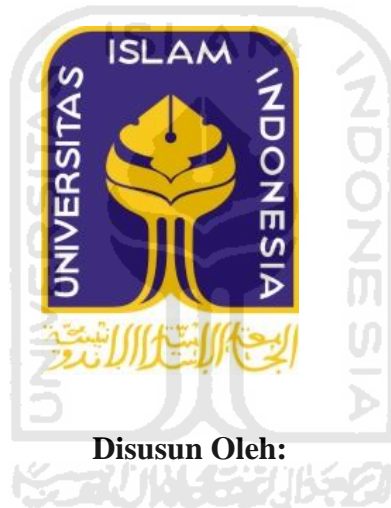


**PRA RANCANGAN PABRIK SILIKON DIOKSIDA DARI ASAM SULFAT
DAN SODIUM SILIKAT DENGAN KAPASITAS 22.000 TON/TAHUN**

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
No. Mahasiswa : 16521063

Nama : Nurul Duwi Suciati
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



الجامعة الإسلامية
الاندونيسية

Oleh:

Nama : Rahmah Amalia

Nama : Nurul Duwi Suciati

No. Mahasiswa : 16521063

No. Mahasiswa : 16521085

Yogyakarta, 31 Agustus 2020

Pembimbing I,

Pembimbing II,

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

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

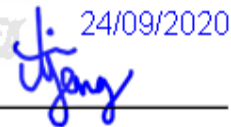
Sholeh Ma'mun, S.T.,M.T.,Ph.D.
Ketua



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

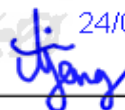


Diana, Dr.,S.T.,M.Sc.
Anggota I



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 teguh kitab Allah dan sunnah Rasul-Nya hingga hari kiamat.

Alhamdulillah, puji syukur kami panjatkan kehadiran 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 memperoleh gelar sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Dengan ini kami menyadari bahwa Pra Rancangan 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.

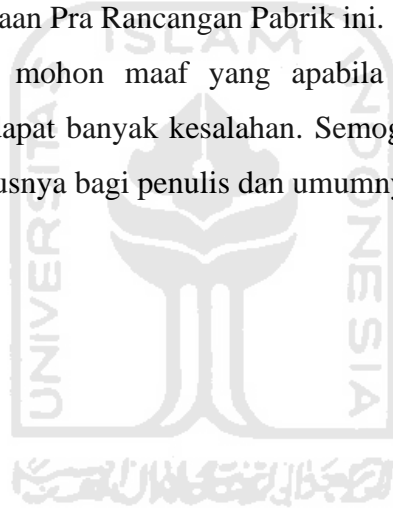
Ucapan terimakasih sebesar-besarnya kami sampaikan kepada :

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 (<i>Water Treatment System</i>) | 66 |
| 4.5.2 Unit Pembangkit <i>Steam</i> (<i>Steam Generation System</i>) | 77 |
| 4.5.3 Unit Pembangkit Listrik (<i>Power Plant System</i>) | 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 |



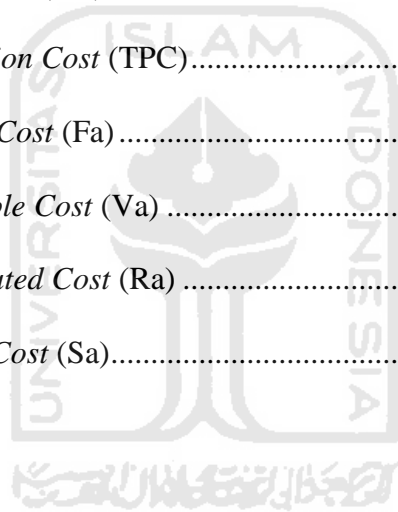
DAFTAR TABEL

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 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 <i>Mixer</i> | 30 |
| Tabel 3. 6 Reaktor | 31 |
| Tabel 3. 7 <i>Heat Exchanger</i> | 32 |
| Tabel 3. 8 <i>Cooler</i> | 33 |
| Tabel 3. 9 <i>Filter</i> | 34 |
| Tabel 3. 10 <i>Screw Conveyer</i> | 35 |
| Tabel 3. 11 <i>Filter</i> Udara..... | 35 |

| | |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 3. 12 <i>Rotary Dryer</i> | 36 |
| Tabel 3. 13 <i>Blower</i> | 36 |
| Tabel 3. 14 <i>Cooling Conveyor</i> | 37 |
| Tabel 3. 15 <i>Ball Mill</i> | 38 |
| Tabel 3. 16 <i>Belt Conveyor</i> | 38 |
| Tabel 3. 17 <i>Bucket Elevator</i> | 38 |
| Tabel 3. 18 <i>Screen</i> | 39 |
| Tabel 3. 19 <i>Hopper</i> | 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 <i>Mixer</i> (M-01)..... | 56 |
| Tabel 4. 4 Neraca Massa Reaktor (R-01)..... | 56 |
| Tabel 4. 5 Neraca Massa <i>Rotary Drum Vacuum Filter</i> (FL-01)..... | 57 |
| Tabel 4. 6 Neraca Massa <i>Rotary Dryer</i> (RD-01)..... | 57 |
| Tabel 4. 7 Neraca Massa <i>Ball Mill</i> (BM-01)..... | 58 |
| Tabel 4. 8 Neraca Massa <i>Screen</i> (S-01)..... | 58 |
| Tabel 4. 9 Neraca Massa <i>Hopper</i> (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 <i>Mixer</i> (M-01)..... | 61 |

| | |
|------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabel 4. 14 Neraca Panas <i>Heater 1</i> (HE-01)..... | 61 |
| Tabel 4. 15 Neraca Panas <i>Heater 2</i> (HE-02)..... | 62 |
| Tabel 4. 16 Neraca Panas Reaktor (R-01)..... | 62 |
| Tabel 4. 17 Neraca Panas <i>Cooler</i> (CL-01)..... | 63 |
| Tabel 4. 18 Neraca Panas <i>Rotary Drum Vacuum Filter</i> (FL-01)..... | 63 |
| Tabel 4. 19 Neraca Panas <i>Rotary Dryer</i> (RD-01)..... | 64 |
| Tabel 4. 20 Neraca Panas Air <i>Heater</i> (HE-03)..... | 64 |
| Tabel 4. 21 Neraca Panas <i>Cooling Conveyor</i> (CC-01)..... | 65 |
| Tabel 4. 22 Neraca Panas <i>Heater</i> (HE-04)..... | 65 |
| Tabel 4. 23 Neraca Panas <i>Cooler</i> (CL-02)..... | 66 |
| Tabel 4. 24 Kebutuhan Air Proses..... | 75 |
| Tabel 4. 25 Kebutuhan Air Pembangkit <i>Steam</i> | 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 <i>Physical Plan Cost</i> (PPC)..... | 112 |

| | |
|-----------------------------------------------------------------|-----|
| Tabel 4. 37 <i>Direct Plan Cost (DPC)</i> | 112 |
| Tabel 4. 38 <i>Fixed Capital Investment (FCI)</i> | 112 |
| Tabel 4. 39 <i>Total Working Capital Investment (WCI)</i> | 113 |
| Tabel 4. 40 <i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i> | 114 |
| Tabel 4. 41 <i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i> | 114 |
| Tabel 4. 42 <i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i> | 115 |
| Tabel 4. 43 <i>Total Manufacturing Cost (TMC)</i> | 115 |
| Tabel 4. 44 <i>General Expense (GE)</i> | 116 |
| Tabel 4. 45 <i>Total Production Cost (TPC)</i> | 116 |
| Tabel 4. 46 <i>Annual Fixed Cost (Fa)</i> | 118 |
| Tabel 4. 47 <i>Annual Variable Cost (Va)</i> | 118 |
| Tabel 4. 48 <i>Annual Regulated Cost (Ra)</i> | 119 |
| Tabel 4. 49 <i>Annual Sales Cost (Sa)</i> | 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 ($\text{Na}_2\text{O} \cdot 3\text{SiO}_2$) dengan larutan asam sulfat (H_2SO_4) melalui proses filtrasi dan pengeringan sehingga menghasilkan silikon dioksida. Reaksi berlangsung pada suhu 90°C dan tekanan 1 atmosfer. 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 $\text{Na}_2\text{O} \cdot 3\text{SiO}_2$ with sulphuric acid solution (H_2SO_4) through filtration and drying process resulting in silicon dioxide. The reaction takes place at 900°C and 1 atmospheric pressure. The reaction is exothermic with a conversion of 99.4%. Raw 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 meningkatnya 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 kapasitas impor dan produksi sedangkan *demand* dipengaruhi oleh nilai ekspor dan konsumsi.

1.2.1 Supply

a. Impor

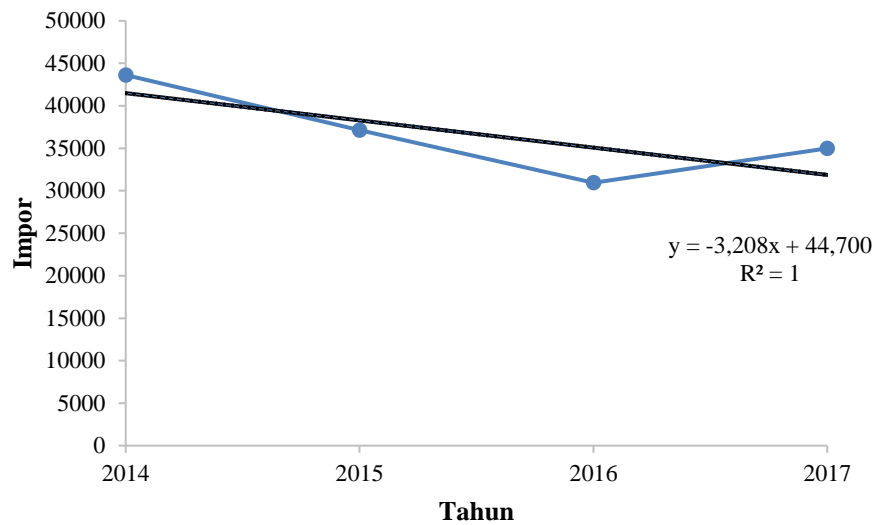
Suplai suatu produk diperoleh dari produksi dalam negeri dan impor produk tersebut. Data Badan Pusat Statistik menunjukkan bahwa nilai kebutuhan impor silikon dioksida di Indonesia dari tahun 2014-2017 ditunjukkan pada Tabel 1.1

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 Statistik, 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

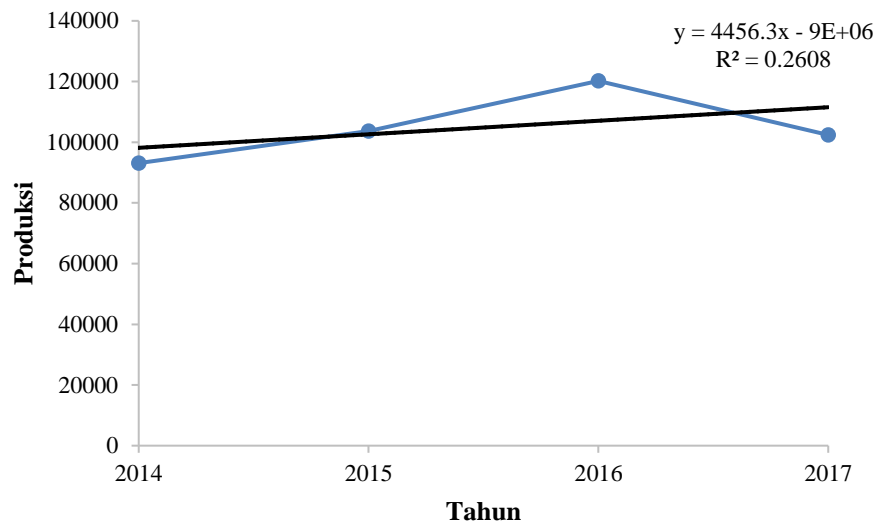
Perkembangan data produksi silikon dioksida di Indonesia pada tahun 2014- 2017 dapat dilihat pada Tabel 1.2.

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 Statistik, 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 produksi silikon dioksida di Indonesia pada tahun 2025 yang telah diketahui, maka dapat ditentukan nilai *supply* silikon dioksida di Indonesia, yaitu :

$$\begin{aligned}
 \text{Supply} &= \text{Impor} + \text{Produksi} \\
 &= (38.203,8 + 24.007,05) \text{ ton/tahun} \\
 &= 62.211,3 \text{ ton/tahun}
 \end{aligned}$$

1.2.2 Demand

a. Ekspor

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

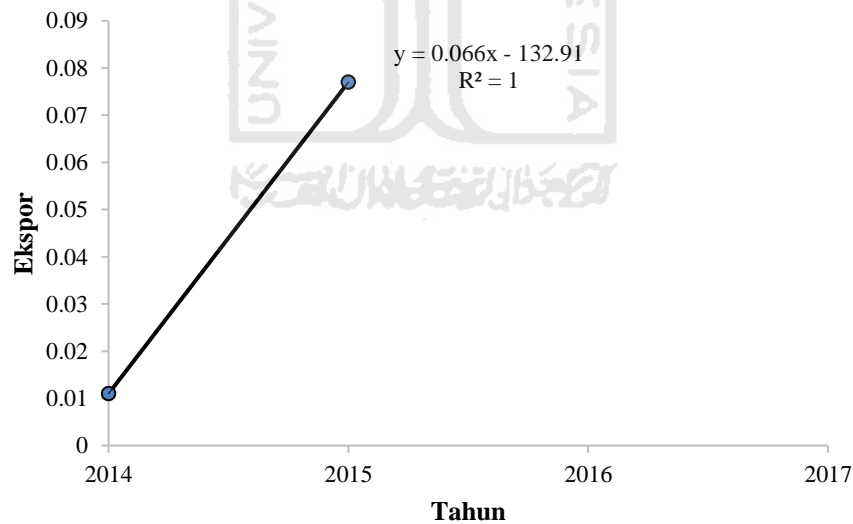
didapatkan dari nilai ekspor dan konsumsi. Data statistik yang diterbitkan Badan Pusat Statistik ekspor silikon dioksida di Indonesia pada tahun 2013 sampai tahun 2017 dapat dilihat pada Tabel 1.3.

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

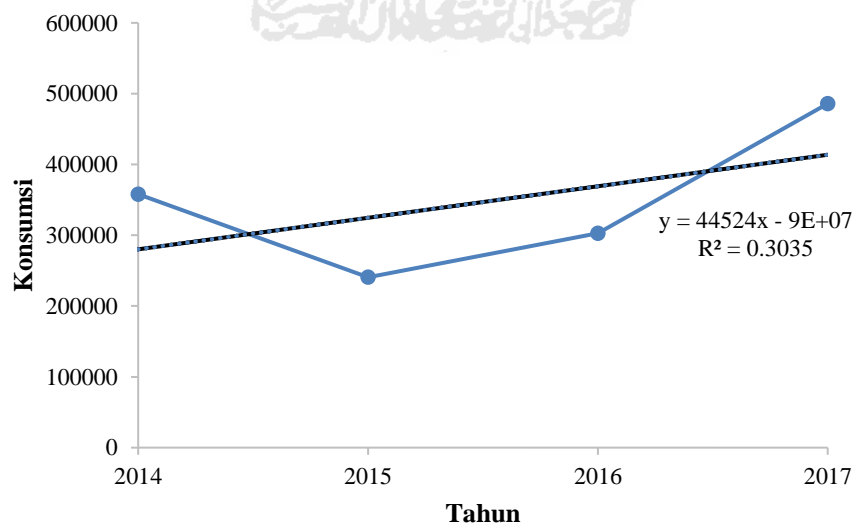
Data konsumsi atau pemakaian silikon dioksida di Indonesia pada tahun 2014-2017 dapat dilihat pada Tabel 1.4.

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 :

$$\begin{aligned} Demand &= \text{Ekspor} + \text{Konsumsi} \\ &= (0,74 + 161.100) \text{ ton/tahun} \\ &= 161.100,7 \text{ ton/ tahun} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} \text{Peluang} &= Demand - Supply \\ &= 161.100,7 \text{ ton/ tahun} - 62.211,3 \text{ ton/tahun} \\ &= 98.889,44 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

Kapasitas pabrik silikon dioksida yang akan didirikan diambil 22 % dari peluang sebesar : $22\% \times 98.889,44 \text{ ton/tahun} = 21.755,68 \text{ ton/tahun}$.

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 diperlukan 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 (<i>Shut down</i>) | 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. | $\text{Na}_2\text{O} \cdot 3,3 \text{SiO}_2$ | PT. Ajidharmamas Tritunggal Sakti | 82.500 | 39.304 |
| 2. | H_2SO_4 | PT. Indonesian Acid Industry | 57.000 | 16.622 |

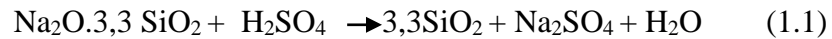
Mengacu pada industri yang beroperasi serta ketersediaan bahan baku tersebut maka pabrik silikon dioksida dengan kapasitas 22.000 ton/tahun sudah sesuai dengan kapasitas ekonomis yang sudah beroperasi dan diharapkan dengan kapasitas tersebut dapat memenuhi kebutuhan pasar dalam negeri dan diekspor ke 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

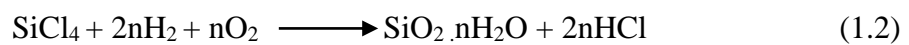
Proses basah dapat dikenal dengan proses asidifikasi silikat. Proses pembuatan silikon dioksida dengan netralisasi larutan sodium silikat dengan larutan asam sulfat (H_2SO_4) melalui proses filtrasi dan pengeringan sehingga menghasilkan silikon dioksida. Proses asidifikasi larutan alkali silikat dilakukan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



(Ulman's, 1998)

1.3.2 Proses Kering

Proses ini dengan menguapkan SiCl_4 dan dekomposisi dengan hidrogen. Reaksi yang terjadi yaitu:



(Kirk and Othmer, 1966)

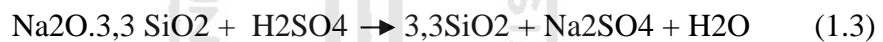
Pada proses ini, kondisi setelah pencucian produk berupa silica acid bubuk. Sehingga diperlukan pemanasan dengan suhu tinggi yaitu 1800-2000°C.

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

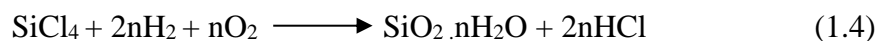
| No | Parameter | Proses Basah | Proses Kering |
|----|------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| 1. | Teknis | | |
| | a. Bahan baku | Asam Sulfat dan Sodium Silikat | Silikon tetraklorida dan Hidrogen |
| | b. Reaktor | RATB | Gelembung |
| | c. Temperatur | 90 – 91 °C | 1.800 – 2.000 °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:



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:

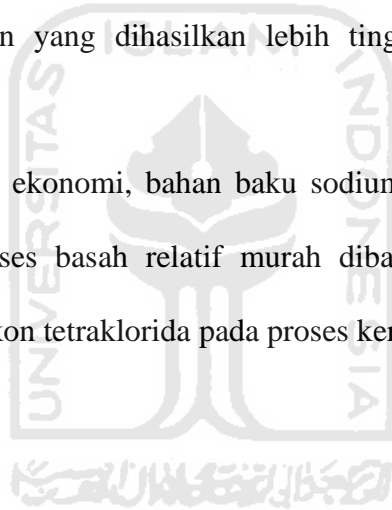


Untuk menghasilkan 1 mol silikon dioksida, membutuhkan 1 mol silikon tetraklorida seharga Rp 9.580,35/kg, 1 mol hidrogen seharga Rp

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 ₂ SO ₄) | Sodium Silikat Na ₂ O ₃ ,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 (°C) | 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°C) | 33,12 | 42,38 |
| Kemurnian (%) | 98 | 62 |
| Impuritis (%) | 2 | 38 |
| Sifat Kimia | <ul style="list-style-type: none"> a. Golongan Asam kuat bervalensi 2 dan bersifat higroskopis b. Bahan pengoksidasi dan bahan penghidrasi khususnya terhadap senyawa organik | <ul style="list-style-type: none"> 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

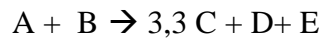
| Spesifikasi | Produk | | |
|------------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------------|------------------------|
| | Silikon Dioksida (SiO ₂) | Natrium Sulfat (Na ₂ SO ₄) | Air (H ₂ O) |
| Wujud | Solid, <i>Powder</i> | Padat | 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 (°C) | 2503 | 1429 | 100 |
| Kapasitas Panas (kal/molK) | 10,7 | 118,9 | 0,377 |
| Entalpi Pembentukan (Kj/kmol) | -910,7 | -1387,10 | -241,8 |
| <i>Melting Point</i> (°C) | 1710 | 884 | - |
| <i>Boiling Point</i> (°C) | 2230 | 1100 | 100 |
| <i>Bulk Density</i> (g/cm ³) | 0,03 - 0,3 | 1400-1600 | - |
| Kelarutan (gr/100gr H ₂ O) | 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 :



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

$$-r_A = k \cdot C_A \cdot C_B \quad (2.2)$$

Dengan $C_A = (1 - X_A)$

$$C_B = (C_{B0} - C_{A0} \cdot X_A)$$

Maka:

$$= k \cdot C_{A0} (1 - X_A) (C_{B0} - C_{A0} \cdot X_A)$$

$$= k \cdot C_{A0}^2 (1 - X_A) (M - X_A)$$

Keterangan :

$-r_A$ = laju reaksi

k = konstanta laju reaksi

C_{A0} = konsentrasi sodium silikat mula – mula

C_{B0} = konsentrasi asam sulfat mula – mula

x = konversi

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

2.4 Tinjauan Termodinamika

Dengan reaksi:



- Data entalpi pembentukan ΔH_f° (25 °C):

| Komponen | ΔH_f° (Kj/mol) |
|---------------------------------------------------|-----------------------------|
| Na ₂ O _{3,3} SiO ₂ | -811,8624 |
| H ₂ SO ₄ | -735,13 |
| SiO ₂ | -910,70 |
| Na ₂ SO ₄ | -1387,10 |
| H ₂ O | -241,8 |

(yaws, 1999)

$$\begin{aligned} \Delta H_{reaksi}^\circ (25 \text{ }^\circ\text{C}) &= \Delta H_f^\circ \text{Produk} - \Delta H_f^\circ \text{Reaktan} \\ &= [(\Delta H_f^\circ \text{ SiO}_2 + \Delta H_f^\circ \text{ Na}_2\text{SO}_4 + \Delta H_f^\circ \text{ H}_2\text{O}) - (\Delta H_f^\circ \\ &\quad \text{Na}_2\text{O}_3,3\text{SiO}_2 + \Delta H_f^\circ \text{ H}_2\text{SO}_4)] \\ &= [((-910,70 \cdot 3,3) + (-1387,10) + (-241,8)) - (-811,8624 + (- \\ &\quad 735,13))] \\ &= -3087,2176 \text{ Kj/mol} \end{aligned}$$

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

- Data energi Gibbs ΔG° (25 °C):

| Komponen | ΔG_f° (Kj/mol) |
|---------------------------------------|-----------------------------|
| $\text{Na}_2\text{O}_3,3\text{SiO}_2$ | -1215,548 |
| H_2SO_4 | -653,47 |
| SiO_2 | -856,30 |
| Na_2SO_4 | -1270,20 |
| H_2O | -228,60 |

(yaws, 1999)

$$\begin{aligned}
 \Delta G_f^\circ (25^\circ\text{C}) &= \Delta G_f^\circ \text{ Produk} - \Delta G_f^\circ \text{ Reaktan} \\
 &= [(\Delta G_f^\circ \text{ SiO}_2 + \Delta G_f^\circ \text{ Na}_2\text{SO}_4 + \Delta G_f^\circ \text{ H}_2\text{O}) - (\Delta G_f^\circ \text{ Na}_2\text{O}_3,3\text{SiO}_2 + \Delta G_f^\circ \text{ H}_2\text{SO}_4)] \\
 &= [(-856,30 + (-1270,20) + (-228,60)) - ((-1215,548) + (-653,47))] \\
 &= -2455,57 \text{ Kj/mol}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas, diperoleh hasil perhitungan ΔG_f° reaksi bernilai negatif, hal ini membuktikan bahwa reaksi tersebut berjalan secara **spontan**.

$\Delta G_f < 0 \text{ KJ/mol}$ = Reaksi sangat layak berlangsung

$0 < \Delta G_f < 50 \text{ KJ/mol}$ = Reaksi layak berlangsung

$\Delta G_f > 50 \text{ KJ/mol}$ = Reaksi tidak layak berlangsung

Berdasarkan data diatas, Diperoleh nilai ΔG_f° sebesar $-2455,57 \text{ KJ/mol}$ sehingga reaksi dianggap sangat layak berlangsung.

(Yaws, 1999)

Persamaan hubungan ΔG° dengan konstanta keseimbangan reaksi, sebagai berikut:

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

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

$$R = 8,314 \text{ KJ/molK}$$

$$T = 298 \text{ K}$$

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

$$K_{298} = 4,997985716$$

Nilai konstanta keseimbangan reaksi pada suhu 90°C (363°K) :

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

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

$$K = 3,746851$$

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 digunakan 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 Natrium 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°C sesuai dengan kondisi operasi reaktor.

Natrium 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°C untuk selanjutnya larutan natrium 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°C dan pada tekanan 1 atm serta konversi reaktor sebesar 99,4%. Reaksi yang terjadi antara asam sulfat dengan 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°C selanjutnya diumpukan 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 atmosfer ,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°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 | <i>Cylindrical Vertical Tank, Flat Bottom, Conical roof</i> | <i>Cylindrical Vertical Tank, Flat Bottom, Conical roof</i> |
| Bahan | <i>Stainless Steel SA 167 Grade 3 type 316</i> | <i>Stainless Steel SA 167 Grade 3 type 316</i> |
| 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 <i>shell (in)</i> | 0,5 | 1,75 |
| Tinggi <i>head (m)</i> | 0,64 | 0,51 |
| Tebal <i>head (in)</i> | 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 | <i>Stainlees Steel type 316 AISI</i> |
| 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 <i>shell</i> (in) | 0,1875 |
| Tinggi cairan dalam shell (m) | 1,69 |
| Bentuk head | <i>torispherical Flanged & Dished Head</i> |
| Tebal <i>head</i> (in) | 0,25 |
| Pengaduk | |
| Jenis | <i>marine propeller with 3 blades and pitch 2Di</i> |
| 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 H ₂ SO ₄ sebanyak 1.859,54 kg/jam dari truk bahan baku ke Tangki penyimpanan (T-01) | Mengalirkan umpan H ₂ SO ₄ 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 | <i>Centrifugal pump single stage</i> | <i>Centrifugal pump single stage</i> | <i>Centrifugal pump single stage</i> |
| Bahan | <i>Commercial Steel</i> | <i>Commercial Steel</i> | <i>Commercial Steel</i> |
| 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 | <i>Centrifugal pump single stage</i> | <i>Centrifugal pump single stage</i> | <i>Centrifugal pump single stage</i> |
| Bahan | <i>Commercial Steel</i> | <i>Commercial Steel</i> | <i>Commercial Steel</i> |
| 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 | <i>Stainless Steel</i> 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 <i>shell</i> (in) | 0,1875 |
| Tinggi cairan dalam shell (m) | 1,42 |
| Bentuk head | <i>torispherical Flanged & Dished Head</i> |
| Tebal <i>head</i> (in) | 0,25 |
| Pengaduk | |
| Jenis | <i>marine propeller with 3 blades and pitch 2Di</i> |
| 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 | <i>Stainlees Steel SA-193 Grade B16</i> |
| 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 <i>shell</i> (in) | 0,25 |
| Tinggi cairan dalam shell (m) | 1,17 |
| Bentuk Head | <i>torispherical Flanged and Dished Head</i> |
| Bentuk Bottom | <i>torispherical Flanged and Dished Head</i> |
| Tebal <i>head</i> (in) | 0,3125 |
| Tinggi Tutup (m) | 0,449 |
| Koil Pendingin | |
| Jenis pendingin | <i>Brine water</i> |
| Tinggi (m) | 0,98 |
| Jarak Koil dari dasar tangki (m) | 0,27 |
| Pengaduk | |
| Jenis | <i>Flat six-blade turbine with disk</i> |
| 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 <i>rotary dryer</i> (RD-01) | Untuk memanaskan produk keluaran tangki pelarut(T-03) dari 40°C ke suhu 50°C menuju RDVF (FL-01) |
| Jenis | <i>Shell and Tube</i> | <i>Shell and Tube</i> | <i>Shell and Tube</i> | <i>Double Pipe</i> |
| 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 | <i>Tube sheet layout 1 in. OD tubes on 1 1/4-in</i> | <i>Tube sheet layout 1 in. OD tubes on 1/4 in</i> | <i>Tube sheet layout 1 in. OD tubes on 1 1/4 in</i> | Kapasitas Steam : 6.456,40 kg/jam Kapasitas Fluida dingin : 128,6 kg/jam |
| | <i>Tringular Pitch</i> | <i>Tringular Pitch</i> | <i>Tringular Pitch</i> | |
| Shell Side / Annulus | <i>Steam</i> | <i>Steam</i> | <i>Steam</i> | <i>Steam</i> |
| | 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 | <i>Medium organic</i> | <i>Light organic</i> | <i>Gas</i> | <i>Heavy organic</i> |
| | 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 <i>rotary drum vacuum filter</i> (FL-01) | Untuk menurunkan suhu keluar <i>rotary dryer</i> (RD-01) dari 61°C ke suhu 40°C menuju <i>siklon 1</i> (CY-01) |
| Jenis | <i>Shell and Tube</i> | <i>Double Pipe</i> |
| 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: <i>Tube sheet layout 3/4 in. OD tubes on 1 in Triangular Pitch</i> Shell Side : <i>Light organic</i> | <i>Annulus</i> <i>Medium Organic</i> OD : 0,09 m ID : 0,08 m |
| | IDs (in) :35 | <i>Inner Pipe</i> |
| | Baffle space (in) :17,5 | <i>Fluida dingin (water)</i> |
| | Tube Side : <i>Brine water</i> | OD : 0,06 m ID : 0,05 m |
| | BWG :16 | |
| | Jumlah Passed (N) : 1 | |
| | Jumlah tube (Nt) : 608 | |
| | Area per tube (A't) (in ²) :0,594 | |
| Dirt factor (ft ² 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 <i>cake</i> dan <i>filtrat</i> dari <i>slurry</i> sebanyak 60.527,22 kg/jam |
| Jenis | <i>Rotary drum vacuum filter</i> |
| Bahan | <i>Stainless Steel AISI (316)</i> |
| Kondisi Operasi | |
| Tekanan (atm) | 1 |
| Suhu (°C) | 50 |
| Dimensi filter | |
| Diameter (m) | 1,93 |
| Panjang (m) | 2,89 |
| Tebal <i>cake</i> (in) | 2 |
| Luas penampung (m ²) | 17,57 |
| Kecepatan (rpm) | 1,16 |
| Waktu siklus | |
| Tahap filtrasi (s) | 6,57 |
| Tahap <i>first dewatering</i> (s) | 18,73 |
| Tahap <i>washing</i> (s) | 25,3 |
| Tahap <i>second dewatering</i> (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 <i>Rotary Dryer</i> (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 | <i>Horizontal Screw Conveyor</i> | <i>Horizontal Screw Conveyor</i> | <i>Horizontal Screw Conveyor</i> |
| Bahan | <i>Carbon steel SA-283 Grade D</i> | <i>Carbon steel SA-283 Grade D</i> | <i>Carbon steel SA-283 Grade D</i> |
| Dimensi | | | |
| Panjang (m) | 4,57 | 7,32 | 5,49 |
| Diameter <i>flight</i> (m) | 0,23 | 0,23 | 0,23 |
| Diameter <i>shaft</i> (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 | <i>Automatic Filter Airmat Dust Arrestor</i> |
| Bahan | <i>Carbon Steel SA-283 Grade D</i> |
| Dimensi | |
| Media filter | <i>Cellulosa Pulp</i> |
| 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 | <i>Single Shell Direct Heat Rotary</i> |
| Bahan | <i>Carbon Steel , SA 238 Grade C</i> |
| 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 (<i>in</i>) | 3/16 |
| Kecepatan putar (rpm) | 3,78 |
| Waktu tinggal (detik) | 60 |
| Kemiringan (°) | 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 <i>Rotary Dryer</i> (RD-01) | Menghisap produk keluaran Siklon 1 (CY-01) dan siklon 2 (CY-02) |
| Jenis | <i>centrifugal blower</i> | <i>centrifugal blower</i> |
| 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 | <i>Cooling Conveyor</i> |
|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kode Alat | CC-01 |
| Fungsi | Mengangkut sekaligus mendinginkan produk keluaran dari <i>Rotary dryer</i> (RD-01) sebelum masuk ke <i>Ball mill</i> (BM-01) |
| Jenis | <i>Horizontal Screw Conveyor</i> |
| Bahan | <i>Carbon Steel SA 283 Grade D</i> |
| 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 | <i>Jacket Vessel</i> |
| 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 <i>Rotary dryer</i> (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 | <i>Belt Conveyor 1</i> | <i>Belt Conveyor 2</i> |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Kode Alat | BC-01 | BC-02 |
| Fungsi | Mengangkut produk keluaran <i>Ball mill</i> (BM-01) menuju <i>bucket elevator</i> (BE-01) | Mengangkut produk keluaran Hopper (H-01) menuju Silo (SL-01) |
| Jenis | <i>Horizontal Belt Conveyor</i> | <i>Horizontal Belt Conveyor</i> |
| 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 | <i>Bucket Elevator</i> |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kode Alat | BE-01 |
| Fungsi | Mengangkut Silikon dioksida dari <i>belt conveyor</i> (BC-01) menuju <i>screen</i> (S-01) |
| Jenis | <i>Centrifugal Discharge Buckets</i> |
| 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 | <i>Screen</i> |
|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kode Alat | S-01 |
| Fungsi | Memisahkan produk keluaran dari <i>ballmill</i> (BM-01) yang berukuran lebih besar dari 325 mesh |
| Jenis | <i>High Speed Vibrating Screen</i> |
| 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 | <i>Hopper</i> |
|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| 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 <i>conical</i> |
| Bahan | <i>Carbon Steel, SA-283 Grade C</i> |
| 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 <i>Rotary Dryer</i> (RD-01), <i>Screen</i> (S-01), dan <i>Hopper</i> (H-01) | Memisahkan uap dan produk keluaran <i>Siklon 1</i> (CY-01) |
| Jenis | <i>Cyclone Separator</i> | <i>Cyclone Separator</i> |
| Bahan | <i>High Alloy Steel, SA-283 Grade C</i> | <i>High Alloy Steel, SA-283 Grade C</i> |
| 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 <i>shell</i> 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 | <i>Stainless Steel SA167 Type 304</i> |
| 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 diperkirakan 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 sangat 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°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 pabrik 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 fasilitas 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.

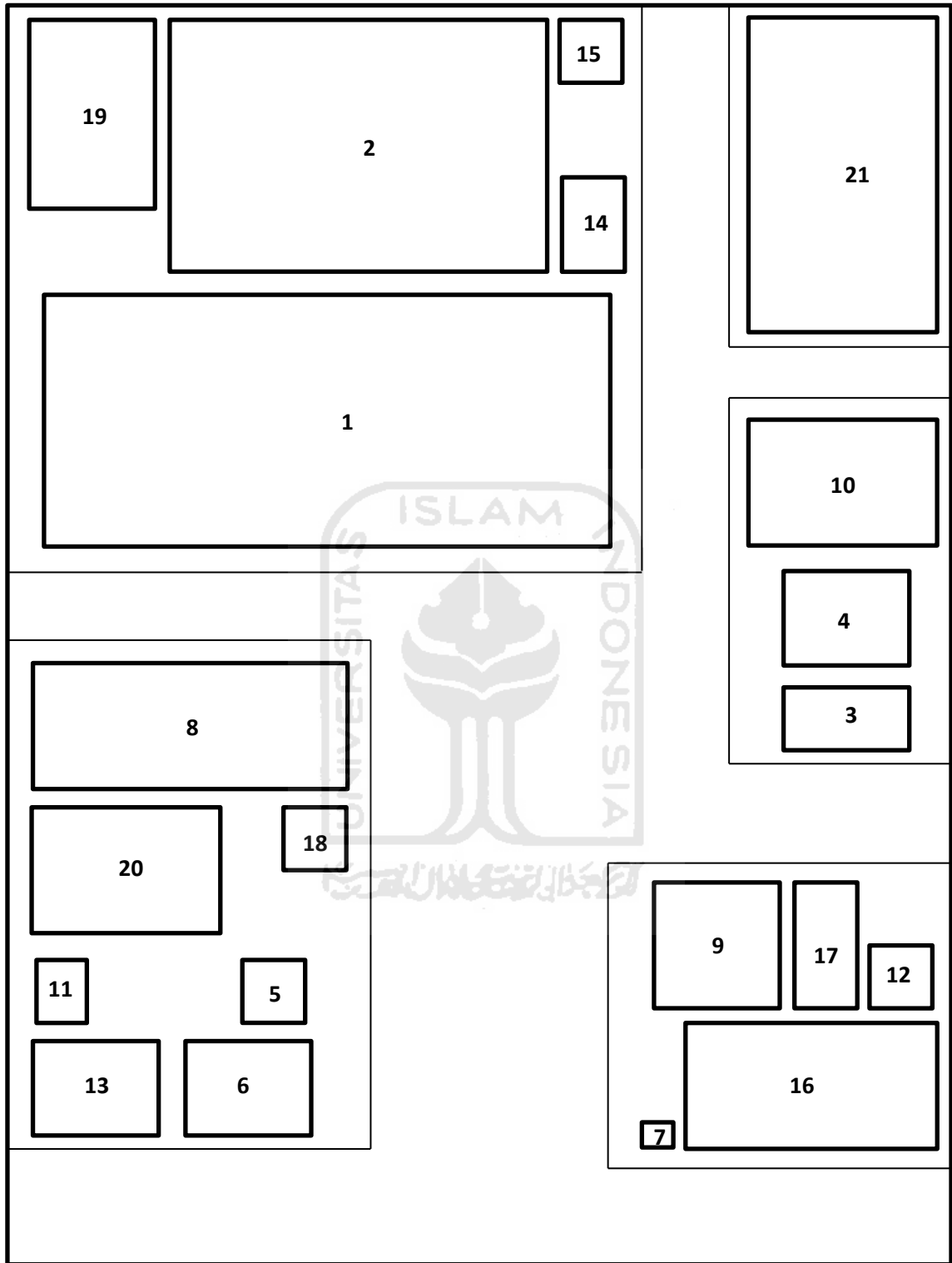
3. Daerah utilitas dan power station

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 m². 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 m | Lebar m | Luas 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

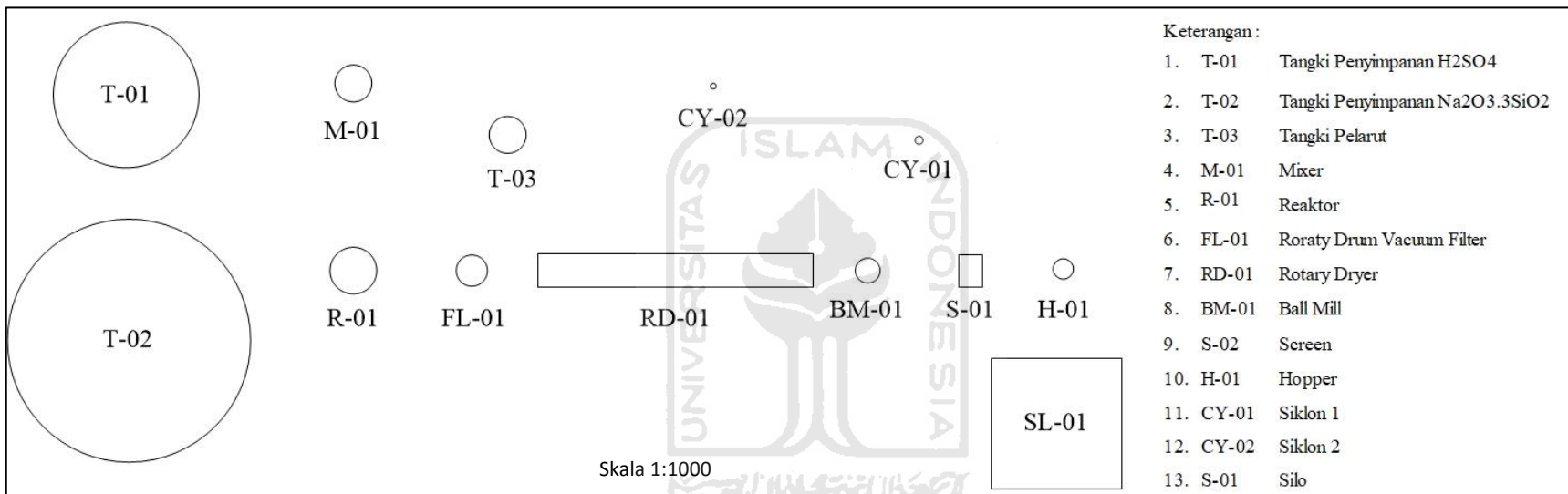
Lalu lintas manusia dan kendaraan juga perlu diperhatikan agar pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah apabila terjadi gangguan pada alat proses sehingga dapat segera diperbaiki, selain itu keamanan pekerja selama menjalankan tugasnya juga perlu diprioritaskan.

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 ₂ O ₃ ,3SiO ₂ | - | - | 4.486,8335 | - | - | 26,9086 | 0,0000 | 0,0131 |
| H ₂ SO ₄ | 1859,5402 | - | - | - | - | 179,0714 | 0,1207 | - |
| SiO ₂ | - | - | - | - | - | 647,5072 | 0,0011 | 2750,3653 |
| Na ₂ SO ₄ | - | - | - | - | - | 2432,5419 | 0,0000 | 1,1804 |
| H ₂ O | 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 ₂ SO ₄ | 98,08 | 1859,5402 | - | 1859,5402 |
| H ₂ O | 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 ₂ O ₃ ,3SiO ₂ | 260,32 | - | 4.486,8335 | 26,9210 |
| H ₂ SO ₄ | 98,08 | 1859,5402 | - | 179,1921 |
| SiO ₂ | 60,1 | - | - | 3397,8736 |
| Na ₂ SO ₄ | 142,05 | - | - | 2433,6608 |
| H ₂ O | 18,02 | 35331,2629 | 2785,1819 | 38425,1711 |
| Subtotal | | 37190,8031 | 7272,0154 | 44462,8185 |
| Total | | 44462,8185 | | 44462,8185 |

c) *Rotary Drum Vacuum 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 ₂ O ₃ ,3SiO ₂ | 260,32 | 26,9210 | - | 0,0058 | 0,0181 | 26,9086 |
| H ₂ SO ₄ | 98,08 | 179,1921 | - | - | 0,1207 | 179,0714 |
| SiO ₂ | 60,1 | 3397,8736 | - | 1069,5855 | 3819,9518 | 647,5072 |
| Na ₂ SO ₄ | 142,05 | 2433,6608 | - | 0,5206 | 1,6394 | 2432,5419 |
| H ₂ O | 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 ₂ O ₃ ,3SiO ₂ | 260,32 | 0,0181 | - | 0,0018 | 0,0163 |
| H ₂ SO ₄ | 98,08 | 0,1207 | - | 0,1207 | - |
| SiO ₂ | 60,1 | 3819,9518 | - | 381,9952 | 3437,9566 |
| Na ₂ SO ₄ | 142,05 | 1,6394 | - | 0,1639 | 1,4755 |
| H ₂ O | 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 ₂ SO ₄ | 142,05 | 1,4755 | 0,1639 | 1,6394 |
| H ₂ O | 18,02 | 32,7738 | 3,6415 | 36,4153 |
| Na ₂ O ₃ ,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 ₂ SO ₄ | 142,05 | 1,6394 | 0,1639 | 1,3116 | 0,1639 |
| H ₂ O | 18,02 | 36,4153 | 3,6415 | 29,1322 | 3,6415 |
| Na ₂ O ₃ ,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 ₂ SO ₄ | 142,05 | 1,3116 | 0,1312 | 1,1804 |
| H ₂ O | 18,02 | 29,1322 | 2,9132 | 26,2190 |
| Na ₂ O ₃ ,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 ₂ SO ₄ | 142,05 | 0,4590 | 0,0005 | 0,4586 |
| H ₂ O | 18,02 | 10,1473 | 0,0101 | 10,1372 |
| Na ₂ O ₃ ,3SiO ₂ | 260,32 | 0,0051 | 0,0000 | 0,0051 |
| H ₂ SO 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 ₂ SO ₄ | 142,05 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0000 |
| H ₂ O | 18,02 | 0,0101 | 0,0101 | 0,0000 |
| Na ₂ O ₃ ,3SiO ₂ | 260,32 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| H ₂ SO 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 ₂ SO ₄ | 142,05 | 0,4586 | 0,0005 | - | 0,5206 |
| H ₂ O | 18,02 | 10,1372 | 0,0101 | 5376,2012 | 5386,2864 |
| Na ₂ O ₃ ,3SiO ₂ | 260,32 | 0,0051 | 0,0000 | - | 0,0058 |
| H ₂ SO 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 ₂ SO ₄ | 13300,8846 | - | 40621,9365 |
| H ₂ O | 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 ₂ SO ₄ | 40621,9365 | 177862,8950 |
| H ₂ O | 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 ₂ O ₃ ,3SiO ₂ | 2050303,277 | 35862467,515 |
| H ₂ O | 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 ₂ O ₃ ,3SiO ₂ | - | 35862467,52 | 215174,8051 |
| H ₂ SO ₄ | 177862,895 | - | 17139,51534 |
| SiO ₂ | - | - | 957780,0783 |
| Na ₂ SO ₄ | - | - | 252947,381 |
| H ₂ O | 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 ₂ O ₃ ,3SiO ₂ | 215174,8051 | 68001,3864 |
| H ₂ SO ₄ | 17139,5153 | 6474,4969 |
| SiO ₂ | 957780,0783 | 374687,8704 |
| Na ₂ SO ₄ | 252947,3810 | 97520,1917 |
| H ₂ O | 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 ₂ O ₃ ,3SiO ₂ | 68001,3864 | - | 14,5454 | 68,5648 | 101780,5913 |
| H ₂ SO ₄ | 6474,4969 | - | 0,0000 | 6,2259 | 9244,0172 |
| SiO ₂ | 374687,8704 | - | 117944,5607 | 595730,1754 | 100980,2226 |
| Na ₂ SO ₄ | 97520,1917 | - | 20,8594 | 93,2680 | 138387,5617 |
| H ₂ O | 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 ₂ O ₃ ,3SiO ₂ | 68,5648 | - | 120,8622 | 7,3368 |
| H ₂ SO ₄ | 6,2259 | - | - | 6,5998 |
| SiO ₂ | 595730,1754 | - | 915430,0239 | 63032,7013 |
| Na ₂ SO ₄ | 93,2680 | - | 144,6746 | 9,8760 |
| H ₂ O | 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 ₂ O ₃ ,3SiO ₂ | 120,8738 | 23,5303 |
| H ₂ SO ₄ | - | - |
| SiO ₂ | 915495,9101 | 228434,7965 |
| Na ₂ SO ₄ | 144,6852 | 35,4958 |
| H ₂ O | 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 ₂ O ₃ ,3SiO ₂ | 8,3015 | 14,5454 |
| SiO ₂ | 71068,5346 | 117944,5607 |
| Na ₂ SO ₄ | 12,5229 | 20,8594 |
| H ₂ O | 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 ₂ O ₃ ,3SiO ₂ | 7,3368 | 2,6145 |
| H ₂ SO ₄ | 6,5998 | 2,6033 |
| SiO ₂ | 63032,7013 | 25381,6441 |
| Na ₂ SO ₄ | 9,8760 | 3,9440 |
| H ₂ O | 564,2594 | 225,4885 |
| Subtotal | 63620,7732 | 25616,2944 |
| Pendingin | | 38004,4788 |
| Total | 63620,7732 | 63620,7732 |

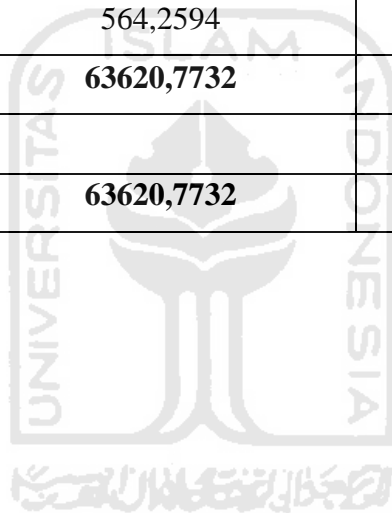
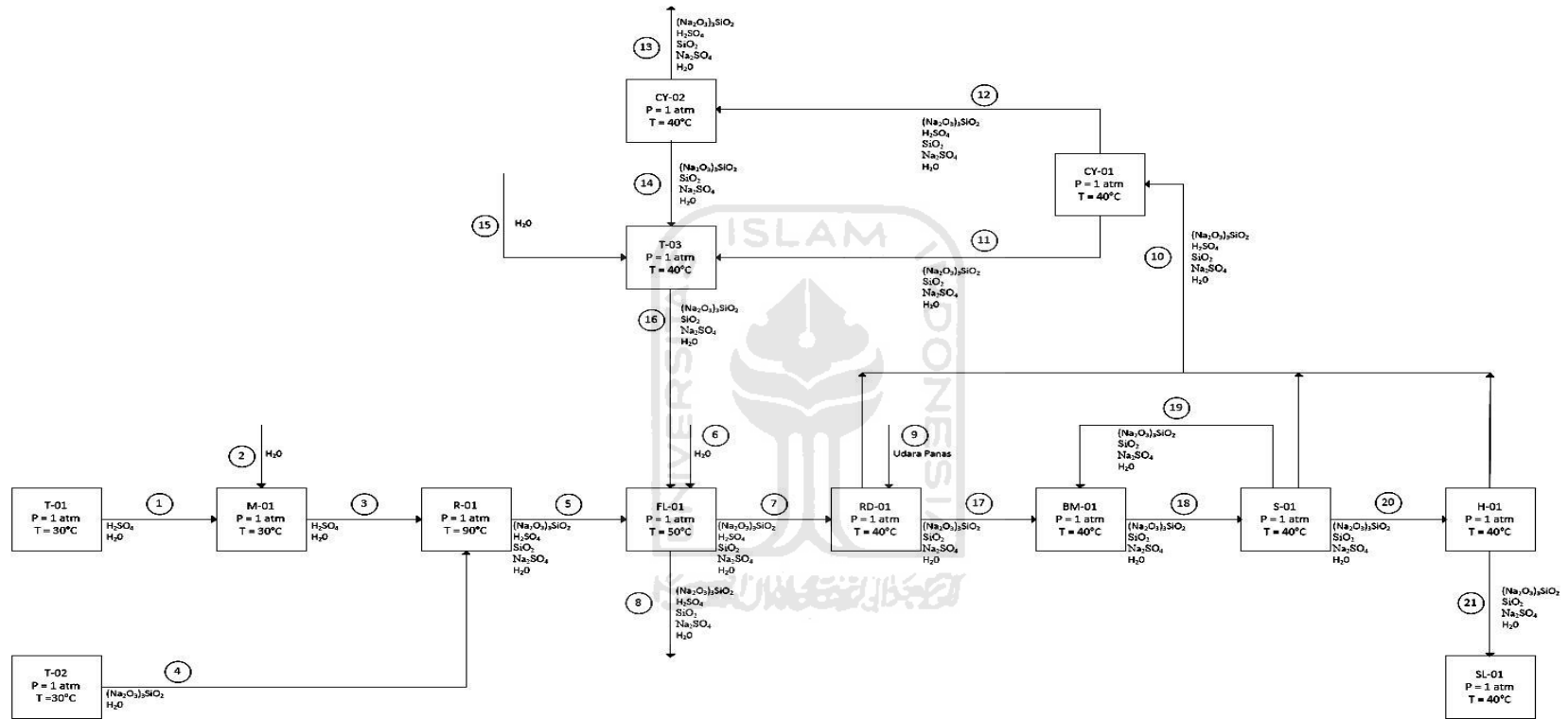
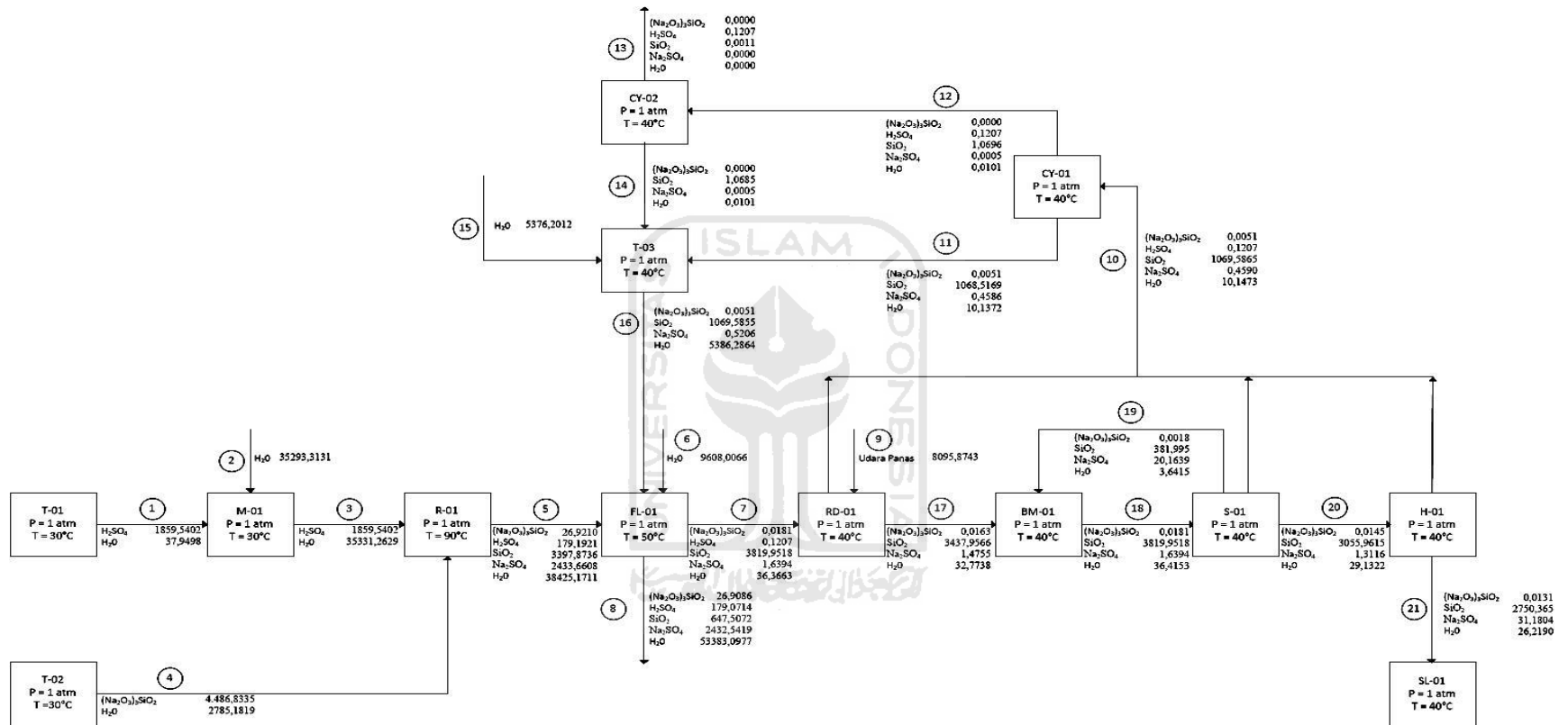


Diagram Alir Kualitatif



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:

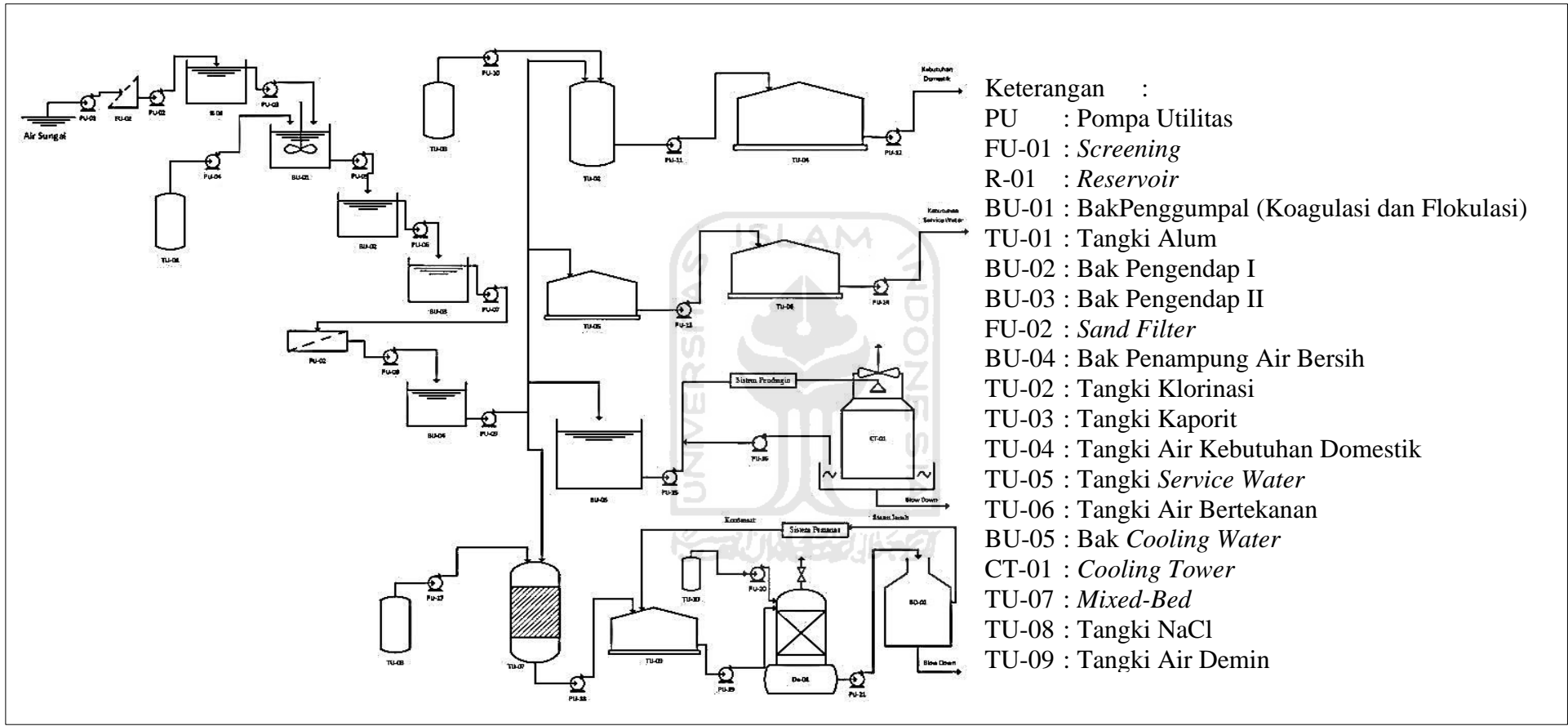
- Suhu : Di bawah suhu udara
- Warna : Jernih
- Rasa : Tidak berasa
- Bau : Tidak berbau

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:



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

c. Penampungan (*Reservoir*)

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

d. Koagulasi

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

menghilangkan kesadahan karbonat dalam air untuk membuat suasana basa sehingga mempermudah penggumpalan.

e. Bak Pengendap I

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

f. Proses Filtrasi

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

g. Bak Penampung Air Bersih

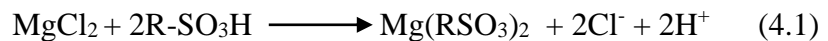
Air dari proses filtrasi merupakan air bersih, ditampung di dalam bak penampung air bersih. Air bersih tersebut kemudian digunakan secara langsung untuk air pendingin dan air layanan (*Service Water*). Air bersih kemudian digunakan juga untuk air domestik yang terlebih dahulu di desinfektanisasi, dan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

h. Proses Demineralisasi

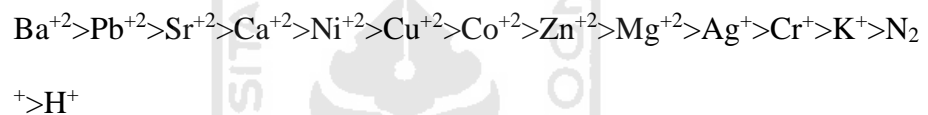
Air untuk umpan ketel pada reaktor harus murni dan bebas dari garam-garam terlarut yang terdapat didalamnya, Untuk itu perlu dilakukan proses demineralisasi. Alat demineralisasi terdiri atas penukar kation (*cation exchanger*) dan penukar anion (*anion exchanger*). Unit ini berfungsi untuk menghilangkan mineral-mineral yang terkandung dalam air seperti 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^+ .



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 :

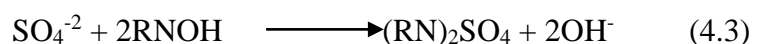


Saat resin kation telah jenuh, maka resin penukar kation akan diregenerasi kembali. Larutan peregenerasi yang digunakan adalah NaCl . Reaksi Regenerasi :



- *Anion Exchanger*

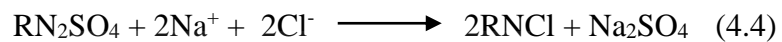
Anion Exchanger berfungsi untuk mengikat ion –ion negatif (anion) yang larut dalam air dengan resin yang bersifat basa, yang mempunyai formula RNOH , sehingga anion-anion seperti CO_3^{2-} , Cl^- , dan SO_4^{2-} akan membantu garam resin tersebut.



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 :



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



i. Deaerator

Air yang telah mengalami demineralisasi masih mengandung gas-gas terlarut terutama O_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) |
|------------------|-------------|------------------------|
| <i>Mixer</i> | 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) |
|------------------|-------------|------------------------|
| <i>Heater</i> | HE-01 | 3538 |
| <i>Heater</i> | HE-02 | 16330 |
| <i>Heater</i> | HE-03 | 195 |
| <i>Heater</i> | 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 |
| <i>Cooling Conveyor</i> | CC-01 | 11060 |
| <i>Cooler</i> | CL-01 | 116351 |
| <i>Cooler</i> | CL-02 | 605 |
| Total | | 1009502 |

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan air pendingin} &= 20\% \times 1009502 \text{ kg/jam} \\ &= 1211402 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

4. Kebutuhan Air Domestik

- Kebutuhan air karyawan

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

$$\begin{aligned} \text{Diambil kebutuhan air tiap orang} &= 120 \text{ liter/hari} \\ &= 5 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah karyawan} = 163 \text{ orang}$$

$$\text{Kebutuhan air untuk semua karyawan} = 818 \text{ kg/jam}$$

- Kebutuhan air untuk *mess*

$$\text{Jumlah } \textit{mess} = 30 \text{ rumah}$$

$$\text{Penghuni } \textit{mess} = 80 \text{ orang}$$

$$\text{Kebutuhan air untuk } \textit{mess} = 12000 \text{ kg/jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Total kebutuhan air domestik} &= (818+12000) \text{ kg/jam} \\ &= 12818 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

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, O₂, 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 200⁰C, kemudian diumpankan ke *boiler*.

Di dalam *boiler*, api yang keluar dari alat pembakaran (*burner*) bertugas untuk memanaskan lorong api dan pipa - pipa api. Gas sisa pembakaran ini masuk ke *economizer* sebelum dibuang melalui cerobong asap, sehingga air di dalam *boiler* menyerap panas dari dinding-dinding dan pipa-pipa api maka air menjadi mendidih, Uap air yang terbentuk terkumpul sampai mencapai tekanan 10 bar, baru kemudian dialirkan ke *steam 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 m³/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 lingkungan.

Hal ini dilakukan agar limbah tersebut tidak mencemari lingkungan.

1. Limbah Padat

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

2. Limbah cair utilitas

Limbah cair yang dihasilkan dalam pabrik ini adalah:

a. Limbah cair proses

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

b. Limbah cair utilitas

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

4.6 Organisasi Perusahaan

4.6.1 Bentuk Perusahaan

Dalam menjalankan pabrik silikon dioksida ini, diperlukan manajemen yang baik. Oleh karena itu 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.

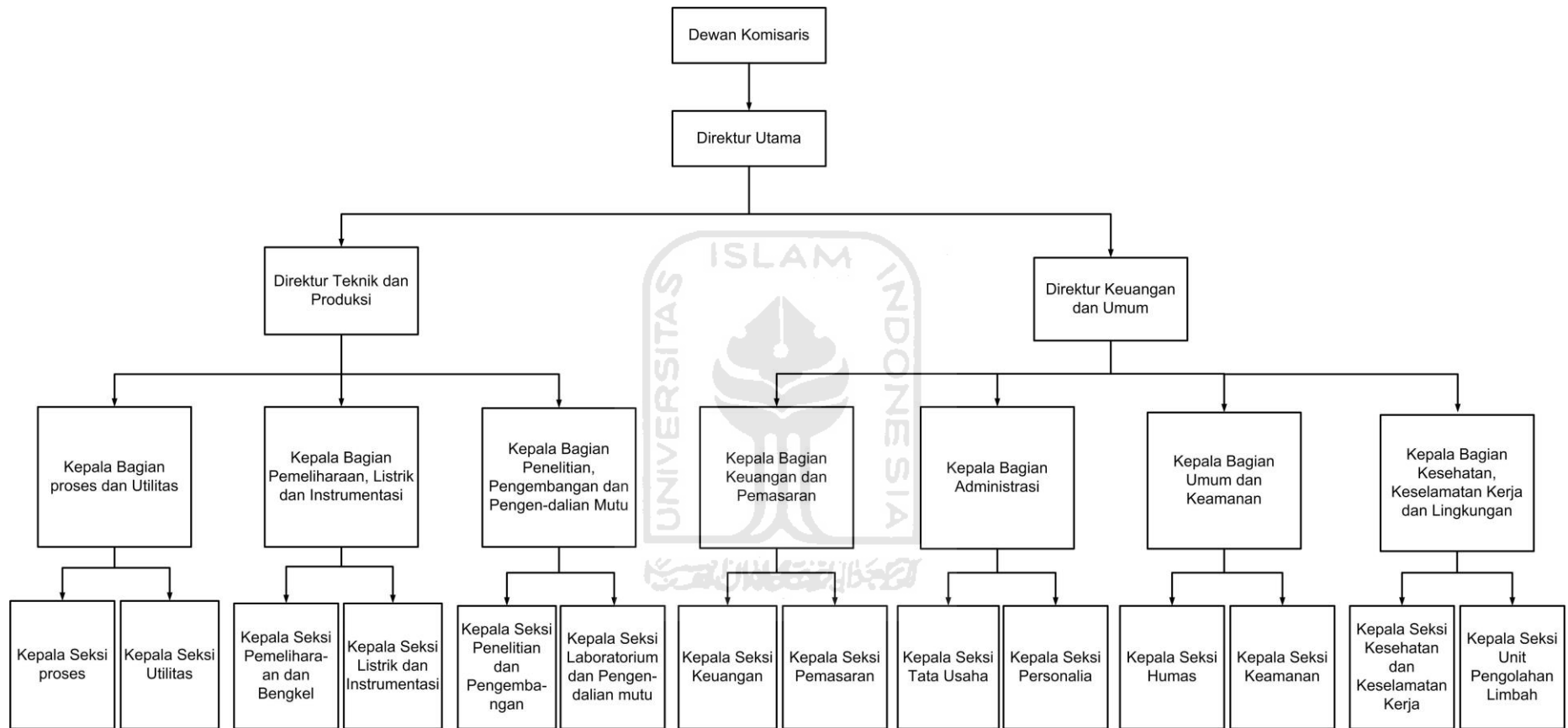
Sedangkan untuk mencapai kelancaran produksi maka perlu dibentuk staf ahli yang terdiri dari orang-orang yang ahli di bidangnya. Staf ahli akan memberikan bantuan pemikiran dan nasehat kepada tingkat pengawas, demi tercapainya tujuan perusahaan. Manfaat adanya struktur organisasi tersebut adalah sebagai 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

Staff ahli terdiri dari tenaga ahli yang bertugas membantu direksi dalam menjalankan tugasnya baik yang berhubungan dengan teknik maupun administrasi. Staff 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 yang mengalami 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 Pemeliharaan

Tugas Seksi Pemeliharaan antara lain:

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

b. Seksi Utilitas

Tugas Seksi Utilitas antara lain:

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

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

| <i>Shift/ Hari</i> | 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 dalam menjalankan tugas sehari-harinya dan kegiatan yang ada dalam perusahaan dapat berjalan dengan lancar. Sehubungan dengan hal tersebut, maka perusahaan menyediakan fasilitas yang bermanfaat dalam lingkungan perusahaan yang berhubungan dengan kepentingan para karyawan.

Adapun fasilitas yang diberikan perusahaan adalah :

a. Poliklinik

Untuk meningkatkan efisiensi produksi, faktor kesehatan karyawan merupakan hal yang sangat berpengaruh. Oleh karena itu perusahaan menyediakan 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 pertanggung jawaban jiwa dan asuransi kecelakaan.

g. Masjid dan Kegiatan kerohanian

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

h. Transportasi

Untuk meningkatkan produktifitas dan meringankan 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 massal 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.

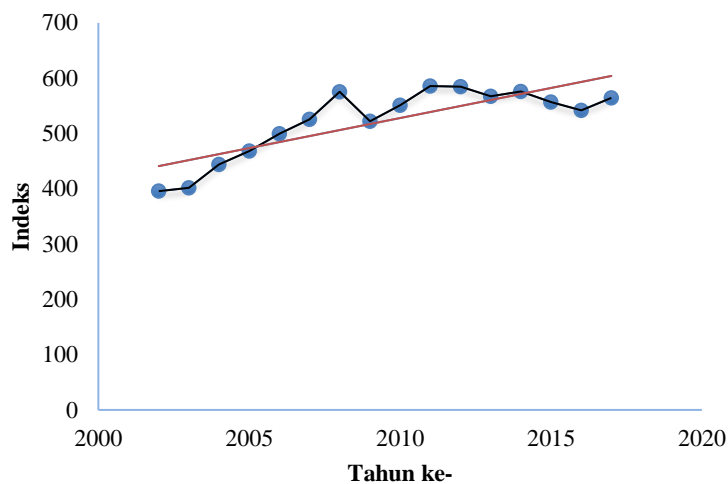
Pabrik silikon dioksida beroperasi selama satu tahun produksi yaitu 330 hari. Di dalam analisa ekonomi harga–harga alat maupun harga–harga lain diperhitungkan pada tahun analisa. Untuk mencari harga pada tahun analisa, maka dicari index pada tahun analisa.

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 nilai indeks 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:

$$E_x = E_y \frac{N_x}{N_y} \quad (4.5)$$

(Aries & Newton, 1955)

Keterangan :

E_x = Harga pembelian alat pada tahun 2025

E_y = Harga pembelian alat pada tahun referensi 2014

N_x = Indeks harga pada tahun 2025

N_y = 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 | Harga Alat | Total (\$) |
|-----------------------------|-----------|--------|------------|------------|------------|
| | | | 2014 (\$) | 2025 (\$) | |
| <i>Screening</i> | FU-01 | 1 | 24.100 | 28.898 | 28.898 |
| <i>Reservoir</i> | 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 |
| <i>Sand Filter</i> | 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 |
| <i>Cooling Tower</i> | CT-01 | 1 | 9.700 | 11.631 | 11.631 |
| <i>Blower Cooling Tower</i> | BL-01 | 1 | 153.432 | 183.980 | 183.980 |
| <i>Deaerator</i> | DE-01 | 1 | 1.300 | 1.559 | 1.559 |
| <i>Mixed Bed</i> | TU-07 | 1 | 221.600 | 265.720 | 265.720 |
| <i>Boiler</i> | 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 <i>Hydrazine</i> | TU-10 | 1 | 25.900 | 31.057 | 31.057 |
| Tangki Air Bertekanan | TU-06 | 1 | 16.200 | 19.425 | 19.425 |
| Tangki <i>Service Water</i> | 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 | Harga Alat | Total (\$) |
|--------------------|-----------|--------|------------|------------|------------|
| | | | 2014 (\$) | 2025 (\$) | |
| 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/ <i>man hour</i> |
| 1 <i>man hour</i> asing | = | 2 <i>man hour</i> 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 | <i>Type of Capital Investment</i> | Harga (Rp) | Harga (\$) |
|-----------------------------------------|------------------------------------|---------------------------|----------------------|
| 1 | <i>Purchased Equipment cost</i> | Rp 68.458.853.346 | \$ 4.644.742 |
| 2 | <i>Delivered Equipment Cost</i> | 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 | <i>Land & Yard Improvement</i> | Rp 28.500.000.000 | \$1.933.645 |
| <i>Physical Plant Cost (PPC)</i> | | Rp 187.582.304.225 | \$ 12.726.936 |

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

| No | <i>Type of Capital Investment</i> | Harga (Rp) | Harga (\$) |
|---------------------------------|-----------------------------------|---------------------------|----------------------|
| 1 | Teknik dan Konstruksi | Rp 37.516.460.845 | \$ 2.545.387 |
| <i>Total (DPC + PPC)</i> | | Rp 225.098.765.070 | \$ 15.272.323 |

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

| No | <i>Type of Capital Investment</i> | 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 |
| <i>Fixed Capital Investment (FCI)</i> | | 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 | <i>Type of Expense</i> | Harga (Rp) | Harga (\$) |
|------------------------------------|-------------------------------|---------------------------|----------------------|
| 1 | <i>Raw Material Inventory</i> | Rp 50.028.483.770 | \$ 3.394.293 |
| 2 | <i>In Process Inventory</i> | Rp 53.773.940.038 | \$ 3.648.412 |
| 3 | <i>Product Inventory</i> | Rp 35.849.293.358 | \$ 2.432.274 |
| 4 | <i>Extended Credit</i> | Rp 150.337.800.000 | \$ 10.200.000 |
| 5 | <i>Available Cash</i> | Rp 107.547.880.075 | \$ 7.296.823 |
| <i>Working Capital (WC)</i> | | 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 | <i>Type of Expense</i> | Harga (Rp) | Harga (\$) |
|-----------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------|----------------------|
| 1 | <i>Raw Material</i> | Rp 183.437.773.822 | \$ 12.445.740,81 |
| 2 | <i>Labor</i> | Rp 19.017.600.000 | \$ 1.290.291,06 |
| 3 | <i>Supervision</i> | Rp 2.282.112.000 | \$ 154.834,93 |
| 4 | <i>Maintenance</i> | Rp 5.132.251.844 | \$ 348.208,96 |
| 5 | <i>Plant Supplies</i> | Rp 769.837.777 | \$ 52.231,34 |
| 6 | <i>Royalty and Patents</i> | Rp 5.512.386.000 | \$ 374.000,00 |
| 7 | <i>Utilities</i> | Rp 102.432.470.360 | \$ 6.949.757,13 |
| <i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i> | | 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 | <i>Type of Expense</i> | Harga (Rp) | Harga (\$) |
|-------------------------------------------------|-------------------------------|--------------------------|---------------------|
| 1 | <i>Payroll Overhead</i> | Rp 2.852.640.000 | \$ 193.544 |
| 2 | <i>Laboratory</i> | Rp 1.901.760.000 | \$ 129.029 |
| 3 | <i>Plant Overhead</i> | Rp 15.214.080.000 | \$ 1.032.233 |
| 4 | <i>Packaging and Shipping</i> | Rp 27.561.930.000 | \$ 1.870.000 |
| <i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i> | | 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 | <i>Type of Expense</i> | Harga (Rp) | Harga (\$) |
|----------------------------------------------|------------------------|--------------------------|---------------------|
| 1 | <i>Depreciation</i> | Rp 20.529.007.374 | \$ 1.392.836 |
| 2 | <i>Propertu taxes</i> | Rp 5.132.251.844 | \$ 348.209 |
| 3 | <i>Insurance</i> | Rp 2.566.125.922 | \$ 174.104 |
| <i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i> | | Rp 28.227.385.140 | \$ 1.915.149 |

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

| No | <i>Type of Expense</i> | Harga (Rp) | Harga (\$) |
|---------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------|----------------------|
| 1 | <i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i> | Rp 318.584.431.802 | \$ 21.615.064 |
| 2 | <i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i> | Rp 47.530.410.000 | \$ 3.224.806 |
| 3 | <i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i> | Rp 28.227.385.140 | \$ 1.915.149 |
| <i>Manufacturing Cost (MC)</i> | | 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 | <i>Type of Expense</i> | Harga (Rp) | Harga (\$) |
|------------------------------------|------------------------|--------------------------|---------------------|
| 1 | <i>Administration</i> | Rp 19.717.111.347 | \$ 1.337.751 |
| 2 | <i>Sales expense</i> | Rp 31.547.378.155 | \$ 2.140.402 |
| 3 | <i>Research</i> | Rp 19.717.111.347 | \$ 1.337.751 |
| 4 | <i>Finance</i> | Rp 13.082.999.788 | \$ 887.645 |
| <i>General Expense (GE)</i> | | Rp 84.064.600.638 | \$ 5.703.548 |

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

| No | <i>Type of Expense</i> | Harga (Rp) | Harga (\$) |
|-------------------------------------------|--------------------------------|---------------------------|----------------------|
| 1 | <i>Manufacturing Cost (MC)</i> | Rp 394.342.226.942 | \$ 26.755.019 |
| 2 | <i>General Expense (GE)</i> | Rp 84.064.600.638 | \$ 5.703.548 |
| <i>Total Production Cost (TPC)</i> | | 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.

$$ROI = \frac{Profit}{FCI} \times 100 \% \quad (4.6)$$

Syarat ROI sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan resiko rendah minimum 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.

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

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 nilai BEP.

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

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

| No | <i>Type of Expense</i> | Harga (Rp) | Harga (\$) |
|-------------------------------|------------------------|--------------------------|---------------------|
| 1 | <i>Depreciation</i> | Rp 20.529.007.374 | \$ 1.392.836 |
| 2 | <i>Property taxes</i> | Rp 5.132.251.844 | \$ 348.209 |
| 3 | <i>Insurance</i> | Rp 2.566.125.922 | \$ 174.104 |
| <i>Fixed Cost (Fa)</i> | | Rp 28.227.385.140 | \$ 1.915.149 |

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

| No | <i>Type of Expense</i> | Harga (Rp) | Harga (\$) |
|----------------------------------|---------------------------------|---------------------------|----------------------|
| 1 | <i>Raw material</i> | Rp 183.437.773.822 | \$12.445.741 |
| 2 | <i>Packaging & shipping</i> | Rp 27.561.930.000 | \$ 1.870.000 |
| 3 | <i>Utilities</i> | Rp 102.432.470.360 | \$ 6.949.757 |
| 4 | <i>Royalties and Patents</i> | Rp 5.512.386.000 | \$ 374.000 |
| <i>Variable Cost (Va)</i> | | Rp 318.944.560.182 | \$ 21.639.498 |

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

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

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

| No | <i>Type of Expense</i> | Harga (Rp) | Harga (\$) |
|--------------------------------------|-------------------------------|---------------------------|-----------------------|
| 1 | <i>Annual Sales Cost</i> | Rp 551.238.600.000 | \$ 69600833,33 |
| <i>Annual Sales Cost (Sa)</i> | | 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*.

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

$$SDP = 28,04 \%$$

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

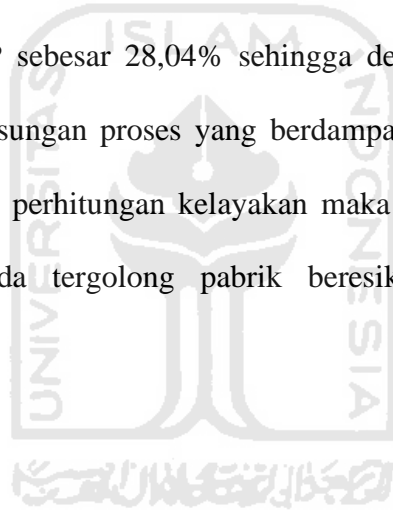
: 1,5 % x 5% (10 Agustus 2020)

Kesimpulan : Memenuhi syarat

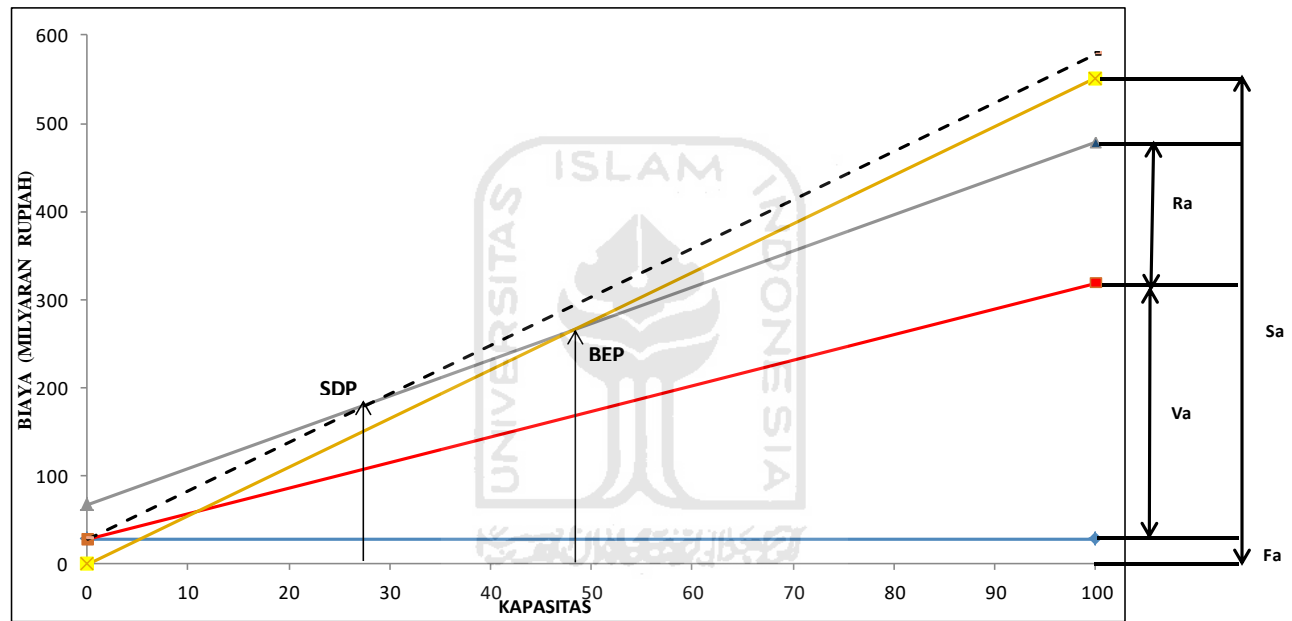
: 1,5 x 5% = 7,5%

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 atmosfer 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 sebelum 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

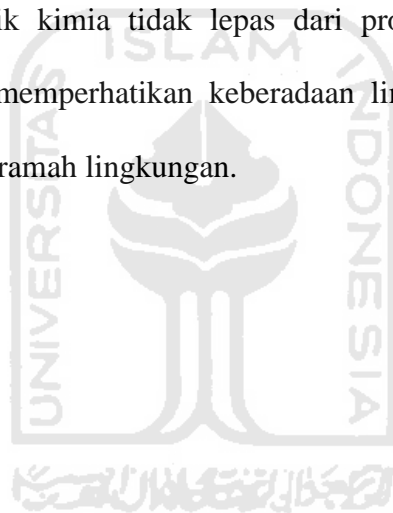
- c. *Return of Investment* sebelum pajak (ROIb) : 28,38 %
- d. *Return of Investment* setelah pajak (ROIa) : 14,19 %
- e. *Pay Out Time* sebelum pajak (POTb) : 3 Tahun
- f. *Pay Out Time* setelah pajak (POTa) : 5 Tahun
- g. *Break Even Point* (BEP) : 48,14 %.
- h. *Shut Down Point* (SDP) : 28,04 %
- 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 pemahaman 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

- Anonim¹. 2018. *Material Safety Data Sheet Sulfuric Acid MSDS* [Online]. Available: <http://www.jtbaker.com/msds/58234.html>. Diakses tanggal 02 November 2019
- Anonim². 2018. *Material Safety Data Sheet Sodium Silicate MSDS* [Online]. Available: <http://www.jtbaker.com/msds/58234.html>. Diakses tanggal 02 November 2019
- Anonim³. 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-Import. <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. *Encyclopedia 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 of Industry Chemistry 5th Edition*.

Weinheim: Wiley -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.

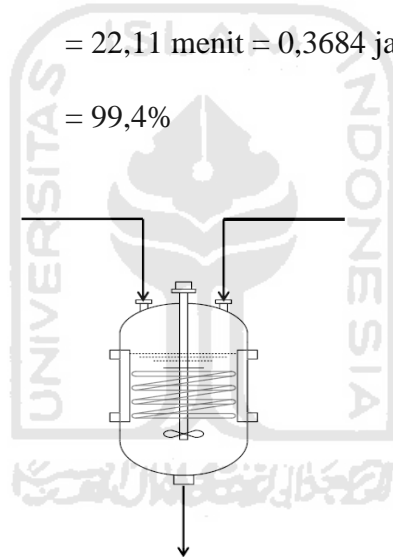


LAMPIRAN A



REAKTOR

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



A. Kinetika reaksi R-01



Persamaan Laju Reaksi

Reaksi berorde 2 secara keseluruhan.

$$(-r_a) = k \cdot C_a \cdot C_b$$

Dengan :

$(-r_a)$ = laju reaksi SiO_2 , $\text{kmol/m}^3 \cdot \text{jam}$

k = konstanta laju reaksi, $\text{m}^3/\text{kmol} \cdot \text{jam}$.

C_a = konsentrasi $\text{Na}_2\text{O} \cdot 3,3 \text{SiO}_2$, kmol/m^3 .

C_b = konsentrasi H_2SO_4 , kmol/m^3 .

Berdasarkan referensi disebutkan :

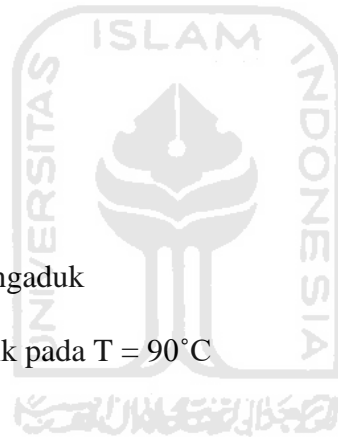
1. Konversi sebesar = 99,4%
2. Reaksi berlangsung dalam reaktor alir tangki berpengaduk

Menghitung densitas dan kecepatan laju alir volumetrik pada $T = 90^\circ\text{C}$

$$T = 90^\circ\text{C}$$

$$= 363\text{K}$$

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



| komponen | a | b | n | tc | ρ (kg/m ³) |
|----------------------------------------|---------|---------|--------|-----|-----------------------------|
| H2SO4 | 0,42169 | 0,19356 | 0,2857 | 925 | 1752,037046 |
| H2O | 0,3471 | 0,274 | 0,2857 | 925 | 1066,8359 |
| Na ₂ O.3,3 SiO ₂ | | | | | 1850,81 |
| Total | | | | | 4669,683 |

| Komponen | BM | Massa (kg/jam) | Fraksi massa (xi) | ρ (kg/m ³) | x/ ρ | Fv (m ³ /jam) | Mol (kmol/jam) |
|----------------------------------------|--------|----------------|-------------------|-----------------------------|-------------|--------------------------|----------------|
| Na ₂ O.3,3 SiO ₂ | 260,32 | 4486,833 | 0,100912035 | 1850,81 | 5,45232E-05 | 2,42 | 17,23 |
| H ₂ SO ₄ | 98,08 | 1859,540153 | 0,041822363 | 1752,037046 | 2,38707E-05 | 1,06 | 18,96 |
| H ₂ O | 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 : $1 / (x / \rho)$
: 1.133,85 kg/m³

Menghitung kecepatan laju alir volumetrik (Fv)

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

Menghitung konsentrasi umpan

$$1. \text{ Konsentrasi Na}_2\text{O} \cdot 3,3 \text{ SiO}_2 (C_{A0}) = \frac{17,23 \text{ kmol/jam}}{39,214 \text{ m}^3/\text{jam}} = 0,4395 \text{ kmol/m}^3$$

$$2. \text{ Konsentrasi H}_2\text{SO}_4 (C_{B0}) = \frac{18,96 \text{ kmol/jam}}{39,214 \text{ m}^3/\text{jam}} = 0,4835 \text{ kmol/m}^3$$

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

$$M = 1,100$$

Menghitung konstanta reaksi

Maka didapat nilai k dari patent :

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

(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:

$$r_A = k C_A C_B$$

Dimana:

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

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

Dengan mensubstitusinya, maka diperoleh:

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

Dengan mengalikannya dengan C_{A0} maka diperoleh:

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

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

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

$$-r_A = 0,0198 \text{ kmol/m}^3 \cdot \text{jam}$$

Menghitung waktu tinggal:

Persamaan Damkohler Number untuk reaksi orde 2 :

$$Da = \frac{-r_{A0} \cdot V}{F_{A0}}$$

$$Da = \frac{k \cdot C_{A0}^2 (1 - x)(C_{B0} - C_{A0} \cdot X_A)V}{V_0 \cdot C_{A0}}$$

$$Da = \tau \cdot k$$

.....(Fogler, hal 138)

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

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

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

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

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

$$F_v \cdot C_{Ao} - F_v C_A - (-r_A) \cdot V = 0$$

$$F_v (C_{Ao} - C_A) = (-r_A) \cdot V$$

$$V = \frac{F_v (C_{Ao} - (C_{Ao} - C_{Ao} x))}{k C_A C_B}$$

$$V = \frac{F_v C_{Ao} \cdot x}{k (C_{Ao} (1 - X)) \cdot (C_{Bo} - C_{Ao} X)}$$

$$M = \frac{C_{Bo}}{C_{Ao}}$$

$$V = \frac{F_v C_{Ao} \cdot x}{k C_{Ao} (1 - X) \cdot C_{Ao} (M - X)}$$

$$V = \frac{F_v X}{k C_{Ao} (1 - X) \cdot C_{Ao} (M - X)}$$

Dapat disimpulkan bahwa persamaan volume untuk RATB adalah:

$$V = \frac{F_v X}{k C_{Ao} (1 - X) \cdot C_{Ao} (M - X)}$$

Untuk lebih dari 1 reaktor ; dengan n adalah jumlah reaktor

$$V = \frac{F_v (X_n - X_{n-1})}{k C_{Ao} (1 - X_n) \cdot C_{Ao} (M - X_n)}$$

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

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

2. Jumlah Reaktor = 2

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

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

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

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

3. Jumlah Reaktor = 3

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

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

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

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

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

4. Jumlah Reaktor = 4

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

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

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

$$X_{A2} = 0,94 \qquad V_2 = 2,85 \text{ m}^3$$

$$X_{A3} = 0,98 \qquad V_3 = 2,85 \text{ m}^3$$

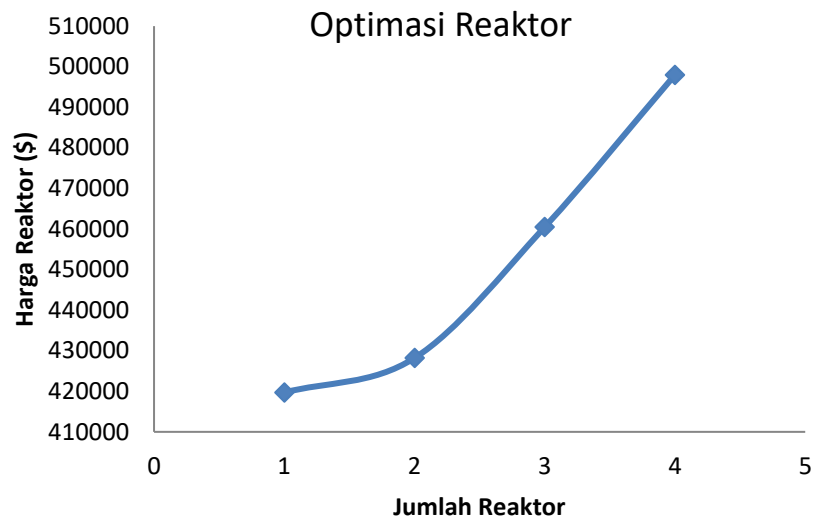
$$X_{A4} = 0,994 \qquad V_4 = 2,85 \text{ m}^3$$

| 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 menggunakan 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 :

$$\begin{aligned} \text{Volume reaktor} &= 1,2 \times \text{volume cairan} \\ &= 1,2 \times 17,336 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Volume reaktor} = 18,0583 \text{ m}^3 = 637,7193 \text{ ft}^3$$

1. Menghitung diameter dan tinggi reaktor

Reaktor yang digunakan berbentuk silinder tegak

$$\text{Volume} = \text{volume silinder} + \text{volume tutup}$$

$$= \text{volume silinder} + 2 \text{ volume head}$$

Tutup berbentuk *torispherical dished head*

Dengan :

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

Sehingga :

Dipilih perbandingan D : H = 1 : 1

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

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

$$D^3 = 1.636.915,97 \text{ in}^3$$

$$D = 117,85 \text{ in} = 9,821 \text{ ft} = 2,99 \text{ m}$$

Maka tinggi reaktor :

$$H = D$$

$$H = 9,821 \text{ ft} = 2,99 \text{ m} = 117,85 \text{ in}$$

2. Menghitung Tinggi Cairan

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

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

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

$$h_{\text{cairan}} = 2,5 \text{ m}$$

$$P \text{ hidrostatis} = \rho \times g \times h$$

$$= 1.133,85 \text{ kg/m}^3 \times 9,8 \times 2,5 \text{ m}$$

$$= 27779,3 \text{ N/m}^2$$

$$= 4,03 \text{ psia}$$

3. Menghitung tebal dinding reaktor

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

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 hidrostatik

$$= 14,7 \text{ psia} + 4,03 \text{ psia}$$

$$= 18,73 \text{ psia}$$

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

$$= 23 \text{ psia}$$

Sehingga :

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

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

$$ts = 0,221 \text{ in}$$

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

$$ts = 1/4 \text{ in}$$

$$= 0,25 \text{ in}$$

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

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

$$= 117,85 \text{ in} + (2 \times 0,25 \text{ in})$$

$$= 118,3534 \text{ in}$$

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

standar maka diambil OD terdekat yaitu :

$$\text{OD} = 120 \text{ in}$$

$$= 3,0479 \text{ m}$$

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

$$= 120 \text{ in} - (2 \times 0,25 \text{ in})$$

$$= 119,5 \text{ in} = 9,95 \text{ ft} = 3,035 \text{ m}$$

$$H = 1 \times D$$

$$= 119,5 \text{ in} = 9,95 \text{ ft} = 3,035 \text{ m}$$

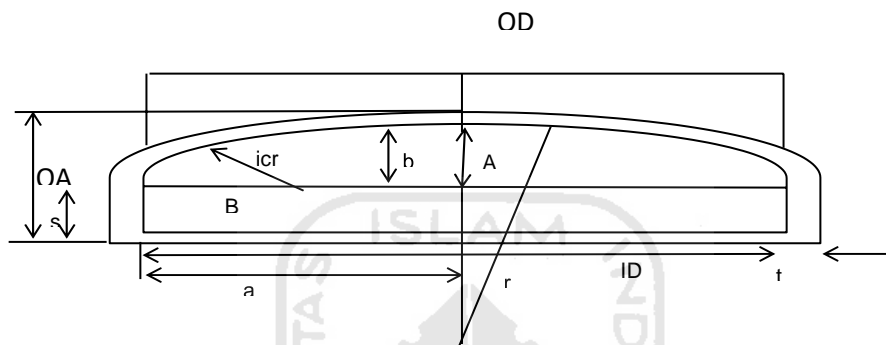
$$\text{icr} = 71/4 \text{ in}$$

$$\text{rc} = 114 \text{ in}$$



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*

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

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

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

$$th = 0,2976 \text{ in}$$

Berdasarkan tabel 5.6 Brownell & Young, dipilih *th* standar :

$$th = 5/16 \text{ in} = 0,3125 \text{ in}$$

2. Menghitung tinggi *head*

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

$$sf = 1,5 \text{ in}$$

$$icr = 1,125 \text{ in}$$

$$ID = 119,5 \text{ in}$$

$$a = ID/2$$

$$= 119,5 / 2$$

$$= 59,750 \text{ in}$$

$$\begin{aligned}
 AB &= a - icr \\
 &= (59,750 - 1,125) \text{ in} \\
 &= 58,625 \text{ in}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 BC &= rc - icr \\
 &= (119,5 - 1,125) \text{ in} \\
 &= 118,3750 \text{ in}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 AC &= \sqrt{BC^2 - AB^2} \\
 &= \sqrt{(118,3750 \text{ in})^2 - (58,625 \text{ in})^2} \\
 &= 102,839 \text{ in}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 b &= rc - AC \\
 &= (119,5 - 102,839) \text{ in} \\
 &= 16,661 \text{ in}
 \end{aligned}$$

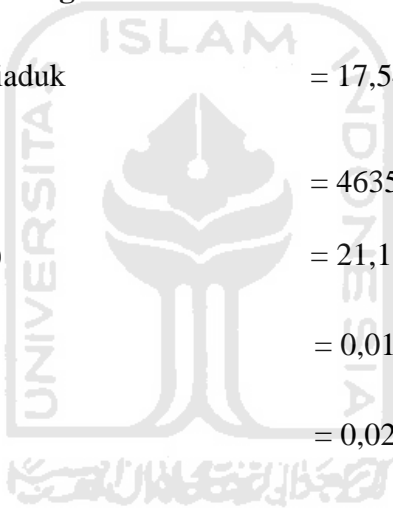
Tinggi *head* total :

$$\begin{aligned}
 OA &= sf + b + th \\
 &= (1,5 + 16,661 + 0,3125) \text{ in} \\
 &= 18,474 \text{ in} \quad = 0,4692 \text{ m} \quad = 1,5394 \text{ ft}
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
\text{Tinggi reaktor total} &= \text{tinggi tutup atas} + \text{tinggi shell} + \text{tinggi} \\
\text{tutup bawah} & \\
&= (18,474 + 119,5 + 18,474) \text{ in} \\
&= 156,448 \text{ in} \\
&= 13,0368 \text{ ft} \\
&= 3,9736 \text{ m}
\end{aligned}$$

E. Menghitung Dimensi Pengaduk



$$\begin{aligned}
\text{Volume cairan yang diaduk} &= 17,548 \text{ m}^3 \\
&= 4635,69 \text{ gallon Kekentalan} \\
\text{cairan yang diaduk } (\mu) &= 21,1602 \text{ cp} \\
&= 0,01422 \text{ lb/ft.s} \\
&= 0,02117 \text{ kg/m.s}
\end{aligned}$$

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)

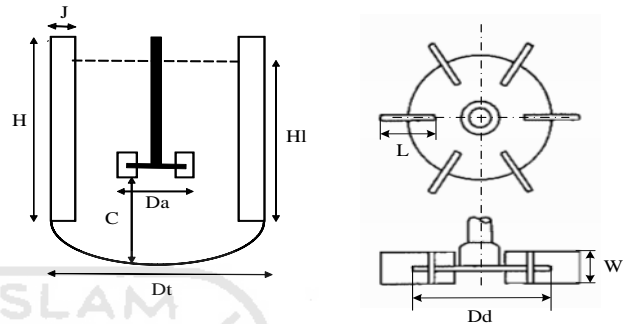
Dd: Diameter *Disk*

L : Panjang *flat* dari *disk*

W : Tinggi *flat*

J : Lebar *baffle*

H : Tinggi *baffle*



Dengan nilai:

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

Sehingga diperoleh:

1. Diameter Pengaduk (Da)

$$\begin{aligned} Da &= \frac{1}{2} OD \\ &= (1/2 \times 120) \text{ in} \\ &= 60 \text{ in} \\ &= 1,524 \text{ m} \\ &= 5 \text{ ft} \end{aligned}$$

2. jarak pengaduk dari dasar tangki (C)

$$\begin{aligned} C &= \frac{1}{3} OD \\ &= (1/3 \times 120) \text{ in} \\ &= 40 \text{ in} \\ &= 1,016 \text{ m} \\ &= 3,33 \text{ ft} \end{aligned}$$

3. Diameter *Disk* (Dd)

$$\begin{aligned} Dd &= \frac{2}{3} Da \\ &= (2/3 \times 60) \text{ in} \\ &= 40 \text{ in} \\ &= 1,016 \text{ m} \\ &= 3,33 \text{ ft} \end{aligned}$$

4. Tinggi *Baffle* (H)

$$\begin{aligned} H &= Dt \\ &= 120 \text{ in} \\ &= 3,048 \text{ m} \\ &= 10 \text{ ft} \end{aligned}$$

- Menentukan Jumlah Pengaduk

Menurut *Rase* , 1957:

Untuk menentukan jumlah pengaduk yang digunakan, dipakai persamaan:

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

Dengan :

WELH : *water equivalent liquid height*

ID : Diameter dalam reaktor

s.g : *Specific Gravity*

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

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

$$= 1,0628 \text{ kg/m}^3$$

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

$$= (95,5147 + 19,9740) \text{ in}$$

$$= 115,4887 \text{ in}$$

$$= 9,6237 \text{ ft}$$

$$= 2,9333 \text{ m}$$

Nilai WELH = Zl x sg

$$= (115,4887 \times 1,0628) \text{ in}$$

$$= 122,7430 \text{ in}$$

$$\begin{aligned}
 \text{jumlah pengaduk} &= \frac{WELH}{ID} \\
 &= \frac{122,7430}{119,5} \\
 &= 1
 \end{aligned}$$

- Menghitung Power Pengaduk (P)

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

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

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 lbf/s².lbf

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

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

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

$$P = 11601,9274 \text{ ft.lb/s}$$

$$P = 21,094 \text{ Hp}$$

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

$$\text{Gain losses} : 10\% \times P$$

$$: 10\% \times 21,094 \text{ Hp}$$

$$: 2,1094 \text{ Hp}$$

$$\text{Transmission System Losses} : 20\% \times P$$

$$: 20\% \times 21,094 \text{ Hp}$$

$$: 4,219 \text{ Hp}$$

$$\text{Maka, power input (Pi)} = (21,094 + 2,1094 + 4,219) \text{ Hp}$$

$$= 27,423 \text{ Hp}$$

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

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

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

$$P = 24,246 \text{ Hp}$$

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

F. Menghitung Dimensi Coil Pendingin

1. Menentukan Suhu LMTD

Hot Fluid

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

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

Cold fluid

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

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

$$\begin{aligned} \Delta t_1 &= (194 - 86) \text{ }^{\circ}\text{F} \\ &= 108 \text{ }^{\circ}\text{F} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta t_2 &= (194 - 113) \text{ }^{\circ}\text{F} \\ &= 81 \text{ }^{\circ}\text{F} \end{aligned}$$

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

$$\Delta T_{LMTD} = \frac{81 \text{ }^{\circ}\text{F} - 108 \text{ }^{\circ}\text{F}}{\ln\left(\frac{81 \text{ }^{\circ}\text{F}}{108 \text{ }^{\circ}\text{F}}\right)}$$

$$\Delta T_{LMTD} = 93,8536 \text{ }^{\circ}\text{F}$$

2. Menghitung Luas Transfer Panas

$$Q_{pendingin} = 72365638,874 \text{ Kj/jam}$$

$$= 68590323,49 \text{ Btu/jam}$$

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

$$U_d = 50 - 12 \text{ btu/ft}^2 \cdot \text{F} \cdot \text{jam} \quad (\text{Kern, Tabel 8 Hal.840})$$

Diambil harga $U_d = 50 \text{ btu/ft}^2 \cdot \text{F} \cdot \text{jam}$

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

$$A = \frac{68590323,49 \text{ Btu/jam}}{50 \frac{\text{btu}}{\text{ft}^2} \cdot \text{F} \cdot \text{jam} \times 93,8536 \text{ }^\circ\text{F}}$$

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

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

3. Menghitung Luas Selimut Reaktor

$$OD = 120 \text{ in}$$

$$= 9,99 \text{ ft}$$

$$H = 156,4 \text{ in}$$

$$= 13,037 \text{ ft}$$

$$A = \pi \cdot OD \cdot H$$

$$= 3,14 \times 9,99 \text{ ft} \times 13,037 \text{ ft}$$

$$= 408,952 \text{ ft}^2$$

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 $T_f = 99,5^\circ\text{F}$

$$C_p = 4,1784 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$$

$$\rho = 992,25 \text{ kg/m}^3 = 61,944 \text{ lb/ft}^3$$

$$\mu = 0,6814 \text{ cp} = 1,6490 \text{ lb/ft} \cdot \text{jam}$$



$$k = 0,356 \text{ Btu/ft.jam.}^\circ\text{F}$$

$$\Delta T = 15 \text{ K}$$

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

$$m_{\text{air}} = \frac{72365638,8736}{4,1784 \times 15 \text{ K}}$$

$$m_{\text{air}} = 1154598,8716 \text{ kg/jam}$$

$$= 2545428,672 \text{ lb/jam}$$

5. Menghitung Kecepatan Volumetrik Air

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

$$Q_v = \frac{1154598,8716 \text{ kg/jam}}{992,25 \text{ kg/m}^3}$$

$$Q_v = 1163,6169 \text{ m}^3/\text{jam}$$

6. Menentukan Diameter Standar

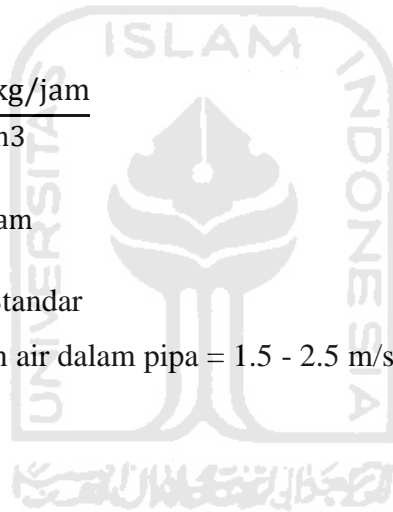
Batasan kecepatan aliran air dalam pipa = 1.5 - 2.5 m/s (Coulson, 1983)

Dipilih $v = 2,5 \text{ m/s}$

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

$$A = \frac{1163,6169 \text{ m}^3/\text{jam}}{2,5 \frac{\text{m}}{\text{s}} \times 3600 \text{ s}}$$

$$A = 0,12929 \text{ m}^2$$



Maka, diameter dalam pipa :

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

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

$$Di = 15,978 \text{ in}$$

Dipilih diameter standard berdasarkan buku Kern, 1965, table 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. Menghitung nilai hi, hio dan ho

- Kecepatan aliran massa air

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

$$G = \frac{2545428,672 \frac{\text{lb}}{\text{jam}}}{1,2709 \text{ ft}^2}$$

$$G = 2002857,72 \text{ lb/jam ft}^2$$

- Koreksi kecepatan alir air

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

$$V = \frac{2002857,72 \text{ lb/jam ft}^2}{61,9440 \text{ lb/ft}^3}$$

$$V = 32333,3599 \text{ ft/jam}$$

$$V = 8,9815 \text{ ft/s}$$

- Bilangan *Reynold* fluida didalam pipa

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

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

$$NRe = 1543551,774$$

Dengan nilai *Nre* sebesar 1543551,774 maka dengan menggunakan

Fig 26, *Kern* diperoleh nilai *f* sebesar 0,00013.

Pada $T = 99,5 \text{ }^\circ\text{F}$ dan $V = 8,9815 \text{ ft/s}$ dengan menggunakan Fig 25, *Kern* diperoleh nilai:

$$h_i = 1700 \text{ Btu/jam.ft}^2 \text{ }^\circ\text{F}$$

sehingga dapat dicari nilai *hio*:

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

$$h_{io} = 1700 \frac{1,271}{1,333}$$

$$h_{io} = 1620,3125 \text{ Btu/jam.ft}^2 \text{ }^\circ\text{F}$$

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

$$h_o = 0,00265 Nre$$

$$h_o = 0,00265 \times 1543551,774$$

$$h_o = 4090,4122 \text{ Btu/jam.ft}^2 \text{ }^\circ\text{F}$$

8. Menghitung nilai U_c

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

$$U_c = \frac{1620,3125 \frac{\text{Btu}}{\text{jam}} \cdot \text{ft}^2 \cdot ^\circ\text{F} \times 4090,4122 \frac{\text{Btu}}{\text{jam}} \cdot \text{ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}}{1620,3125 \frac{\text{Btu}}{\text{jam}} \cdot \text{ft}^2 \cdot ^\circ\text{F} + 4090,4122 \frac{\text{Btu}}{\text{jam}} \cdot \text{ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}}$$

$$U_c = 1160,5788 \text{ Btu/jam.ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}$$

9. Menghitung nilai U_d

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

$$U_d = \frac{1}{\frac{1}{U_c} + R_d}$$

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

$$U_d = 349,4501 \text{ Btu/jam.ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}$$

10. Menentukan Luas Bidang Transfer

$$A = \frac{Q}{U_d \times \Delta T}$$

$$A = \frac{68590323 \text{ Btu/jam}}{349,4501 \frac{\text{Btu}}{\text{jam}} \cdot \text{ft}^2 \cdot ^\circ\text{F} \times 93,8536 \cdot ^\circ\text{F}}$$

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

11. Menentukan Panjang Koil

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

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

$$L = 499,2480 \text{ ft}$$

$$L = 152,1727 \text{ m}$$

12. Menentukan Volume koil

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

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

$$V = 696,7284 \text{ ft}^3$$

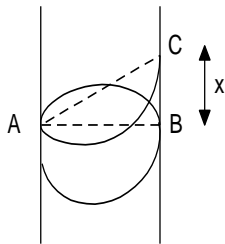
13. Menghitung Tinggi Cairan dalam *Shell*

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

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

$$h = 5,22 \text{ ft} = 1,5 \text{ m}$$

14. Menentukan Jumlah Lilitan



Jarak antar coil

$$BC = \frac{1}{4} \times D_{\text{coil}} = 0,3177 \text{ m}$$

$$AB = 0,8 \times D_{\text{reaktor}} = 2,1945 \text{ m}$$

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

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

$$AC = 2,1714 \text{ m}$$



- Panjang koil tiap lilitan

$$= \pi \times AC$$

$$= 3,14 \times 2,1714 \text{ m}$$

$$= 6,8 \text{ m}$$

$$= 22,37 \text{ ft}$$

- Jumlah Lilitan koil

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

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

$$= 22 \text{ lilitan}$$

- Menghitung tinggi koil

$$= (N-1) \times BC + N \times OD$$

$$= 1,1305 \text{ m}$$

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

- Menghitung berat koil (W)

$$W = V \times \rho$$

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

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

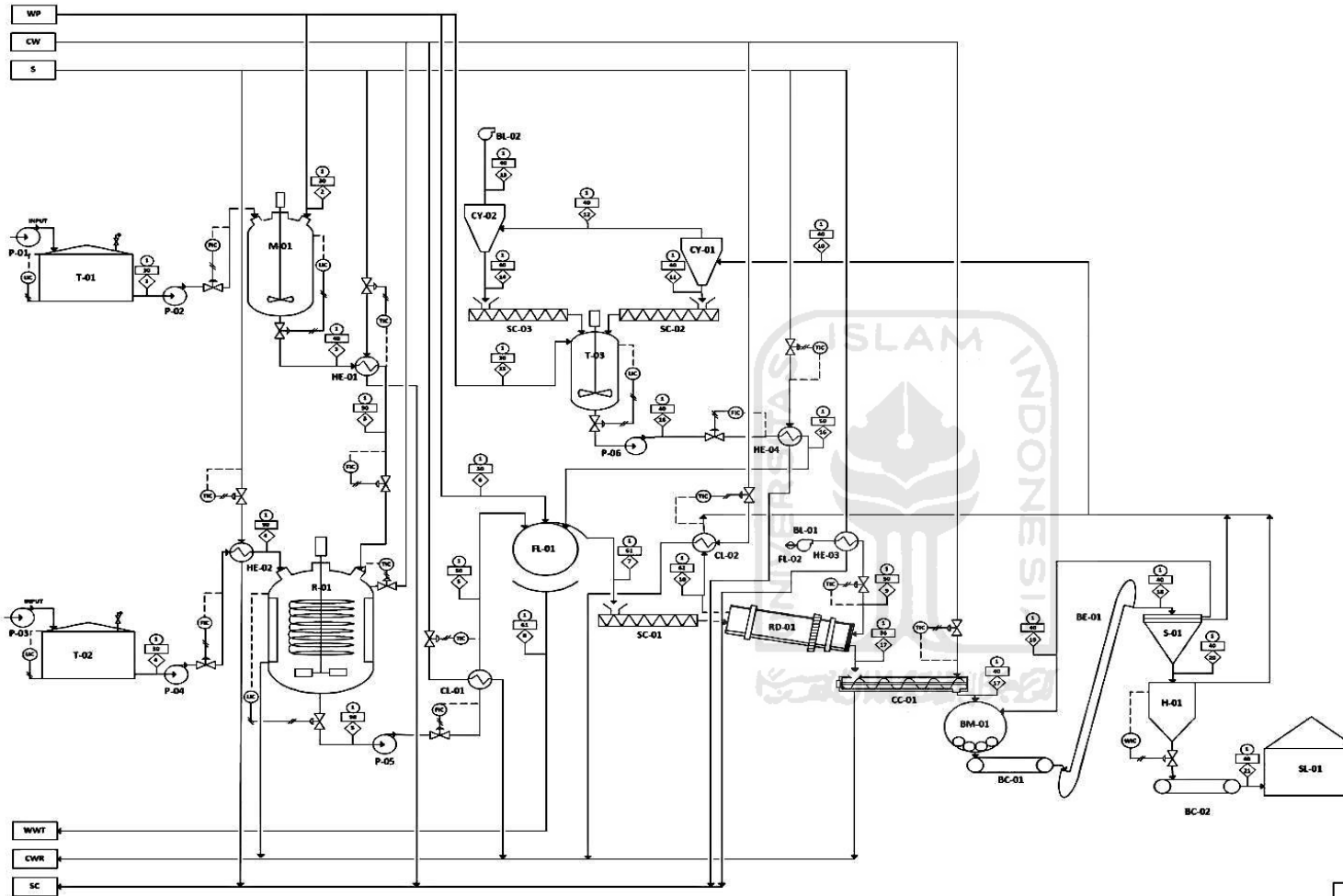
$$W = 20678,6834 \text{ lb}$$

$$W = 9382,3427 \text{ kg}$$

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 | Ams (kg/jam) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------|-------------|-------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|----------------|----------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 |
| (Na ₂ O) ₂ SiO 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 ₂ SO ₄ | 1859,54 | | 1859,54 | | 179,19 | | 0,12 | 179,07 | | 0,12 | | 0,12 | | | | 1069,59 | | | | | |
| SiO ₂ | | | | | | | 3397,87 | | | 382,00 | 1068,52 | 1,07 | 0,00 | 1,07 | | 0,52 | 3437,96 | 3819,95 | 382,00 | 3055,96 | 2750,37 |
| Na ₂ SO 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 ₂ O | 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

Disancang Oleh:
 1. Rahmah Annisa (16521063)
 2. Nurul Duwri Sucitri (16521065)

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



Sholeh 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
: Pra Rancangan Pabrik Silikon Dioksida dari Asam Sulfat
Judul Prarancangan)* 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