

PRARANCANGAN PABRIK KIMIA
***PRECIPITATED SILICA* DENGAN NATRIUM SILIKAT DAN ASAM**
SULFAT

KAPASITAS PRODUKSI 55.000 TON/TAHUN

SKRIPSI



Disusun oleh :

El Galih Jaluputra	121160104
Asta Rahmad Fitriawan	121160148

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK KIMIA
JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK INDUSTRI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
YOGYAKARTA

2021

PRARANCANGAN PABRIK KIMIA
***PRECIPITATED SILICA* DENGAN NATRIUM SILIKAT DAN ASAM**
SULFAT

KAPASITAS PRODUKSI 55.000 TON/TAHUN

SKRIPSI

Diajukan kepada Program Studi S1 Teknik Kimia

Jurusan Teknik Kimia

Fakultas Teknik Industri

Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta

guna melengkapi syarat-syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Kimia

Disusun Oleh :

El Galih Jaluputra **121160104**

Asta Rahmad Fitriawan **121160148**

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK KIMIA
JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK INDUSTRI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN”

YOGYAKARTA

2021

HALAMAN PENGESAHAN

**PRARANCANGAN PABRIK KIMIA
PRECIPITATED SILICA NATRIUM SILIKAT DAN ASAM SULFAT
KAPASITAS 55.000 TON/TAHUN
SKRIPSI**



Disusun oleh:

El Galih Jaluputra 121160104

Asta Rahmad Fitriawan 121160148

Yogyakarta, Agustus 2021

Program Studi S1 Teknik Kimia

Fakultas Teknik Kimia

Fakultas Teknik Industri

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta

Dosen Pembimbing I

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Titik Mahargiani".

Ir. Titik Mahargiani, M.T.
NIP. 19570619 199103 2 001

Dosen Pembimbing II

Ir. Bambang Sugiarto, M.T.
NIP. 19630913 199303 1 001

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadurat Tuhan Yang Maha Esa atas Rahmat dan Hidayah-Nya sehingga Tugas Akhir dengan judul “Prarancangan Pabrik Kimia *Precipitated Silica* dengan Natrium Silikat dan Asam Sulfat Kapasitas Produksi 55.000 Ton/Tahun” ini dapat diselesaikan. Prarancangan Pabrik Kimia merupakan tugas wajib bagi setiap mahasiswa sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Teknik Kimia S1, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Industri, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta. Penyusunan tugas ini didasarkan atas hasil studi pustaka yang tersedia dan beberapa sumber seperti jurnal, data paten, dan akademik.

Dengan selesainya tugas skripsi ini, penyusun mengucapkan terimakasih kepada :

1. Dr. Adi Ilcham, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Industri, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta.
2. Ir. Titik Mahargiani, M.T. selaku dosen pembimbing I dan Ir. Bambang Sugiarto, M.T. selaku dosen pembimbing II yang telah membimbing dan memberikan saran hingga tugas akhir ini selesai.
3. Semua pihak yang tidak dapat penyusun sebutkan satu persatu.

Akhir kata penyusun mengharapkan semoga skripsi Perancangan Pabrik Kimia *Precipitated Silica* dengan Natrium Silikat dan Asam Sulfat Kapasitas Produksi 55.000 Ton /Tahun ini bermanfaat bagi penyusun pada khususnya dan pembaca pada umumnya.

Yogyakarta, Juni 2021

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
INTISARI.....	x
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Prospek Pasar	2
C. Tinjauan Pustaka.....	5
BAB II DESKRIPSI PROSES.....	15
II.1 Bahan baku, Bahan pembantu, dan Produk.....	15
II.2 Uraian Proses Produksi	18
II.3. Diagram Alir	19
II.4. Tata Letak Pabrik	21
II.5. Spesifikasi Alat.....	26
BAB III NERACA MASSA	51
III.1 Neraca Massa	51
III.2 Neraca Energi.....	53
BAB IV UTILITAS.....	56
IV.1 Penyediaan Air	56
IV.2 Penyediaan <i>Steam</i>.....	57
IV.3 Penyediaan Udara Tekan.....	58
IV.4 Penyediaan Listrik	58
IV.5 Penyediaan Bahan Bakar	58

BAB V MANAJEMEN PERUSAHAAN.....	60
5.1 Bentuk Badan Usaha.....	60
5.2 Struktur Organisasi	61
5.3 Rencana Kerja Karyawan	61
5.4 Jumlah Karyawan.....	65
5.5 Sistem Penggajian.....	68
5.6 Fasilitas dan Jaminan Sosial	68
BAB VI EVALUASI EKONOMI.....	70
6.1 Modal Investasi (<i>Capital Investment</i>)	70
6.2 Biaya Produksi (<i>Manufacturing Cost</i>).....	71
6.3 Pengeluaran Umum (<i>General Expenses</i>)	71
6.4 Penjualan dan Keuntungan (<i>Sales and Profit</i>)	71
BAB VII KESIMPULAN.....	74
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 1.....	2
Tabel 2.....	4
Tabel 3.....	4
Tabel 4.....	6
Tabel 5.....	7
Tabel 6.....	7
Tabel 7.....	10
Tabel 8.....	11
Tabel 9.....	22
Tabel 10	26
Tabel 11	34
Tabel 12	35
Tabel 13	39
Tabel 14	49
Tabel 15	51
Tabel 16	52
Tabel 17	53
Tabel 18	53
Tabel 19	53
Tabel 20	54
Tabel 21	54
Tabel 22	54
Tabel 23	55

Tabel 24	55
Tabel 25	56
Tabel 26	56
Tabel 27	57
Tabel 28	57
Tabel 29	57
Tabel 30	58
Tabel 31	66
Tabel 32	68
Tabel 33	70
Tabel 34	70
Tabel 35	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.....	3
Gambar 2	19
Gambar 3	20
Gambar 4	21
Gambar 5	25
Gambar 6	62
Gambar 7	67
Gambar 8	78

INTISARI

Pabrik Precipitated Silica dengan Proses Asidifikasi Larutan Alkali silikat dengan menggunakan Natrium Silikat dan Asam Sulfat akan dibangun di Kawasan Industri Mitra Karawang, Jawa Barat .Pabrik Precipitated Silica dirancang dengan kapasitas 55.000 ton/tahun, menggunakan bahan baku Natrium Silikat dan Asam Sulfat yang di peroleh dari PT Mahkota Indonesia, Pulo Gadung, Jakarta Utara. Perusahaan akan didirikan dengan badan hukum Perseroan Terbatas (PT), dengan jumlah karyawan 165 orang. Pabrik beroperasi selama 330 hari dalam setahun dengan proses produksi selama 24 jam dalam 1 hari dan luas tanah yang diperlukan adalah 35.000m².

Proses pembuatan Precipitated silica melalui reaksi asidifikasi alkali silikat menggunakan natrium silikat dan asam sulfat pada Reaktor Alir Tangki Berpengaduk dalam fase cair beroperasi secara non-adiabatis. Umpan natrium silikat dan asam sulfat dari tangki bahan baku (T-01 dan T-02) berfase cair direaksikan menuju reaktor (R-01) dengan suhu 98°C dan tekanan 1 atm. Campuran hasil keluar reaktor berupa slurry kemudian dialirkan menuju Rotary Drum Vacuum Filter (RDVF-01) untuk dipisahkan antara cake dengan filtrat. Cake kemudian dialirkan menuju Rotary Dryer (RD-01) untuk mengurangi kandungan air yang terikat pada produk, sedangkan filtrat dialirkan menuju Unit Pengolahan Lanjut (UPL). Hasil keluaran Rotary Dryer berupa produk dialirkan menuju silo sedangkan campuran udara dan debu di pisahkan di cyclone. Hasil atau produk kemudian disimpan di gudang dengan kemurnian 99%.

Sarana dan prasarana pendukung proses yang digunakan meliputi kebutuhan air sebanyak 58074,6355 kg/jam dan air make-up sebanyak 15743,9501 kg/jam yang dibeli dari PT Tirta Arum Karawang. Kebutuhan steam di suplai dari air umpan boiler sebanyak 4839,68 kg/jam, daya listrik sebesar 350 kW disuplai dari PLN dengan cadangan 1 buah generator, udara tekan sebesar 28 m³/jam, dan bahan bakar diperoleh dari PT. Pertamina sebanyak 162734,6179 liter/tahun.

Sedangkan untuk evaluasi ekonomi, nilai Fixed Capital Investment (FCI) sebesar \$36.194.009,14 + Rp 515.858.207; Working Capital (WC) \$36.194.009,14 Rp 51.585.820.771; dan General Expenses Rp 94.416.627.341,40. Analisis kelayakan menunjukan nilai ROI sebelum pajak 19,21% dan ROI setelah pajak 18,63%. POT sebelum pajak 2,15 tahun dan POT setelah pajak 3,49 tahun. Nilai BEP sebesar 42,82% dan nilai SDP 20,14% sedangkan DCF sebesar 21,17%. Berdasarkan data analisis teknis dan ekonomis yang didapat, maka pendirian Pabrik Precipitated Silica ini cukup menarik untuk dikaji dan dipertimbangkan lebih lanjut.

CATATAN SIDANG PENDADARAN

Waktu Pelaksanaan : Sabtu, 14 Agustus 2021 pukul 11.00 – 12.30 dan
12.40 – 14.10 WIB

Dosen Pembimbing : Ir. Titik Mahargiani, M.T.
: Ir. Bambang Sugiarto, M.T

Dosen Penguji : Ir. Tutik Muji Setyoningrum, M.T.
: Ir. Faizah Hadi, M.T.

Daftar Pertanyaan :

1. Apa fungsi valve pada tangki?
Untuk menjaga tekanan nya tetap pada tekanan atmosferis ketika saat pengisian dan pengosongan tangki bahan baku.
2. Apa yang dimaksud dengan ROI ?
ROI (Retrun Of investment) ialah besarnya keuntungan yang diperoleh setiap tahun berdasarkan kecepatan pengembalian modal tetap.
3. Apa yang dimaksud dengan DCF ?, dan kenapa menarik jika melebihi bunga bank ?
DCF (Discounted Cash Flow) merupakan besarnya perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahun, didasarkan pada jumlah investasi yang tidak kembali pada setiap tahun selama umur ekonomi.
Dengan suku bunga 21,17% dengan waktu ekonomi 10 tahun, maka pabrik menarik bagi investor karena dalam waktu 10 tahun pabrik dapat menghasilkan suku bunga lebih besar dari suku bunga Bank, suku bunga Bank yaitu 7%.
4. Kenapa menggunakan heat exchanger shell and tube dan double pipe ?
Karena pemilihan double Pipe berdasarkan Luas perpindahan panas $< 100 \text{ ft}^2$
Jika Shell and tube Luas perpindahan panas $> 100 \text{ ft}^2$
5. Mengapa memilih jenis aliran 1-4 shell and tube ?, kenapa tidak 1-2 shell and tube ?
Karena agar didapatkan luas transfer panas yang baik.
6. Kenapa menggunakan conical roof ?
Karena pada kondisi operasi $P = 1 \text{ atm}$ dan $T = 30 \text{ }^\circ\text{C}$, bahan tersebut tidak mengalami penguapan. Jika Bahan tersebut mengalami penguapan dengan menggunakan head

conical roof yang nantinya tangki tersebut akan mengalami kerusakan.

7. Mengapa di reaktor menggunakan pendingin?

Diberikan pendingin karena sifat termodinamika (eksotermis) melepas panas dari sistem ke lingkungan. Sehingga kondisi operasi sesuai.

8. Apa saja senyawa yang larut ketika dilakukan pencucian di RDVF?

Terdapat senyawa natrium silikat, asam sulfat, dan natrium sulfat yang akan larut dengan air. Namun untuk produk tidak larut dalam air sehingga akan menjadi cake pada RDVF.

9. Apa yang dimaksud depresiasi?

Depresiasi merupakan penyusutan nilai dari aset/alat.

Saran :

1. Untuk suhu di rotary dryer menggunakan suhu tinggi. Agar tidak menjadi silica gel, sehingga produk *precipitated silica* yang didapatkan akan terbentuk sempurna.
2. Untuk Level Indikator (LI) di tangki bahan baku, seharusnya diberi space di dasar dan diatas tangki agar mengetahui kondisi safetynya..
3. Tidak perlu menggunakan pendingin pada reaktor agar kondisinya menjadi adiabatis. Karena reaksi untuk *precipitated silica* pada suhu tinggi berlangsung lebih baik.
4. Untuk proses pemisahan *slurry* hasil dari keluaran reaktor lebih baik menggunakan filtrasi, karena ukuran partikel yang diinginkan hanya sebesar 100 mesh.
5. Untuk pengangkutan air yang dibeli guna menunjang kebutuhan air utilitas lebih baik menggunakan instalasi pemipaan bukan menggunakan truk. Karena jika diangkut menggunakan truk akan terjadi penumpukan kendaraan di area unloading.
6. Harus ditambahkan alat pemisah tambahan menuju rotary dryer agar hasil dari produknya lebih baik (murni) karena udara banyak pengotornya. Sehingga udara yang tercipta merupakan udara kering.



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan industri di Indonesia, khususnya industri kimia dari tahun ke tahun cenderung mengalami peningkatan baik secara kualitas maupun kuantitas. Sejalan dengan kemajuan tersebut, maka kebutuhan bahan-bahan kimia pun semakin meningkat. Peningkatan kebutuhan itu dapat dipenuhi dengan membangun industri kimia baru.

Salah satu bahan kimia yang banyak dibutuhkan oleh industri-industri adalah Silika. Silika mulai diproduksi secara komersial pada tahun 1940-an. Silika menjadi salah satu produk kimia yang paling penting berdasarkan jumlah yang dihasilkan. Hal tersebut diketahui melalui kapasitas produksi silika di seluruh dunia pada tahun 1999 mencapai 1.100.000 ton yang sebelumnya hanya 400.000 ton pada tahun 1970 (Ullman, 2011).

Precipitated silica merupakan sintesis dari silika dioksida yang berbentuk serbuk padat berwarna putih, tidak berbau dan tidak berasa yang terdiri atas atom Si dan O. *Precipitated Silica* banyak digunakan pada industri karet, ban, sol sepatu, ikat pinggang dan lain-lain serta untuk bahan tambahan pada produk kosmetik, makanan, farmasi, dan cat (Grace and Conn, 2009).

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik Indonesia tahun 2012 sampai 2016, Indonesia masih mengimpor *precipitated silica* untuk mencukupi kebutuhan lokal karena produksi di Indonesia belum terpenuhi meskipun sudah terdapat beberapa pabrik yang berdiri seperti, PT Sanmas Dwika Abadi di Sidoarjo, Jawa Timur dan PT. Silkaindo Makmursentosa, Jakarta Utara. Total kapasitas dari kedua pabrik tersebut hanya sebesar 30.000 ton/tahun, namun kebutuhan *precipitated silica* di Indonesia hampir mencapai angka 40.000 ton pada akhir tahun 2016.



Dengan pertimbangan tersebut, maka prospek pendirian pabrik *precipitated silica* di Indonesia masih cukup luas dan menguntungkan.

B. Prospek Pasar

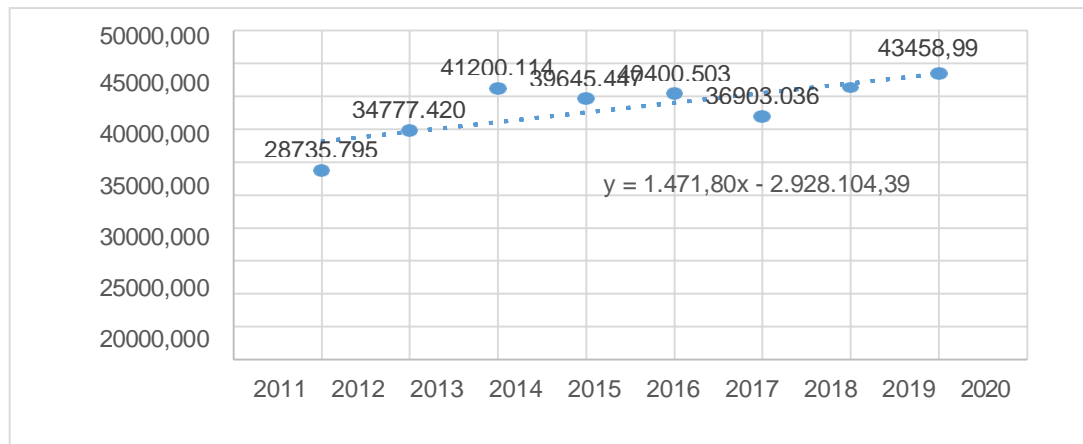
Dalam menentukan kapasitas perancangan pabrik *precipitated silica* disarkan pada beberapa pertimbangan, yaitu proyeksi kebutuhan *precipitated silica*, kapasitas produksi yang sudah ada dan ketersediaan bahan baku.

1. Data ekspor-impor *Precipitated Silica* di Indonesia dari tahun 2012-2019 dilihat pada table I.1 berikut ini :

Tabel 1. Data Impor *Precipitated Silica* di Indonesia

tahun	Jumlah (ton)
2012	28735,795
2013	34777,42
2014	41200,114
2015	39645,447
2016	40400,503
2017	36903,036
2018	41318,393
2019	43458,99

Sumber : Badan Pusat Statistik Indonesia



Gambar 1. Grafik Impor *Precipitated Silica* di Indonesia Tahun 2012-2019

2. Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku pembuatan *precipitated silica* adalah natrium silikat dan asam sulfat. Natrium silikat diperoleh dari PT. Mahkota Indonesia yang terletak di jalan Raya Bekasi, Kelapa Gading, Jakarta Utara sedangkan asam sulfat diperoleh dari pabrik yang sama, yaitu PT Mahkota Indonesia.

Berdasarkan ketiga pertimbangan diatas dan sesuai data impor melalui persamaan garis yang tertera pada gambar I.1. yaitu $y = 1.471,80x - 2.928.3104,39$, maka pabrik direncanakan akan berdiri pada tahun 2025. Dengan memasukkan indeks tahun (x) ke dalam persamaan garis, maka kapasitas pabrik *Precipitated Silica* di Indonesia dapat diperkirakan sebesar 55.000 ton/tahun dengan harapan dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri sehingga dapat menekan angka impor.

Angka tersebut tidak terlampau jauh dari kapasitas pabrik yang sudah berdiri baik di Indonesia maupun luar negeri. Indonesia hanya memiliki dua industry yang memproduksi *precipitated silica*, yaitu PT Sanmas Dwika Abadi dan PT Silikaindo Makmursentosa.

Berikut data kapasitas pabrik *precipitated silica* yang sudah berdiri di dunia :



Tabel 2. Daftar Pabrik dan *Precipitated Silica* di Dunia

Nama Perusahaan	Lokasi	Kapasitas (ton/tahun)
Madhu Silica Pvt. Ltd	India	95.000
Nippon Silica Industrial	Nanyo, Jepang	40.000
General Quimica S.A	Alava, Spanyol	30.000
PPG Industries	Lake Charles, Amerika Serikat	18.000
Rhodia, Inc	Paulina, Brazil	36.000
Shuguang Baote Chemical & Industrial Co. Ltd	Shandong, China	150.000

Sumber : www.google.com, 2020

Tabel 3. Daftar Pabrik dan *Precipitated Silica* di Indonesia

Nama Perusahaan	Lokasi	Kapasitas (ton/tahun)
PT Silicaindo Makmur Sentosa	Jakarta Utara	30.000
PT Sanmas Dwika Abadi	Sidoarjo	10.000

Sumber : www.google.com, 2020



3. Sasaran Pasar

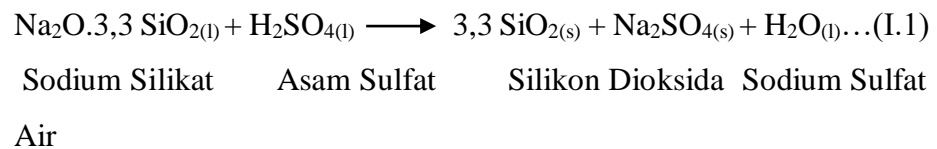
Precipitated silica memiliki kegunaan utama sebagai penguat produk elastomer, seperti ban, bahan pelapis kabel, dan sol sepatu. Pada karet memperbaiki *tensile strength*, kekerasan, dan *tear strength*. Pada kabel yang utama digunakan pada bagian sarung, melindungi penyobekan dan pergeseran didalam kabel. *Precipitated silica* juga digunakan sebagai bahan pematat, pengental untuk industry cat dan tinta, anti *caking agent* pada produk yang berbentuk powder seperti kosmetik dan makanan, dan bahan aktif tambahan pada pasta gigi (Grace and Conn, 2009)

C. Tinjauan Pustaka

a. Tinjauan Berbagai Proses

Proses pembuatan *precipitated silica* dapat dilakukan dalam berbagai cara, antara lain:

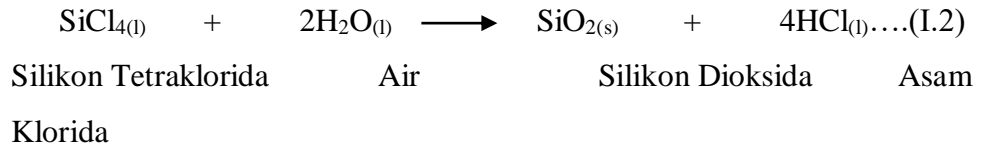
1. Asidifikasi silikat



Proses pembuatan *precipitated silica* dengan netralisasi larutan sodium silikat dan larutan asam sulfat dilakukan pada suhu 90⁰C dengan konversi 95% dengan perbandingan reaksi 1:1 dan reaksi berlangsung secara eksotermis. *Precipitated silica* yang dihasilkan memiliki ukuran yang seragam (uniform) dan dilakukan pengaturan pengadukan agar gel dapat dihindari. Keuntungan lainnya adalah mudahnya melakukan diversifikasi produk, misalnya jika sodium silikat yang digunakan mengandung alumunium maka akan dihasilkan sodium alumunio silikat (Uman, 2005)



2. Hidrolisi SiCl₄



Pada proses hidrolisa SiCl₄ berlangsung pada suhu 60°C. Hidrolisa secara langsung mengarah pada terbentuknya gel sehingga membuat sulit pada alat pemisahan hasil tanpa perlakuan khusus. Pada umumnya SiCl₄ mempunyai kemurnian minimal 99%, sehingga *precipitated silica* yang dihasilkan akan mempunyai kadar kemurnian yang tinggi pula.

b. Pemilihan Proses

Tabel 4. Daftar harga bahan proses asidifikasi larutan alkali silikat

Bahan	BM (kg/kmol)	Harga (US\$/Kg)
Na ₂ O.3,3	260	0.3
SiO ₂		
H ₂ SO ₄	98	0.32
SiO ₂	60	1.3
Na ₂ SO ₄	142	0.2

$$PE = ((\text{BM} \times \text{Harga})_{\text{Produk}} - (\text{BM} \times \text{Harga})_{\text{Bahan baku}}) \text{ mol produk}$$

$$PE = ((1.3 \times 60 + 0.3 \times 0.2 \times 142) - (0.3 \times 0.3 \times 260 + 0.3 \times 0.32 \times 98))$$

$$PE = \text{US\$ } 53.712 / \text{ kmol}$$



Tabel 5. Daftar harga bahan pada proses hidrolisis SiCl_4

Bahan	BM (kg/kmol)	Harga (US\$/Kg)
SiCl_4	170	3
SiO_2	60	1.3
HCl	36.5	0.5

$$PE = (\text{BM } \text{C}_8\text{H}_{10}\text{O} \times \text{Harga}) - ((\text{BM } \text{C}_6\text{H}_6 \times \text{Harga}) + (\text{BM } \text{C}_2\text{H}_4\text{O} \times \text{Harga}))$$

$$PE = ((1.3 \times 60 + 0.5 \times 4 \times 36.5) - (3 \times 170))$$

$$PE = \text{US\$ } -19 / \text{ kmol}$$

Tabel 6. Daftar Perbandingan Proses 1 dan 2

Parameter	Proses 1		Proses 2	
Fase reaksi	Cair - cair	****	Cair - cair	****
Suhu operasi ($^{\circ}\text{C}$)	90	***	60	***
Tekanan (atm)	1	***	1	***
Konversi	99.4 %	****	79 %	**
Katalis	-	****	-	****
Reaktor	RATB	***	Furnace	*
Kemurnian produk	90 – 95 %	***	98 - 99 %	****
Proses pemisahan	Mudah	***	Sulit	*
Potensial ekonomi (\$/kmol)	53.712	**	-19	
Jumlah		29		23

Dari berbagai proses di atas dipilih Asidifikasi Larutan Alkali Silikat dengan pertimbangan :



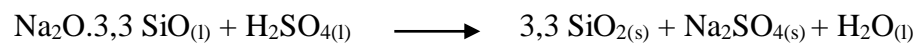
1. Kondisi operasinya lebih rendah daripada proses kering sehingga lebih murah.
2. Konversi yang dihasilkan tinggi dimana dapat menghasilkan produk dengan jumlah yang besar.
3. Dengan pengaturan pengadukan dapat menghindari terbentuknya gel.
4. Proses pemisahan asidifikasi larutan alkali silikat lebih mudah.
5. Reaksi asidifikasi larutan alkali silikat dipilih karena memperoleh keuntungan yang lebih baik dari pada hidrolisis SiCl_4 .



Tinjauan Termodinamika

Tinjauan termodinamika ditujukan untuk mengetahui apakah sifat reaksi dan eksotermis atau endotermis, reaksi berlangsung secara spontan atau tidak spontan, dan reaksi berlangsung secara *reversible* atau *irreversible*.

Reaksi :



Atau bias dituliskan dalam bentuk sederhana :



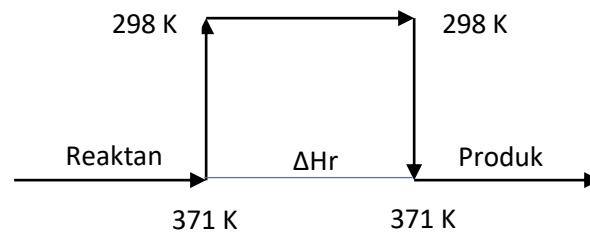
Kondisi operasi :

$$\text{Suhu (T)} = 98^\circ\text{C} = 371 \text{ K}$$

$$\text{Tekanan (P)} = 1 \text{ atm}$$

$$\text{Konversi} = 95\%$$

Reaksi pembentukan *precipitated silica*, ditinjau dari segi termodinamika adalah sebagai berikut :





Tabel 7. Data Panas Pembentukan

Komponen	ΔH_f^{298} (kJ/mol)
Na ₂ O.3,3 SiO ₂	-1606,279
H ₂ SO ₄	-735,13
SiO ₂	-910,70
Na ₂ SO ₄	-1387,10
H ₂ O	-241,80

Panas reaksi pada reaktor :

$$\Delta H_f^{298} \text{ reaksi} = \Delta H_f^{298} \text{ produk} - \Delta H_f^{298} \text{ reaktan}$$

$$\Delta H_f^{298} \text{ reaksi} = ((-910,70) + (-1387,10) + (-241,80)) - (-1606,279 + (-735,13))$$

- $\Delta H_f^{298} \text{ reaksi} = 198,191 \text{ kJ.mol}$ (eksotermis) Mencari ΔH_R

$$\Delta H_R = \Delta H_f^{298} \text{ reaksi} + \int_{298}^{371} \Delta C_p dT$$

$$\text{Data Kapasitas Panas Senyawa} \quad C_p = A + B.T + C.T^2 + D.T^3$$

Komponen	A	B	C	D
Na ₂ O.3,3SiO ₂	431,662	1,3034	-3,607E-03	3,8243E-06
H ₂ SO ₄	26,004	7,0337E-01	-1,3856E-03	1,0342E-06
SiO ₂	343,910	-2,8233E-01	9,4498E-05	-9,0006E-09
Na ₂ SO ₄	233,515	-9,5276E-03	-3,4665E-05	1,5771E-08
H ₂ O	92,053	-3,9953E-02	-2,1103E-04	5,3469E-07

$$\Delta H_{R371}^{\circ K} = \Delta H_{298} + \int_{298}^{371} \Delta C_p dT$$

$$\int_{298}^{371} \Delta C_p dT = \int_{298}^{371} (C_p \text{ produk} - C_p \text{ reaktan})$$

$$\int_{298}^{371} \Delta C_p dT = \int_{298}^{371} -\{(C_{pSiO_2} + C_{pNa_2SO_4} + C_{pH_2O}) - (C_{pNa_2O.3,3SiO_2} + C_{pH_2SO_4})\}$$

$$\int_{298}^{371} \Delta C_p dT = -12926,9 \text{ kJ / mol}$$



$$\begin{aligned}\Delta H_{R298^{\circ}K} &= -198,191 + (-12926,9) \\ &= -13125,1 \text{ kJ / mol}\end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas dapat diambil kesimpulan bahwa reaksi antara natrium silikat dengan asam sulfat adalah reaksi eksotermis karena harga ΔH reaksi yang bernilai negatif.

Tabel 8. Data Energi Bebas Gibbs

Komponen	ΔG_{298} (kJ/mol)
Na ₂ O.3,3	-1215,548
SiO ₂	
H ₂ SO ₄	-653,47
SiO ₂	-856,3
Na ₂ SO ₄	-1270,2
H ₂ O	-226,6

$$\begin{aligned}\Delta G_f^{\circ}{}_{298} &= \Delta G_f^{\circ}{}_{\text{produk}} - \Delta G_f^{\circ}{}_{\text{reaktan}} \\ \Delta G_f^{\circ}{}_{298} &= ((-856,3) + (-1270,2) + (-226,6)) - ((-1215,487) + (-653,47)) \\ &= -484,15 \text{ kJ/mol (reaksi berlangsung secara spontan)} \\ \Delta G^{\circ} &= -RT \ln K \\ \ln K &= -\Delta G^{\circ} / RT \\ R &= 8,314 \text{ J/mol.K} \\ T &= 298 \text{ K} \\ -\ln K &= \frac{-484150 \text{ j/mol}}{8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol.K}} \times 298 \text{ K.}} \\ K_{298} &= 7,359.10^{54}\end{aligned}$$

Nilai konstanta kesetimbangan reaksi pada suhu 98°C (371 K)



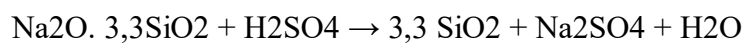
$$\frac{\ln K}{7,359 \cdot 10^{84}} = \frac{-198,191 \frac{\text{J}}{\text{mol}}}{8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}} \left(\frac{1}{363} - \frac{1}{298} \right) K$$
$$\ln K - \ln 7,359 \cdot 10^{84} = -14,324$$
$$\ln K - 195,413 = -14,324$$
$$\ln K = -14,324 + 195,413$$
$$K = 4,426 \times 10^{78}$$

Diperoleh harga K sangat besar, sehingga dapat disimpulkan reaksi pembentukan *precipitated silica* reaksinya bergeser ke kanan atau *irreversible* (searah).

(Smith.J.M & Van Ness H.C, 1996)

a. Tinjauan Kinetika

Reaksi :



Persamaan kecepatan reaksinya dapat ditulis sebagai berikut :

$$-r_A : k C_A \cdot C_B$$

$-r_A$: Kecepatan reaksi (kmol/jam.lt)

k : Konstanta kecepatan
reaksi (kmol/jam)

C_A : Konsentrasi

$\text{Na}_2\text{O} \cdot 3,3\text{SiO}_2$ (kmol/lt)

C_B : Konsentrasi H_2SO_4
(kmol/lt)

Jika :

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

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

Neraca Massa Overall

$$\text{input} - \text{output} - \text{reaksi} =$$



akumulasi F_v .

$$C_{A0} - F_v \cdot C_A -$$

$$(-r_A) V_R = 0$$

$$F_v \cdot C_{A0} - F_v \cdot C_{A0} (1-$$

$$X_A) - (-r_A) V_R = 0 F_v$$

$$C_{A0} X_A = (-r_A) V_R$$

$$\frac{V_R}{F_v} = \frac{C_{A0} \cdot X_A}{-r_A}$$

$$\theta = \frac{C_{A0} \cdot X_A}{-r_A}$$

$$\theta = \frac{C_{A0} \cdot X_A}{k \cdot C_A \cdot C_B}$$

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

$$\theta = \frac{C_{A0} \cdot X_A}{k \cdot C_{A0} (1 - X_A) \cdot C_{A0} \left(\frac{C_{B0}}{C_{A0}} - X_A \right)}$$

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

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

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



Dari Jurnal *Silica Precipitation in Semibatch Crystallizer*

(*Narayan and J. Garside*) didapat data sebagai berikut:

- $CA_0 = 0.98 \text{ mol/l}$
- $CB_0 = 1.93 \text{ mol/l}$
- $M = 1.9693$
- $X_a = 0.95$
- $K = 2\text{L/kmol.jam}$



BAB II

DESKRIPSI PROSES

II.1 Bahan baku, Bahan pembantu, dan Produk

II.1.1. Bahan Baku

a. Sodium silikat

Rumus molekul	: $\text{Na}_2\text{O} \cdot 3.3\text{SiO}_2$
Berat molekul	: 260,264 gram/mol
<i>Spesifik gravity</i>	: 1,17-1,571
Titik didih	: 101-102°C
Titik beku	: -1°C
Warna	: tidak berwarna
fase	: cairan
Kemurnian	: 40 % (60 % air)
Viskositas	: 1,5 cp
Densitas	: 1,35 g/cm ³
Kelarutan	: 100% larut dalam air

b. Asam Sulfat

Rumus molekul	: H_2SO_4
Berat molekul	: 98,08 gram/mol
Specific gravity	: 1,8347
Titik Beku	: -1.1 °C
Titik didih	: 330 °C
Kemurnian	: 98 % (2 % air)
Fase	: cairan
Viskositas	: 26,7 cp
Densitas	: 1,29 g/cm ³



NASKAH SKRIPSI
PRARANCANGAN PABRIK KIMIA
PRECIPITATED SILICA DENGAN NATRIUM SILIKAT DAN ASAM SULFAT
KAPASITAS PRODUKSI 55.000 TON/TAHUN

Kelarutan : Larut dalam air



II.1.2. Produk

a. Precipitated Silica

Rumus molekul	: SiO_2
Berat molekul	: 60,08 gram/mol
Wujud	: powder , amorph
Titik didih	: 2230 °C
Titik Lebur	: 1610 °C
<i>Spesifik gravity</i>	: 2,65
Kemurnian	: 99,5 % sisanya air
Densitas	: 2,56 g/cm ³
Viskositas	: 2,67cp
Kelarutan	: 0,076g/l air dengan suhu 37°C



II.2 Uraian Proses Produksi

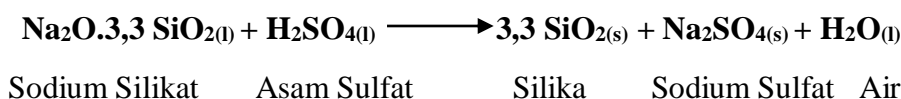
II.2.1. Proses Penyiapan Bahan Baku

Bahan baku pembuatan *Precipitated Silica* adalah Sodium Silikat dan Asam Sulfat

Sodium Silikat dalam bentuk cairan disimpan dalam Tangki (T-01) dengan tekanan 1 atm dan suhu 30°C. Kemudian dialirkan menuju Heater(HE-01) untuk menaikkan suhunya menjadi 98°C. Asam Sulfat disimpan dalam tangki(T-02) pada tekanan 1 atm dan suhu 30°C kemudian dialirkan menuju Heater(H-02) untuk menaikkan suhunya sampai 98°C. Setelah itu Sodium Silikat dan Asam Sulfat dialirkan menuju Reaktor Alir Tangki Berpengaduk atau RATB (R-01) dengan tekanan 1 atm, suhu 98°C dan dengan perbandingan mol Sodium Silikat dan Asam sulfat yaitu 1 : 1

II.2.2. Proses Reaksi

Reaksi antara Sodium silikat dan asam sulfat terjadi dalam Reaktor Alir Tangki Berpengaduk atau RATB (R-01). Reaksi ini beralangsur didalam Reaktor Alir Tangki Berpengaduk pada fase cair-cair dengan tekanan 1 atm dan suhu 98°C serta bersifat eksotermis. Produk yang keluar dari reaktor berupa Sodium Silikat, Asam Sulfat, Silika, Sodium Sulfat dan air. Reaksi yang terjadi didalam reaktor :



II.2.3. Proses Pemisahan

Produk keluar Reaktor Alir Tangki Berpengaduk atau RATB (R-01) campuran Sodium silikat, Asam Sulfat, Silika, Sodium Sulfat dan Air dialirkan menuju *Rotary Drum Vacuum Cleaner* atau RDVF untuk dipisahkan padatan dan filtratnya dengan kondisi operasi pada tekanan 1 atm dan suhu 98°C. Hasil filtrat dari *Rotary Drum Vacuum Filter* atau RDVF berupa Sodium Silikat, Asam Sulfat, Sodium Sulfat dan Air akan dialirkan ke Unit Pengolahan Limbah (UPL)



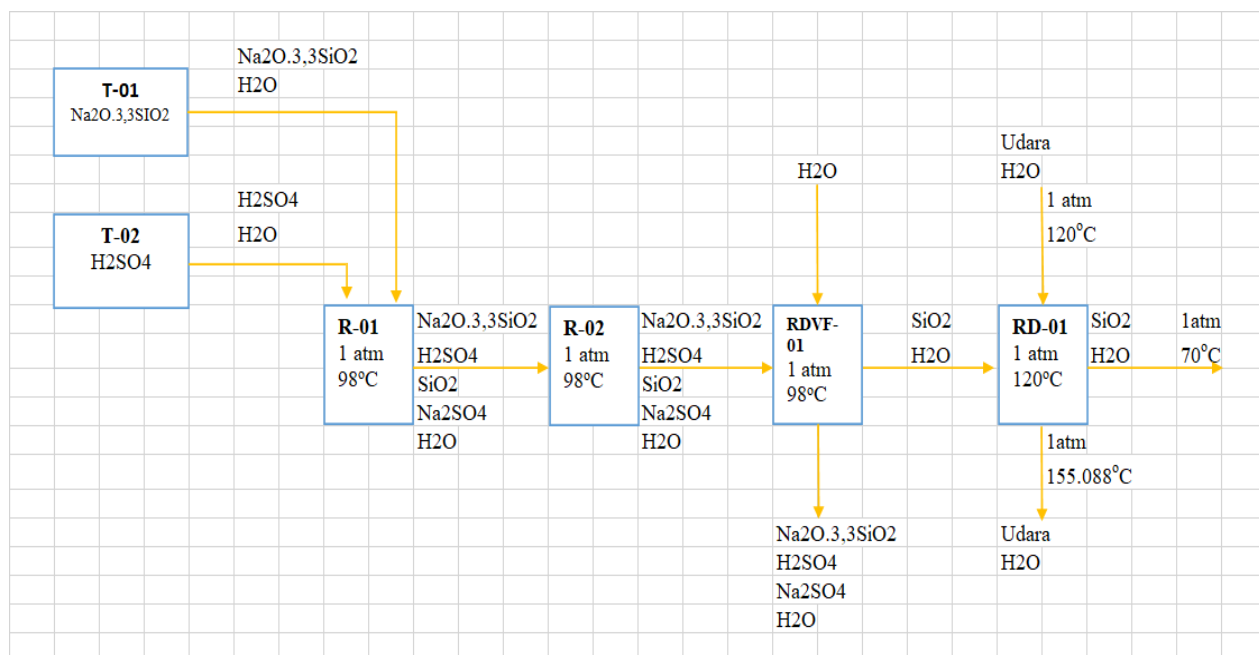
sedangkan untuk padatan nya berupa Silika akan dialirkan menuju *Rotary Dryer* (RD) untuk dikeringkan

II.2.4. Proses Pemurnian

Padatan keluar dari *Rotary Drum Vacuum Filter* (RDVF) akan dialirkan menuju *Rotary Dryer* (RD) untuk dikeringkan dengan menghembuskan udara pada suhu operasi 120°C dan tekanan 1 atm untuk dikurangi kadar airnya sehingga kemurniannya 99%.

II.3. Diagram Alir

II.3.1. Diagram Alir Kualitatif

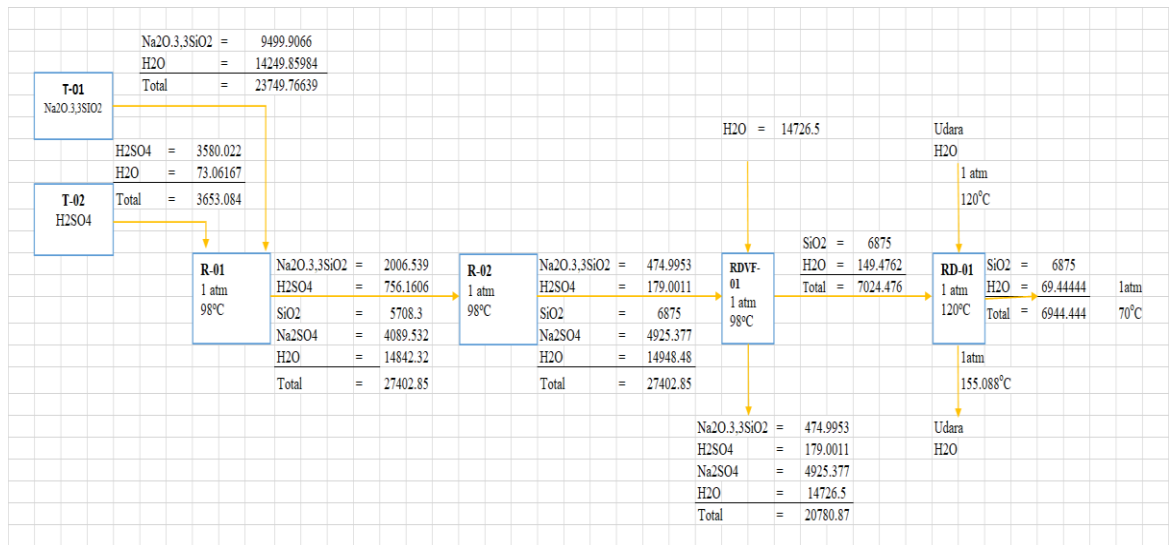


Gambar 2. Diagram Alir Kualitatif

II.3.2. Diagram Alir Kuantitatif



NASKAH SKRIPSI
 PRARANCANGAN PABRIK KIMIA
 PRECIPITATED SILICA DENGAN NATRIUM SILIKAT DAN ASAM SULFAT
 KAPASITAS PRODUKSI 55.000 TON/TAHUN

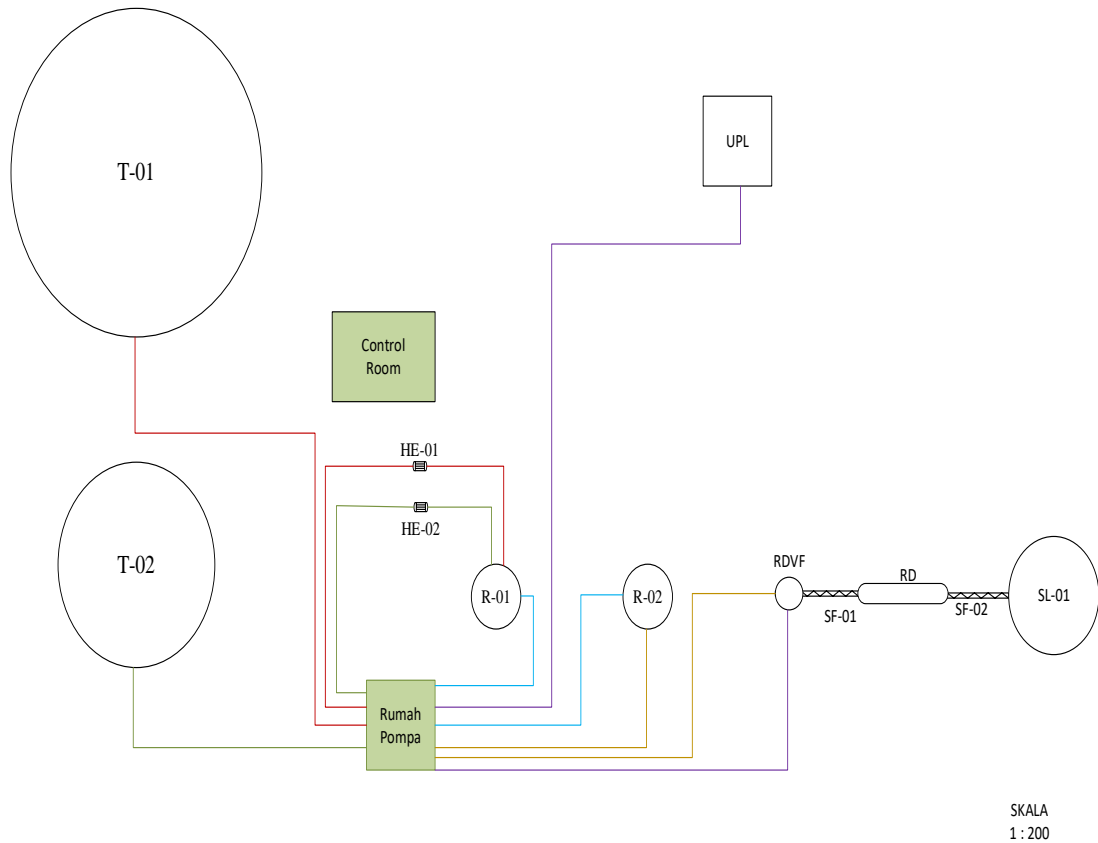


Gambar 3. Diagram Alir Kuantitatif



II.4. Tata Letak Pabrik

II.4.1. Tata Letak Alat



Gambar 4. Tata Letak Alat Proses



NO	Kode Alat	Nama Alat
1	T-01	Tangki Sodium Silikat
2	T-02	Tangki Asam Sulfat
3	HE-01	Heater 1
4	HE-02	Heater 2
5	R-01	Reaktor 1
6	R-02	Reaktor 2
7	RDVF-01	Rotary Drum Vacuum Filter
8	SF-01	Screw Feeder 1
9	RD-01	Rotary Dryer
10	SF-02	Screw Feeder 2
11	SL-01	Silo 1

Tabel 9. Tabel Kode dan Nama Alat Proses

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam menentukan tata letak alat antara lain, penyusunan alat proses harus saling berurutan berdasarkan urutan kerja dan fungsinya, kemudahan dalam pengecekan dan keselamatan kerja, serta kondisi operasi masing-masing alat. Untuk alat proses yang beroperasi pada suhu dan tekanan tinggi ditempatkan terpisah dari alat proses lainnya serta harus mudah dijangkau oleh pemadam kebakaran. Setiap alat harus ditempatkan di tempat yang cukup, sehingga mudah untuk pemeriksaan, perbaikan, dan pemindahan alat guna menjamin keselamatan kerja. Pengaturan alat kontrol dilakukan pada ruang kendali (control room). Untuk kantor produksi dan laboratorium ditempatkan berdekatan dengan area proses agar mudah dalam mengontrol dan mengawasi produksi. Pabrik akan direncanakan didirikan pada lahan seluas 34.500 m² atau 3,45 Ha



II.4.2. Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik adalah tempat atau kedudukan dari bagianbagian pabrik yang meliputi tempat karyawan bekerja, tempat peralatan dan menyimpan bahan baku. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam menentukan tata letak pabrik :

a. Perluasan Pabrik

Perluasan pabrik harus diperhitungkan sebelum masalah kebutuhan tempat menjadi masalah

besar di masa yang akan datang. Sejumlah area khusus harus dipersiapkan untuk perluasan

pabrik jika memungkinkan pabrik menambah kapasitas produksi atau ingin mengolah bahan

baku sendiri.

b. Harga Tanah

Harga tanah merupakan faktor yang membatasi kemampuan penyediaan awal. Jika harga

tanahtinggi, maka diperlukan efisiensi yang tinggi terhadap pemanfaatan tanah. Pemakaian

tempat harus disesuaikan terhadap area yang tersedia.

c. Kualitas, Kuantitas dan Letak Bangunan

Kualitas, kuantitas, dan letak bangunan harus memenuhi standar bangunan pabrik meliputi, kekuatan fisik maupun kelengkapannya, misalnya ventilasi, insulasi, dan

instalasi. Keteraturan dalam penempatan bangunan akan membantu kemudahan kerja dan perawatan.

d. Faktor Keamanan

El Galih Jaluputra (121160104)

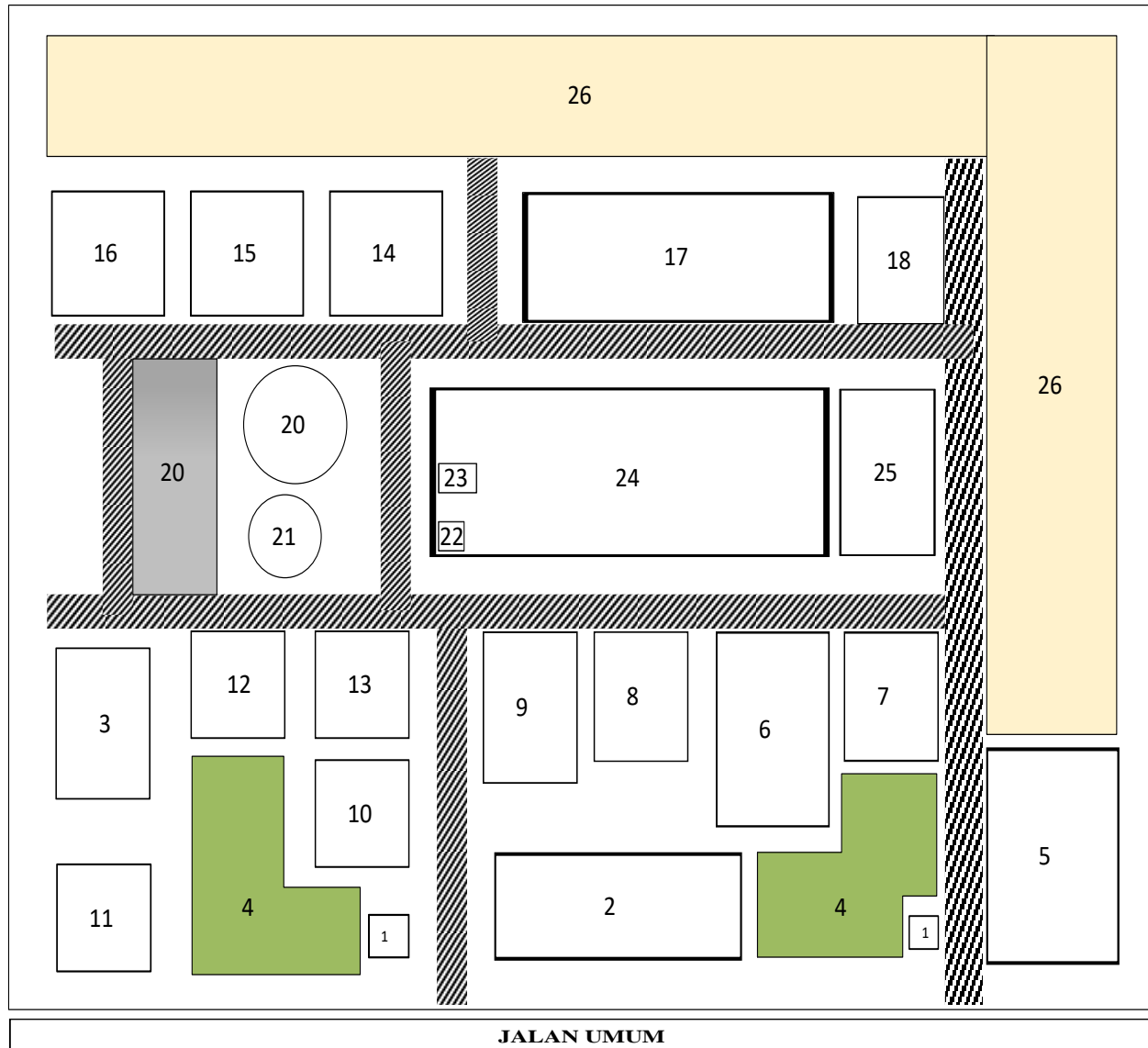
Asta Rahmad Fitriawan (121160148)



Faktor yang paling penting adalah keamanan, walaupun telah dilengkapi dengan peralatan keamanan, seperti hidran, penahan ledakan, dan asuransi pabrik, Langkah pencegahan harus tetap dilakukan, misalnya tangki bahan baku, produk, dan bahan baku harus ditempatkan di area khusus dengan jarak antar ruang yang cukup sehingga dapat meminimalkan potensi terjadinya ledakan atau kebakaran.

e. Fasilitas Jalan

Jalan raya yang berfungsi sebagai jalur pengangkutan bahan baku produk dan bahan-bahan lainnya sangat diperlukan. Penempatan jalan tidak boleh mengganggu proses dan kelancaran distribusi.



Gambar 5. Tata Letak Pabrik dengan skala 1 : 500



NO	Bangunan	NO	Bangunan
1	Post Satpam	14	Damkar
2	Parkir Tamu	15	Bengkel
3	Parkir Karyawan	16	Laboratorium
4	Taman	17	Area Utilitas
5	Perumahan	18	UPL
6	Kantor	19	Area Loading
7	Lapangan	20	Area Tangki 1
8	Gedung Serbaguna	21	Area Tangki 2
9	Pusdiklat	22	Rumah Pompa
10	Kantin & Koperasi	23	<i>Control Room</i>
11	Masjid	24	Area Proses
12	Perpustakaan	25	Gudang
13	Poliklinik	26	Area Perluasan

Tabel 10. Keterangan Tata Letak Pabrik

II.5. Spesifikasi Alat

II.5.1. Spesifikasi Alat Proses

a. Reaktor 1 (R-01)

Tugas : Mereaksikan Sodium Silikat dengan asam sulfat

Jenis : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk

Kondisi Operasi :

Tekanan : 1 atm

Suhu : 98°C

Diperoleh ukuran Reaktor (R-01) sebagai berikut :

Volume : 10.6744061 m³

Diameter : 2.2764 m

El Galih Jaluputra (121160104)

Asta Rahmad Fitriawan (121160148)



Tinggi Shell	: 2.1685 m
Tebal Head	: 0.1688 inch
Tebal Shell	: 0.17227 inch
Tinggi Reaktor Total	: 3.05197 m
Pemilihan Jenis Pengaduk sebagai berikut :	
Jenis Pengaduk	: Disk & Blade
Diameter Pengaduk	: 0.723 m
Jumlah Blade	: 6 buah
Lebar Baffle	: 0.1807 m
Kecepatan Pengaduk	: 2.154 rps
Pemilihan Jenis Pendingin sebagai berikut :	
Jenis Pendingin	: Jacket
Suhu Pendingin Masuk	: 30°C
Suhu Pendingin Keluar	: 50°C
Media Pendingin	: Air
Luas Transfer Panas	: 13 m ²
Kebutuhan Pendingin	: 22699.6 kg/jam
Diameter dalam jaket	: 90.25 inch
Tebal Jacket Pendingin	: 0.3125 inch
Harga Alat	: \$62.395,25

b. Reaktor 2 (R-02)

Tugas	: Mereaksikan Sodium Silikat dengan asam sulfat
Jenis	: Reaktor Alir Tangki Berpengaduk
Kondisi Operasi :	
Tekanan	: 1 atm
Suhu	: 98°C
Diperoleh ukuran Reaktor (R-01) sebagai berikut :	



Volume : 10.6744061 m³
Diameter : 2.2764 m
Tinggi Shell : 2.1685 m
Tebal Head : 0.1688 inch
Tebal Shell : 0.17227 inch
Tinggi Reaktor Total : 3.05197 m

Pemilihan Jenis Pengaduk sebagai berikut :

Jenis Pengaduk : Disk & Blade
Diameter Pengaduk : 0.723 m
Jumlah Blade : 6 buah
Lebar Baffle : 0.1807 m
Kecepatan Pengaduk : 2.2087 rps

Pemilihan Jenis Pendingin sebagai berikut :

Jenis Pendingin : Jacket
Suhu Pendingin Masuk : 30°C
Suhu Pendingin Keluar : 50°C
Media Pendingin : Air
Luas Transfer Panas : 9.3 m²
Kebutuhan Pendingin : 16163.3 kg/jam
Diameter dalam jaket : 90.25 inch
Tebal Jacket Pendingin : 0.3125 inch
Harga Alat : \$62.395,25

c. Rotary Drum Vacuum Filter (RDVF-01)

Tugas : Menyaring endapan SiO₂ yang keluar dari reaktor
Kondisi Operasi :
Tekanan : 1 atm
Suhu : 98°C



Suhu Air Pencuci	: 30°C
Jumlah Air Pencuci	: 14727.541 kg/jam
Diameter Partikel	: 100 mesh
Laju Cake Sebenarnya	: 4.174 m ³ /jam
Kecepatan Linear Filtrat	: 0.1226 lbf/s
Waktu Pembentukan Cake	: 24.16 s
Spesifikasi Alat sebagai berikut :	
Luas Alat	: 39.9 ft ²
Kecepatan Putar	: 1 Rpm
<i>Pressure Drop</i>	: 282.88 psf
Diameter Drum	: 3 ft
Panjang Drum	: 1.291 m
Efisiensi	: 80%
Daya Penggerak	: 1.5 Hp
Harga Alat	: \$209,930.91

d. Rotary Dryer (RD-01)

Tugas	: Mengeringkan padatan berupa SiO ₂
Kondisi Operasi :	
Suhu	: 120°C
Tekanan	: 1 atm
Massa Udara	: 2895.63 kg/jam
Beban Panas	: 322466 kJ/jam
Spesifikasi Alat sebagai berikut :	
Diameter	: 1.45471 m
Panjang	: 10.9454 m
Volume	: 18.1824 m ³
Kecepatan Putar	: 6.56774 rpm



Waktu Tinggal	: 26.6235 menit
Daya Penggerak	: 10 Hp
Kemiringan	: 4.5739°
Harga Alat	: \$122,331.47

II.5.2. Spesifikasi Alat Penukar Panas

a. *Heat Exchanger* 1 (HE-01)

Tugas reaktor dari	: Menaikan suhu $\text{Na}_2\text{O} \cdot 3,3\text{SiO}_2$ sebagai umpan cair reaktor dari
	Suhu 30°C sampai 98°C dengan pemanas steam
	jenuh 130°C
Jenis	: <i>Shell & Tube Heat Exchanger</i>
Kondisi Operasi :	
Suhu Masuk	: 30°C
Suhu Keluar	: 98 °C
Tekanan	: 1 atm
Luas Perpindahan Panas	: 839.293 ft ²
Beban Panas	: 5409502.277 BTU/jam
Spesifikasi Shell :	
Diameter Shell	: 0.6858 m
Delta Ps	: 1.1634592 atm
Spesifikasi <i>Tube</i> :	
Panjang <i>Tube</i>	: 7.3152 m
Susunan Pipa	: 3/4 inch pada 1 inch <i>triangular pitch</i>
Diameter Luar <i>Tube</i>	: 0.0127 m
Diameter Dalam <i>Tube</i>	: 0.009398 m
Media Pemanas :	
Jenis Pemanas	: Saturated Steam



Suhu Masuk	: 130°C
Suhu Keluar	: 130°C
Bahan	: <i>Stainless Steel SA-167 Type 304</i>
Harga Alat	: \$113,318.73

b. Heat Exchanger 2 (HE-02)

Tugas : Menaikan suhu H₂SO₄ sebagai umpan cair reaktor
dari

Suhu 30°C sampai 98°C dengan pemanas steam

jenuh 130°C

Jenis : *Shell & Tube Heat Exchanger*

Kondisi Operasi :

Suhu Masuk : 30°C

Suhu Keluar : 98 °C

Tekanan : 1 atm

Luas Perpindahan Panas : 838.740 ft²

Beban Panas : 5405934.917 BTU/jam

Spesifikasi Shell :

Diameter Shell : 0.6858 m

Delta Ps : 1.4234334 atm

Spesifikasi *Tube* :

Panjang *Tube* : 7.3152 m

Susunan Pipa : 3/4 inch pada 1 inch *triangular pitch*

Diameter Luar *Tube* : 0.01905 m

Diameter Dalam *Tube* : 0.015748 m

Media Pemanas :

Jenis Pemanas : Saturated Steam

Suhu Masuk : 130°C

Suhu Keluar : 130°C



Bahan : *Stainless Steel SA-167 Type 316*

Harga Alat : \$137,169.52

c. Heat Exchanger 3 (HE-03)

Tugas : Menaikan suhu udara sebagai udara pemanas
untuk *Rotary Dryer*

dari Suhu 53.6°C sampai 120°C

Jenis : *Double Pipe Heat Exchanger*

Kondisi Operasi :

Suhu Masuk : 53.6°C

Suhu Keluar : 120 °C

Tekanan : 1 atm

Luas Perpindahan Panas : 48.551 ft²

Beban Panas : 428114.0535 BTU/jam

Spesifikasi *Pipe* :

Diameter dalam *Pipe* : 0.061 m

Diameter luar *Pipe* : 0.073 atm

Spesifikasi *Tube* :

Panjang *Tube* : 4.575 m

Diameter Luar *Annulus* : 0.114 m

Diameter Dalam *Annulus* : 0.102 m

Media Pemanas :

Jenis Pemanas : Saturated Steam

Suhu Masuk : 130°C

Suhu Keluar : 130°C

Bahan : *Stainless Steel SA-167 Type 304*

Harga Alat : \$2,747.79

II.5.3. Spesifikasi Alat Penyimpanan

El Galih Jaluputra (121160104)

Asta Rahmad Fitriawan (121160148)



a. Tangki Penyimpanan Sodium Silikat (T-01)

Tugas : Menyimpan bahan baku $\text{Na}_2\text{O} \cdot 3,3\text{SiO}_2$ pada suhu 30°C
dan tekanan

1 atm dengan masa penyimpanan selama 10 hari

Jenis : Silinder vertikal dengan atap *conical*

Kondisi Operasi :

Suhu : 30°C

Tekanan : 1 atm

Diperoleh Ukuran Tangki sebagai berikut:

Volume : 6131016 L

Diameter : 14.63 m

Tinggi : 17.75 m

Tabel 11. Tebal shell tangki penyimpanan sodium silikat

Susunan Plat	Tinggi Tangki(ft)	Tebal Shell (inch)	Tebal Shell Standar (inch)
1	48	0.852461732	0.875
2	40	0.728638459	0.75
3	32	0.604815185	0.625
4	24	0.480991911	0.5
5	16	0.357168638	0.375
6	8	0.219802194	0.25

Tinggi Head : 3.122 m

Jumlah Tangki : 1

Bahan Tangki : Stainless Steel SA 167

Harga Alat : \$82,433.61

b. Tangki Penyimpanan Asam Sulfat (T-02)

Tugas : Menyimpan bahan baku H_2SO_4 pada suhu 30°C dan

El Galih Jaluputra (121160104)

Asta Rahmad Fitriawan (121160148)



tekanan

1 atm dengan masa penyimpanan selama 10 hari

Jenis : Silinder vertikal dengan atap *conical*

Kondisi Operasi :

Suhu : 30°C

Tekanan : 1 atm

Diperoleh Ukuran Tangki sebagai berikut:

Volume : 581393 L

Diamer : 9.144 m

Tinggi : 11.59 m

Tabel 12. Tebal shell tangki penyimpanan asam sulfat

Susunan Plat	Tinggi Tangki(ft)	Tebal Shell (inch)	Tebal Shell Standar (inch)
1	32	0.416838211	0.4375
2	24	0.341525125	0.375
3	16	0.266212038	0.3125
4	8	0.190898951	0.25

Tinggi Head : 1.833 m

Jumlah Tangki : 1

Bahan Tangki : Stainless Steel SA 167

Harga Alat : \$21,928.29

c. Silo (SL-01)

Tugas : Menampung Produk SiO₂ dengan suhu penyimpanan 30°C dan tekanan

1 atm

Jenis : Silinder vertikal dengan bagian atas tertutup dan bagian



bawah

berbentuk *cone*

Kondisi Operasi :

Suhu : 30°C

Tekanan : 1 atm

Diperoleh Ukuran Silo(SL-01) sebagai berikut :

Volume : 762340.38 L

Diameter : 5.261 m

Tinggi Total : 10.522 m

Tebal Shell : 0.75 inch

Tebal Head : 0.75 inch

Bahan : *Carbon Steels SA 167 Type 321*

Harga Alat : \$226,397.72

d. Screw Feeder 1 (SF-01)

Tugas : Mengangkut padatan SiO₂ dari RDVF menuju
Rotary Dryer

Jenis : *Horizontal Screw Feeder with Hopper*

Kondisi Operasi :

Suhu : 30°C

Tekanan : 1 atm

Diperoleh Ukuran Screw Feeder sebagai berikut :

Kapasitas Screw : 5714 kg/jam

Diameter Screw : 9 inch

Diameter Pipa Tengah : 2.5 inch

Volume Screw : 0.9845 m³

Daya Penggerak : 5 Hp

Panjang Screw : 6 m

Putaran : 40 rpm

Diperoleh ukuran Hopper :

Diameter : 3.1439 ft



Tinggi Total	: 4.7158 ft
Tebal Dinding	: 3/16 inch
Bahan	: <i>Carbon Steel SA-283 grade C</i>
Harga Alat	: \$4,836.10

e. Screw Feeder 2 (SF-02)

Tugas : Mengangkut Produk SiO₂ dari RD dan Cyclone menuju

Rotary Dryer

Jenis : *Horizontal Screw Feeder with Hopper*

Kondisi Operasi :

Suhu : 30°C

Tekanan : 1 atm

Diperoleh Ukuran Screw Feeder sebagai berikut :

Kapasitas Screw : 5714 kg/jam

Diameter Screw : 9 inch

Diameter Pipa Tengah : 2.5 inch

Volume Screw : 0.9845 m³

Daya Penggerak : 5 Hp

Panjang Screw : 6 m

Putaran : 40 rpm

Diperoleh ukuran Hopper :

Diameter : 3.1245 ft

Tinggi Total : 4.6868 ft

Tebal Dinding : 3/16 inch

Bahan : *Carbon Steel SA-283 grade C*

Harga Alat : \$4,836.10



f. *Bucket Elevator (BE-01)*

Tugas : Mengangkut produk SiO₂ menuju Silo(SL-01)

Jenis : *Troughed belt on continuous plate*

Kondisi Operasi :

Suhu : 30°C

Tekanan : 1 atm

Dimensi Alat :

Kecepatan Massa Umpan : 15309.879 lb/jam

Panjang *Bucket* : 6 inch

Lebar *Bucket* : 4 inch

Tinggi *Bucket* : 4 ¼ inch

Lebar *Belt* : 7 inch

Jarak antar *Bucket* : 12 inch

Jumlah *Bucket* : 34 buah

Tinggi total 1 *Bucket* : 1.354 ft

Tinggi *Bucket Elevator* : 46.31 ft

Waktu tinggal *Bucket* : 1.293 menit

Daya Motor *Bucket* : 3 Hp

Harga Alat : \$16,266.90

g. *Belt Conveyor (BC-01)*

Tugas : Mengangkut produk SiO₂ yang sudah dikemas dari Silo (SL-01) menuju Gudang penyimpanan

Jenis : *Enclosed Belt Conveyor, Troughed Belt*

Kondisi Operasi :

Suhu : 30°C

Tekanan : 1 atm



Spesifikasi Alat :

Lebar <i>Belt</i>	: 14 inch
<i>Cross Sectional Area of Load</i>	: 0.11 ft ²
Kecepatan <i>Belt</i>	: 200-300 ft/min
Tenaga <i>Belt</i>	: 2 Hp
Harga Alat	: \$1,099.11

II.5.4. Spesifikasi Pompa Proses

Tabel 13. Spesifikasi Pompa Proses

Nama	Fungsi	Jenis	Q (m ³ /jam)	Daya (Hp)	Kecepatan motor (rpm)	DP in
Pompa-01	Memompa Na ₂ O.3,3SiO ₂ dari truk menuju tangki-01 persiapan sebagai bahan baku	Pompa sentrifugal	20.8331284	5	750	3.068
Pompa-02	Memompa H ₂ SO ₄ dari truk menuju tangki-02 persiapan sebagai bahan baku	Pompa sentrifugal	2.0037	5	750	1.61
Pompa-03	Memompa Na ₂ O.3,3SiO ₂ dari tangki 1 menuju reaktor dengan kecepatan 23751,19 kg/jam	Pompa sentrifugal	20.8331284	1.5	750	3.068
Pompa-04	Memompa H ₂ SO ₄ dari tangki 2 menuju reaktor dengan kecepatan 3653,08 kg/jam	Pompa sentrifugal	2.00366588	1.5	750	1.61
Pompa-05	Memompa hasil keluaran reaktor 1 menuju reaktor 2	Pompa Slurry	16.7064687	7.50	750	2.469
	Memompa hasil keluaran	Pompa	15.8959939	10	750	2.469



Pompa-06	reaktor 2 menuju rotary drum vacuum filter	sentrifugal				
Pompa-07	Memompa hasil keluaran rotary drum vacuum filter menuju ke UPL	Pompa sentrifugal	29.5078	1.5	750	3.068

II.5.5. Spesifikasi Alat Utilitas

a. Bak Air Bersih (BU-01)

Tugas : Menampung air bersih

Jenis : Bak persegi Panjang

Kondisi Operasi :

Suhu : 30°C

Tekanan : 1 atm

Spesifikasi Bak Air Bersih :

Volume : 555.4631 m³

Panjang : 16.6653 m

Kedalaman : 4 m

Lebar : 8.3326 m

Bahan Kontruksi : Beton bertulang

Harga : \$1,433.51

b. Tangki Klorinasi

Tugas : Mematikan bakteri yang terikut dalam air dengan menambahkan gas klorin

Jenis : Tangki tegak silinder vertikal

Kondisi Operasi :

Suhu : 30°C

Tekanan : 1 atm



Spesifikasi Alat :

Diameter	: 6 m
Panjang	: 1.7792 m
Volume	: 17.094 ft ³
Harga Alat	: \$1,369.08

c. Bak Air Rumah Tangga (BU-02)

Tugas : Menampung air bersih untuk kebutuhan kantor dan minum

Jenis : Bak persegi Panjang

Kondisi Operasi :

Suhu : 30°C

Tekanan : 1 atm

Spesifikasi Alat :

Volume	: 5.8087 m ³
Panjang	: 2.4101 m
Kedalaman	: 2 m
Lebar	: 1.2051 m
Bahan	: Beton Bertulang
Harga Alat	: \$2,357.73

d. Cooling Tower (CT-01)

Tugas : Mendinginkan Kembali air yang telah digunakan di alat-alat

Proses untuk disirkulasi Kembali

Jenis : *Mechanical Induced Draft Counterflow Cooling Tower*

Kondisi Operasi :

Suhu : 30°C

Tekanan : 1 atm

Ukuran Cooling Tower :



Diameter	: 2.038 m
Tinggi	: 9 m
Luas Penampang	: 3.2616 m ²
Daya Motor	: 1.5 Hp
Daya Penggerak fan	: 0.035 Hp/ft ²
Ukuran Bak Basin :	
Panjang	: 1.586 m
Lebar	: 1.586 m
Tinggi	: 1.268 m
Harga Alat	: \$9,583.57

e. Tangki H₂SO₄ (TU-02)

Tugas	: Membuat larutan H ₂ SO ₄ 10% untuk regenerasi penukar kation
Jenis	: Tangki Silinder Tegak
Kondisi Operasi :	
Suhu	: 30°C
Tekanan	: 1 atm
Dimensi Tangki :	
Volume	: 19.838 m ³
Diameter	: 2.4 m
Tinggi	: 4.7 m
Daya Pengaduk	: 20 Hp
Bahan	: Carbonsteel dengan Plastik Lining
Harga Alat	: \$27,381.62

f. Tangki NaOH(TU-03)

Tugas	: Membuat larutan NaOH untuk regenerasi penukar anion
Jenis	: Tangki Silinder Tegak
Kondisi Operasi :	



Suhu	: 30°C
Tekanan	: 1 atm
Dimensi Tangki :	
Volume	: 15.691 m ³
Diameter	: 2.2 m
Tinggi	: 4.4 m
Daya Pengaduk	: 25 Hp
Bahan	: <i>Carbonsteel</i> dengan plastic lining
Harga Alat	: \$15.402.16

g. Anion Exchanger (AE-01)

Tugas : Menghilangkan kadar mineral yang masih terkandung dalam air

Dengan cara mengikat ion-ion negative

Jenis : Tangki silinder tegak vertikal

Kondisi Operasi :

Suhu : 30°C

Tekanan : 1 atm

Waktu Tinggal : 0.5 jam

Spesifikasi Alat :

Diameter Tangki : 1.1 m

Tinggi Tangki : 13.1 m

Tebal Dinding : 1.875 inch

Tebal Head : 0.1875 inch

Volume Resin : 1.3599 m³

Resin yang digunakan : *C-500P* dengan notasi R(OH)₂

Luas Penampang tumpukan : 1.0359 m²

Tinggi Tumpukan : 1.6782 m

Jumlah Unit : 2 unit

Harga Alat : \$205,362.16



h. Kation Exchanger (KE-01)

Tugas : Menghilangkan kadar mineral yang masih terkandung dalam air

Dengan cara mengikat ion-ion positif

Jenis : Tangki silinder tegak vertikal

Kondisi Operasi :

Suhu : 30°C

Tekanan : 1 atm

Waktu Tinggal : 0.5 jam

Spesifikasi Alat :

Diameter Tangki : 1.1 m

Tinggi Tangki : 13.3 m

Tebal Dinding : 1.875 inch

Tebal Head : 0.1875 inch

Volume Resin : 1.5161 m³

Resin yang digunakan : *C-300P* dengan notasi RH₂

Luas Penampang tumpukan : 1.0359 m²

Tinggi Tumpukan : 1.8710 m

Jumlah Unit : 2 unit

Harga Alat : \$205.362.16

i. Bak Air Proses (BU-03)

Tugas : Menampung air untuk proses dan umpan boiler

Jenis : Bak persegi Panjang

Kondisi Operasi :

Suhu : 30°C

Tekanan : 1 atm

Spesifikasi Bak Air Bersih :

Volume : 899.13351 m³

Panjang : 26 m



Kedalaman	: 4 m
Lebar	: 9 m
Bahan Kontruksi	: Beton bertulang
Harga	: \$7,620.68

j. Tangki Kondensat (TU-04)

Tugas	: Menyimpan kondensat <i>steam</i>
Jenis	: Tangki silinder horizontal
Kondisi Operasi :	
Suhu	: 130°C
Tekanan	: 1 atm
Dimensi Tangki :	
Volume	: 2.7088 m ³
Diameter	: 1.1 m
Tinggi	: 3.7 m
Tebal <i>Shell</i>	: 1/5 inch
Tebal <i>Head</i>	: 1/5 inch
Bahan	: <i>Carbonsteel SA-283 grade C</i>
Harga Alat	: \$9.241,30

k. Tangki Umpan Boiler (TU-05)

Tugas	: Menyimpan air umpan boiler
Jenis	: <i>Tanki Boiler Feed Water</i>
Kondisi Operasi :	
Suhu	: 98°C
Tekanan	: 0.0029 atm
Ukuran Tangki Umpan Boiler :	
Volume Tangki	: 3.1867 m ³
Diameter Tangki	: 1.1059 m
Panjang Tangki	: 3.3177 m
Tebal Tangki	: 3/16 inch



Bahan : *Stainless Steel SA-167 Type 316*

Spesifikasi Tray Dearator :

Tipe : *Wire Mesh Perforated Tray*

Ketebalan : 100 mm – 150 mm

Hole Shape : Round

Material : *Stainless Steel*

Diameter Tray : 48 inch

Hole Diameter : 0.08 mm – 0.3 m

Ukuran Tangki Dearator :

Diameter Tangki : 1.1521 m

Tinggi Tangki : 1.7281 m

Tebal Tangki : 3/16

Bahan : *Stainless Steel SA-167 Type 316*

Head Dearator :

Diameter Head : 1.1616 m

Tinggi Head : 0.6288 m

Tebal Head : 3/16 inch

Harga Alat : \$10,268.11

I. Boiler (BO-01)

Tugas : Membuat *steam* jenuh dengan menggunakan air umpan

Boiler

Jenis : *Fire-Tube Boiler*

Kondisi Operasi :

Suhu : 130°C

Tekanan : 0.0029 atm

Jenis Bahan Bakar : Solar

Spesifikasi Alat :

Kapasitas : 254.3411 kg/jam

Produksi Steam : 228.9070 kg/jam



Kebutuhan bahan bakar	: 19.6516 liter/jam
Panjang Boiler	: 1.8115 m
Diameter Boiler	: 0.9185 m
Susunan Tube	: 1.8288 m
Panjang Tube	: 1.8288 m
ID Tube	: 0.0605 m
Jumlah Tube	: 6 buah
Luas per Tube	: 1.9205 m ²
Bahan Tube	: <i>Stainless Steel SA-167 Type 316</i>
Diameter <i>Shell</i>	: 0.9185 m
Tebal <i>Shell</i>	: 0.0064 m
Bahan <i>Shell</i>	: <i>Carbon Steel SA-167 Type 321</i>
Harga Boiler	: \$581,859.46

m. Tangki Bahan Bakar (TU-06)

Tugas	: Menyimpan solar untuk bahan bakar boiler dan Generator
Jenis	: <i>Vertical Conical Tank with Torispherical Roof and Flat Bottom</i>
Kondisi Operasi :	
Suhu	: 32°C
Tekanan	: 1 atm
Waktu Tinggal	: 15 Hari
Spesifikasi Alat :	
Diameter Tangki	: 6.0960 m
Tinggi Tangki	: 12.8016 m
Tinggi Total	: 14.1856 m
Volume Tangki	: 8.9 m ³
Jumlah Plat	: 7
Lebar Plat	: 6 ft



Jenis Head	: <i>Torispherical Roof</i>
Diameter Head	: 20 ft
Tebal Head	: 3/16 inch
Tinggi Head	: 4.541 ft
Volume Head	: 0.392 m ³
Bahan Kontruksi	: <i>Stainless Steel SA-167 Type 316</i>
Harga Alat	: \$10,610.38

Tabel 14. Tebal Shell Tangki Bahan Bakar

Plate ke-	Tinggi Tangki (ft)	Tebal Plate (in)	Dipilih tebal shell (in)
1	42	0.2410	1/4
2	36	0.2240	1/4
3	30	0.2070	1/4
4	24	0.1900	1/4
5	18	0.1731	3/16
6	12	0.1561	3/16
7	6	0.1391	3/16

n. Kompresor Udara (KU-01)

Tugas	: Menekan udara dari 1 atm sampai 4 atm
Jenis	: Kompresor Sentrifugal
Kondisi Operasi :	
Tekanan Masuk	: 1 atm
Tekanan Keluar	: 4 atm
Suhu Masuk	: 32°C
Suhu Keluar	: 89.25°C
Kapasitas Kompresor	: 35.4242 Kg/jam
Daya Penggerak	: 1.3106 Kw



Daya Motor : 2 Hp
Harga Alat : \$184,141.41

o. Blower (BL-0.1)

Tugas : Mengalirkan dan menaikkan tekanan udara
dari lingkungan

Ke tangki Silika (TS-01)

Jenis : Blower Sentrifugal

Kondisi Operasi :

Tekanan Masuk : 1 atm

Tekanan Keluar : 2.021 atm

Suhu : 32°C

Kebutuhan Udara : 35.4858 kg/jam

Kecepatan Udara : 18.1200 ft³/menit

Daya Motor : 1.5 Hp

Harga Alat : \$1,369.08

p. Tangki Silika (TS-01)

Tugas : Menghilangkan uap air yang masih
terkandung dalam udara

Jenis : Tangki silinder tegak

Kondisi Operasi :

Suhu : 32°C

Tekanan : 1 atm

Volume Udara Tekan : 30.8 m³/jam

BM Udara : 28.8 kg/jam

Spesifikasi Alat :

Volume Tangki : 0.5356 m³

Diameter Tangki : 0.699 m

Tinggi Tangki : 1.397 m

Harga Alat : \$3,764.97



q. Tangki Udara Tekan (TU-07)

Tugas	: Menampung udara tekan
Jenis	: Tangki Silinder Horizontal
Kondisi Operasi:	
Tekanan	: 4 atm
Dimensi Tangki :	
Volume Tangki	: 2.31 m ³
Diameter Tangki	: 0.933 m
Panjang	: 2.980 m
Harga Alat	: \$3,422.70

II.5.6. Spesifikasi Pompa Utilitas

Tabel 15. Spesifikasi Pompa Utilitas

Nama	Fungsi	Jenis	Q (m ³ /jam)	Daya (Hp)	Kecepatan motor (rpm)	DP (in)
Pompa Utilitas-01	Memompa air dari bak air bersih menuju tangki klorinasi	Pompa Sentrifugal	18.8053	25	750	3
Pompa Utilitas-02	Memompa air dari tangki klorinasi menuju bak air rumah tangga	Pompa Sentrifugal	0.3933	5.0	750	3/8
Pompa Utilitas-03	Memompa air dari tangki klorinasi menuju cooling tower	Pompa Sentrifugal	16.3628	125.0	750	3/8
Pompa Utilitas-04	Memompa air dari tangki klorinasi menuju anion dan kation exchanger	Pompa Sentrifugal	0.2582	5.0	750	1/4
Pompa Utilitas-05	Memompa air pendingin dari cooling tower ke alat proses	Pompa Sentrifugal	41.8153	2	3000	2 1/2
Pompa Utilitas-06	Mengalirkan NaOH dari Tangki	Pompa Sentrifugal	11.7686	5	3000	1



NASKAH SKRIPSI
PRARANCANGAN PABRIK KIMIA
PRECIPITATED SILICA DENGAN NATRIUM SILIKAT DAN ASAM SULFAT
KAPASITAS PRODUKSI 55.000 TON/TAHUN

	Penyimpanan NaOH menuju					
Pompa Utilitas-07	Mengalirkan H ₂ SO ₄ dari Tangki Penyimpanan H ₂ SO ₄ menuju	Pompa Sentrifugal	14.8783	1	3000	1
Pompa Utilitas-08	Memompa air dari bak air proses ke alat proses dan tangki umpan boiler	Pompa Sentrifugal	12.3001	15	3000	1.50
Pompa Utilitas-09	Memompa air dari tangki air umpan boiler ke boiler	Pompa Sentrifugal	0.2656	15	3000	1 1/2
Pompa Utilitas-10	Memompa air dari tangki kondensat ke tangki air umpan boiler	Pompa Sentrifugal	0.2257	10	3000	1 1/2



BAB III

NERACA MASSA

III.1 Neraca Massa

III.1.1 Neraca Massa Reaktor 1 (R-01)

Tabel 16. Neraca Massa Umpan Reaktor 1(R-01)

Komponen	BM	Masuk		ρ	Fv
		laju mol	laju massa		
	Kg/mol	kmol/jam	kg/jam	Kg/L	L/Jam
Na ₂ O ₃ .3SiO ₂	260.264	36.5010	9499.9066	1.35	7036.96782
H ₂ SO ₄	98.08	36.5010	3580.0220	1.84	1945.664108
SiO ₂	60.08			2.65	
Na ₂ SO ₄	142.04			2.66	
H ₂ O	18.01528	795.0430	14322.9215	1	14322.92151
Total		868.0450376	27402.8500		23305.5534

Tabel 17. Neraca Massa Keluar Reaktor 1(R-01)

Komponen	BM	ρ	Keluar		
			laju mol	laju massa	Fv
	Kg/mol	Kg/L	kmol/jam	kg/jam	L/Jam
Na ₂ O ₃ .3SiO ₂	260.264	1.35	7.7096	2006.5393	1486.325441
H ₂ SO ₄	98.08	1.84	7.7096	756.1606	410.9568407
SiO ₂	60.08	2.65	95.0116	5708.2999	2154.075422
Na ₂ SO ₄	142.04	2.66	28.7914	4089.5317	1537.417933
H ₂ O	18.01528	1.00	823.8739	14842.3185	14842.31854
Total			963.0961941	27402.8500	20431.0942

III.1.2 Neraca Massa Reaktor 2 (R-02)

Tabel 18. Neraca Massa Umpan Reaktor 2 (R-02)

Komponen	BM	ρ	Masuk		
			laju mol	laju massa	Fv
	Kg/mol	Kg/L	kmol/jam	kg/jam	L/Jam
Na ₂ O ₃ .3SiO ₂	260.264	1.35	7.7096	2006.5393	1486.325441



H ₂ SO ₄	98.08	1.84	7.7096	756.1606	410.9568407
SiO ₂	60.08	2.65	95.0116	5708.2999	2154.075422
Na ₂ SO ₄	142.04	2.66	28.7914	4089.5317	1537.417933
H ₂ O	18.01528	1.00	823.8739	14842.3185	14842.31854
Total			963.0962	27402.8500	20431.0942

Tabel 19. Neraca Massa Keluar Reaktor 2 (R-02)

Komponen	BM	ρ	Keluar		
			laju mol	laju massa	Fv
			kg/mol	Kg/L	kmol/jam
Na ₂ O ₃ .3SiO ₂	260.264	1.35	1.8251	474.9953	351.848391
H ₂ SO ₄	98.08	1.84	1.8251	179.0011	97.28320541
SiO ₂	60.08	2.65	114.4308	6875.0000	2594.339623
Na ₂ SO ₄	142.04	2.66	34.6760	4925.3773	1851.645592
H ₂ O	18.01528	1.00	829.7665	14948.4763	14948.47634
Total			982.5234	27402.8500	19843.5932

III.1.3 Neraca Massa Rotary Drum Vacuum Filter (RDVF-01)

Tabel 20. Neraca Massa Rotary Drum Vacuum Filter (RDVF-01)

Komponen	Masuk		Keluar hasil cake		Keluar hasil filtrat	
	laju mol	laju massa	laju mol	laju massa	laju mol	laju massa
	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam
Na ₂ O ₃ .3SiO ₂	1.825052	474.9953			1.825052	474.9953
H ₂ SO ₄	1.825052	179.0011			1.825052	179.0011
SiO ₂	114.4308	6875	114.4308	6875		
Na ₂ SO ₄	34.67599	4925.377			34.67599	4925.377
H ₂ O	829.7665	14948.48	8.297665	149.4848	821.4689	14798.99
Air cucian	817.4451	14726.5			817.4451	14726.5
Total	1799.969	42129.35	122.7284	7024.485	1677.24	35104.87

III.1.4 Neraca Massa Rotary Dryer (RD-01)

Tabel 21. Neraca Massa Rotary Dryer (RD-01)

Komponen	BM	Masuk		Keluar Produk		Ke Cyclone	
	gram/mol	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam

El Galih Jaluputra (121160104)

Asta Rahmad Fitriawan (121160148)



SiO ₂	60.08	114.430	6875	113.274	6805.555	1.1795	70.8617
H ₂ O	18.02	8.29766	149.4848	3.8531	69.4142	0.0838	1.5099
Total		122.728	7024.48	117.128	6874.969	1.2633	72.3716

III.1.5 Neraca Massa Cyclone (CY-01)

Tabel 22. Neraca Massa Cyclone (CY-01)

Komponen	BM	Masuk Cyclone		Keluar Cyclone	
	gram/mol	kmol/jam	kg/jam	Massa Produk(kg/jam)	Masa Waste(kg/jam)
SiO ₂	60.08	1.1795	70.8617	69.4444	1.4462
H ₂ O	18.02	0.0838	1.5099	0.03020	1.4797
Total		1.2633	72.3716	69.4746	2.9259

III.2 Neraca Energi

III.2.1 Neraca Energi Reaktor 1 (R-01)

Tabel 23. Panas Masuk Reaktor 1

Komponen	Mol (kmol/jam)	$\int C_p dT$ (kJ/kmol)	$H = m \int C_p dT$ (kJ/jam)
Na ₂ .3.3SiO ₂	36.5010	1.29E+04	4.72E+05
H ₂ SO ₄	36.5010	3.38E+04	1.23E+06
H ₂ O	795.0430	5.00E+03	3.98E+06
Total	868.0450	5.17E+04	5.68E+06

Tabel 24. Panas Keluar Reaktor 1

Komponen	Mol	$\int C_p dT$ (kJ/kmol)	$H = m \int C_p dT$ (kJ/jam)
	(kmol/jam)		
Na ₂ .3.3SiO ₂	7.7096	1.29E+04	9.98E+04
H ₂ SO ₄	7.7096	3.38E+04	2.60E+05
SiO ₂	95.0116	5.00E+03	4.75E+05
Na ₂ SO ₄	28.7914	1.01E+04	2.91E+05
H ₂ O	823.8739	5.54E+03	4.57E+06
Total	963.096	6.74E+04	5.69E+06



III.2.2 Neraca Energi Reaktor 2 (R-02)

Tabel 25. Panas Masuk Reaktor 2

Komponen	Mol	$\int C_p dT$ (kJ/kmol)	$H = m \int C_p dT$ (kJ/jam)
	(kmol/jam)		
Na ₂ .3.3SiO ₂	7.7096	1.29E+04	9.98E+04
H ₂ SO ₄	7.7096	3.38E+04	2.60E+05
SiO ₂	95.0116	5.00E+03	4.75E+05
Na ₂ SO ₄	28.7914	1.01E+04	2.91E+05
H ₂ O	823.8739	5.54E+03	4.57E+06
Total	963.096	6.74E+04	5.69E+06

Tabel 26. Panas Keluar Reaktor 2

Komponen	Mol	$\int C_p dT$ (kJ/kmol)	$H = m \int C_p dT$ (kJ/jam)
	(kmol/jam)		
Na ₂ .3.3SiO ₂	1.8251	1.29E+04	2.36E+04
H ₂ SO ₄	1.8251	3.38E+04	6.17E+04
SiO ₂	114.4308	5.00E+03	5.73E+05
Na ₂ SO ₄	34.6760	1.01E+04	3.51E+05
H ₂ O	829.7665	5.54E+03	4.60E+06
Total	982.523	6.74E+04	5.61E+06

III.2.3. Neraca Energi Rotary Dryer (RD-01)

Tabel 27. Panas Kristal Basah Masuk

Komponen	Masuk		$\int C_p.dT$	$n \int C_p.dT$
	kg/jam	kmol/jam	kcal/kmol	kJ/jam
SiO ₂	1883.508	31.35	3419.879	107213.2115
H ₂ O	40.95556	2.272784	5491.97	12482.06245
Total	1924.464	33.62278	8911.85	119695.274



Tabel 28. Panas Kristal Keluar

Komponen	Keluar		$\int Cp.dT$	$n\int Cp.dT$
	kg/jam	kmol/jam	kcal/kmol	kJ/jam
SiO ₂	1883.508	31.35	2045.285	64119.68365
H ₂ O	19.02533	1.05579	3385.053	3573.905161
Total	1902.533	32.40579	5430.338	67693.58881

Tabel 29. Beban Panas Untuk Menaikan Suhu Padatan dari Suhu Masuk
Sampai Suhu Bola Basah

Komponen	Masuk		$\int Cp.dT$	$n\int Cp.dT$
	kg/jam	kmol/jam	kcal/kmol	kJ/jam
SiO ₂	1883.508	31.35	3330.162	104400.5929
H ₂ O	40.95556	2.272784	4805.333	10921.48459
Total	1924.464	33.62278	8135.496	115322.0775

Tabel 30. Beban Panas Untuk Menaikan Suhu Padatan dari Suhu Bola Basah
Sampai Suhu Keluar

Komponen	Masuk		$\int Cp.dT$	$n\int Cp.dT$
	kg/jam	kmol/jam	kcal/kmol	kJ/jam
SiO ₂	1883.508	31.35	4704.757	147494.1208
H ₂ O	40.95556	2.272784	6912.25	15710.05162
Total	1924.464	33.62278	11617.01	163204.1724



BAB IV

UTILITAS

Unit utilitas merupakan unit pendukung keberlangsungan proses produksi pada pabrik. Unit ini memegang peranan penting dalam produksi karena tanpa adanya unit ini maka proses produksi tidak dapat bekerja. Unit utilitas pabrik *Precipitated Silica* dengan kapasitas produksi 55.000 ton/tahun ini meliputi unit penyediaan air, penyediaan steam, penyediaan udara tekan, pengadaan listrik, dan penyediaan bahan bakar.

IV.1 Penyediaan Air

Air merupakan kebutuhan pokok dalam pemenuhan kebutuhan proses produksi. Kebutuhan air digunakan sebagai air kebutuhan kantor dan rumah tangga, air pendingin, air proses, serta air hidran dan servis. Pabrik *Precipitated Silica* akan didirikan di daerah Karawang oleh karena itu kebutuhan air diperoleh dari PT Tirta Arum Karawang. Kebutuhan air saat start up sebesar 5807,6355 kg/jam. Berikut adalah rincian pemenuhan kebutuhan air tiap jam :

Kebutuhan Air Total

a. Air Pendingin	= 42701,8265 kg/jam
b. Air Kebutuhan kantor dan rumah tangga	= 381,5633 kg/jam
c. Air Hidran dan Servis	= 263,7047 kg/jam
d. Air Proses	= 14727,5411 kg/jam
<hr/>	
Total kebutuhan air	= 58074,6355 kg/jam



Kebutuhan Air *Make Up*

a. Air yang hilang karena digunakan

Air kebutuhan kantor dan rumah tangga = 381,5633 kg/jam

Air Hidran dan servis = 263,7047 kg/jam

b. Air pada *Cooling Tower*

Air hilang pada *cooling tower* = 331,9095 kg/jam

c. Air Proses

= 14727,5411 kg/jam

d. Water Blowdown

Air yang hilang oleh *Blowdown* = 39,2315 kg/jam

Total Air *Make Up*

= 15743,9501 kg/jam

Uraian Proses Penyediaan Air :

Air dibeli dari PT Tirta Arum Karawang dialirkan menuju Bak Pengendap Awal (BU-01) untuk menampung penyediaan air. Karena air yang dibeli sudah dihilangkan pengotornya untuk selanjutnya air dialirkan menuju Tangki klorin (T-01) untuk dijernihkan. Air dari T-01 didistribusikan sebagai kebutuhan air sanitasi kantor dan rumah tangga (BU-02). Air dari T-01 juga didistribusikan menuju *Cooling Tower* (CT-01) untuk digunakan sebagai media pendingin pada R-01,R-02, dan SF-02. Setelah melalui proses pendingin kemudian air dialirkan kembali menuju CT-01 untuk didinginkan. *Water make up* juga dialirkan menuju CT-01 untuk mengganti air yang menguap selama pendinginan di CT-01 dan untuk mengganti air *blowdown* CT-01.

IV.2 Penyediaan *Steam*

Steam yang digunakan untuk media pemanas dalam pabrik *precipitated silica* merupakan *saturated steam* dengan suhu 130°C sebanyak 4839,6800 kg/jam.



IV.3 Penyediaan Udara Tekan

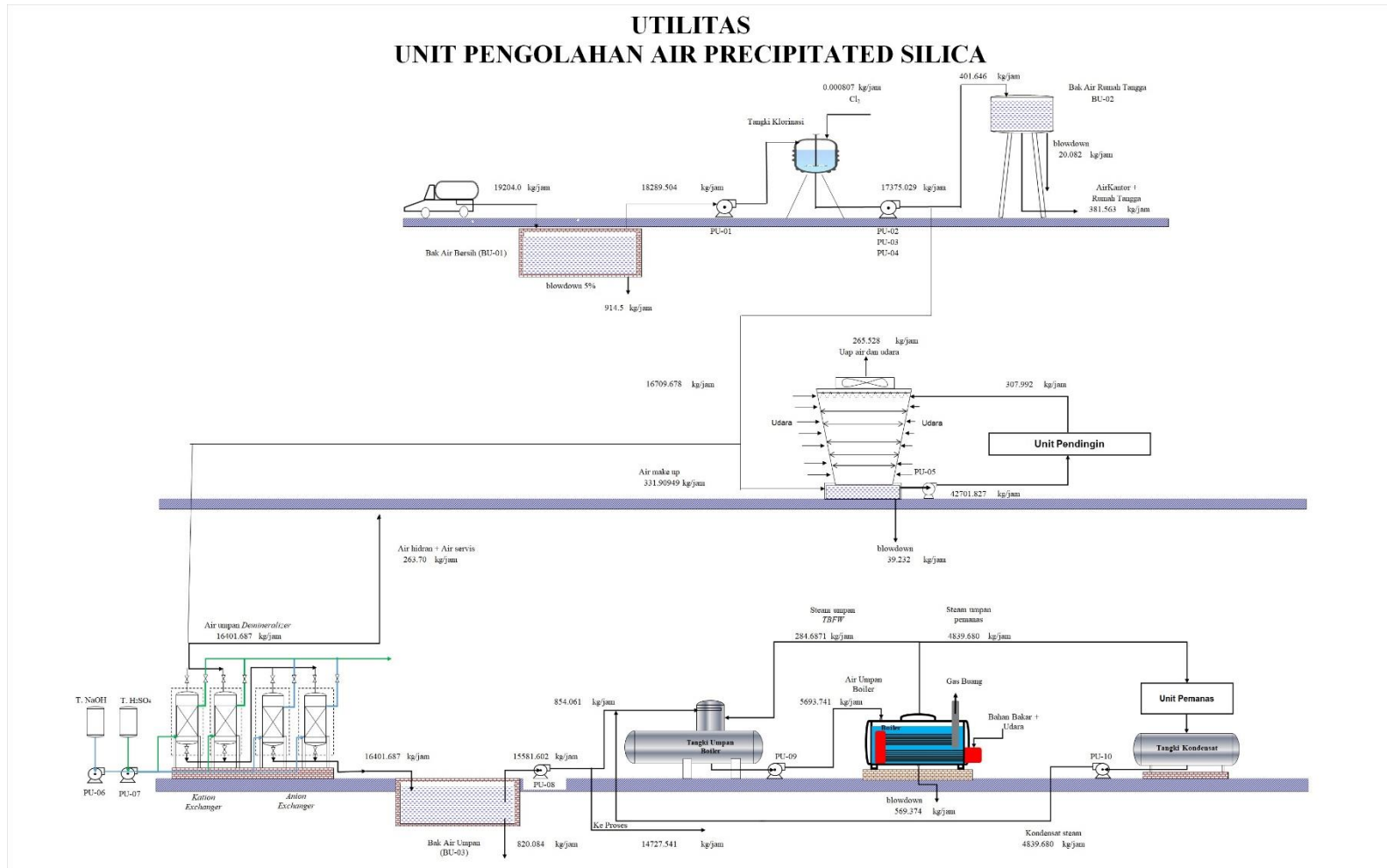
Udara tekan diperlukan untuk penggerak instrument-instrumen pengendali. Pada Pabrik *Precipitated Silica* digunakan udara tekan sebanyak 28m³/jam dengan jumlah instrument kendali sebanyak 14 buah.

IV.4 Penyediaan Listrik

Listrik digunakan untuk menggerakkan motor penggerak alat-alat proses dan utilitas serta untuk penerangan pabrik dan kebutuhan listrik pada alat-alat elektronik perusahaan. Kebutuhan listrik total sebesar 350 kW. Listrik didapat dari PT. PLN terdekat. Apabila terjadi pemadaman oleh PLN atau hal lain, digunakan generator cadangan dengan kekuatan 350 kW.

IV.5 Penyediaan Bahan Bakar

Bahan bakar yang digunakan pada pabrik ini digunakan *Fuel Oil* (solar) untuk membangkitkan energi boiler dan Generator. Bahan bakar yang digunakan diperoleh dari PT. Pertamina. Kebutuhan bahan bakar pabrik ini sebanyak 162.734,6179 liter/tahun.



Gambar 6. Utilitas Unit Pengolahan Air Pabrik Precipitated Silica

El Galih Jaluputra (121160104)
Asta Rahmad Fitriawan (121160148)



BAB V

MANAJEMEN PERUSAHAAN

5.1 Bentuk Badan Usaha

Bentuk perusahaan yang dipilih adalah Perseroan Terbatas (PT) yaitu perusahaan yang terdiri dari pemegang saham dan berbentuk badan hukum. Badan hukum ini disebut perseroan sebab modal badan hukum terdiri atas saham-saham dan kredit dari dalam dan luar negeri. Perseroan terbatas harus didirikan memakai akte autentik. Bentuk perusahaan ini dipimpin oleh seorang direksi yang terdiri dari seorang direktur utama dibantu oleh direktur-direktur.

Direktur dipilih oleh rapat umum anggota, tidak selalu seorang yang dipilih menjadi direktur adalah orang yang memiliki saham, dapat juga orang lain. Pekerjaan direksi sehari-hari diawasi oleh rapat umum para pemilik saham. Dewan komisaris berhak mengadakan pemeriksaan sendiri atau dibantu oleh akuntan pabrik bilan dalam perusahaan ada hal-hal yang kurang beres.

Direksi dan komisaris dipilih kembali oleh rapat umum pemilik saham apabila mereka bersedia setelah masa jabatannya habis. Kekuasaan tertinggi dalam perseroan terbatas adalah rapat umum para pemilik saham yang biasanya diadakan setahun sekali. Modal perusahaan diperoleh dari penjualan saham-saham dan bila perusahaan rugi maka pemilik saham hanya akan kehilangan modalnya saja dan tidak menyinggung harta kekayaan pribadi untuk melunasi hutang-hutangnya.

Dasar pertimbangan pemilihan bentuk perusahaan Perseroan Terbatas adalah sebagai berikut :

1. Kontinuitas perusahaan sebagai badan hukum lebih terjamin sebab tidak tergantung pada pemegang saham, dimana pemegang saham dapat berganti-ganti.



2. Pemegang saham memiliki tanggung jawab terbatas terhadap adanya hutang-hutang perusahaan. Ini berarti resiko pemegang saham hanya terbatas sampai besarnya modal yang disetorkan.
3. Dapat memperluas lapangan usaha karena lebih mudah memperoleh tambahan modal dengan menjual saham-saham baru.
4. Mudah memindahkan hak pemilik dengan penjual saham kepada orang lain.
5. Manajemen dan sosialisasi yang baik memungkinkan pengelolaan sumber-sumber modal secara efisien.
6. Pemegang saham melalui rapat umum dapat memilih Dewan Direksi yang cakap dan berkualitas untuk menjalankan perusahaan.

5.2 Struktur Organisasi

Salah satu faktor yang menunjang kemajuan suatu perusahaan adalah organisasi yang digunakan, karena berhubungan dengan kelancaran komunikasi yang pada akhirnya akan mempengaruhi kinerja perusahaan. Sistem organisasi perusahaan yang dipilih yaitu *system staff and line organization* (sistem garis). Pada sistem ini, garis kekuasaan lebih sederhana dan praktis pada pembagian tugas kerja, dimana seorang karyawan hanya bertanggung jawab pada seorang atasan saja. Kekuasaan mengalir secara langsung dari direksi dan kemudian ke kepala bagian, ke kepala seksi, diteruskan ke karyawan-karyawan dibawahnya dilengkapi dengan staf ahli yang bertugas memberi saran kepada direktur.

5.3 Rencana Kerja Karyawan

Pabrik *Precipitated Silica* ini direncanakan memiliki pekerja sebanyak 165 orang dan beroperasi selama 24 jam sehari secara kontinyu. Jumlah hari kerja 330 hari dalam setahun, sisa hari yang lain digunakan untuk perawatan dan perbaikan. Dalam kerjanya, karyawan dibedakan menjadi dua, yaitu :

1. Karyawan *Non Shift*



Karyawan *non shift* merupakan karyawan yang tidak langsung menangani proses produksi, yang termasuk kelompok ini adalah kepala seksi ke atas dan semua karyawan bagian umum. Jam kerja yang berlaku untuk karyawan non produksi dalam seminggu adalah 6 hari dengan jumlah kerja maksimum 40 jam dalam seminggu dan selebihnya dihitung sebagai lembur. Dimana lembur untuk hari-hari biasa adalah 1,5 kali jam kerja sedangkan pada hari-hari besar (hari libur) adalah 2 kali jam kerja. Adapun jam kerja untuk karyawan non produksi dapat diatur dengan perincian sebagai berikut :

Hari Senin – Jumat : Jam 08.00 – 16.00 WIB

Hari Sabtu : Jam 08.00 – 13.00 WIB

Sedangkan untuk jam istirahat diatur sebagai berikut :

Hari Senin – Jumat : Jam 12.00 – 13.00 WIB

Hari Sabtu : libur

Hari Minggu, hari libur, dan hari besar semua karyawan *non shift* libur.

2. Karyawan *Shift*

Merupakan karyawan yang secara langsung menangani dan terlibat dalam proses produksi atau mengatur bagian-bagian tertentu dari pabrik yang mempunyai hubungan dengan masalah keamanan pabrik serta kelancaran produksi.

Sistem kerja bagi karyawan produksi diatur menurut pembagian *shift* dan dilakukan secara bergiliran. Hal ini dilakukan karena tempat-tempat pada proses produksi memerlukan kerja rutin selama 24 jam secara terus menerus. Pembagian *shift* dilakukan dalam 4 regu, dimana 3 regu mendapat giliran *shift* sedangkan 1 regu libur. Adapun jam kerja *shit* dalam 1 hari diatur dalam 3 *shift* sebagai berikut :



Shift I : Pukul 07:30 – 15:00
Shift II : Pukul 15:30 – 23:30
Shift III : Pukul 23:30 – 07:30

Jam kerja *shift* berlangsung selama 8 jam sehari dan mendapat pergantian *shift* setiap 3 hari kerja sekali. Karyawan *shift* bekerja dengan sistem 3 hari kerja, 1 hari libur. Pada hari minggu dan hari libur semua karyawan produksi tidak libur.

Sedangkan tempat-tempat khusus, seperti bagian keamanan, bagian *control room*, laboratorium, dan utilitas juga dilakukan pembagian kerja yang diatur dalam pembagian *shift* seperti yang telah diatur di atas dan seluruh karyawan mendapat cuti selama 12 hari tiap tahunnya.

Tabel 31. Jadwal *Shift* Kerja Karyawan

Regu	Hari														
	1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
A	I	I		II	II	II		III	III	III		I	I	I	
B		II	II		III	III	III		I	I	I		II	II	
C	II		III	III		I	I	I		II	II	II		III	
D	III	III	I	I	I		II	II	II		III	III	III		
Regu	Hari														
	16	17	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
A		II	II		III	III	III		I	I	I		II	II	
B	II		III	III		I	I	I		II	II	II		III	
C	III	III	I	I	I		II	II	II		III	III	III		
D	I	I		II	II	II		III	III	III		I	I	I	

Keterangan :

1, 2, 3, : Hari kerja

I, II, III : Jam kerja (*shift*)

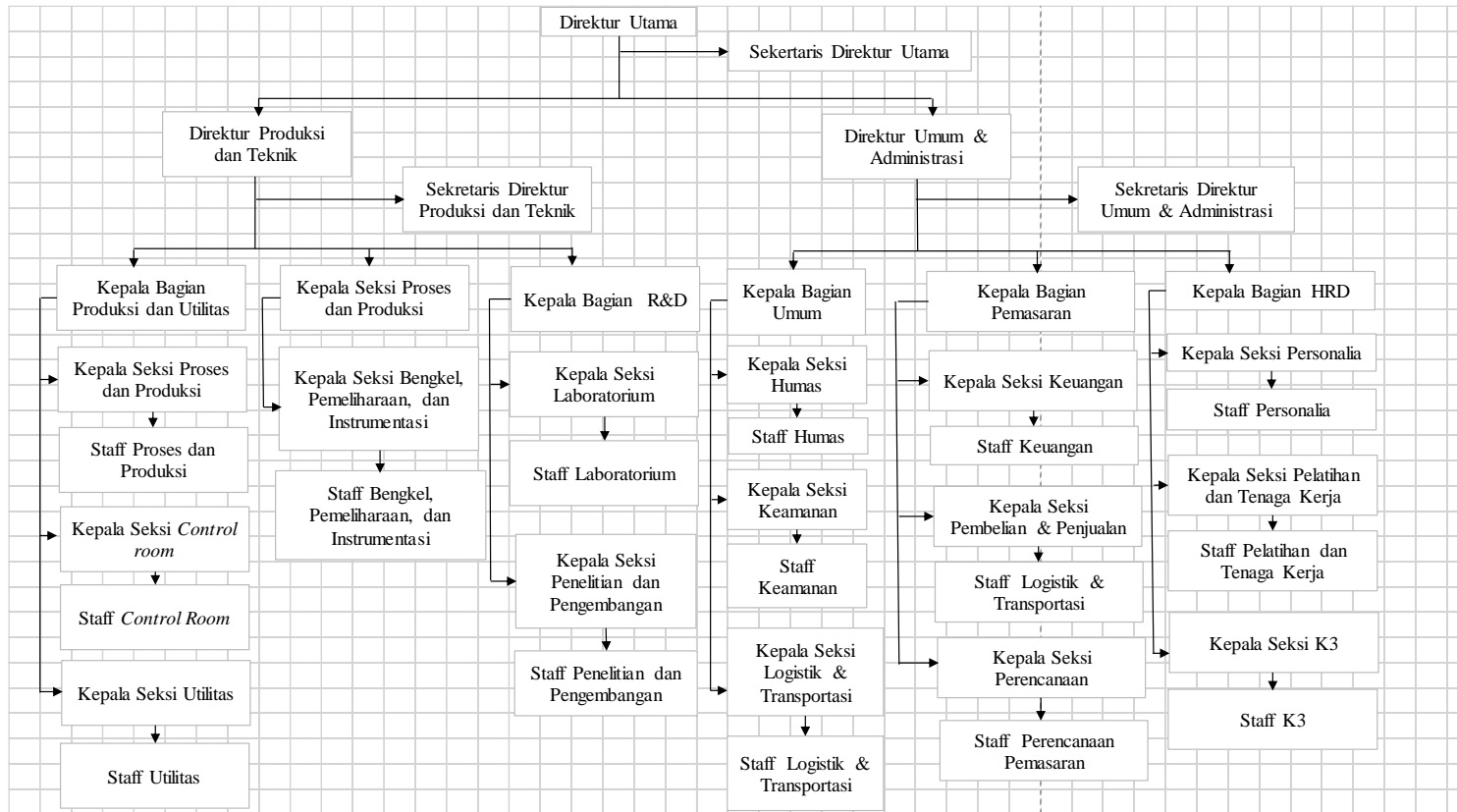
A, B, C, D : Kelompok kerja *shift*



: Libur



NASKAH SKRIPSI
PRARANCANGAN PABRIK KIMIA
PRECIPITATED SILICA DENGAN NARIUM SILIKAT DAN ASAM SULFAT
KAPASITAS PRODUKSI 55.000 TON/TAHUN



Gambar 7. Struktur Organisasi Perusahaan

El Galih Jaluputra (121160104)
Asta Rahmad Fitriawan (121160148)



5.4 Jumlah Karyawan

Jumlah tenaga kerja disesuaikan dengan kebutuhan agar pekerjaan dapat diselesaikan secara efektif. Jumlah tenaga kerja yang direncanakan untuk pabrik ini adalah :

1. Karyawan *Non Shift*

Tabel 32. Karyawan *Non Shift*

No	Jabatan	Jumlah
	Dewan Komisaris	1
A.	Direktur Utama	
1.	Direktur Utama	1
2.	Sekretaris Direktur Utama	1
B.	Direktur Bagian	
1.	Direktur Produksi dan Teknik	1
2.	Sekretaris Direktur Produksi dan Teknik	1
3.	Direktur Umum dan Keuangan	1
4.	Sekretaris Direktur Umum dan Keuangan	1
C.	Kepala Bagian (Kabag)	
1.	Kabag Produksi dan Utilitas	1
2.	Kabag Teknik	1
3.	Kabag R&D	1
4.	Kabag Umum	1
5.	Kabag Pemasaran	1
6.	Kabag HRD	1
D.	Kepala Seksi (Kasi)	
1.	Kasi Proses dan Produksi	1
2.	Kasi <i>Control Room</i>	1
3.	Kasi Utilitas	1
4.	Kasi Bengkel, Pemeliharaan, dan Instrumentasi	1
5.	Kasi Laboratorium	1
6.	Kasi Penelitian dan Pengembangan	1
7.	Kasi Humas	1
8.	Kasi Keamanan	1
9.	Kasi Logistik dan Transportasi	1
10.	Kasi Keuangan	1
11.	Kasi Pembelian dan Penjualan	1
12.	Kasi Perencanaan Pemasaran	1



13.	Kasi Personalia	1
14.	Kasi Pelatihan Tenaga Kerja	1
15.	Kasi K3	1
E.	Staff	
1.	Staff Proses dan Produksi	3
2.	Staff <i>Control Room</i>	3
3.	Staff Utilitas	3
4.	Staff Bengkel, Pemeliharaan, dan Instrumentasi	3
5.	Staff Laboratorium	3
6.	Staff Penelitian dan Pengembangan	3
7.	Staff Humas	3
8.	Staff Keamanan	3
9.	Staff Logistik dan Transportasi	3
10.	Staff Keuangan	3
11.	Staff Pembelian dan Penjualan	3
12.	Staff Perencanaan Pemasaran	3
13.	Staff Personalia	3
14.	Staff Pelatihan Tenaga Kerja	3
15.	Staff K3	3
F.	Kesehatan dan <i>Driver</i>	
1.	Dokter	4
2.	Perawat	4
3.	<i>Driver</i>	4
4.	<i>Cleaning Service</i>	5
Jumlah Karyawan		90

2. Karyawan *Shift*

a. Karyawan *Shift* Bagian Produksi

Tabel 33. Karyawan *Shift* Bagian Produksi

No	Alat Proses	Jumlah Alat	Man/Hour	Jumlah Regu	Jumlah Buruh
1.	Reaktor	2	0,5	4	4
2.	Rotary Drum Vaccum Filter	1	0,25	4	1
3.	Rotary Dryer	1	0,5	4	2
4.	Tangki	2	0,1	4	0,8



5.	Heat Exchanger	3	0,25	4	3
6.	Pompa	7	0,1	4	2,8
7.	Screw Feeder	2	0,1	4	0,8
8.	Bucket Elevator	1	0,1	4	0,4
9.	Silo	1	0,1	4	0,4
Jumlah					15,6

b. Karyawan *Shift* Bagian Utilitas

Tabel 34. Karyawan *Shift* Bagian Utilitas

No	Alat Utilitas	Jumlah Alat	Man/Hour	Jumlah Regu	Jumlah Buruh
1.	Pompa	11	0,1	4	4,4
2.	Tangki klorin	1	0,1	4	0,4
3.	Bak pengendap	2	0,1	4	0,8
4.	<i>Cooling Tower</i>	1	0,2	4	0,8
5.	Boiler	1	0,2	4	0,8
6.	Tangki BBM	1	0,1	4	0,4
7.	<i>Kation Exchanger</i>	1	0,2	4	0,8
8.	<i>Anion Exchanger</i>	1	0,2	4	0,8
9.	Tangki Umpan Boiler	1	0,1	4	0,4
10.	Tangki Kondensat	1	0,1	4	0,4
11.	Tangki H ₂ SO ₄	1	0,1	4	0,4
12.	Tangki NaOH	1	0,1	4	0,4
Jumlah					10,8

c. Karyawan *Shift* Bagian Lain-lain

Tabel 35. Karyawan *Shift* Bagian Lain-lain

No	Jabatan	Jumlah Orang Per Regu	Jumlah Regu	Jumlah Karyawan
1.	Keamanan	2	4	8
2.	Supervisor Produksi dan Utilitas	2	4	8
3.	Listrik dan Instrumentasi	2	4	8
4.	Control Room	2	4	8
5.	Laboratorium	2	4	8
6.	K3	2	4	8
Jumlah				48



$$\begin{aligned} \text{Total untuk Karyawan Shift} &= \text{Karyawan Shift Bagian Produksi} + \text{Karyawan} \\ &\text{Shift Bagian Utilitas} + \text{Karyawan Shift Bagian} \\ &\text{Lain-lain} \\ &= 15,6 + 10,8 + 48 \\ &= 74,4 \\ &= 75 \text{ orang} \\ \text{Total Karyawan} &= \text{Jumlah Karyawan Non Shift} + \text{Jumlah Karyawan} \\ &\text{Shift} \\ &= 90 \text{ orang} + 75 \text{ orang} \\ &= 165 \text{ orang} \end{aligned}$$

5.5 Sistem Penggajian

Sistem penggajian yang berlaku bagi para karyawan adalah sistem yang berupa gaji bulanan yang diberikan setiap awal bulan sekali dengan besarnya gaji didasarkan atas ketentuan sebagai berikut :

1. Jabatan atau Golongan
2. Tingkat Pendidikan
3. Pengalaman Kerja
4. Keahlian

5.6 Fasilitas dan Jaminan Sosial

Untuk meningkatkan kesejahteraan para karyawan maka perusahaan selain memberikan gaji bulanan juga memberikan fasilitas dan jaminan. Sebagai berikut :

1. Tunjangan istri / suami sebesar 25% dari gaji pokok.
2. Tunjangan anak sebesar 2% dari gaji pokok.
3. Cuti selama 12 hari tiap tahun dan mendapat uang cuti sebesar 1 bulan gaji.



Fasilitas dinas yang diberikan pada karyawan atau pimpinan perusahaan sesuai dengan kemajuan dan keuntungan dari perusahaan. Antara lain:

1. Fasilitas air bersih.
2. Fasilitas kesehatan bagi karyawan, istri atau suami dan anak.
3. Memberikan pakaian kerja 2 buah lengkap dengan alat-alat untuk perlindungan terhadap keselamatan kerja sebanyak 2 kali dalam setahun.
4. Fasilitas peribadatan berupa masjid di lingkungan perusahaan.
5. Memberikan uang bonus tiap tahun yang besarnya disesuaikan dengan keuntungan perusahaan dan memberikan uang tunjangan hari raya.
6. Memberikan asuransi kepada karyawan berupa asuransi kesehatan, asuransi kecelakaan, dan asuransi hari tua



BAB VI

EVALUASI EKONOMI

Perhitungan evaluasi ekonomi “Prarancangan Pabrik *Precipitated Silica* dengan Natrium Silikat dan Asam Sulfat Kapasitas Produksi 55.000 Ton/tahun”, meliputi Modal investasi (*Capital Investment*), Biaya produksi (*Manufacturing Cost*), Pengeluaran umum (*General Expense*), Penjualan dan keuntungan (*Sales & Profit*), dan Analisis kelayakan.

Untuk perkiraan harga alat digunakan sumber dari Aries and Newton “*Plant Design and Economics for Chemical Engineers*” dan matche.com. Kurs Dollar Juni 2021, US\$ 1 = Rp 14.253,00 (sumber: www.bi.go.id).

6.1 Modal Investasi (*Capital Investment*)

Modal investasi (*Capital Investment*) merupakan penanaman modal yang berkaitan dengan pengeluaran berupa biaya yang diperlukan untuk membangun fasilitas produksi dan operasi utama dalam pabrik (Aries & Newton, 1955).

a. *Fixed Capital Investment*

Fixed Capital Investment adalah investasi untuk mendirikan fasilitas produksi serta pembuatannya. *Fixed Capital Investment* yang diperlukan sebesar Rp 515.858.207 dan \$ 36.194.009,14.

b. *Working Capital*

Working Capital adalah investasi yang diperlukan untuk menjalankan usaha / modal dari suatu pabrik selama waktu tertentu. *Working Capital* yang diperlukan sebesar Rp 51.585.820.771,85 dan \$ 36.194.009,14.



6.2 Biaya Produksi (*Manufacturing Cost*)

Manufacturing cost adalah biaya yang berhubungan secara langsung dengan proses produksi. *Manufacturing Cost* yang diperlukan sebesar Rp 731.229.679.887,25.

6.3 Pengeluaran Umum (*General Expenses*)

General Expenses adalah pengeluaran umum pabrik yang tidak berhubungan langsung dengan proses produksi, seperti biaya administrasi, laboratorium, dan *research*. *General Expenses* yang diperlukan sebesar Rp 94.416.627.341,40

6.4 Penjualan dan Keuntungan (*Sales and Profit*)

a. *Return on Investment (ROI)*

Return on Investment adalah besarnya keuntungan yang diperoleh setiap tahun berdasarkan pada kecepatan pengembalian modal tetap. Perhitungan ROI sangat penting bagi perusahaan untuk mengetahui kapan modal-modal dapat dikembalikan.

ROI sebelum pajak : 19,21%

ROI sesudah pajak : 18,63%

b. *Pay out Time (POT)*

Pay out Time adalah waktu minimum yang diperlukan untuk mengembalikan modal tetap *Fixed Capital Investment (FCI)* berdasarkan keuntungan tiap tahun.

POT sebelum pajak : 2,15 tahun

POT sesudah pajak : 3,49 tahun

c. *Break Even Point (BEP)*

Break Event Point adalah kondisi di mana perusahaan hanya mampu menjual (%) kapasitas produk yang dimaksud dan hasil penjualannya hanya mampu untuk membayar biaya pengeluaran total



sehingga pabrik tidak utuk maupun rugi. BEP diperoleh pada 42,82% kapasitas produksi.

d. Shut Down Point (SDP)

Shut Down Point adalah kondisi di mana hasil penjualan produk pada (%) kapasitas yang dimaksud hanya mampu membayar pengeluaran yang lain sehingga lebih baik pabrik tutup. SDP terjadi pada 20,14% kapasitas produksi.

e. Discount Cash Flow Rate (DCFR)

Discount Cash Flow Rate merupakan sistem perhitungan tingkat suku bunga usaha dari penerimaan berupa *cash flow* yang dihitung secara periodic per 1 tahun dengan sistem bunga berganda selama masa servis (10 tahun umur pabrik) secara *future to present* dari modal yang ditanamkan.

DCF adalah piranti untuk mengukur apakah sebuah investai menarik atau tidak. Investasi ke pabrik menarik apabila DCF lebih besar dari bunga bank. Dari hasil analisis, DCF yang diperoleh sebesar 21,17%

Anilisis *Dicounted Cash Flow* :

Umur pabrik = 10 tahun

Salvage value = Rp 73.915.401.425,26

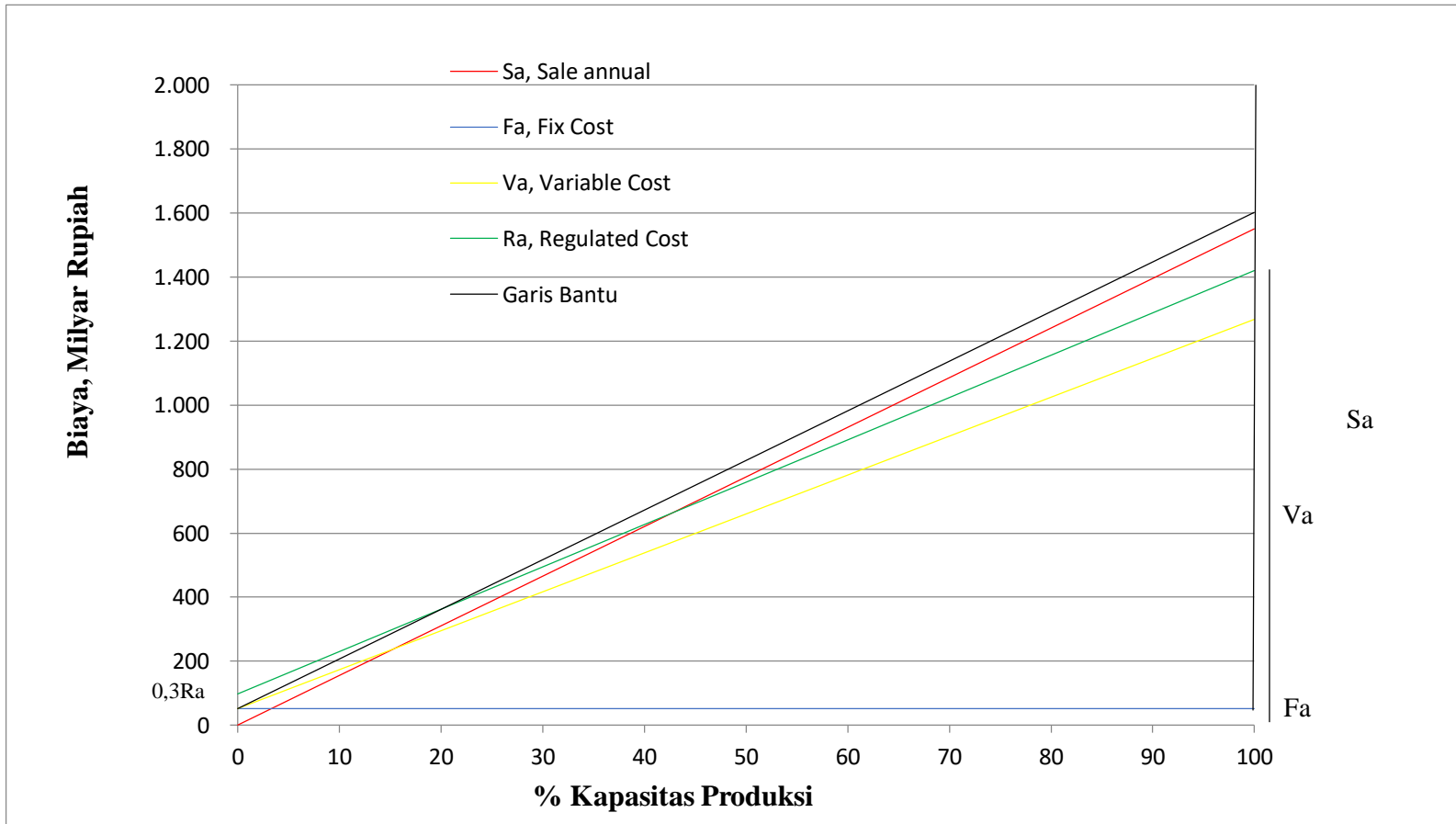
Cash flow = *Annual profit* + *Depresiasi* + *Finance*
= Rp 147.699.198.933,98

f. Harga Jual Produk

Dalam perkiraan penjualan diambil asumsi harga jual produk *precipitated silica* tidak mengalami kenaikan harga selama periode pengembalian modal. Harga jual diperoleh dari harga dasar ditambah keuntungan, kemudian di sesuaikan dengan harga dipasaran.

Harga jual *precipitated silica* = Rp 17.000/kg

Penjualan = Rp 96.113.378.162/tahun



Gambar 8. Grafik antara BEP dan SDP



BAB VII

KESIMPULAN

1. Ditinjau dari teknik yang meliputi pengadaan alat-alat produksi, penerapan teknologi, bahan baku, proses produksi, hasil produksi maka pabrik *Precipitated Silica* dengan Natrium Silikat dan Asam Sulfat kapasitas 55.000 ton/tahun menarik untuk dikaji lebih lanjut.
2. Ditinjau dari segi ekonomi, pabrik *precipitated silica* ini membutuhkan *Fixed Capital Investment* (FCI) Rp Rp 515.858.207 dan *Working Capital* (WC) sebesar Rp 51.585.820.771,85. Analisis ekonomi pabrik *precipitated silica* ini menunjukkan nilai ROI sebelum pajak sebesar 19,21% dan ROI sesudah pajak sebesar 18,63%. Nilai POT sebelum pajak adalah 2,15 tahun dan POT sesudah pajak adalah 3,49 tahun. BEP sebesar 42,82% dan SDP sebesar 20,14% kapasitas produksi, dan DCF sebesar 21,17%. Berdasarkan data evaluasi ekonomi tersebut, maka Pabrik *Precipitated Silica* sesuai dengan persyaratan pabrik beresiko rendah dan layak untuk dikaji lebih lanjut.



DAFTAR PUSTAKA

- Aries, R.S., and Newton, R.D., 1995, *Chemical Engineering Cost Estimation*, Mc. Graw Hill Book Co. Inc., New York.
- Badan Pusat Statistika. 2020. <https://bps.co.id> (diakses pada 20 Mei 2020)
- Badger, W.L., and Banchero. J.T., 1957, *Introduction to Chemical Engineering*, Mc Graw Hill Kogakusha, Ltd. Tokyo, Japan.
- Brown, G.G., 1979, *Unit Operation*, Modern Asia Edition, Charles Tuttle Co., Tokyo
Brownell, L.E., and Young, E.H., 1979, *Process Equipment Design*, Wiley Eastern Limited, New Delhil.
- Coulson, J.M., and Richardson, J.F., 1985, *And Introduction to Chemical Engineering Design*, *Chemical Engineering*, vol 6, Pergamon Press, Oxford.
- Foust, A.A., 1980, *Principles of Unit Operation*, 2nd edition, John Wiley and Sons Inc., New York.
- Kern, D.Q., 1988, *Process Heat Transfer*, Mc. Graw Hill Book Co., Tokyo.
- Kirk, R.E., 1998, and Othomer, D.F., 1966, *Encyclopedia of Chemical Technology*, 3rd edition, volume 1.21
- Levenspiel, O., 1962, *Chemical Reaction Engineering*, 2nd edition, John Wiley and Sons Inc., New York.
- Ludwig, Ernest E. 1873. *Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plant Volume 3*, 3rd. Texas : Gulf Professional Publishing.



- Mc. Cabe, W.L., Smith, J.C., and Harriot, P., 1985, *Unit Operation of Chemical Engineering*, 4th edition, Mc. Graw Hill Book Co., Singapore.
- Rase, H.F., *Chemical Reactor Design Process Plant*, vol. I&II, John Wiley and Sons Inc., New York.
- Robert H. Perry, and Don W.Green., *Perry's Chemical Engineers'*, 8th editon, Mc. Graw Hill Book Co., Singapore.
- Smith, J.M., and Van Ness, H.C., 1975, *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics*, 3rd edition, Mc. Graw Hill Kogakhusa Ltd., Tokyo.
- Treybal, R.E. 1980 . *Mass Transfer Operations Third Edition*. Singapore : McGraw-Hill Book Company.
- Ulman's, 1998, *Encyclopedia Inorganic Chemical and Products*, Vol.5., Wiley-vch, Weinheim.
- Ulrich, G.D., 1984, *A Guide To Chemical Engineering Process Design and Economics*, John Wiley and Sons, Inc., Canada.
- Walas, S.M. 1990. *Chemical Process Equipment Selection and Design*, USA : Bitterworth-Heinemann.
- www.alibaba.com diakses pada 23 Juni 2021
- www.matche.com diakses pada 20 Juni 2021
- Yaws, Carl, 1999, *Chemical Properties Hand Book*, Lamar University, Beaumont, Texas