

Jadwal kerja karyawan *shift* dibagi menjadi :

Shift Pagi : 07.00 – 15.00

Shift Sore : 15.00 – 23.00

Shift Malam : 24.00 – 07.00

Untuk karyawan *shift* dibagi menjadi 4 regu (A/B/C/D) dimana dalam satu hari kerja, hanya tiga regu yang masuk dan ada satu regu yang libur. Setiap regu mendapatkan giliran 6 hari kerja dan dua hari libur untuk setiap minggunya. Untuk hari libur atau hari besar yang ditetapkan pemerintah, regu yang bertugas tetap harus masuk, akan tetapi dihitung kerja lembur dan mendapat intensif tambahan. Jadwal pembagian kerja masing-masing regu ditampilkan dalam Tabel 4.31

Tabel 4. 31 Jadwal kerja masing-masing regu

Shift/ Hari	1	2	3	4	5	6	7	8
A	m	m	s	s	p	p	off	off
B	s	s	p	p	off	off	m	m
C	p	p	off	off	m	m	s	s
D	off	off	m	m	s	s	p	p

4.6.6 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 dalan menjalankan tugas sehari-harinya dan kegiatam yang ada dalam perusahaan dapat berjalan dengan lancar. Sehubungan dengn 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 berpengauh. 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 pertanggungan jiwa dan asuransi kecelakaan.

g. Masjid dan Kegiatan kerohanian

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

4.6.7 Penggolongan 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. 32 Jabatan dan keahlian

Jabatan	Pendidikan
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	SMA/SMK
Cleaning Service	SMA/SMK
Satpam	SMA/SMK SLTA

4.7 Evaluasi Ekonomi

Dalam perancangan pabrik evaluasi ekonomi dilakukan untuk mengetahui apakah pabrik yang dirancang dapat mendatangkan keuntungan yang layak bagi perusahaan dan pemiliknya atau tidak. Serta 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. Dikarenakan sulitnya memperoleh harga peralatan yang pasti setiap tahunnya maka dari itu diperlukan suatu metode atau cara untuk

memperkirakan harga alat pada tahun tertentu dengan cara mengetahui terlebih dahulu harga indeks peralatan operasi pada tahun tersebut.

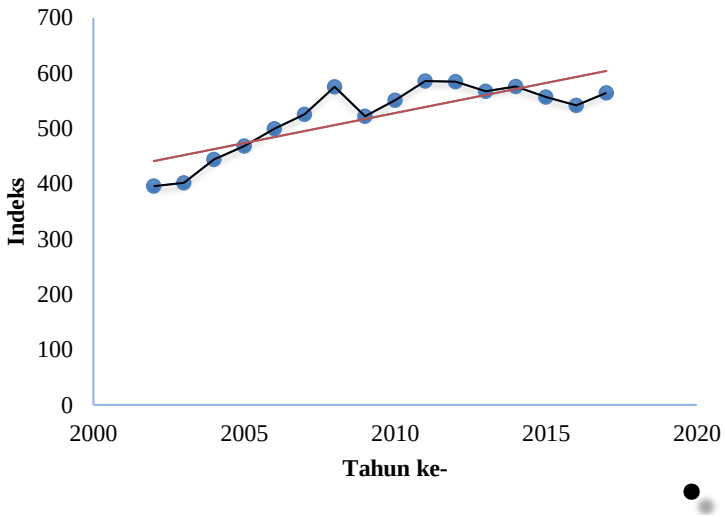
Pabrik silikon dioksida beroperasi selama satu tahun produksi yaitu 330 hari. Di dalam analisa ekonomi harga–harga alat maupun harga–harga lain diperhitungkan pada tahun analisa. Untuk mencari harga pada tahun analisa, maka dicari index pada tahun analisa.

Harga indeks tahun 2025 diperkirakan secara garis besar dengan data indeks dari tahun 2002 sampai 2017, lalu untuk tahun 2025 dicari dengan persamaan regresi linier.

Tabel 4. 33 Harga Index

No.	Tahun (Xi)	Indeks (Yi)
1	2002	395,6
2	2003	401,7
3	2004	444,2
4	2005	468,2
5	2006	499,6
6	2007	525,4
7	2008	575,4
8	2009	521,9
9	2010	550,8
10	2011	585,7
11	2012	584,6
12	2013	567,3
13	2014	576,1
14	2015	556,8
15	2016	541,7
16	2017	564,5

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



Gambar 4. 8 Grafik indeks harga dan tahun

Berdasarkan data diatas, diperoleh persamaan regresi sebesar y = 10,872x-21325. Dengan menggunakan persamaan tersebut dapat dicari harga indeks pada tahun perancangan pabrik silikon dioksida, dalam hal ini pada tahun 2025 diperoleh nilaiindeks sebesar 690,800.

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

$$Ex = \mathrm{Ey}\,\frac{\mathrm{Nx}}{\mathrm{Ny}} \qquad (4.5)$$

(Aries & Newton, 1955)

Keterangan :

Ex = Harga pembelian alat pada tahun 2025

Ey = Harga pembeliat alat pada tahun referensi 2014

Nx = Indeks harga pada tahun 2025

Ny = Indeks harga pada tahun referensi 2014

Tabel 4. 34 Harga Alat Proses

Nama Alat	Kode Alat	Jumlah	Harga Alat	Harga Alat	Total
			2014 ($)	2025 ($)	
Tangki Asam Sulfat	T-01	1	248.600	298.096	298.096
Tangki Sodium Silikat	T-02	1	415.400	498.105	498.105
Tangki Pelarut	T-03	1	500.400	600.028	600.028
Gudang produk	SL-01	1	8.000	9.593	9.593
Mixer	M-01	1	320.000	383.711	383.711
Reaktor	R-01	1	350.000	419.684	419.684
Rotary Drum Vacuum Filter	FL-01	1	120.000	143.892	143.892
Rotary Dryer	RD-01	1	65.000	77.941	77.941
Blower 1	BL-01	1	8.300	9.953	9.953
Blower 2	BL-02	1	4.000	4.796	4.796
Heater 1	HE-01	1	38.300	45.925	45.925
Heater 2	HE-02	1	71.000	85.136	85.136
Heater 3	HE-03	1	18.000	21.584	21.584
Heater 4	HE-04	1	9.500	11.391	11.391
Cooler 1	CL-01	1	8.200	9.833	9.833
Cooler 2	CL-02	1	7.900	9.473	9.473
Screw Conveyor	SC-01	1	6.200	7.434	7.434
Screw Conveyor	SC-02	1	5.000	5.995	5.995
Screw Conveyor	SC-03	1	4.300	5.156	5.156
Pompa 1	P-01	1	3.200	3.477	3.477
Pompa 2	P-02	1	3.200	3.477	3.477
Pompa 3	P-03	1	6.300	6.835	6.835
Pompa 4	P-04	1	6.300	6.835	6.835
Pompa 5	P-05	1	5.700	7.554	7.554
Pompa 6	P-06	1	2.900	3.837	3.837
Belt conveyor 1	BC-01	1	8.100	9.713	9.713
Belt conveyor 2	BC-02	1	8.100	9.713	9.713
Screen	S-01	1	21.400	25.661	25.661
Ball Mill	BM-01	1	260.500	312.365	312.365
Bucket elevator	BE-01	1	10.300	12.351	12.351
Cooling conveyor	CC-01	1	3.000	3.597	3.597
Hopper	H-01	1	4.900	5.876	5.876
Siklon 1	CY-01	1	2.500	2.998	2.998
Siklon 2	CY-02	1	1.000	1.199	1.199
Filter udara	FL-02	1	800	959	959
Total		31			3.064.173

Tabel 4. 35 Harga Alat Utilitas

Nama Alat	Kode Alat	Jumlah	Harga Alat 2014 ($)	Harga Alat 2025 ($)	Total ($)
Screening	FU-01	1	24.100	28.898	28.898
Resevoir	R-01	1	1.500	1.799	1.799
Bak Penggumpal	BU-01	1	1.500	1.799	1.799
Bak Pengendap I	BU-02	1	1.500	1.799	1.799
Bak Pengendap II	BU-03	1	1.500	1.799	1.799
Sand Filter	F-01	1	6.900	8.274	8.274
Bak Air Penampung Sementara	BU-04	1	1.500	1.799	1.799
Bak Air Pendingin	BU-05	1	9.700	11.631	11.631
Cooling Tower	CT-01	1	9.700	11.631	11.631
Blower Cooling Tower	BL-01	1	153.432	183.980	183.980
Deaerator	DE-01	1	1.300	1.559	1.559
Mixed Bed	TU-07	1	221.600	265.720	265.720
Boiler	BO-01	1	3.300	3.957	3.957
Tangki Alum	TU-01	1	7.400	8.873	8.873
Tangki Kaporit	TU-03	1	2.700	3.238	3.238
Tangki Klorinasi	TU-02	1	10.700	12.830	12.830
Tangki Air Bersih	TU-04	1	78.600	94.249	94.249
Tangki NaCl	TU-08	1	2.400	2.878	2.878
Tangki Air Demin	TU-09	1	24.000	28.778	28.778
Tangki *Hydrazine*	TU-10	1	25.900	31.057	31.057
Tangki Air Bertekanan	TU-06	1	16.200	19.425	19.425
Tangki *Service Water*	TU-05	1	16.200	19.425	19.425
Pompa 1	PU-01	2	24.700	59.235	59.235
Pompa 2	PU-02	2	24.700	59.235	59.235
Pompa 3	PU-03	2	24.700	59.235	59.235
Pompa 4	PU-04	2	4.400	10.552	10.552
Pompa 5	PU-05	2	24.700	59.235	59.235
Pompa 6	PU-06	2	24.300	58.276	58.276
Pompa 7	PU-07	2	24.300	58.276	58.276
Pompa 8	PU-08	2	24.300	58.276	58.276
Pompa 9	PU-09	2	24.300	58.276	58.276
Pompa 10	PU-10	2	4.400	10.552	10.552
Pompa 11	PU-11	2	7.800	18.706	18.706
Pompa 12	PU-12	2	7.800	18.706	18.706
Pompa 13	PU-13	2	4.400	10.552	10.552

Nama Alat	Kode Alat	Jumlah	Harga Alat 2014 ($)	Harga Alat 2025 ($)	Total ($)
Pompa 14	PU-14	2	4.400	10.552	10.552
Pompa 15	PU-15	2	18.700	44.846	44.846
Pompa 16	PU-16	2	18.700	44.846	44.846
Pompa 17	PU-17	2	16.500	39.570	39.570
Pompa 18	PU-18	2	22.400	53.720	53.720
Pompa 19	PU-19	2	19.900	47.724	47.724
Pompa 20	PU-20	2	4.400	10.552	10.552
Pompa 21	PU-21	2	4.400	10.552	10.552
Tangki Bahan Bakar	TU-11	1	17.100	20.505	20.505
Kompresor	KU-01	2	5.500	13.190	13.190
Total		67			1.580.569

4.7.2 Dasar Perhitungan

Kapasitas produksi Silikon dioksida	=	22,000 ton/tahun
Satu tahun operasi	=	330 hari
Umur pabrik	=	10 tahun
Pabrik didirikan pada tahun	=	2025
Kurs mata uang	=	1 US$ = Rp 14,739,-
Upah pekerja asing	=	$ 20/ *man hour*
1 *man hour* asing	=	2 *man hour* Indonesia
5% tenaga asing	=	95 % tenaga Indonesia

4.7.3 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. Berikut rincian dari biaya *Fixed Capital Investment.*

Tabel 4. 36 *Physical Plan Cost* (PPC)

No	***Tipe of Capital Investment***	**Harga (Rp)**	**Harga ($)**
1	*Purchased Equipment cost*	Rp 68.458.853.346	$ 4.644.742
2	*Delivered Equipment Cost*	Rp 17.114.713.337	$ 1.161.186
3	Instalasi cost	Rp 10.743.817.905	$ 728.938
4	Pemipaan	Rp 15.882.614.220	$ 1.077.591
5	Instrumentasi	Rp 17.032.626.810	$1.155.616
6	Insulasi	Rp 2.555.850.606	$ 173.407
7	Listrik	Rp 10.268.828.002	$ 696.711
8	Bangunan	Rp 17.025.000.000	$ 1.155.099
9	*Land & Yard Improvement*	Rp 28.500.000.000	$1.933.645
Physical Plant Cost (PPC)		**Rp 187.582.304.225**	**$ 12.726.936**

Tabel 4. 37 *Direct Plan Cost* (DPC)

No	***Tipe of Capital Investment***	**Harga (Rp)**	**Harga ($)**
1	Teknik dan Konstruksi	Rp 37.516.460.845	$ 2.545.387
Total (DPC + PPC)		**Rp 225.098.765.070**	**$ 15.272.323**

Tabel 4. 38 *Fixed Capital Investment* (FCI)

No	***Tipe of Capital Investment***	**Harga (Rp)**	**Harga ($)**
1	Total DPC + PPC	Rp 225.098.765.070	$ 15.272.323
2	Kontraktor	Rp 9.003.950.603	$ 610.893
3	Biaya tak terduga	Rp 22.509.876.507	$ 1.527.232
Fixed Capital Investment (FCI)		**Rp 256.612.592.180**	**$ 17.410.448**

b. ***Working Capital Investment***

Working Capital Investment (WCI) adalah biaya yang diperlukan untuk menjalankan usaha atau modal untuk menjalankan operasi dari suatu pabrik selama waktu tertentu. Berikut rincian perhitungan *Working Capital Investment* (WCI).

Tabel 4. 39 Total *Working Capital Investment* (WCI)

No	***Tipe of Expense***	**Harga (Rp)**	**Harga ($)**
1	*Raw Material Inventory*	Rp 50.028.483.770	$ 3.394.293
2	*In Process Inventory*	Rp 53.773.940.038	$ 3.648.412
3	*Product Inventory*	Rp 35.849.293.358	$ 2.432.274
4	*Extended Credit*	Rp 150.337.800.000	$ 10.200.000
5	*Available Cash*	Rp 107.547.880.075	$ 7.296.823
Working Capital (WC)		**Rp 397.537.397.241**	**$ 26.971.803**

4.7.3.2 Biaya Produksi (*Manufacturing Cost*)

Manufacturing Cost merupakan jumlah *Direct, Indirect* dan *Fixed Manufacturing Cost*, yang bersangkutan dalam pembuatan produk. Menurut Aries & Newton, 1955 *Manufacturing Cost* meliputi :

1. *Direct Manufacturing Cost*

   Direct Manufacturing Cost adalah pengeluaran yang berkaitan langsung dengan pembuatan produk. Untuk rinciannya dapat dilihat pada tabel 4.40.

Tabel 4. 40 *Direct Manufacturing Cost* (DMC)

No	*Tipe of Expense*	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Raw Material*	Rp 183.437.773.822	$ 12.445.740,81
2	*Labor*	Rp 19.017.600.000	$ 1.290.291,06
3	*Supervision*	Rp 2.282.112.000	$ 154.834,93
4	*Maintenance*	Rp 5.132.251.844	$ 348.208,96
5	*Plant Supplies*	Rp 769.837.777	$ 52.231,34
6	*Royalty and Patents*	Rp 5.512.386.000	$ 374.000,00
7	*Utilities*	Rp 102.432.470.360	$ 6.949.757,13
Direct Manufacturing Cost (DMC)		**Rp 318.584.431.802**	**$ 21.615.064**

2. *Indirect Manufacturing Cost* (IMC)

Indirect Manufacturing Cost adalah pengeluaran tidak langsung akibat dari pembuatan suatu produk. Berikut rincian IMC:

Tabel 4. 41 *Indirect Manufacturing Cost* (IMC)

No	*Tipe of Expense*	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Payroll Overhead*	Rp 2.852.640.000	$ 193.544
2	*Laboratory*	Rp 1.901.760.000	$ 129.029
3	*Plant Overhead*	Rp 15.214.080.000	$ 1.032.233
4	*Packaging and Shipping*	Rp 27.561.930.000	$ 1.870.000
Indirect Manufacturing Cost (IMC)		**Rp 47.530.410.000**	**$ 3.224.806**

3. *Fixed Manufacturing Cost* (FMC)

Fixed Manufacturing Cost adalah pengeluaran tetap yang tidak bergantung waktu dan tingkat produksi. Untuk rinciannya dapat dilihat pada Tabel 4.42 dan Tabel 4.43 merupakan total dari biaya manufaktur.

Tabel 4. 42 *Fixed Manufacturing Cost* (FMC)

No	*Tipe of Expense*	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Depreciation*	Rp 20.529.007.374	$ 1.392.836
2	*Propertu taxes*	Rp 5.132.251.844	$ 348.209
3	*Insurance*	Rp 2.566.125.922	$ 174.104
Fixed Manufacturing Cost (FMC)		**Rp 28.227.385.140**	**$ 1.915.149**

Tabel 4. 43 *Total Manufacturing Cost* (TMC)

No	*Tipe of Expense*	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Direct Manufacturing Cost (DMC)*	Rp 318.584.431.802	$ 21.615.064
2	*Indirect Manufacturing Cost (IMC)*	Rp 47.530.410.000	$ 3.224.806
3	*Fixed Manufacturing Cost (FMC)*	Rp 28.227.385.140	$ 1.915.149
Manufacturing Cost (MC)		**Rp 394.342.226.942**	**$ 26.755.019**

4.7.3.3 Pengeluaran Umum (*General Expense*)

General expense atau pengeluaran umum meliputi pengeluaran-pengeluaran yang bersangkutan dengan fungsi-fungsi perusahaan yang tidak termasuk *manufacturing cost.* Pada Tabel 4.44 dan Tabel 4.45 merupakan hasil dari general expense dan total biaya produksinya.

Tabel 4. 44 *General Expense* (GE)

No	*Tipe of Expense*	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Administration*	Rp 19.717.111.347	$ 1.337.751
2	*Sales expense*	Rp 31.547.378.155	$ 2.140.402
3	*Research*	Rp 19.717.111.347	$ 1.337.751
4	*Finance*	Rp 13.082.999.788	$ 887.645
General Expense (GE)		**Rp 84.064.600.638**	**$ 5.703.548**

Tabel 4. 45 *Total Production Cost* (TPC)

No	*Tipe of Expense*	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Manufacturing Cost (MC)*	Rp 394.342.226.942	$ 26.755.019
2	*General Expense (GE)*	Rp 84.064.600.638	$ 5.703.548
Total Production Cost (TPC)		**Rp 478.406.827.580**	**$ 32.458.568**

4.7.4 Analisa Keuntungan

a. Keuntungan Sebelum Pajak

Total penjualan : Rp 551.238.600.000

Total biaya produksi : Rp 478.406.827.580

Keuntungan : Total penjualan - Total biaya produksi

: Rp 72.831.772.420,30

b. Keuntungan Setelah Pajak

Pajak : 50 % x Rp 72.831.772.420,30

: Rp 36.415.886.210

Keuntungan : Keuntungan Sebelum Pajak – pajak

: Rp 36.415.886.210

Analisa Kelayakan

a. *Return on Investment* (ROI)

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

$$ROI = \frac{Profit}{FCI} x\ 100\ \% \qquad (4.6)$$

Syarat ROI sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan resiko rendah minimun adalah 11% dan syarat ROI setelah pajak maksimum adalah 44% (Aries & Newton, 1955).

ROIb Sebelum pajak = 28,38%

ROIa Setelah pajak = 14,19 %

b. *Pay Out Time* (POT)

Pay out time adalah lama waktu pengembalian modal yang berdasarkan keuntungan yang dicapai.

$$POT = \frac{Fixed\ Capital\ Investment}{Keuntungan\ Tahunan + 0{,}1\ FCI} \qquad (4.7)$$

Syarat POT sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan resiko rendah maksimum adalah 5 tahun dan syarat POT setelah pajak maksimum adalah 5 tahun (Aries & Newton, 1955).

POTb Sebelum pajak = 3 Tahun (Pabrik memenuhi kelayakan)

POTa Setelah pajak = 5 Tahun (Pabrik memenuhi kelayakan)

c. *Break Even Point* (BEP)

Break even point adalah titik yang menunjukkan pada suatu tingkat dimana biaya dan penghasilan jumlahnya sama. Dengan *break even point* kita dapat

menentukan tingkat harga jual dan jumlah unit yang dijual secara minimum dan berapa harga perunit yang dijual agar mendapatkan keuntungan. Pada Tabel 4.46 hingga Tabel 4.49 adalah perhitungan dari nilai-nilai yang dibutuhkan untuk mengetahui nlai BEP.

$$BEP = \frac{(Fa+0{,}3Ra)}{(Sa-Va-0{,}7Ra)}\ x\ 100\% \qquad (4.8)$$

Tabel 4. 46 *Annual Fixed Cost* (Fa)

No	*Tipe of Expense*	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Depreciation*	Rp 20.529.007.374	$ 1.392.836
2	*Property taxes*	Rp 5.132.251.844	$ 348.209
3	*Insurance*	Rp 2.566.125.922	$ 174.104
Fixed Cost (Fa)		**Rp 28.227.385.140**	**$ 1.915.149**

Tabel 4. 47 *Annual Variable Cost* (Va)

No	*Tipe of Expense*	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Raw material*	Rp 183.437.773.822	$12.445.741
2	*Packaging & shipping*	Rp 27.561.930.000	$ 1.870.000
3	*Utilities*	Rp 102.432.470.360	$ 6.949.757
4	*Royalties and Patents*	Rp 5.512.386.000	$ 374.000
Variable Cost (Va)		**Rp 318.944.560.182**	**$ 21.639.498**

Tabel 4. 48 *Annual Regulated Cost* (Ra)

No	*Tipe of Expense*	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Labor cost*	Rp 19.017.600.000	$ 1.290.291
2	*Plant overhead*	Rp 15.214.080.000	$ 1.032.233
3	*Payroll overhead*	Rp 2.852.640.000	$ 193.544
4	*Supervision*	Rp 2.282.112.000	$ 154.835
5	*Laboratory*	Rp 1.901.760.000	$ 129.029
6	*Administration*	Rp 19.717.111.347	$ 1.337.751
7	*Finance*	Rp 13.082.999.788	$ 887.645
8	*Sales expense*	Rp 31.547.378.155	$ 2.140.402
9	*Research*	Rp 19.717.111.347	$ 1.337.751
10	*Maintenance*	Rp 5.132.251.844	$ 348.209
11	*Plant supplies*	Rp 769.837.777	$ 52.231
Regulated Cost (Ra)		**Rp 131.234.882.258**	**$ 8.903.920**

Tabel 4. 49 *Annual Sales Cost* (Sa)

No	*Tipe of Expense*	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Annual Sales Cost*	Rp 551.238.600.000	$ 69600833,33
Annual Sales Cost (Sa)		**Rp 551.238.600.000**	**$ 69600833,33**

Dari hasil perhitungan di dapatkan BEP sebesar 48,14 %. BEP untuk pabrik kimia pada umumnya adalah 40 % – 60 %, sehingga dapat dikatakan bahwa pabrik memenuhi kelayakan.

d. *Shut Down Point (SDP)*

Shut down point adalah titik atau saat penentuan suatu aktivitas produksi harus dihentikan. Karena biaya untuk melanjutkan operasi pabrik akan lebih mahal dari pada biaya untuk menutup pabrik dan membayar *fixed cost*.

$$SDP = \frac{0{,}3\ Ra}{(Sa - Va - 0{,}7\ Ra)}\ x\ 100\% \qquad (4.9)$$

SDP = 28,04 %

e. *Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFRR)*

Discounted cash flow rate of return adalah laju bunga maksimum dimana pabrik dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada bank selama umur pabrik. Analisa kelayakan ekonomi dengan menggunakan DCFRR dibuat dengan mempertimbangkan nilai uang yang berubah dan didasarkan atas investasi yang tidak kembali pada akhir tahun selama umur pabrik (10 Tahun).

Umur pabrik (n) : 10 tahun

Fixed Capital Investment (FCI) : Rp 256.612.592.180

Working Capital Investment(WCI) : Rp 397.537.397.241

Salvage value (SV) : Depresiasi : Rp 20.529.007.374

Cash flow (CF) : *Annual profit* + depresiasi +*finance*

: Rp 70.027.893.373

Dengan *trial & error* diperoleh nilai i : 0,1229 dan DCFR : 12,29 %

Minimum nilai DCFR : 1,5 x suku bunga deposito bank

: 1,5 % x 5% *(10 Agustus 2020)*

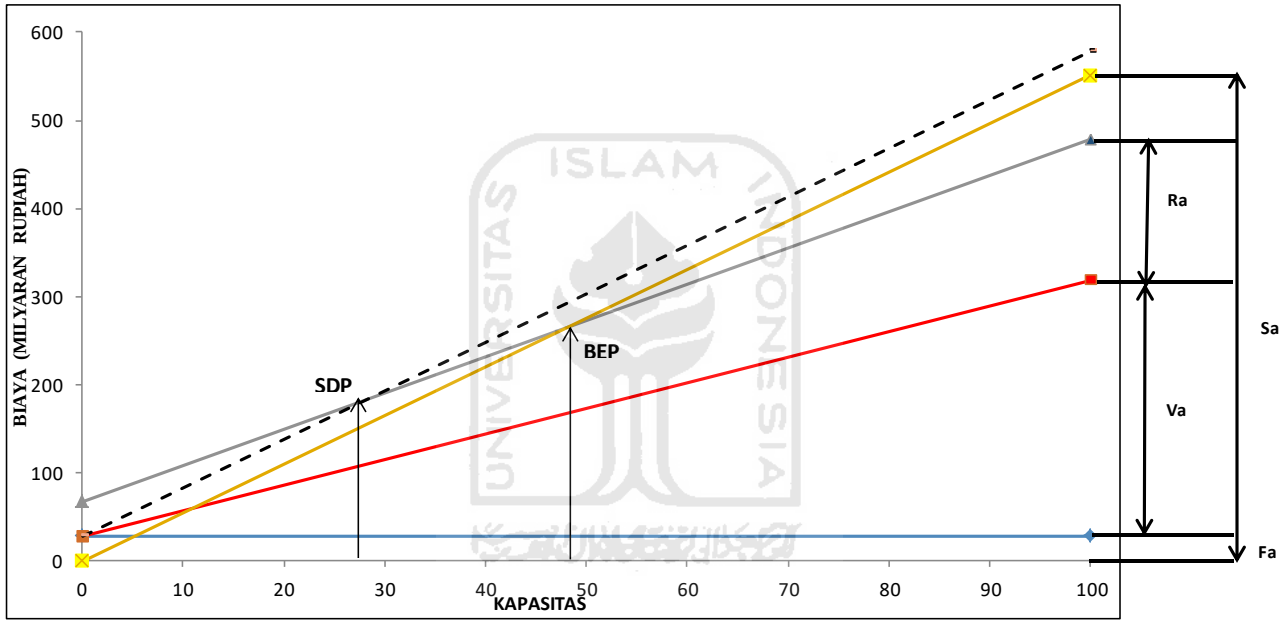
Kesimpulan : Memenuhi syarat

:1,5 x 5% = 7,5%

Berdasarkan sifat bahan baku yang diperoleh dimana memiliki batas ambang aman yang cukup tinggi seperti tidak mudah meledak, tidak beracun, dan bahan bukan merupakan bahan yang dilarang pemerintah, serta proses produksi yang dilakukan pada operasi tekanan atmosfir dan pada suhu yang rendah, penyaluran bahan baku dan produk cukup mudah.

Kemudian berdasarkan perhitungan analisa kelayakan diperoleh nilai ROI sebelum pajak sebesar 28,38% dan ROI setelah pajak sebesar 14,19% , nilai POT sbeelum pajak 3 tahun dan setelah pajak 5 tahun, nilai BEP sebesar 48,14% dan nilai SDP sebesar 28,04% sehingga dengan pertimbangan sifat bahan baku, keberlangsungan proses yang berdampak ke lingkungan sekitar, serta berdasarkan hasil perhitungan kelayakan maka dari itu dapat dikatakan pabrik silikon dioksida tergolong pabrik beresiko rendah (*Low Risk)*.

Grafik Analisis Ekonomi



Gambar 4. 9 Grafik BEP

BAB V

PENUTUP

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 import, memberikan lapangan pekerjaan dan meningkatkan pertumbuhan ekonomi.
2. Pabrik silikon dioksida akan didirikan dengan kapasitas 22.000 ton/tahun, dengan bahan baku asam sulfat sebanyak 1.897,490 kg/jam dan sodium silikat sebanyak 4.486,8335 kg/jam.
3. Pabrik akan didirikan di kawasan industri Kabupaten Bogor, Kecamatan Kelapanunggal, Desa Lulut, 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 hasil perhitungan analisa terhadap aspek ekonomi yang telah dilakukan maka diperoleh sebagai berikut:
    a. Keuntungan sebelum pajak :Rp72.831.772.420,30
    b. Keuntungan setelah pajak :Rp 36.415.886.210

c. *Return of Investment* sebelum pajak (ROIb)

: 28,38 %

d. *Return of Investment* setelah pajak (ROIa)

: 14,19 %

e. *Pay Out Time* sebelum pajak (POTb) : 3 Tahun

f. *Pay Out Time* setelah pajak (POTa) : 5 Tahun

g. *Break Even Point* (BEP) : 48,14 %.

h. *Shut Down Point* (SDP) : 28,04 %

i. *Discounted Cash Flow Rate* (DCFR)

: 12,29 %

5. Ditinjau dari segi proses, sifat-sifat bahan baku, kondisi operasi, dan evaluasi kelayakan, maka pabrik silikon dioksida dengan kapasitas 22.000 ton/tahun ini tergolong pabrik beresiko rendah serta layak untuk didirikan dan dikaji lebih lanjut.

5.2 Saran

Untuk dapat meningkatkan kelayakan pendirian dalam suatu perancangan pabrik kimia maka diperlukan pemahanan konsep-konsep dasar diantaranya sebagai berikut:

1. Perlunya memperhatikan optimasi pemilihan seperti alat proses atau penunjang serta bahan baku agar dapat memperoleh keuntungan yang optimal.
2. Perancangan pabrik kimia tidak lepas dari produksi limbah, sehingga diharapkan lebih memperhatikan keberadaan limbah guna mewujudkan pabrik kimia yang ramah lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim[1]. 2018. *Material Safety Data Sheet Sulfuric Acid MSDS* [Online]. Available: http://www.jtbaker.com/msds/58234.html. Diakses tanggal 02 November 2019

Anonim[2]. 2018. *Material Safety Data Sheet Sodium Silicate MSDS* [Online]. Available: http://www.jtbaker.com/msds/58234.html. Diakses tanggal 02 November 2019

Anonim[3]. 2018. *Matches Practices and Cost Engineering to Develop Ideas for Tomorrow* [Online]. Available: http://www.matche.com. Diakses tanggal 02 November 2019

Aries, R.S. and Newton, R.D. 1955. *Chemical Engineering Cost Estimation.* Mc. Graw Hill Book Company Inc. New York.

Badan Pusat Statistika Indonesia. 2019. Data Ekspor-Impor. http://www.bps.go.id. Diakses tanggal 3 November 2019.

Brown, G.G., Katz, D., Foust, AS and Sceidewind, R. 1950. *Unit Operation.* John Wiley & Sons. New York.

Brownel, L.E., and Young, E.H. 1959. *Proces Equipment Design.* John Wiley & Sons. New York.

Captain Industries. *Sodium silicate*. *https://captainindustries.com/* Diakses pada tanggal 02 November 2019

Geankoplis, C.J. 1993. *Transport Processes and Unit Operation, 4th ed*. Prentice Hall Inc. New York.

Kern, D.Q. 1950. *Process Heat Transfer.* McGraw-Hill International Book Inc. New York.

Kirk R.F and Othmer D.F. 1982. *Encyclopedy of Chemical Technology*, John Willey and Sons Inc. New York, USA.

Mc Cabe, W.L, dkk. 1986. Operasi Teknik Kimia Jilid I, Edisi Keempat. Erlangga. Jakarta.

Patent Genius, 1986. *Process for the Preparation of Precipitated Silica.* http://www.patentgenius.com. Diakses tanggal 10 Oktober 2019.

Perry, R.H., and Green, D.W. 1984. *Perry's Chemical Engineering Handbook, 6 ed.* McGraw-Hill Book Company Inc. Singapore.

Peters, M.S. and Timmerhouse, K.D., 1991, *Plants Design and Economics for Chemical Engineers 4th Edition.* McGraw-Hill, Inc. Singapore.

PT. Ajidharmamas Tritunggal Sakti .2019.*Sodium Silicate http://ajhichemical.co.id/*. Diakses pada tanggal 10 November 2019 pukul 12:00 WIB.

PT. Indonesian Acid Industry. 2019. H_2SO_4 *http://www.indoacid.com/*. Diakses pada tanggal 10 November 2019 pukul 10.05 WIB.

PT.Petrokimia Gresik 2009. Proses Pembuatan Pupuk ZA Plant I-III PT. Petrokimia Gresik. *Laporan Kunjungan Industri*. Surabaya.

Ullmann. 1996. *Ullmann's Encyclopedia og Industry Chemistry 5th Edition*. Weinhem: Willey -Vch. Verlag GmbH & co. KgaA. Germany.

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

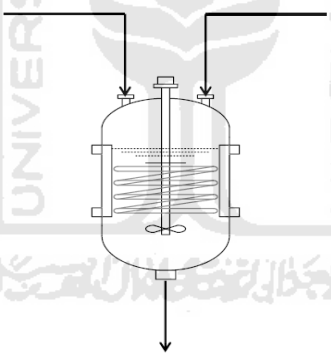
Wallas, S.M. Chemical Process Equipment. Mc. Graw Hill Book Koagakusha Company,Tokyo

Yaws, Carl, 1999 , *Chemical Properties Hand Book*, Lamar University , Beaumont, Texas.

LAMPIRAN A

REAKTOR

Jenis	= Reaktor alir tangki Berpengaduk (RATB)
Fase	= Cair - Cair
Bentuk	= Tangki Silinder
Bahan	= *Stainless Steel* SA-193 Grade B16
Suhu Operasi	= 90°C
Tekanan	= 1 atm
Waktu Tinggal (θ)	= 22,11 menit = 0,3684 jam
Konversi	= 99,4%



A. Kinetika reaksi R-01

Reaksi: $Na_2O.3{,}3\ SiO_2 + H_2SO_4 \longrightarrow 3{,}3\ SiO_2 + Na_2SO_4 + H_2O$

a b c d e

Persamaan Laju Reaksi

Reaksi berorde 2 secara keseluruhan.

(-ra) = k.Ca.Cb

Dengan :

(-ra) = laju reaksi SiO_2, kmol/m^3.jam

k = konstanta laju reaksi, m^3/kmol.jam.

Ca = konsentrasi $Na_2O.3{,}3\ SiO_2$, kmol/m^3.

Cb = konsentrasi H_2SO_4, kmol/m^3.

Berdasarkan referensi disebutkan :

1. Konversi sebesar = 99,4%

2. Reaksi berlangsung dalam reaktor alir tangki berpengaduk

Menghitung densitas dan kecepatan laju alir volumetrik pada T = 90˚C

T = 90˚C

= 363K

$$Density = A\left[B^{-\left(1-\frac{T}{T_c}\right)^n}\right]$$

komponen	a	b	n	tc	ρ (kg/m³)
H2SO4	0,42169	0,19356	0,2857	925	1752,037046
H2O	0,3471	0,274	0,2857	925	1066,8359
$Na_2O.3,3\ SiO_2$					1850,81
Total					4669, 683

Komponen	BM	Massa (kg/jam)	Fraksi massa (xi)	ρ (kg/m³)	x/ ρ	Fv (m³/jam)	Mol (kmol/jam)
$Na_2O.3,3\ SiO_2$	260,32	4486,833	0,100912035	1850,81	5,45232E-05	2,42	17,23
H_2SO_4	98,08	1859,540153	0,041822363	1752,037046	2,38707E-05	1,06	18,96
H_2O	18,02	38116,44481	0,857265601	1066,8359	0,000803559	35,72	2115,23
total		44462,81846	1,000	4669,682947	0,0009	39,214	2151,43

Densitas campuran : 1/ (x/ ρ)
: 1.133,85 kg/m³

Menghitung kecepatan laju alir volumetrik (Fv)

$$Fv = \frac{\text{massa } (\frac{kg}{jam})}{\text{densitas } (\frac{kg}{m^3})} = 39{,}214\ m^3/jam$$

Menghitung konsentrasi umpan

1. Konsentrasi $Na_2O.3{,}3\ SiO_2$ $(C_{A0}) = \frac{17{,}23\ \text{kmol/jam}}{39{,}214\ \text{m}^3\text{/jam}} = 0{,}4395\ \text{kmol/m}^3$

2. Konsentrasi H_2SO_4 $(C_{B0}) = \frac{18{,}96\ \text{kmol/jam}}{39{,}214\ \text{m}^3\text{/jam}} = 0{,}4835\ \text{kmol/m}^3$

$$M = \frac{C_{B0}}{C_{A0}}$$

M = 1,100

Menghitung konstanta reaksi

Maka didapat nilai k dari patent :

$k = 1{,}2 \times 10^{13} \times e^{-9087{,}8482/T}$ (m^3/kmol.menit)

(Patent Genius No. 5851502) dengan konversi sebesar 99,4 % (Patent Genius No. 5034207).

Maka diperoleh nilai k = 160,8598156 m3/kmol menit

Menurunkan persamaan laju reaksi:

$$r_A = kC_A C_B$$

Dimana:

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

$$C_B = C_{B0} - X_A C_{A0}$$

Dengan mensubtitusinya, maka diperoleh:

$$-r_A = kC_{A0}(1 - X_A)(C_{B0} - X_A C_{A0})$$

Dengan mengalikannya dengan Cao maka diperoleh:

$$-r_A = kC_{A0}{}^2(1 - X_A)\left(\frac{C_{B0}}{C_{A0}} - X_A\right)$$

$M = \frac{C_{B0}}{C_{A0}}$, *maka didapat*

$-r_A = kC_{A0}{}^2(1 - X_A)(M - X_A)$

-ra = 0,0198 kmol/m^3.jam

Menghitung waktu tinggal:

Persamaan Damkohler Number untuk reaksi orde 2 :

$$Da = \frac{-r_{Ao}.V}{F_{Ao}}$$

$$Da = \frac{k.C_{Ao^2}(1-x)(C_{Bo} - C_{Ao}.Xa)V}{V_o.C_{Ao}}$$

Da = τ.k .....(*Fogler,hal 138)*

$$\tau = \frac{V}{v} = \frac{C_{A0}X_A}{r_A}$$

$$\tau = \frac{C_{A0}X_A}{kC_{A0}^2(1 - X_A)(M - X_A)}$$

$$\tau = \frac{X_A}{kC_{A0}(1 - X_A)(M - X_A)}$$

Sehingga diperoleh waktu tinggal (τ) sebesar : 22,11 menit = 0,368 jam

B. Optimasi Reaktor

Tujuan optimasi reaktor adalah untuk mendapatkan jumlah dan volume optimal ditinjau dari konversi dan harga reaktor.

Penurunan persamaan volume RATB

Persamaan Neraca Massa

$R_{in} - R_{out} - R_{reactan} = R_{acc}$

$F_V.C_{Ao} - F_V\ C_A - (-rA).V = 0$

$F_v\ (\ C_{Ao} - C_A) = (-rA.).V$

$$V = \frac{Fv\ (\ CAo - (CAo - CA0\ x))}{k\ CA\ CB}$$

$$V = \frac{Fv\ CAo.x}{k\ \big(CAo\ (1-X)\big).(CBo - CAo\ X)}$$

$$M = \frac{CBo}{CAo}$$

$$V = \frac{Fv\ CAo.x}{k\ CAo\ (1-X).CAo\ (M-X)}$$

$$V = \frac{Fv\ X}{k\ CAo\ (1-X).CAo\ (M-X)}$$

Dapat disimpulkan bahwa persamaan volume untuk RATB adalah:

$$V = \frac{Fv\ X}{k\ CAo\ (1-X).CAo\ (M-X)}$$

Untuk lebih dari 1 reaktor ; dengan n adalah jumlah reaktor

$$V = \frac{Fv\ (X\mathrm{n} - Xn - 1)}{k\ CAo\ (1-Xn).CAo\ (M-Xn)}$$

1. Jumlah Reaktor = 1

$$V = \frac{Fv(x_{A1} - x_{A0})}{kCAo\ (1 - XA1)(M - XA1)}$$

Diperoleh : X_{A0} = 0,000 t = 22,164 menit

X_{A1} = 0,994 V_1 = 18,0583 m^3

2. Jumlah Reaktor = 2

$$V = \frac{Fv(x_{A2} - x_{A1})}{kCAo\ (1 - XA2)(M - XA2)}$$

Diperoleh : X_{A0} = 0 t = 22,164 menit

X_{A1} = 0,93 V_1 = 7,9225 m^3

X_{A2} = 0,994 V_2 = 7,9225 m^3

3. Jumlah Reaktor = 3

$$V = \frac{Fv(x_{A3} - x_{A2})}{kCAo\ (1 - XA3)(M - XA3)}$$

Diperoleh : X_{A0} = 0 t = 22,164 menit

X_{A1} = 0,871 V_1 = 4,229 m^3

X_{A2} = 0,972 V_2 = 4,229 m^3

X_{A3} = 0,994 V_3 = 4,229 m^3

4. Jumlah Reaktor = 4

$$V = \frac{Fv(x_{A4} - x_{A3})}{kCAo\ (1 - XA4)(M - XA4)}$$

Diperoleh : X_{A0} = 0 t = 22,164 menit

X_{A1} = 0,82 V_1 = 2,85 m^3

X_{A2} = 0,94 V_2 = 2,85 m^3

X_{A3} = 0,98 V_3 = 2,85 m^3

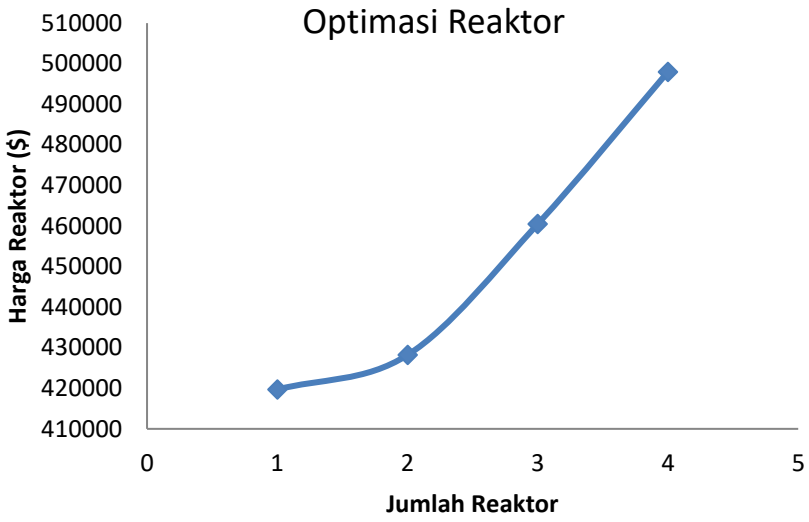
X_{A4} = 0,994 V_4 = 2,85 m^3

n	X1	X2	X3	X4
1	0,994			
2	0,936172117	0,994		
3	0,870560789	0,972131823	0,994	
4	0,821473354	0,942387182	0,981407612	0,994

n	V1	V2	V3	V4
1	4768,31			
2	2092,9	2092,9		
3	1117,18	1117,18	1117,18	
4	752,89	752,89	752,89	752,89

Untuk mengetahui jumlah reaktor dilakukan optimasi. Dengan mengunakan harga reaktor yang didapat dari http://www.matche.com/equipcost/Reactor.html untuk mempertimbangkan jumlah reaktor dengan harga minimal. Dipilih *stainless stell* sebagai bahan pembuat reaktor.

n	V*1,2 (*over design*) gallon	Harga ($)	harga total ($)
1	5721,972	419684	419684
2	2511,480	214100	428200
3	1340,616	153500	460500
4	903,468	124500	498000



Dilihat dari segi ekonomi, jumlah reaktor berpengaruh pada harga reaktor Dari hasil optimasi, didapatkan harga paling ekonomis dengan menggunakan 1 buah reaktor.

C. Menghitung Dimensi Reaktor

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

Volume reaktor = 1,2 x volume cairan

= 1,2 x 17,336 m^3

Volume reaktor = 18,0583 m^3 = 637,7193 ft^3

1. Menghitung diameter dan tinggi reaktor

   Reaktor yang digunakan berbentuk silinder tegak

   Volume = volume silinder + volume tutup

   = volume silinder + 2 volume *head*

Tutup berbentuk *torispherical dished head*

Dengan :

Volume head = 0,000049 d^3

Sehingga :

Dipilih perbandingan D : H = 1 : 1

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

743,617 ft^3 $= \left(\frac{1}{4} x\ 3{,}14\ x\ D^2 xD\right) + [(0{,}000098) x\ (D^3)]$

D^3 = 1.636.915,97 in^3

D = 117,85 in = 9,821 ft = 2,99 m

Maka tinggi reaktor :

H = D

H = 9,821 ft = 2,99 m = 117,85 in

2. Menghitung Tinggi Cairan

$$volume\ cairan = h_{cairan} x\ \frac{\pi D^2}{4}$$

$$17{,}548\ m^3 = h_{cairan}\ x\ \frac{3{,}14\ x\ (2{,}99\ m)^2}{4}$$

$17{,}548\ m^3 = h_{cairan} x\ 7{,}018\ m^2$

h_{cairan} = 2,5 m

P hidrostatis = ᵖ x g x h

= 1.133,85 kg/m³ x 9,8 x 2,5 m

= 27779,3 N/m^2

= 4,03 psia

3. Menghitung tebal dinding reaktor

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

Persamaan 13.1(*Brownell 1959, Page 254*)

Dengan :

Allowable stress (f) = 17.500 psia

Sambungan yang dipilih = double welded but joint

Efisiensi sambungan (E) = 80%

Corrosion allowance (C) = 0,125 in

Jari-jari reaktor (ri) = 58,926 in

Teakanan (P) = tekanan operasi + tekanan hidrostatis

= 14,7 psia + 4,03 psia

= 18,73 psia

Faktor keamanan 20% = 1,2 x 18,73 psia

= 23 psia

Sehingga :

$$ts = \frac{23 \text{ psia x } 58{,}926 \text{ in}}{(17.500 \text{ psia x } 80\% - 0{,}6 \text{ x } 23 \text{ psia})} + 0{,}125 \text{ in}$$

$$ts = \frac{1.346{,}075\ in}{13.986{,}2941} + 0{,}125 \text{ in}$$

ts = 0,221 in

Berdasarkan tabel 5.6 Brownell & Young, maka dipilih ts standar:

ts = 1/4 in

= 0,25 in

ID shell = 202,22 in

OD shell = ID + 2ts

= 117,85 in + (2 x 0, 25 in)

= 118,3534 in

Berdasarkan tabel 5.7 (*Brownell & Young,1959*), untuk OD standar maka diambil OD terdekat yaitu :

OD = 120 in

=3,0479 m

ID = OD – 2ts

= 120 in – (2 x 0,25 in)

= 119,5 in = 9,95 ft =3,035 m

H = 1 x D

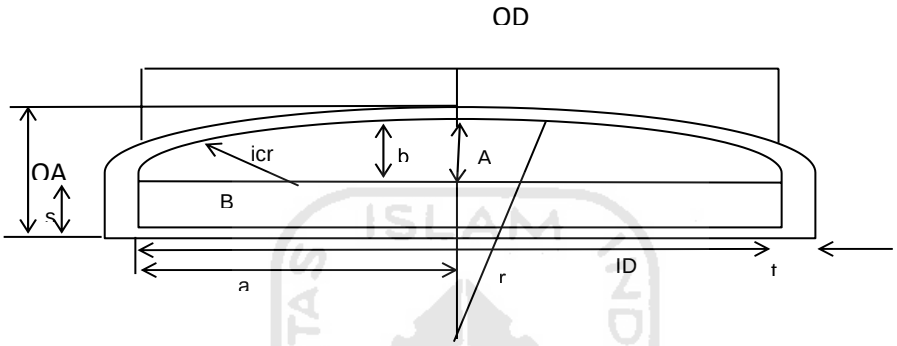
= 119,5 in = 9,95 ft =3,035 m

icr = 71/4 in

rc = 114 in

D. 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*

$$th = \frac{0{,}885 \cdot P \cdot r}{f \cdot E - 0{,}1 \cdot P} + C$$

$$th = \frac{0{,}885\ x\ 23\ \text{psia x}\ 119{,}5\ \text{in}}{(17.500\ \text{psia x}\ 80\%) - 0{,}1\ \text{x}\ 23\ \text{psia}} + 0{,}125\ in$$

$$th = \frac{2415{,}8403\ in}{14000 - 2{,}2843} + 0{,}125\ in$$

th = 0,2976 in

Berdasarkan tabel 5.6 Brownell & Young, dipilih th standar :

th = 5/16 in = 0,3125 in

2. Menghitung tinggi *head*

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

sf = 1,5 in

icr = 1,125 in

ID = 119,5 in

a = ID/2

= 119,5 /2

= 59,750 in

AB = a – icr

= (59,750 – 1,125) in

= 58,625 in

BC = rc – icr

= (119,5 – 1,125) in

= 118,3750 in

AC = $\sqrt{BC^2 – AB^2}$

= $\sqrt{(118,3750 \text{ in})^2 – (58,625 \text{ in})^2}$

= 102,839 in

b = rc – AC

= (119,5 -102,839) in

= 16,661 in

Tinggi *head* total :

OA = sf + b + th

= (1,5 + 16,661 + 0,3125) in

= 18,474 in = 0,4692 m = 1,5394 ft

karena tutup atas dan bawah sama maka tutup bawah juga mempunyai tinggi sebesar = 18,474 in

Tinggi reaktor total = tinggi tutup atas + tinggi shell + tinggi tutup bawah

= (18,474 + 119,5 + 18,474) in

= 156,448 in

= 13,0368 ft

= 3,9736 m

E. Menghitung Dimensi Pengaduk

Volume cairan yang diaduk = 17,548 m^3

= 4635,69 gallon Kekentalan cairan yang diaduk (μ) = 21,1602 cp

= 0,01422 lb/ft.s\

= 0,02117 kg/m.s

Jenis pengaduk yang dipilih yaitu *Flat six-blade turbine with disk* dengan alasan cocok untuk cairan dengan viskositas dibawah 3 Pa.s (3000 Cp) *(Geankoplis, 1993)*

Perancangan untuk pengadukan dilakukan dengan prinsip similaritas menggunakan model sesuai dengan referensi buku *Geankoplis hal. 144* tabel 3.4-1:

Da: Diameter Pengaduk

C : Jarak pengaduk dari dasar tangki

Dt : Diameter luar tangki (OD)

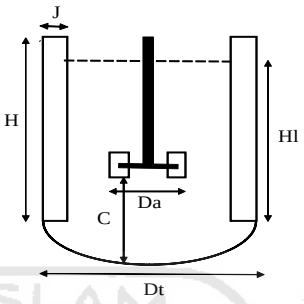
Dd: Diameter *Disk*

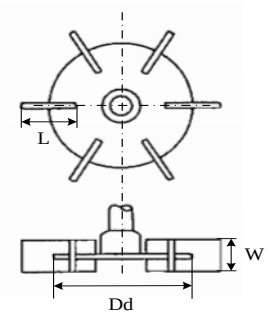
L : Panjang *flat* dari *disk*

W : Tinggi *flat*

J : Lebar *baffle*

H : Tinggi *baffle*





Dengan nilai:

$$\frac{Da}{Dt}=\frac{1}{2} \quad ;\frac{W}{Da}=\frac{1}{5} \quad ;\frac{Dd}{Da}=\frac{2}{3} \quad ;\frac{H}{Dt}=1 \quad ;\frac{L}{Da}=\frac{1}{4} \quad ;\frac{C}{Dt}=\frac{1}{3} \quad ;\frac{J}{Dt}=\frac{1}{12}$$

Sehingga diperoleh:

1. Diameter Pengaduk (Da)

   Da $= \frac{1}{2}\ OD$

   = (1/2 x 120) in

   = 60 in

   = 1,524 m

   = 5 ft

2. jarak pengaduk dari dasar tangki (C)

C $= \frac{1}{3}\ OD$

= (1/3 x 120) in

= 40 in

= 1,016 m

= 3,33 ft

3. Diameter *Disk* (Dd)

Dd $= \frac{2}{3}\ Da$

= (2/3 x 60) in

= 40 in

= 1,016 m

= 3,33 ft

4. Tinggi *Baffle* (H)

H = Dt

= 120 in

= 3,048 m

= 10 ft

- Menentukan Jumlah Pengaduk

  Menurut *Rase* , 1957:

  Untuk menentukan jumlah pengaduk yang digunakan, dipakai persamaan:

  $$jumlah\ pengaduk = \frac{WELH}{ID}$$

  Dengan :

  WELH : *water equivalent liquid height*

  ID : Diameter dalam reaktor

  s.g : *Specific Gravity*

  s.g $= \frac{\rho\ cairan}{\rho\ air}$

  $= \frac{1133{,}8474\ \frac{kg}{m^3}}{1066{,}8359}$

  = 1,0628 kg/m³

  Zl = tinggi cairan dalam shell + (tinggi sf + tinggi head)

  = (95,5147 + 19,9740) in

  = 115,4887 in

  = 9,6237 ft

  = 2,9333 m

  Nilai WELH = Zl x sg

  = (115,4887 x 1,0628) in

  = 122,7430 in

$$jumlah\ pengaduk = \frac{WELH}{ID}$$

$$= \frac{122{,}7430}{119{,}5}$$

$$= 1$$

- Menghitung Power Pengaduk (P)

  Menurut buku *Brown* halaman 508 untuk menentukan daya pengaduk, digunakan rumus:

$$P = \frac{Np\ x\ \rho^3 x\ d^5}{gc}$$

  Dimana :

  P = daya pengaduk, lb.ft/s

  Np = power number

  N = kecepatan putaran pengaduk : 0,750 rps

  ρ = densitas campuran : 70,7861 lb/ft³

  d = diameter pengaduk :5 ft

  gc = gravitasi : 32,174 lbm/s².lbf

  Dari Fig 477 Brown, halaman 507, diperoleh Np sebesar 4, maka:

$$P = \frac{Np\ x\ \rho^3 x\ d^5}{gc}$$

$$P = \frac{4\ x\ 70{,}7861 \text{ x } 0{,}750^3 \text{ x } 5^5}{32{,}174}$$

P = 11601,9274 ft.lb/s

P = 21,094 Hp

Selama proses pengadukan, pengaduk mengalami *Gain losses* dan *transmission*.

Gain losses : 10% x P

: 10% x 21,094 Hp

: 2,1094 Hp

Transmission System Losses : 20% x P

: 20% x 21,094 Hp

: 4,219 Hp

Maka, power input (Pi) = (21,094 + 2,1094 + 4,219) Hp

= 27,423 Hp

Berdasarkan grafik 14.38 halaman 521 *Timmerhause* didapat efisiensi motor penggerak ialah sebesar 88 %, maka dyaa penggerak motor sebesar:

$$P = \frac{P}{\eta}$$

$$P = \frac{27{,}423 \text{ Hp}}{88\%}$$

P = 24,246 Hp

Maka dengan menggunakan standar NEMA digunakan power pengaduk sebesar 25 Hp.

F. Menghitung Dimensi Coil Pendingin

1. Menentukan Suhu LMTD

Hot Fluid

T_{in} = 90 °C = 363 K = 194 °F

T_{out} = 90 °C = 363 K = 194 °F

Cold fluid

t_{in} = 30 °C = 303 K = 86 °F

t_{out} = 45 °C = 318 K = 113 °F

Δt_1 = (194 – 86) °F

= 108 °F

Δt_2 = (194 – 113) °F

= 81 °F

$$\Delta TLMTD = \frac{\Delta t2 - \Delta t1}{\ln\left(\frac{\Delta t2}{\Delta t1}\right)}$$

$$\Delta TLMTD = \frac{81\ °F - 108\ °F}{\ln\left(\frac{81\ °F}{108\ °F}\right)}$$

$$\Delta TLMTD = 93{,}8536\ °F$$

2. Menghitung Luas Transfer Panas

Q pendingin = 72365638,874 Kj/jam

= 68590323,49 Btu/jam

Untuk *cold fluid* = *Brine water* dan *hot fluid* = *medium organic*

Ud = 50 – 12 5btu/ft^2.F.jam (Kern, Tabel 8 Hal.840)

Diambil harga Ud = 50 btu/ft^2.F.jam

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

$$A = \frac{68590323{,}49 \text{ Btu/jam}}{50 \frac{\text{btu}}{\text{ft2}} . \text{F. jam} \times 93{,}8536 \text{ °F}}$$

$$A = 14616{,}449\ ft^2$$

$$A = 1.357{,}913\ m^2$$

3. Menghitung Luas Selimut Reaktor

OD = 120 in

= 9,99 ft

H = 156,4 in

= 13, 037 ft

A = $\pi . OD . H$

= 3,14 x 9,99 ft x 13, 037 ft

= 408,952 ft^2

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

4. Menghitung Kebutuhan Air Pendingin

Sifat fisis air pada Tf = 99,5°F

Cp = 4,1784 kj/kg.K

ρ = 992,25 kg/m3 = 61,944 lb/ft3

μ = 0,6814 cp = 1,6490 lb/ft.jam

k = 0,356 Btu/ft.jam.°F

ΔT = 15 K

$$m\ air = \frac{Q\ pendinginan}{Cp\ air\ x\ \Delta T}$$

$$m\ air = \frac{72365638{,}8736}{4{,}1784\ x\ 15\ \text{K}}$$

m air = 1154598,8716 kg/jam

= 2545428,672 lb/jam

5. Menghitung Kecepatan Volumetrik Air

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

$$Q_v = \frac{1154598{,}8716\ \text{kg/jam}}{992{,}25\ \text{kg/m3}}$$

$$Q_v = 1163{,}6169\ \text{m3/jam}$$

6. Menentukan Diameter Standar

Batasan kecepatan aliran air dalam pipa = 1.5 - 2.5 m/s (Coulson, 1983)

Dipilih v = 2,5 m/s

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

$$A = \frac{1163{,}6169\ \text{m3/jam}}{2{,}5\ \frac{\text{m}}{\text{s}}\ x\ 3600\ s}$$

A = 0,12929 m^2

Maka, diameter dalam pipa :

$$Di = \sqrt{\frac{4.A}{\pi}}$$

$$Di = \sqrt{\frac{4\ x\ 0{,}12929\ m^2}{3{,}14}}$$

Di = 15,978 in

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

Nominal Pipe Size (IPS)	= 16 in	
OD	= 16 in	= 1,33 ft
ID	= 15,25 in	= 1,2708 ft
Flow area per pipe (A')	= 183 in^2	= 1,2709 ft^2
Surface per lin (A")	= 4,189 ft^2/ft	

7. Menghhitung nilai hi, hio dan ho

- Kecepatan aliran massa air

$$G = \frac{m}{A'}$$

$$G = \frac{2545428{,}672\ \frac{\text{lb}}{\text{jam}}}{1{,}2709\ \text{ft2}}$$

G = 2002857,72 lb/jam ft2

- Koreksi kecepatan alir air

$$V = \frac{G}{\rho}$$

$$V = \frac{2002857{,}72\ lb/jam\ ft2}{61{,}9440\ lb/ft3}$$

V = 32333,3599 ft/jam

V = 8,9815 ft/s

- Bilangan *Reynold* fluida didalam pipa

$$NRe = \frac{D.G}{\mu}$$

$$NRe = \frac{1{,}2708\ ft^2\ x\ 2002857{,}72\ \text{lb/jam ft2}}{1{,}6490\frac{lb}{ft}jam}$$

NRe = 1543551,774

Dengan nilai Nre sebesar 1543551,774 maka dengan menggunakan Fig 26, *Kern* diperoleh nilai *f* sebesar 0,00013.

Pada T = 99,5 °F dan V = 8,9815 ft/s dengan menggunakan Fig 25, *Kern* diperoleh nilai:

hi = 1700 Btu/jam.ft² °F

sehingga dapat dicari nilai hio:

$$hio = hi\ \frac{ID}{OD}$$

$$hio = 1700\ \frac{1{,}271}{1{,}333}$$

hio = 1620,3125 Btu/jam.ft² °F

berdasarkan Persamaan 20.5b *Kern* hal 723, diperoleh nilai :

ho = 0,00265 Nre

ho = 0,00265 x 1543551,774

ho = 4090,4122 Btu/jam.ft² °F

8. Menghitung nilai Uc

$$Uc = \frac{hio\ x\ ho}{hio + ho}$$

$$Uc = \frac{1620{,}3125\,\frac{\text{Btu}}{\text{jam}}.\text{ft}^2\text{°F}\ \text{x}\ 4090{,}4122\,\frac{\text{Btu}}{\text{jam}}.\text{ft}^2\text{°F}}{1620{,}3125\,\frac{\text{Btu}}{\text{jam}}.\text{ft}^2\text{°F} + 4090{,}4122\,\frac{\text{Btu}}{\text{jam}}.\text{ft}^2\text{°F}}$$

Uc = 1160,5788 Btu/jam.ft² °F

9. Menghitung nilai Ud

Nilai Rd yang diizinkan ialah 0,001-0,003, maka dipilih Rd = 0,002

$$Ud = \frac{1}{\frac{1}{Uc} + Rd}$$

$$Ud = \frac{1}{\frac{1}{1160{,}5788\ \text{Btu/jam.ft}^2\ \text{°F}} + 0{,}002}$$

Ud = 349,4501 Btu/jam.ft² °F

10. Menentukan Luas Bidang Transfer

$$A = \frac{Q}{Ud\ x\ \Delta T}$$

$$A = \frac{68590323\ Btu/jam}{349{,}4501\,\frac{\text{Btu}}{\text{jam}}.\text{ft}^2\text{°F}\ \text{x}\ 93{,}8536\ \text{°F}}$$

$A = 2091{,}3501\ \text{ft}^2$

11. Menentukan Panjang Koil

$$\text{L} = \frac{\text{A}}{\text{a}^{\text{n}}}$$

$$\text{L} = \frac{2091{,}3501}{4{,}189}$$

L = 499,2480 ft

L = 152,1727 m

12. Menentukan Volume koil

$$V = \frac{\pi}{4}\ x\ OD^2\ x\ L$$

$$V = \frac{3,14}{4}\ x\ 1,333^2\ x\ 499,2480$$

$$V = 696,7284\ ft^3$$

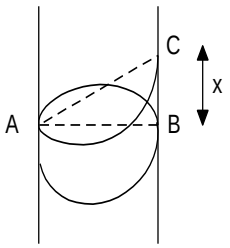
13. Menghitung Tinggi Cairan dalam *Shell*

$$h = \frac{4\ x\ V}{\pi\ x\ D^2}$$

$$h = \frac{4\ x 696,7284}{3,14\ x\ (13,0373)^2}$$

$h = 5,22\ ft$ = 1,5 m

14. Menentukan Jumlah Lilitan



Jarak antar coil

BC = ¼ x Dcoil = 0,3177 m

AB = 0,8 x Dreaktor = 2,1945 m

AC = $(AB^2 - BC^2)^{0,5}$

AC = $(2,1945\ m^2 - 0,3177\ m^2)^{0,5}$

AC = 2,1714 m

- Panjang koil tiap lilitan

  = π x AC

  = 3,14 x 2,1714 m

  = 6,8 m

  = 22,37 ft

- Jumlah Lilitan koil

  $= \frac{\text{L koil dibutuhkan}}{\text{Panjang Koil tiap lilitan}}$

  $= \frac{152{,}1727 \text{ m}}{6{,}8 \text{ m}}$

  = 22 lilitan

- Menghitung tinggi koil

  = (N-1) x BC+N x OD

  = 1,1305 m

  Tinggi cairan dalam *shell* ialah 1,5 m, sehingga dapat dikatakan bahwa koil dapat tercelup didalam cairan.

- Menghitung berat koil (W)

  W = V x ρ

  $W = \frac{\pi}{4}\ x\ Luas\ koil\ x\ Tinggi\ koil\ x\ \rho$

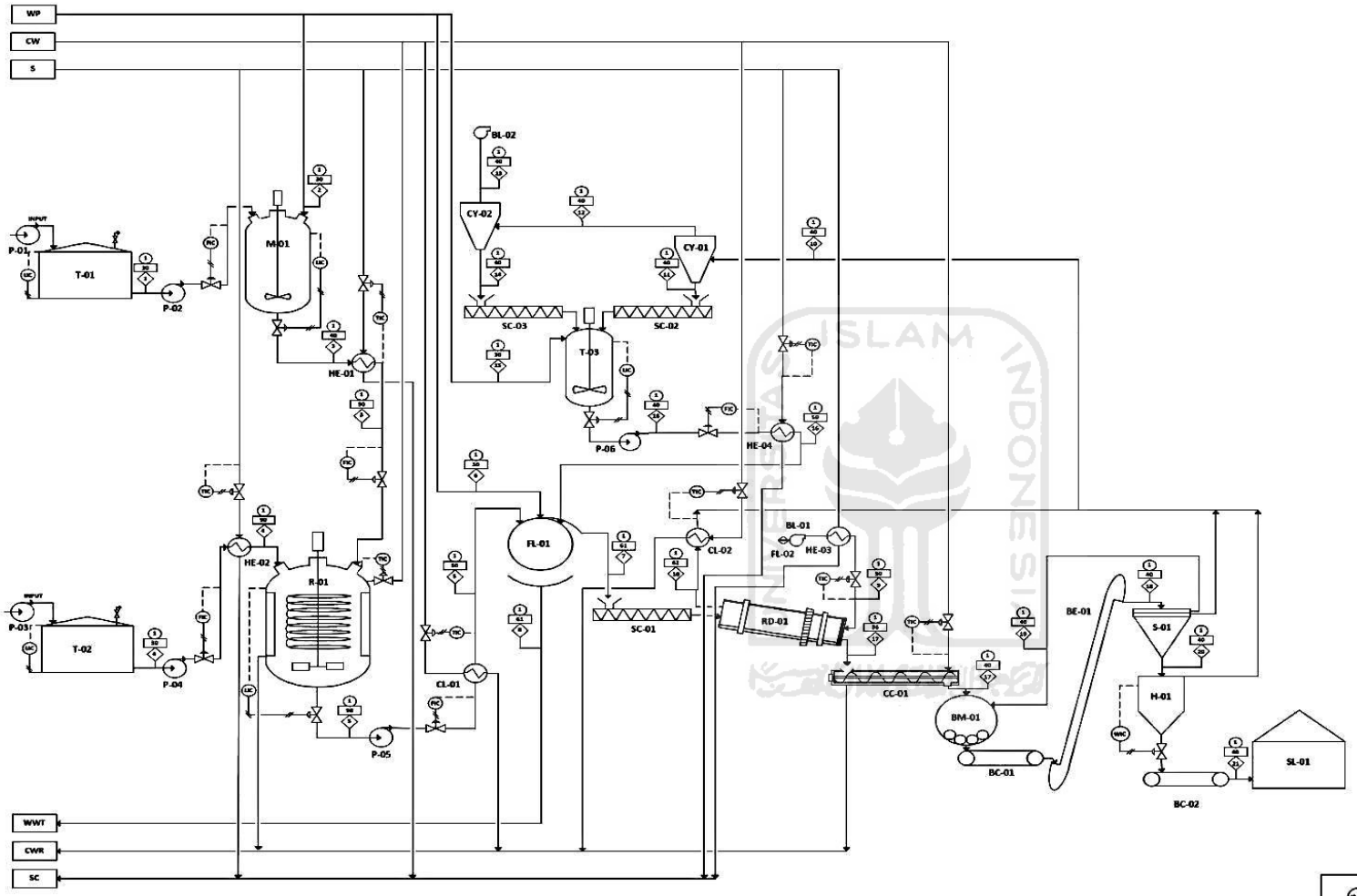
  $W = \frac{3{,}14}{4}\ x\ 2091{,}3501\ x\ 44{,}5082\ x\ 0{,}283$

  $W = 20678{,}6834\ lb$

  $W = 9382{,}3427\ kg$

LAMPIRAN B

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PRA RANCANGAN PABRIK SILIKON DIOKSIDA DARI ASAM SULFAT DAN SODIUM SILIKAT DENGAN KAPASITAS 22.000 TON/TAHUN



KETERANGAN ALAT	
T	Tangki Penyimpanan
M	Mixer
R	Reaktor
FL	Filter
RD	Rotary Dryer
BM	Ball Mill
S	Screen
H	Hopper
CY	Cyclone
SL	Silo
SC	Screw Conveyor
CC	Cooling Conveyor
BC	Belt Conveyor
BE	Bucket Elevator
BL	Blower
CL	Cooler
HE	Heater

KETERANGAN INSTRUMEN	
TIC	Temperature Indicator Control
FIL	Flow Indicator Control
WIC	Weight Indicator Control
LIC	Level Indicator Control

KETERANGAN ALIRAN	
CW	Cooling Water
WP	Water Proses
S	Steam
CWR	Cooling Water Return
SC	Steam Condensate
WWT	Waste Water Treatment

KETERANGAN SIMBOL	
	Tekanan, atm
	Suhu, C
	Nomor Arus
	Control Valve
	Sinyal Pneumatik
	Sensor Listrik

Komponen	Arus (kg/jam)																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
$(Na_2O)_3SiO_2$				4486,83	26,92		0,02	26,91		0,00	0,01	0,00	0,00	0,00		0,01	0,02	0,02	0,00	0,01	0,01
H_2SO_4	1859,54		1859,54		179,19		0,12	179,07		0,12		0,12	0,12			1069,59					
SiO_2					3397,87		3819,95	647,51		382,00	1068,52	1,07	0,00	1,07		0,52	3437,96	3819,95	382,00	3055,96	2750,37
Na_2SO_4					2433,66		1,64	2432,54		0,16	0,46	0,00	0,00	0,00		5386,29	1,48	1,64	0,16	1,31	1,18
H_2O	37,95	35293,3	35331,3	2785,18	38425,2	9608,01	36,37	53383,1		3,59	10,14	0,01	0,00	0,01	5376,20		32,77	36,42	3,64	29,13	26,22
Uap panas									8095,87	8095,87											
Total	1897,49	35293,3	37190,8	7272,02	44462,8	9608,01	3858,10	56669,1	8095,87	8481,75	1079,12	1,20	0,12	1,08	5376,20	6456,40	3472,22	3858,02	385,80	3086,42	2777,78

JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PRA RANCANGAN PABRIK SILIKON DIOKSIDA DARI ASAM SULFAT DAN SODIUM SILIKAT DENGAN KAPASITAS 22.000 TON/TAHUN

Dirancang Oleh:
1. Rahmah Amalia (16521063)
2. Nurul Duwi Suciati (16521085)

Dosen Pembimbing:
Sholeh Ma'mun S.T.,M.T.,Ph.D.
Lucky Wahyu Nuzulia Setyaningsih S.T.,M.Eng.

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN

1. Nama Mahasiswa : Rahmah Amalia
   No. MHS : 16521063
2. Nama Mahasiswa : Nurul Duwi Suciati
   No. MHS : 16521085
3. Judul Prarancangan)* : Pra Rancangan Pabrik Silikon Dioksida dari Asam Sulfat dan Sodium Silikat dengan kapasitas 22.000 ton/tahun

Mulai Masa Bimbingan : 01 April 2020
Batas Akhir Bimbingan : 28 September 2020

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1	17-10-2019	Bimbingan terkait Penentuan Pemilihan Judul	
2	04-11-2019	Bimbingan terkait Data impor,produksi,konsumsi	
3	01-01-2020	Bimbingan terkait pemilihan alat	
4	15-05-2020	Bimbingan terkait progres skripsi	
5	04-06-2020	Bimbingan terkait koreksi NM dan NE	
6	26-06-2020	Bimbingan terkait revisi Diagram alir	
7	16-07-2020	Bimbingan terkait revisi NM dan NE	
8	06-08-2020	Bimbingan terkait revisi alat, NM,dan NE	
9	08-09-2020	Bimbingan terkait Naskah akhir	

Disetujui Draft Penulisan:
Yogyakarta, 10 September 2020
Dosen Pembimbing 1,

Shoreh Ma'mun, S.T., M.T., Ph.D.

)* **Judul PraRancangan Ditulis dengan Huruf Balok**

- Kartu Konsultasi Bimbingan dilampirkan pada Laporan PraRancangan
- Kartu Konsultasi Bimbingan dapat difotocopy

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN
PRARANCANGAN

1. Nama Mahasiswa : Rahmah Amalia
   No. MHS : 16521063
2. Nama Mahasiswa : Nurul Duwi Suciati
   No. MHS : 16521085

Judul Prarancangan)* : Pra Rancangan Pabrik Silikon Dioksida dari Asam Sulfat dan Sodium Silikat dengan kapasitas 22.000 ton/tahun

Mulai Masa Bimbingan : 01 April 2020 Batas
Akhir Bimbingan : 28 September 2020

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1	26- 09-2019	Bimbingan terkait Penentuan Pemilihan Judul	
2	20-12-2019	Bimbingan terkait diagram alir proses	
3	02-01-2020	Bimbingan terkait Penentuan Alat-alat Proses	
4	20-02-2020	Bimbingan terkait Neraca Massa	
5	07-04-2020	Bimbingan terkait Neraca Energi	
6	11-07-2020	Bimbingan terkait Spesifikasi Alat-alat	
7	24-08-2020	Bimbingan terkait Utilitas dan evaluasi ekonomi	
8	26-08-2020	Bimbingan terkait PEFD	
9	05-09-2020	Bimbingan terkait Naskah akhir	

Disetujui Draft Penulisan:

Yogyakarta, 05 September 2020
Dosen Pembimbing 2,

Lucky Wahyu N. S., S.T., M.Eng.

)* **Judul PraRancangan Ditulis dengan Huruf Balok**

- Kartu Konsultasi Bimbingan dilampirkan pada Laporan PraRancangan
- Kartu Konsultasi Bimbingan dapat difotocopy