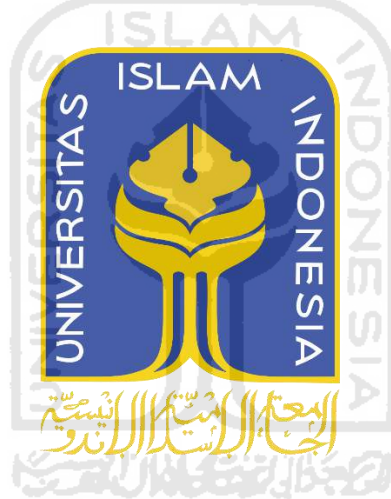


**PRA RANCANGAN PABRIK**  
***SODIUM THIOSULFATE PENTAHYDRATE***  
**DENGAN KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN**

**PERANCANGAN PABRIK**

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



**Oleh :**

**Nama : Septia Permata Sari**

**NIM : 16521245**

**Nama : Yesika Irnawati**

**NIM : 16521267**

**TEKNIK KIMIA**  
**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
**YOGYAKARTA**

**2020**

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL

PRA RANCANGAN PABRIK  
*SODIUM THIOSULFATE PENTAHYDRATE*  
DENGAN KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN

Kami yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Septia Permata Sari

Nama : Yesika Irnawati

NIM : 16521245

NIM : 16521267

Yogyakarta, 5 Agustus 2020

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

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

Tanda Tangan



Septia Permata Sari

NIM : 16521245

Tanda Tangan



Yesika Irnawati

NIM : 16521267

**LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING**

**PRA RANCANGAN PABRIK  
SODIUM THIOSULFATE PENTAHYDRATE  
DENGAN KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN**

**PERANCANGAN PABRIK**



Oleh :

Nama : Septia Permata Sari

Nama : Yesika Irnawati

NIM : 16521245

NIM : 16521267

**Yogyakarta, 15 Agustus 2020**

**Pembimbing I**

  
Kamariah, Dra., M.S.

**Pembimbing II**

  
Tintin Mutiara, S.T., M.Eng.

**LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI**  
**PRA RANCANGAN PABRIK *SODIUM***  
***THIOSULFATE PENTAHYDRATE* DENGAN KAPASITAS**  
**50.000 TON/TAHUN**  
**PERANCANGAN PABRIK**

Oleh :

Nama : Septia Permata Sari

No. Mahasiswa : 16521245

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, 02 Oktober 2020

Tim Penguji

(Kamariah, Dra., M.S.)  
Ketua



(Ariany Zulkania, S.T., M.Eng.)  
Anggota I



(Lucky Wahyu N. S., S.T., M.Eng.)  
Anggota II



Mengetahui :

Ketua Prodi Studi Teknik Kimia  
Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Islam Indonesia



Dr. Suharno Rusdi

**LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI**  
**PRA RANCANGAN PABRIK *SODIUM***  
***THIOSULFATE PENTAHYDRATE* DENGAN KAPASITAS**  
**50.000 TON/TAHUN**  
**PERANCANGAN PABRIK**

Oleh :

Nama : Yesika Irnawati

No. Mahasiswa : 16521267

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, 02 Oktober 2020

Tim Penguji

(Kamariah, Dra., M.S.)  
Ketua



(Ariany Zulkania, S.T., M.Eng.)  
Anggota I



(Lucky Wahyu N. S., S.T., M.Eng.)  
Anggota II



Mengetahui :

Ketua Prodi Studi Teknik Kimia  
Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Islam Indonesia



Dr. Suharno Rusdi

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum Wr., Wb.

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik dan karunia-Nya, sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Shalawat dan salam semoga selalu tercurahkan atas junjungan kita Nabi Muhammad S.A.W, sahabat serta para pengikutnya.

Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik yang berjudul **“PRA RANCANGAN PABRIK SODIUM THIOSULFATE PENTAHYDRATE DENGAN KAPASITAS 50.000 TON PER TAHUN”**, disusun sebagai penerapan dari ilmu teknik kimia yang telah diperoleh selama dibangku kuliah, dan merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Penulisan laporan Tugas Akhir ini dapat berjalan dengan lancar atas bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penyusun ingin menyampaikan terimakasih kepada :

1. Kedua orang tua dan keluarga yang selalu memberikan dorongan semangat, motivasi, dan kasih sayang yang tak terbatas.
2. Bapak Dr. Suharno Rusdi, selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

3. Ibu Kamariah, Dra., M.S. selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan dalam penyusunan dan penulisan Tugas Akhir ini.
4. Ibu Tintin Mutiara, S.T, M.Eng. selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan dalam penyusunan dan penulisan Tugas Akhir ini.
5. Teman – teman saya, teman teman Teknik Kimia 2016 dan kakak-kakak angkatan yang selalu memberikan dukungan, semangat, dan doa.
6. Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu per satu yang telah membantu penyusunan Tugas Akhir ini.

Kami menyadari bahwa didalam penyusunan Tugas Akhir ini didalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan, untuk itu kami mengharapkan kritik dan saran untuk menyempurnakan laporan ini. Akhir kata semoga laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak, Aamiin.

Wassalamu'alaikum Wr., Wb.

Yogyakarta, 5 Agustus 2020

Penyusun

## DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI .....	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL .....	xi
ABSTRAK .....	xiii
ABSTRACT .....	xiv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Penentuan Kapasitas Rancangan Pabrik .....	3
1.3 Ketersediaan Bahan Baku .....	6
1.4 Tinjauan Pustaka .....	6
1.4.1 Pemilihan Proses <i>Sodium Thiosulfate Pentahydrate</i> .....	7
1.4.2 Kegunaan Produk .....	12
BAB II PERANCANGAN PRODUK .....	13
2.1 Spesifikasi Produk .....	13
2.2 Spesifikasi Bahan Baku .....	14
2.3 Pengendalian Kualitas .....	17
2.3.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku .....	18
2.3.2 Pengendalian Kualitas Proses Produksi .....	19
2.3.3 Pengendalian Kualitas Proses Produk .....	20
BAB III PERANCANGAN PROSES .....	21
3.1 Uraian Proses .....	21
3.1.1 Dasar reaksi .....	21
3.1.2 Langkah Proses .....	21
3.1.3 Pengendalian Kualitas Bahan Baku .....	24
3.2 Spesifikasi Alat .....	30



3.2.1	Alat Besar .....	30
3.2.2	Alat Kecil.....	39
3.3	Perencanaan Produksi .....	49
3.3.1	Kapasitas Perancangan .....	49
3.3.2	Analisis Kebutuhan Bahan Baku .....	49
3.3.3	Analisis Kebutuhan Alat Proses .....	50
<b>BAB IV PERANCANGAN PABRIK .....</b>		<b>51</b>
4.1	Penentuan Lokasi Pabrik.....	51
4.1.1	Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik .....	51
4.1.2	Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik .....	53
4.2	Tata Letak Pabrik .....	54
4.3	Tata Letak Alat Proses .....	60
4.3.1	Aliran Bahan Baku .....	60
4.3.2	Aliran Udara .....	60
4.4	Aliran Proses dan Material.....	63
4.4.1	Neraca Massa Total .....	64
4.4.2	Neraca Massa.....	65
4.4.3	Neraca Panas.....	68
4.5	Pelayanan Teknik Utilitas .....	73
4.5.1	Unit Penyediaan Air dan Pengolahan Air ( <i>Water Treatment System</i> ) .....	73
4.5.2	Unit Pembangkit <i>Steam</i> ( <i>Steam Generation System</i> ) .....	104
4.5.3	Unit Pembangkit Listrik ( <i>Power plant System</i> ).....	105
4.5.4	Unit Penyediaan Udara Instrumen ( <i>Instrument Air System</i> ).....	109
4.5.5	Unit Penyediaan Bahan Bakar .....	109
4.5.6	Unit Pengolahan Limbah .....	109
4.5.7	Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) .....	112
4.6	Organisasi Perusahaan .....	113
4.6.1	Bentuk Perusahaan.....	113
4.6.2	Struktur Organisasi .....	115
4.6.3	Tugas Dan Wewenang .....	120
4.6.4	Struktur Karyawan.....	126

4.6.5	Pembagian Jam Kerja Karyawan.....	126
4.6.6	Status, Sistem Penggajian dan Penggolongan Karyawan.....	128
4.6.7	Kesejahteraan Sosial Karyawan .....	132
4.7	Evaluasi Ekonomi .....	134
4.7.1	Harga Alat.....	135
4.7.2	Analisa Kelayakan .....	142
4.7.3	Analisa Keuntungan.....	154
BAB V PENUTUP.....		156
5.1	Kesimpulan .....	156
5.2	Saran.....	158
DAFTAR PUSTAKA .....		159
Lampiran A		
Lampiran B		
Lampiran C		



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Kebutuhan impor <i>Sodium Thiosulfate Pentahydrate</i> .....	3
Gambar 1.2	Diagram alir proses reaksi <i>Sosium Sulfite</i> dan Belerang.....	8
Gambar 1.3	Diagram alir proses hasil samping pembuatan <i>Sulfurdyes</i> .....	9
Gambar 1.4	Diagram alir proses hasil samping produksi <i>Sodium Sulfide</i> .....	10
Gambar 4.1	Peta Lokasi Pabrik.....	57
Gambar 4.2	<i>Layout liniear</i> pabrik <i>Sodium Thiosulfate Pentahydrate</i> .....	59
Gambar 4.3	Tata letak alat proses .....	62
Gambar 4.4	Diagram alir proses kualitatif.....	71
Gambar 4.5	Diagram alir proses kuantitatif.....	72
Gambar 4.6	Diagram alir pengolahan air utilitas .....	77
Gambar 4.7	Blok diagram proses pengolahan limbah cair .....	110
Gambar 4.8	Bagan unit pengolahan limbah padat .....	111
Gambar 4.9	Skema Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL).....	113
Gambar 4.10	Struktur organisasi.....	119
Gambar 4.11	Tahun vs indeks Harga.....	138
Gambar 4.12	Grafik analisa kelayakan .....	155

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Data impor <i>Sodium Thiosulfate Pentahydrate</i> .....	3
Tabel 1.2	Kapasitas pabrik <i>Sodium Thiosulfate Pentahydrate</i> di dunia .....	5
Tabel 1.3	Matrik pemilihan proses.....	11
Tabel 3.1	Neraca massa reaktor .....	28
Tabel 3.2	Spesifikasi <i>Belt Conveyor</i> .....	44
Tabel 3.3	Spesifikasi <i>Bucket Elevator</i> .....	46
Tabel 3.4	Spesifikasi pompa .....	47
Tabel 3.5	Kebutuhan bahan baku.....	50
Tabel 4.1	Luas daerah bangunan.....	58
Tabel 4.2	Neraca massa Total .....	64
Tabel 4.3	Neraca massa Tangki Pelarut (TP-01) .....	65
Tabel 4.5	Neraca massa Reaktor (R-01) .....	65
Tabel 4.6	Neraca massa <i>Centrifuge</i> (CF-01).....	65
Tabel 4.7	Neraca massa <i>Evaporator</i> (EV-01).....	66
Tabel 4.8	Neraca massa <i>Crystallizer</i> (CR-01) .....	66
Tabel 4.9	Neraca massa <i>Centrifuge</i> (CF-02).....	67
Tabel 4.10	Neraca massa <i>Rotary Dryer</i> (RD-01).....	67
Tabel 4.11	Neraca panas Tangki Pelarut (TP-01).....	68
Tabel 4.13	Neraca panas Reaktor (R-01).....	68
Tabel 4.14	Neraca panas <i>Centrifuge</i> (CF-01) .....	69
Tabel 4.15	Neraca panas <i>Evaporator</i> (EV-01) .....	69
Tabel 4.16	Neraca panas <i>Crystallizer</i> (CR-01) .....	69
Tabel 4.17	Neraca panas <i>Centrifuge</i> (CF-02) .....	70
Tabel 4.18	Neraca panas <i>Rotary Dryer</i> (RD-01) .....	70
Tabel 4.19	Kebutuhan air pembangkit <i>steam</i> /panas .....	83
Tabel 4.20	Kebutuhan air proses pendingin.....	84
Tabel 4.21	Kebutuhan air proses.....	87
Tabel 4.22	Spesifikasi pompa .....	100
Tabel 4.23	Kebutuhan listrik proses.....	105
Tabel 4.24	Kebutuhan listrik utilitas.....	106

Tabel 4.25 Rincian kebutuhan listrik .....	108
Tabel 4.26 Jadwal pembagian kelompok <i>shift</i> .....	128
Tabel 4.27 Rincian penggolongan jabatan .....	129
Tabel 4.28 Rincian gaji sesuai jabatan .....	130
Tabel 4.29 Indeks harga alat .....	136
Tabel 4.30 Harga alat proses .....	139
Tabel 4.31 Harga alat utilitas .....	140
Tabel 4.32 <i>Physical Plant Cost</i> (PPC) .....	147
Tabel 4.33 <i>Direct plant Cost</i> (DPC) .....	148
Tabel 4.34 <i>Fixed Capital Investment</i> (FCI) .....	148
Tabel 4.35 <i>Direct Manufacturing Cost</i> (DMC) .....	149
Tabel 4.36 <i>Indirect Manufacturing Cost</i> (IMC) .....	149
Tabel 4.37 <i>Fixed Manufacturing Cost</i> (FMC) .....	149
Tabel 4.38 <i>Manufacturing Cost</i> (MC) .....	150
Tabel 4.39 <i>Working Capital</i> (WC) .....	150
Tabel 4.40 <i>General Expense</i> (GE) .....	150
Tabel 4.41 <i>Total Production Cost</i> (TPC) .....	151
Tabel 4.42 <i>Fixed Cost</i> (Fa) .....	151
Tabel 4.43 <i>Variabel Cost</i> (Va) .....	151
Tabel 4.44 <i>Regulated Cost</i> (Ra) .....	151
Tabel 5.1 Hasil analisa ekonomi .....	157

## ABSTRAK

Pabrik *Sodium Thiosulfate Pentahydrate* dirancang untuk memenuhi kebutuhan di dalam maupun di luar negeri. Kapasitas yang direncanakan dengan bahan baku *Sodium Sulfite* dan *Sulfur* sebesar 50.000 ton/tahun. Pabrik ini beroperasi secara kontinyu selama 330 hari dalam setahun. Pabrik ini direncanakan berdiri di wilayah Gresik, Jawa Timur diatas tanah seluas 37.980 m<sup>2</sup>. Proses pembuatan *Sodium Thiosulfate Pentahydrate* dilakukan dalam Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB). Pada reaktor ini reaksi berlangsung pada fase padat-cair, *irreversible*, eksotermis, pada suhu 80 °C dan tekanan 1 atm, sehingga untuk menjaga suhu reaksi digunakan jaket pendingin.

Pabrik ini digolongkan pabrik beresiko rendah (*low risk*) karena kondisi operasi relatif rendah. Untuk memproduksi *Sodium Thiosulfate Pentahydrate* dengan kapasitas 50.000 ton/tahun diperlukan bahan baku *Sodium Sulfite* sebesar 3.302,523 kg/jam dan *Sulfur* sebesar 831,808 kg/jam. Utilitas pendukung proses meliputi penyediaan air proses sebesar 10.148 kg/jam, penyediaan udara tekan sebesar 57,94272 m<sup>3</sup>/jam, penyediaan listrik sebesar 491,1999 kW diperoleh dari PLN dan 1 buah generator sebesar 1000 kW, dan kebutuhan *fuel oil* sebanyak 424,8246 kg/jam.

Dari analisis ekonomi terhadap pabrik ini menunjukkan keuntungan sebelum pajak Rp 65.435.347.172 /tahun setelah dipotong pajak 25 % keuntungan mencapai Rp 49.076.510.379 /tahun. *Percent Return On Investment* (ROI) sebelum pajak 26,64 % dan setelah pajak 19,98%. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak selama 2,9 tahun dan setelah pajak 3,6 tahun. *Break Even Point* (BEP) sebesar 41,9892%, dan *Shut Down Point* (SDP) sebesar 20,2164%.

Keywords: *Sodium Thiosulfate Pentahydrate*, *Sodium Sulfite*, *Sulfur*, RATB

## ABSTRACT

*Sodium Thiosulfate Pentahydrate factory is designed to meet the needs of Sodium Thiosulfate Pentahydrate at home and abroad. The planned capacity is 50.000 ton / year. This plant operates continuously for 330 days a year. The plant is planned to be located in Gresik, East Java on an area of 37.980 m<sup>2</sup> . The process of making Sodium Thiosulfate Pentahydrate is carried out in a Continuous Flow Stirred – Tank Reactor (CSTR). In this reactor the reaction takes place in the liquid-solid phase, irreversible, exothermic, and isothermal at temperature of 80°C and a pressure of 1 atm. So that to maintain the reaction temperature the cooling jacket is used.*

*This plant is classified as a low risk (low risk) factory due to relatively low operating conditions. To produce Sodium Thiosulfate Pentahydrate of 50.000 ton / year, Sodium Sulfite is needed as much as 3.302,523 kg/hour and Sulfur is 831,808 kg/hour. The process supporting capacity includes the provision of process water of 10.148 kg/hour, the supply of compressed air is 57,94272 m<sup>3</sup>/hour, and the supply of electricity is 491,1999 kW obtained from PLN and 1 generator is 1000 kW and fuel is 424,8246 kg/hour.*

*From the economic analysis of this factory, it shows a pre-tax profit of Rp Rp 65.435.347.172 / year, after tax deduction of 25% profit reaches Rp 49.076.510.379 / year. Percent Return On Investment (ROI) before tax is 26,54 % and after-tax 19,98%. Pay Out Time (POT) before tax for 2,9 years, and after-tax 3,6 years. Break Even Point (BEP) is 41,9892 % , and Shut Down Point (SDP) is 20,2164 %.*

*Keywords: Sodium Thiosulfate Pentahydrate, Sodium Sulfite, Sulfur, CSTR*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Industri kimia merupakan salah satu sektor industri yang sedang dikembangkan di Indonesia. Alasan pengembangan industri kimia ialah adanya peningkatan kebutuhan dalam negeri akan berbagai bahan penunjang dalam industri. Untuk itu perlu adanya pendirian pabrik-pabrik baru yang bukan hanya memenuhi kebutuhan dalam negeri juga berorientasi ekspor. Salah satunya ialah pabrik *Sodium Thiosulfate Pentahydrate* atau sering disebut sebagai *hypo*, selama ini Indonesia masih mengimpor *Sodium Thiosulfate Pentahydrate* untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri.

Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, pendirian pabrik *Sodium Thiosulfate Pentahydrate* dengan bahan baku *Sodium Sulfite* dan *Sulfur* akan dapat memberikan solusi bagi dunia industri kimia di Indonesia. Selain digunakan dalam bidang fotografi, *Sodium Thiosulfate Pentahydrate* banyak digunakan dalam bidang farmasi, industri penyamakan kulit.

Kemudian pada tahun-tahun selanjutnya pada tahun 2017-2020 kebutuhan *Sodium Thiosulfate* semakin meluas dan memiliki prospek yang sangat bagus. Dimana bahan ini cukup efektif digunakan dalam proses pencucian mineral emas. Pencucian mineral atau hasil tambang emas dengan menggunakan larutan *Sodium thiosulfate* dapat mempercepat pemisahan kandungan emas murni dari *ore slurry*-nya. Selain itu saat ini kebutuhan akan



*Sodium Thiosulfate Pentahydrate* banyak digunakan dalam bidang kedokteran mulai dari sebagai bahan penawar racun hingga kemotrapi.

Berdasarkan data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik dan Kementerian Perindustrian Republik Indonesia kebutuhan *Sodium Thiosulfate Pentahydrate* di Indonesia rata – rata pertahunnya sebesar 25.000 ton sedangkan Indonesia sampai saat ini belum memiliki pabrik *Sodium Thiosulfate Pentahydrate*. Melihat data tersebut menunjukkan bahwa kebutuhan akan *Sodium Thiosulfate Pentahydrate* di Indonesia termasuk dalam kapasitas yang besar dan selalu melakukan impor dari negara lain. Oleh karena itu, perlu didirikan pabrik *Sodium Thiosulfate Pentahydrate*, untuk memenuhi kebutuhan *Sodium Thiosulfate Pentahydrate* di dalam negeri.

Melihat prospek yang cukup bagus maka direncanakan didirikan pabrik *Sodium Thiosulfate Pentahydrate* yang merupakan komoditi yang perlu dipertimbangkan pembuatannya di Indonesia, terutama dengan makin ketatnya persaingan dalam dunia industri.

Jika *Sodium Thiosulfate Pentahydrate* bisa diproduksi di dalam negeri, hal ini tentunya akan mengurangi ketergantungan kita pada produk luar, menghemat pengeluaran devisa negara, meningkatkan ekspor dan membangkitkan penguasaan teknologi.

Berdasarkan pada pertimbangan di atas maka pabrik *Sodium Thiosulfate Pentahydrate* dengan bahan baku *Sodium Sulfite* dan *Sulfur* diharapkan mempunyai prospek yang baik.

## 1.2 Penentuan Kapasitas Rancangan Pabrik

Pabrik *Sodium Thiosulfate Pentahydrate* dari *Sodium Sulfite* dan *Sulfur* ini akan dibangun dengan kapasitas 50.000 ton/tahun (berpatokan pada kapasitas ekonomi) untuk pembangunan pabrik di tahun 2024. Penentuan kpasitas ini dapat ditinjau dari beberapa pertimbangan, antara lain :

### a. Kebutuhan / pemasaran Produk di Indonesia

Berdasarkan data statistik kebutuhan *Sodium Thiosulfate Pentahydrate* di Indonesia mengalami peningkatan. Sampai saat ini belum ada pabrik yang memproduksi *Sodium Thiosulfate Pentahydrate* di Indonesia, yang mengakibatkan *Sodium Thiosulfate Pentahydrate* harus diimpor dari luar negeri hal tersebut mengakibatkan meningkatnya nilai impor.

Dari data statistik Biro Pusat Statistik dalam kurun waktu 5 tahun, di Indonesia belum terdapat pabrik yang memproduksi *Sodium Thiosulfate Pentahydrate*. Hal tersebut dapat diketahui dari data import yang semakin bertambah dan ini dapat menjadi peluang pihak industri kimia untuk meningkatkan produksi dalam negeri. Adapun data import *Sodium Thiosulfate Pentahydrate* yang diperoleh dari Biro Pusat Statistik dapat dilihat pada Tabel 1.1 dibawah ini :

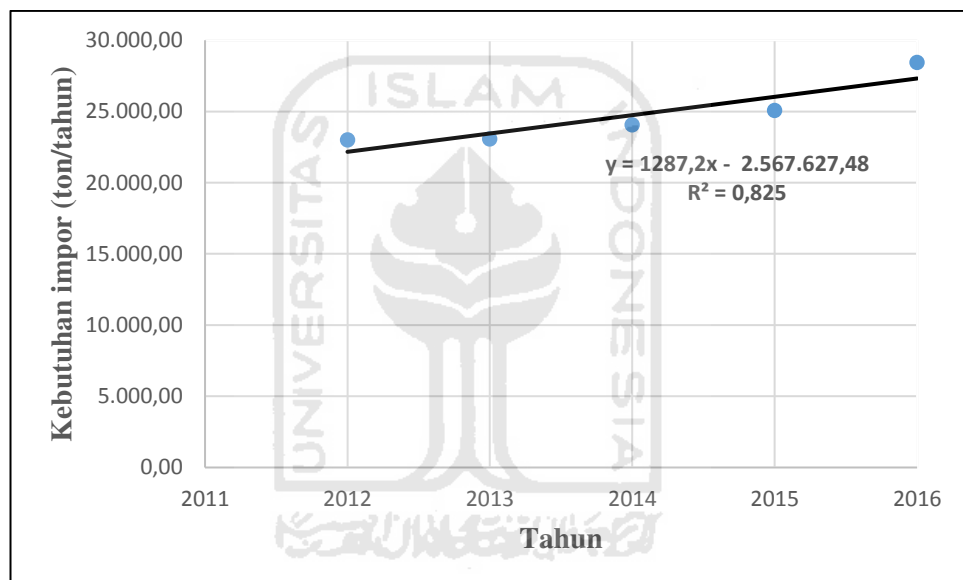
Tabel 1.1 Data impor *Sodium Thiosulfate Pentahydrate*

Tahun	Import (Ton/Tahun)
2016	28.454,147
2015	25.075,962

2014	24.070,008
2013	23.080,700
2012	23.015,912

(Sumber : Biro Pusat Statistik,2012-2016)

Berdasarkan data impor *Sodium Thiosulfate Pentahydrate* diatas dapat dibuat grafik liniera antara data tahun pada sumbu x dan data impor pada sumbu y, sehingga didapat grafik proyeksi *linear* seperti Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Kebutuhan impor *Sodium Thiosulfate Pentahydrate*

Dari persamaan linear pada Gambar 1.1. kebutuhan import *Sodium Thiosulfate Pentahydrate* di Indonesia diperkirakan akan mengalami kenaikan.

Berdasarkan data Biro Pusat Statistik 2012-2016 dan pabrik direncanakan akan berdiri pada tahun 2024, maka kapasitas pabrik dapat diprediksi dengan persamaan :

$$= 1.287,17 x - 2.567.627,48$$

$$= 1.287,17 (2024) - 2.567.627,48$$

$$= 36.604,60 \text{ ton/tahun}$$

Dari tahun ke tahun dimana kebutuhan import *Sodium Thiosulfate Pentahydrate* untuk 2024 sebesar 36.604,60 Ton/tahun.

b. Kapasitas Komersial

Untuk menentukan besar kecilnya kapasitas pabrik yang akan kita rancang, kita harus mengetahui dengan jelas kapasitas pabrik *Sodium Thiosulfate Pentahydrate* yang sudah beroperasi di dalam negeri dan di luar negeri. Di dalam negeri pabrik *Sodium Thiosulfate Pentahydrate* belum ada yang beroperasi. Sedangkan di luar negeri pabrik yang telah beroperasi dalam pembuatan *Sodium Thiosulfate Pentahydrate* dapat dilihat pada Tabel 1.2.

Tabel 1.2. Kapasitas pabrik *Sodium Thiosulfate Pentahydrate* di dunia

Nama Pabrik	Kapasitas Produksi ( ton /tahun )
Germany at Chemiewerse Bad	14.000
Hebei Dougcheng Chemical (China)	14.700
Aqua Chem, Industry	21.000
Tianjin Soda Plant (China)	28.000
Ferro Corp, Baton Rouge, Los Angeles	60.000
Stauffer Chemical Co., South Gate, California	80.000

Dengan pertimbangan antara lain ketersediaan bahan, pemenuhan kebutuhan *Sodium Thiosulfate Pentahydrate* di Indonesia, serta melihat dari kapasitas pabrik yang telah berdiri maka ditetapkan kapasitas rancangan sebesar 50.000 ton/tahun dengan harapan dapat memenuhi kebutuhan dalam

negeri sehingga dapat menekan angka impor, dan sisa kapasitas sebesar 12.395,40 ton/tahun akan di ekspor.

### 1.3 Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku pabrik *Sodium Thiosulfate Pentahydrate* yakni *Sodium Sulfite* diperoleh dengan cara impor dari PT Lianyungang Huaihua International Trade (China) dengan kapasitas ekspor sebesar 600.000 ton/tahun, lalu bahan baku Belerang/*Sulfur* diperoleh dengan cara impor dari Hezhou City Yaolong China dengan kapasitas ekspor sebesar 60.000 ton/tahun, kedua bahan baku tersebut dikirim dari China ke Indonesia melalui pelabuhan Tanjung Perak. Letak pabrik yang berdekatan dengan pelabuhan dan jalan raya yang memudahkan penyaluran dan memperlancar pengadaan bahan baku.

### 1.4 Tinjauan Pustaka

*Sodium Thiosulfate* atau  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  merupakan jenis *Thiosulfate* yang paling dikenal dan banyak digunakan di samping Ammonium Sulfat. *Sodium Thiosulfate* ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) yang di pasaran dikenal dengan nama “Hypo” sering disalah artikan dengan *Sodium Hyposulfit* ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ ) yang secara komersil disebut sebagai *Sodium Hydrosulfit*.

*Thiosulfate* pertama kali dibuat oleh Chaussier pada tahun 1799 dari reaksi *Sodium Sulfate* ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) dan Charcoal. Pada tahun 1813, Gay Lussac menamakan bahan tersebut sebagai *hyposulphite of soda* dan disingkat dengan *hypo*. Nama *Sodium Thiosulfate* baru diberikan oleh Van Wagner pada tahun 1817 dengan tujuan untuk membedakan dari garam *Sulfur* lainnya terutama

*Dithionites* ( $S_2O_4^{2-}$ ) yang juga dikenal dengan nama *Hyposulfite* atau *Hydrosulfite*.

Proses dari *Chaussier* makin lama tergeser oleh proses pembuatan *Sodium Thiosulfate* yang dihasilkan oleh buangan alkali pada *Leblanc Soda Process* dengan cara oksidasi udara dan penambahan *Sodium Sulfate*. Akhirnya proses ini jarang digunakan karena proses *Leblanc* ditinggalkan dan digantikan dengan *Solvay Ammonia Proses* (Kirk & Othmer, 1964).

Dalam dunia perdagangan dikenal 2 macam *Thiosulfate* yaitu *Sodium Thiosulfate Anhydrous* ( $Na_2S_2O_3$ ) dan *Sodium Thiosulfate Pentahydrate* ( $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ ) yang disebut sebagai “*Hypo*”. Penggunaan *Sodium Thiosulfate* terbesar adalah dalam bidang fotografi untuk melarutkan garam perak yang tidak tereduksi pada pencucian film serta dalam industri tekstil sebagai zat antiklor (Riegel, 1949).

Dalam penggunaan di bidang fotografi, kemurnian *Sodium Thiosulfate Pentahydrate* umumnya 99% merupakan kristal tak berwarna berbentuk prisma memanjang dan termasuk system monoklinik. Kristal *Thiosulfate* ini stabil pada kondisi kamar dan meleleh pada suhu  $48^\circ C$ , sedangkan pada suhu  $105^\circ C$  akan terdehidrasi secara sempurna. Pada suhu  $223^\circ C$  bentuk anhydrousnya akan terurai (Ullmann, 1954). menurut reaksi sebagai berikut :



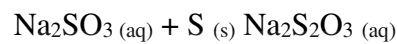
#### 1.4.1 Pemilihan Proses *Sodium Thiosulfate Pentahydrate*

*Sodium Thiosulfate* dapat diproduksi secara komersial dengan beberapa cara yang dapat digolongkan sebagai berikut :

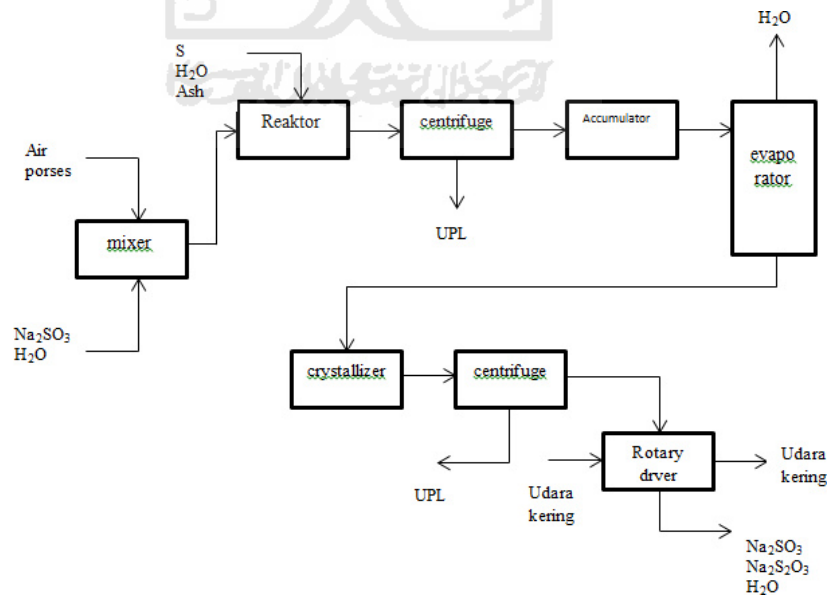
a. Reaksi *Sodium Sulfite* dan Belerang

Larutan *Sodium Sulfite* direaksikan dengan *Sulfur* dengan rasio mol yaitu 1 : 4 dalam suatu Reaktor Alir Tangki Berpengaduk tanpa menggunakan katalis yang beroperasi pada suhu 80 °C dan tekanan 1atm dengan waktu reaksi sekitar 1 jam, maka terbentuklah *Sodium Thiosulfate*.

Reaksi :



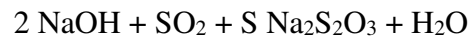
Larutan *Sodium Thiosulfate* yang terbentuk kemudian difiltrasi, dipekatkan dalam evaporator, dikristalkan, kemudian dikeringkan. Dalam proses ini *yield* yang diperoleh sekitar 99%, harga bahan baku *Sulfur relatif* murah serta merupakan cara yang paling umum dipakai dalam industri (Faith & Keyes,1957).



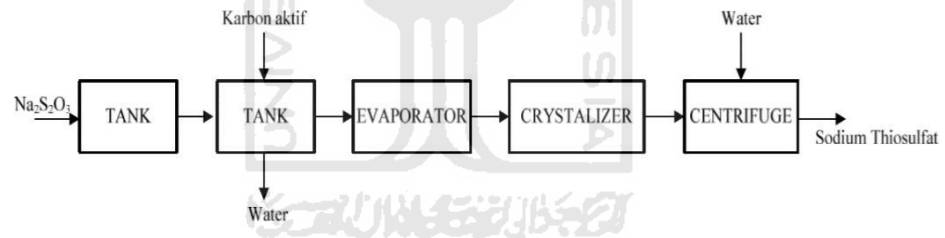
Gambar 1.2 Diagram alir proses reaksi *Sodium Sulfite* dan Belerang

b. Pengambilan dari hasil samping pembuatan *Sulfurdyes*

Reaksi :



Hasil samping pada proses pembuatan *Sulfurdyes* berupa *Sulfur, caustic soda*. Kedua bahan tersebut dilarutkan dalam air. Campuran tersebut diumpankan ke dalam suatu reaktor dimana gas  $\text{SO}_2$  digelembungkan (*bubble*) melalui campuran tersebut. Campuran hasil reaksi dipisahkan dengan filtrasi dan filtratnya dimurnikan dengan karbon aktif, kemudian dipekatkan dan terakhir dilakukan proses kristalisasi. Kemurnian hasil hanya mencapai 96% (Faith & Keyes, 1957).



Gambar 1.3 Diagram alir proses hasil samping pembuatan *Sulfurdyes*

Keuntungan :

- Kemurnian cukup tinggi, sampai 96 %
- Prosesnya sederhana

Kerugian :

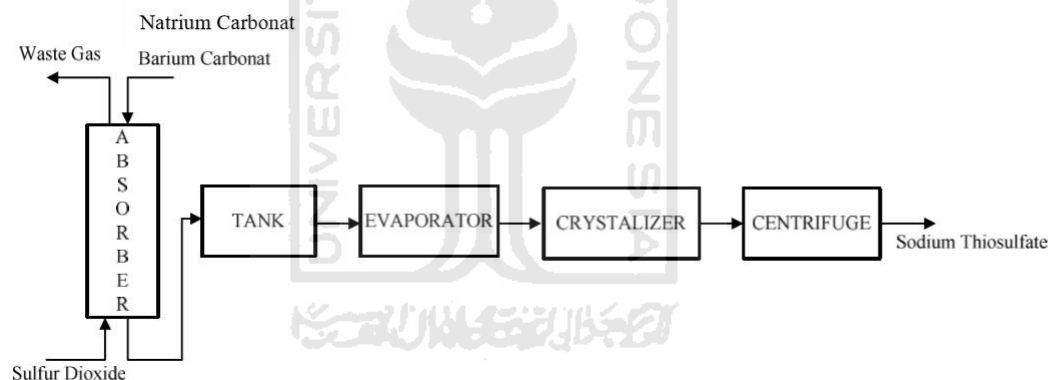
- Bahan bakunya berasal dari pabrik lain, sehingga sangat tergantung pada pabrik lain.



c. Dari hasil samping produksi *Sodium Sulfide*

Hasil samping dari pabrik *Sodium Sulfida* adalah cairan yang mengandung  $\text{Na}_2\text{S}$  8%,. Hasil buangan ini direaksikan dengan gas  $\text{SO}_2$  dalam reaktor gelembung menghasilkan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  yang kemudian difiltrasi, dipekatkan dalam evaporator dan dikristalkan. Kekurangan proses ini adalah harga bahan baku  $\text{Na}_2\text{S}$  relatif mahal. *Yield* yang diperoleh adalah 45%.

Reaksi :



Gambar 1.4 Diagram alir proses hasil samping produksi *Sodium Sulfide*

Keuntungan :

- Prosesnya cukup sederhana

Kerugian :

- Sangat tergantung pada pabrik lain

- *Yield*nya rendah, hanya 45% Untuk memilih proses yang akan digunakan maka didapat perbandingan untuk memilih proses yang paling baik.

Tabel 1.3 Matrik pemilihan proses

<b>Kriteria</b>	<b>Proses 1</b>	<b>Proses 2</b>	<b>Proses 3</b>
Bahan baku	Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> +S (***)	2 NaOH+SO <sub>2</sub> +S (**)	2Na <sub>2</sub> S + 3SO <sub>2</sub> (*)
Fase reaksi	Cair-padat (***)	Cair-gas (**)	Cair-gas (**)
Reaktor	RATB (***)	Gelembung (**)	Gelembung (**)
Proses	Produk (*)	By produk (***)	By produk (***)
<i>Yield</i>	99% (***)	-	45% (*)
EP	US \$ 178,88/kg (***)	US \$ 141,160/kg (***)	US \$ 96,640/kg (***)
Kemurnian	99 % (***)	96% (***)	-
Konversi	99 % (***)	-	-
Σ	22	15	12

Keterangan :

\*\*\* = Baik,      \*\* = Cukup,      \* = Kurang

Dengan pertimbangan teknis pelaksanaan, dan ekonomi serta kelengkapan data maka dipilih Proses 1 yaitu Reaksi *Sodium Sulfite* dan belerang.

### 1.4.2 Kegunaan Produk

Penggunaan *Sodium Thiosulfate Pentahydrate* yang paling banyak adalah dalam bidang fotografi. Dalam bidang fotografi *Sodium Thiosulfate Pentahydrate* digunakan sebagai bahan baku pencuci karena mudah menghancurkan perak bromida yang tereduksi di lapisan film membentuk campuran larutan kompleks perak *Thiosulfate*. Kebutuhan bahan ini untuk bidang fotografi sendiri mencapai 90% dari seluruh kebutuhan *Sodium Thiosulfate Pentahydrate* di bidang yang lain. Bidang fotografi sekarang ini menjadi bidang yang berkembang dan banyak digeluti. Dari tahun ke tahun bidang fotografi semakin maju dan meningkat. Oleh karena itu kebutuhan *Sodium Thiosulfate Pentahydrate* dengan sendirinya juga akan mengalami peningkatan. Selain dibidang fotografi *Sodium Thiosulfate Pentahydrate* juga digunakan pada industri penyamakan kulit sebagai preduksi diklorat klor alum, industri tekstil, kertas, farmasi, proses ekstraksi emas, pemutih wol dan gading.

## BAB II

### PERANCANGAN PRODUK

#### 2.1 Spesifikasi Produk

##### 1. *Sodium Thiosulfate Pentahydrate*

- Sifat fisis
  - Rumus molekul :  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
  - Indeks bias : 1,4886
  - Berat jenis : 1,750 gr/cc
  - Panas pelarutan dalam air (25°C) : -187 J/g
  - Panas jenis padatan : 1,84 J/g.K
  - Tekanan uap pada 33°C : 1,33 Kpa
  - Tekanan uap pada 57°C : 5,60 Kpa
  - Tekanan uap pada 90°C : 31,06 Kpa
  - Tekanan uap pada 120°C : 100,4 Kpa
  - Titik didih : 143,034 °C
  - Titik leleh : 48 °C
  - Berat molekul : 248,19 kg/kmol
  - Kelarutan dalam 100 gr air (0 °C) : 74,7 g
  - Kelarutan dalam 100 gr air (60 °C) : 301,8 g
  - *Spesific gravity* : 1,7-1,75 gr/cc
  - Kemurnian produk : 99,44 %

(Kirk & Othmer, 1964)

- Sifat kimia
  - Larut dalam minyak *turpentine* dan amoniak.
  - Tidak larut dalam alkohol.
  - Higroskopis, Tidak beracun, tidak mudah menguap, mudah digunakan, harga ekonomis, berwarna putih dan berbentuk kristal.

## 2.2 Spesifikasi Bahan Baku

### 1. *Sodium sulfite*

- Sifat fisis
  - Berwarna putih, berbentuk powder, tidak berbau
  - Rumus molekul :  $\text{Na}_2\text{SO}_3$
  - Komposisi
 

<i>Sodium Sulfite</i>	: 99%
Air	: 1%
  - Fase : Padat
  - Indeks bias : 1,565 15
  - *Spesific gravity* : 2,633 gr/cm<sup>3</sup>
  - Titik leleh : 500 °C
  - Titik didih : 600 °C
  - Berat molekul : 126 g/mol
  - Kelarutan, 0°C : 13,9 g/100 g air
  - Kelarutan, 80 °C : 28,3 g/100 g air

### 2. *Sulfur*

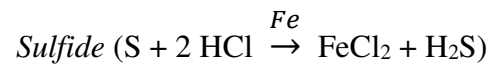
- Sifat fisis

- Berwarna kuning dan berbentuk *powder*
- Rumus molekul : S
- Komposisi
  - Belerang (S) : 99,98%
  - Air : 0,02%
- Indeks bias : 2,9
- *Spesifik gravity* : 2,07 gr/cc
- Titik Leleh : 120 °C
- Titik Didih : 445 °C
- Berat molekul : 32,064 kg/kmol
- Berat Jenis : 1,64 gr/cc (20 °C)
- Kapasitas Panas : 0,18 kal/gr °C
- *Heat of Fusion* : 1,727 kJ/mol
- *Heat of Vaporation* : 45 kJ/mol
- Entalpi Penguapan : 278 j/g (400°C)
- Densitas pada 140 °C : 1.7865 g/cc
- Viskositas pada 120 °C : 0.0017 Pa.s
- Panas Laten Penguapan 200 °C : 308.6 J/g
- Ukuran Bahan : 100 mesh
- *Solubility (cold water)* : Tidak larut
- *Solubility (hot water)* : Tidak larut

- Sifat kimia

- Dengan udara membentuk *Sulfur Dioksida* ( $S + O_2 \rightarrow SO_2$ )

- Dengan *Asam Klorida* dengan katalis Fe akan menghasilkan *Hidrogen Sulfide*



### 3. Air

- Rumus molekul	: H <sub>2</sub> O
- Fase	: Cair
- Warna	: Jernih, tidak berbau
- Berat molekul	: 18,02 g/gmol
- Kemurnian	: 100%
- Titik beku, 1 atm	: 0 °C
- Titik didih, 1 atm	: 100 °C
- Densitas, 25 °C	: 1,027 gr/ml
- Viskositas, 25 °C	: 0,911 cP
- Tekanan Kritis	: 217,66 atm
- Suhu Kritis	: 374,15 °C
- Panas penguapan, 100 °C	: 285,89 Kj/mol
- Panas pengembunan	: 40,85 Kj/mol
- <i>Specific gravity</i>	: 1 gr/cc
- ΔHf	: 241,82 Kj/mol
- ΔGf	: 228,59 Kj/mol

### 2.3 Pengendalian Kualitas

Pengendalian produksi dilakukan untuk menjaga kualitas produk yang akan dihasilkan, dan ini sudah harus dilakukan sejak dari bahan baku sampai menjadi produk. Selain pengawasan mutu bahan baku, bahan pembantu, produk setengah jadi maupun produk penunjang mutu proses. Semua pengawasan mutu dapat dilakukan analisa di laboratorium maupun menggunakan alat kontrol.

Pengendalian dan pengawasan jalannya operasi dilakukan dengan alat pengendalian yang berpusat di *control room*, dilakukan dengan cara *automatic control* yang menggunakan indikator. Apabila terjadi penyimpangan pada indikator dari yang telah ditetapkan atau disett baik itu *flow rate* bahan baku atau produk, *level control*, maupun *temperature control*, dapat diketahui dari sinyal atau tanda yang diberikan yaitu nyala lampu, bunyi alarm dan sebagainya. Bila terjadi penyimpangan, maka penyimpangan tersebut harus dikembalikan pada kondisi atau *set* semula baik secara manual atau otomatis.

Beberapa alat kontrol yang dijalankan yaitu, kontrol terhadap kondisi operasi baik tekanan maupun temperatur. Alat *control* yang harus di *set* pada kondisi tertentu antara lain :

- *Level Control*

Merupakan alat yang dipasang pada bagian atas tangki. Jika belum sesuai dengan kondisi yang ditetapkan, maka akan timbul tanda/isyarat berupa suara dan nyala lampu.

- *Flow Rate*



Merupakan alat yang dipasang pada aliran bahan baku, aliran masuk dan aliran keluar proses.

- *Temperature Control*

Merupakan alat yang dipasang di dalam setiap alat proses. Jika belum sesuai dengan kondisi yang ditetapkan, maka akan timbul tanda/isyarat berupa suara dan nyala lampu.

Jika pengendalian proses dilakukan terhadap kerja pada suatu harga tertentu supaya dihasilkan produk yang memenuhi standar, maka pengendalian mutu dilakukan untuk mengetahui apakah bahan baku dan produk telah sesuai dengan spesifikasi. Setelah perencanaan produksi disusun dan proses produksi dijalankan perlu adanya pengawasan dan pengendalian produksi agar proses berjalan dengan baik.

Kegiatan proses produksi diharapkan menghasilkan produk yang mutunya sesuai dengan standar dan jumlah produksi yang sesuai dengan rencana serta waktu yang tepat sesuai jadwal.

Penyimpangan kualitas terjadi karena mutu bahan baku tidak baik, kesalahan operasi dan kerusakan alat. Penyimpangan dapat diketahui dari hasil monitor atau analisa pada bagian Laboratorium Pemeriksaan. Pengendalian kualitas (*Quality Control*) pada pabrik *Sodium Thiosulfate Pentahydrate* ini meliputi:

### **2.3.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku**

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

sudah sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan untuk proses. Apabila setelah dianalisa ternyata tidak sesuai, maka ada kemungkinan besar bahan baku tersebut akan dikembalikan kepada *supplier*.

### 2.3.2 Pengendalian Kualitas Proses Produksi

Secara umum pengendalian mutu proses dilakukan dengan menggunakan tiga metode yaitu :

1. Pengawasan proses secara langsung

Pada pengendalian mutu ini *team quality control* secara langsung mengawasi dari masing-masing proses, dengan cara memperhatikan perlakuan terhadap aliran bahan baku dan mesin produksi.

2. Pengawasan kondisi parameter mesin

Pada pengawasan proses dengan cara ini lebih ditekankan pada parameter-parameter mesin produksi yang sedang berjalan. Apabila tidak sesuai dengan standar maka harus diatur lagi settingan mesinnya agar memenuhi standar yang telah ditentukan.

3. Pengawasan melalui panel kendali dan pengawasan secara otomatis

Pengendalian proses secara otomatis yang terdapat dalam mesin produksi misalnya keadaan tekanan saat terjadinya reaksi, suhu operasi reaktor, banyaknya material dalam suatu alat dan lain - lain. Apabila terjadi penyimpangan terhadap bahan baku selama proses, maka secara otomatis mesin produksi akan berhenti.

### 2.3.3 Pengendalian Kualitas Produk

Pengendalian produksi dilakukan untuk menjaga kualitas produk yang akan dihasilkan, dan sudah harus dilakukan sejak dari bahan baku sampai menjadi produk. Selain pengawasan mutu bahan baku, bahan pembantu, produk setengah jadi maupun produk penunjang mutu proses, semua pengawasan mutu dapat dilakukan analisa di laboratorium maupun menggunakan alat *control*.



## BAB III

### PERANCANGAN PROSES

#### 3.1 Uraian Proses

##### 3.1.1 Dasar Reaksi

Proses pembuatan *Sodium Thiosulfate Pentahydrate* ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) ini berlangsung didalam reaktor alir tangki berpengaduk (RATB) tanpa menggunakan katalis pada suhu  $80^\circ\text{C}$  dan tekanan 1 atm. Reaksi antara larutan *Sodium Sulfite* dengan *Sulfur* dengan rasio mol yaitu 1 : 4.



##### 3.1.2 Langkah Proses

Proses pembentukan *Sodium Thiosulfate Pentahydrate* dibagi menjadi 3 tahap :

#### 1. Tahap Penyiapan Bahan Baku

##### a. Tahap Penyiapan *Sodium Sulfite*

*Sodium Sulfite* disimpan dalam gudang penyimpanan *Sodium Sulfite* dan *Sulfur* disimpan dalam gudang penyimpanan *Sulfur* pada kondisi  $30^\circ\text{C}$  dan 1 atm. *Sodium Sulfite* 99% dari Gudang (G-01) diangkut menggunakan *Belt Conveyor* (BC-01) menuju *Bucket Elevator* (BE-01). *Sodium Sulfite* diangkut ke atas menggunakan *Bucket Elevator* (BE-01) menuju *Hopper* (H-01) kemudian diumpankan ke Tangki Pelarut (TP-01) untuk dilarutkan

dengan sejumlah air proses pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm dengan rasio mol *Sodium Sulfite* dan air proses adalah 1 : 22. Larutan *Sodium Sulfite* dipanaskan pada suhu 80°C dalam Tangki Pelarut (TP-01) kemudian dialirkan dengan pompa menuju Reaktor (R-01).

b. Tahap Penyiapan *Sulfur*

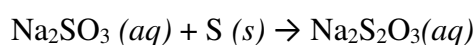
*Sulfur* 99,98 % dari gudang (G-02) diangkut menggunakan *Belt Conveyor* (BC-02) menuju *Bucket Elevator* (BE-02). *Sulfur* diangkut ke atas menggunakan *Bucket Elevator* (BE-02) menuju *Hopper* (H-02) kemudian diumpankan ke Reaktor (R-01).

2. Tahap Pembuatan Produk

a. Tahap Reaksi

Di dalam Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (R-01) terjadi reaksi *Sodium Sulfite* dan *Sulfur* menghasilkan *Sodium Thiosulfate* berlangsung pada fase padat-cair selama 2 jam dengan konversi 99% pada tekanan 1 atm dan suhu 80°C serta bersifat eksotermis, sehingga diperlukan media pendingin. Perbandingan mol *Sodium Sulfite* dengan *Sulfur* yaitu 1 : 4. Reaksi yang terjadi di reaktor adalah sebagai berikut :

Reaksi :



b. Tahap pembentukan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

Dari reaksi di Reaktor terbentuk *Sodium Thiosulfate* dan sisa reaktan. Larutan hasil keluar reaktor tersebut kemudian di pompa menuju *Centrifuge* (CF-01) untuk dipisahkan antara filtrat dan *cake* pada suhu 70°C dan tekanan 1 atm. Filtrat yang sudah terpisah diumpankan menuju Evaporator (EV-01) sedangkan *cake* kembali ke reaktor sebagai recycle.

c. Tahap Pembentukan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

Filtrat yang keluar dari *Centrifuge* (CF-01) diumpankan ke Evaporator (EV-01) pada suhu 100,67 °C dan tekanan 1 atm dipekatkan menjadi 60% agar kondisinya jenuh dengan mengurangi kadar airnya. Hasil atas dari Evaporator (EV-01) berupa uap air yang akan menuju unit pengolahan lain, sedangkan hasil bawah berupa larutan jenuh yang akan di pompa menuju *Heat Exchanger* (HE-01) untuk didinginkan menjadi 44 °C kemudian dialirkan menuju *Crystallizer* (CR-01) untuk dikristalkan membentuk *Sodium Thiosulfate Pentahydrate* dengan tekanan 1 atm.

3. Tahap Pemurnian Produk

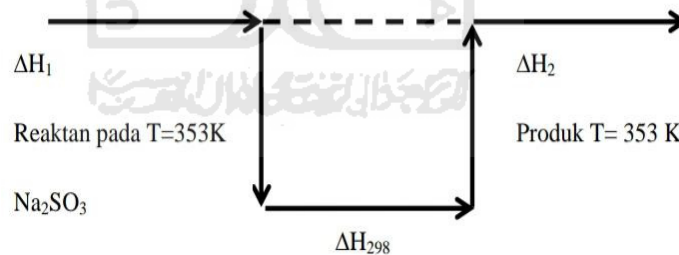
Hasil kristal *Sodium Thiosulfate Pentahydrate* yang terbentuk dipisahkan dari cairannya dengan *Centrifuge* (CF-02) pada suhu 21°C dan tekanan 1 atm. Filtrat dari *Centrifuge* (CF-02) tersebut dialirkan menuju unit pengolahan lain. Kristal *Sodium Thiosulfate Pentahydrate* yang sudah dipisahkan dipindahkan ke *Rotary Dryer*

(RD-01) dengan suhu udara panas 95°C dan tekanan 1 atm untuk mengurangi kandungan air yang terikut saat pemisahan di *Centrifuge* (CF-01) kemudian kristal dengan kemurnian 99,44% diangkut menggunakan *Belt Conveyor* (BC-06) menuju *Bucket Elevator* (BE-04) untuk di angkut ke atas menuju Bin (B-01) kemudian di *packing* dan di simpan dalam gudang produk (G-03).

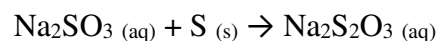
### 3.1.3 Sifat Reaksi

#### 1. Tinjauan Termodinamika

Untuk mengetahui apakah reaksi pembentukan *Sodium Thiosulfate* berjalan secara eksotermis atau endotermis, maka dapat dilakukan dengan menghitung entalpi reaksi total ( $\Delta H_{reaksi}$ ). (Yaws C.L,1999)



Reaksi di reaktor :



$$\Delta H_{298 \text{ K}} = \sum \Delta H_f \text{ produk} - \sum \Delta H_f \text{ reaktan}$$

Data energi pembentukan ( $\Delta H_f$ ) pada suhu 25°C (Lange's, 1934)

sebagai berikut :

$$\Delta H_f \text{Na}_2\text{SO}_3 = -1115,87 \text{ KJ/mol}$$

$$\Delta H_f \text{S} = 0 \text{ KJ/mol}$$

$$\Delta H_f \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = -1132,40 \text{ KJ/mol}$$

$$\Delta H_{298 \text{ K}} = (1. \Delta H_f \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) - (1. \Delta H_f \text{Na}_2\text{SO}_3 + 1. \Delta H_f \text{S})$$

$$= (-1132,4) - (-1115,87 + 0)$$

$$= -16,53 \text{ KJ/mol}$$

$$= -16530 \text{ KJ/kmol}$$

Jadi reaksi pembuatan *Sodium Thiosulfate* merupakan reaksi eksotermis karena nilai  $\Delta H_f$  reaksi negatif.

Untuk mengetahui reaksi berjalan secara spontan atau tidak spontan maka dapat dihitung/lihat energi bebas gibbs. Berikut keterangan :

$$\Delta G_R < 0 \text{ kkal/mol} = \text{Reaksi pasti terjadi}$$

$$0 < \Delta G_R < 50 \text{ kkal/mol} = \text{Reaksi mungkin terjadi}$$

$$\Delta G_R > 50 \text{ kkal/mol} = \text{Reaksi tidak mungkin terjadi}$$

Data  $\Delta G_r$  pada suhu 25°C diperoleh dari Lange's Handbook of Chemistry :

$$\Delta G_r \text{Na}_2\text{SO}_3 = -1010,44 \text{ KJ/mol}$$



$$\Delta G_r S = 0 \quad \text{Kj/mol}$$

$$\Delta G_r \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = -1046 \quad \text{Kj/mol}$$

$$\Delta G_{298 K} = (1. \Delta G_f \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) - (1. \Delta G_f \text{Na}_2\text{SO}_3 + 1. \Delta G_f S)$$

$$= (-1046) - (-1010,44 + 0)$$

$$= -35,56 \quad \text{Kj/mol}$$

$$= -8534,4 \quad \text{kal/mol}$$

$$\Delta G_{353 K} = -R.T \ln K_1$$

$$= -1,987 \text{ kal/mol.K} \cdot 353 \text{ K} \cdot 13,3283$$

$$= -9348,6162 \text{ kal/mol}$$

Dari harga  $\Delta G_{353 K}$  maka disimpulkan bahwa reaksi pasti terjadi dan bersifat spontan.

Untuk mengetahui apakah reaksi *irreversible* atau *reversible* maka dapat ditinjau dari harga kesetimbangan. Berikut perhitungan untuk mencari harga K :

$$R = 1,987 \text{ kal/mol.K}$$

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

$$\Delta G_{298 K} = -8534,4 \text{ kal/mol}$$

$$\ln K_{298} = \frac{\Delta G_{298 K}}{-R.T}$$

$$= \frac{-8534,3 \text{ kal/mol}}{-1,987 \frac{\text{kal}}{\text{mol.K}} \cdot 298 \text{ K}}$$

$$= 14,4132$$

$$K_{298} = 2,6681$$

$$\ln K_{353} - \ln K_{298} = -\frac{\Delta H \text{ reaksi}}{R} \times \left[ \frac{1}{T_{353}} - \frac{1}{T_{298}} \right]$$

$$\ln K_{353} = -\frac{\Delta H \text{ reaksi}}{R} \times \left[ \frac{1}{T_{353}} - \frac{1}{T_{298}} \right] + \ln K_{298}$$

$$= -\frac{4122,9935}{1,987 \frac{\text{kal}}{\text{mol.K}}} \times \left[ \frac{1}{353} - \frac{1}{298} \right] + 14,4132$$

$$= 13,3293$$

$$K_{253} = 614.337,6656$$

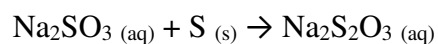
Harga konstanta kesetimbangan reaksi ( $K > 1$ ) pada suhu  $80^\circ\text{C}$  dengan demikian reaksinya bersifat *irreversible*.

## 2. Tinjauan Kinetika

Data yang didapat dari literatur sebagai berikut :

- Kondisi Operasi :  $80^\circ\text{C}$ , 1 atm (US Patent 1,219,819)
- Waktu Reaksi : 2 jam (US Patent 1,219,819)
- Rasio mol  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  : S :  $\text{H}_2\text{O}$  : 1 : 4 : 22 (US Patent 1,219,819)
- Konversi : 99 % (Kiek&Othmer,1964)

Reaksi di reaktor :



Secara kinetika persamaan reaksi diatas dapat dituliskan sebagai berikut :



Berdasarkan Jurnal Penelitian Department of General and Inorganic Chemistry, Indian Institute of Science, Bangalore “*The Reaction Between Sodium Sulphite and Sulphur*” bahwa reaksi termasuk reaksi heterogen berorde 1 dengan rasio mol  $\text{Na}_2\text{SO}_3 : \text{S}$  adalah 1 : 4 dimana *Sodium Sulfite* sebagai *limiting* reaktan.

- Persamaan kinetika

$$-r_A = k \cdot C_A$$

- Neraca mol terhadap A

$$R_{in} - R_{out} + R_{gen} = R_{acc}$$

$$V_A \cdot C_{A0} - V_A \cdot C_A + (-r_A \cdot V) = \frac{d(C_A \cdot V)}{dt}$$

- Stoikiometri

Tabel 3.1 Neraca massa reaktor

Komponen	Mula-mula	Reaksi	Sisa
A	$N_{A0}$	$- N_{A0} \cdot X_A$	$- N_{A0} \cdot (1 - X_A)$
B	$N_{B0}$	$- N_{A0} \cdot X_A$	$N_{B0} - N_{A0} \cdot X_A$
C	-	$+ N_{A0} \cdot X_A$	$+ N_{A0} \cdot X_A$

Karena memakai RATB maka  $V=V_0$

$$C_B = \frac{N_B}{V_0} = \frac{N_{B0} - N_{A0} \cdot X_A}{V_0}$$

$$= \frac{N_{A0} \cdot \left( \frac{N_{B0}}{N_{A0}} - X_A \right)}{V_0}$$

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

$$C_A = \frac{N_A}{V_0} = \frac{N_{A0} \cdot (1 - X_A)}{V_0}$$

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

Maka :

$$-r_A = k \cdot C_A$$

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

- Kombinasi

Steady State maka  $\frac{d(C_A \cdot V)}{dt} = 0$

$$V_0 \cdot C_{A0} - V_0 \cdot C_A + (-r_A \cdot V) = \frac{d(C_A \cdot V)}{dt}$$

$$V_0 \cdot C_{A0} - V_0 \cdot C_A + (-r_A \cdot V) = 0$$

$$V_0 \cdot C_{A0} - V_0 \cdot C_{A0} \cdot (1 - X_A) = k \cdot C_{A0} \cdot (1 - X_A) \cdot V$$

$$V_0 \cdot C_{A0} \cdot X_A = k \cdot C_{A0} \cdot (1 - X_A) \cdot V$$

$$\frac{V}{V_0} = \frac{C_{A0} X_A}{-r_A}$$

$$t = \frac{V \cdot C_{A0}}{V_0}$$

$$t = \frac{V}{V_0}$$

## 3.2 Spesifikasi Alat

### 3.2.1 Alat Besar

#### a. Tangki Pelarut

Kode : TP-01

Tugas : Mencampurkan *Sodium Sulfite* ( $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ) dan air proses ( $\text{H}_2\text{O}$ )

Tipe : Tangki *silinder vertical* dengan *torispherical dished*

Kapasitas : 9914,1320 kg/jam

Bahan : *Carbon Steel*

#### Kondisi operasi

Tekanan : 1 atm

Suhu : 80 ° C

#### Dimensi tangki

Diameter tangki : 1,2151 m

Tebal *shell* : 0,1875 in

Tinggi tangki : 2,0429 m

#### Dimensi head

Bentuk : *Torispherical dished head*

Tebal *head* : 0,25

Tinggi *head* : 0,2771 m

Tinggi total : 2,5970 m

**Pengaduk**

Pengaduk Tipe	: <i>Flat blade turbine impeller</i>
Diameter	: 15,9464 in = 0,4050 m
Kecepatan putar	: 268 rpm
<i>Power</i>	: 15 Hp
Jumlah <i>baffle</i>	: 4 buah

**Pemanas**

Pemanas Pemanas	: <i>Jaket steam</i>
Diameter jaket	: 1,4786 m
Tinggi jaket	: 2,4271 m
Jumlah <i>steam</i>	: 1.863.621,77 kJ/jam
Harga	: \$ 34.326

**b. Reaktor**

Kode	: R-01
Tugas	: Mereaksikan <i>Sodium Sulfite</i> ( $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ) dan <i>Sulfur</i> (S) membentuk <i>Sodium Thiosulfate</i> ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ )
Tipe	: Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB)
Jumlah	: 1 buah
Volume	: 31,97 m <sup>3</sup>
Bahan	: <i>Stainless stell</i> (SA-167, tipe : 316 11)

**Kondisi operasi**

Tekanan	: 1 atm
---------	---------

Suhu : 80 ° C

### **Dimensi tangki**

Diameter tangki : 2,8735 m

Tebal *shell* : 0,25 in

Tinggi tangki : 4,8911 m

### **Dimensi head**

Bentuk : *Torispherical dished head*

Tebal *head* : 0,25 in

Tinggi *head* : 0,5759 m

Tinggi total : 6,0430 m

### **Pengaduk**

Pengaduk Tipe : *Flat blade turbine impeller*

Diameter : 37,7094 in = 0,9578 m

Kecepatan putar : 104 rpm

*Power* : 75 Hp

Jumlah *baffle* : 4 buah

### **Isolator**

Bahan isolator : *Polyisocyanurate*

Tebal isolator : 2,28 cm = 0,0228 m

### **Pendingin**

Pemanas Pemanas : Jaket pendingin

Diameter jaket : 3,1402 m

Tinggi jaket : 5,8449 m

Jumlah pendingin : 403.001,6589 kj/jam

Harga : \$ 573.329

**c. Centrifuge-01 (CF-01)**

Kode : CF-01

Tugas : Memisahkan padatan S, dari *mother liquor*  
nya

Jenis : *Reciprocating centrifuge*

Jumlah : 1 Buah

Kapasitas : 17.135,7342 kg/jam

**Kondisi operasi**

Tekanan : 1 atm

Suhu : 70 ° C

**Dimensi**

Diamater : 1,2192 m

Panjang basket : 1,8450 m

**Motor**

Kecepatan putar : 3500 rpm

*Power* : 30 HP

Harga : \$ 324.005

**d. Evaporator-01 (EV-01)**

Kode : EV-01

Tugas : Menguapkan air dari produk reaktor

Jenis : *Horizontal tube*



Bahan Kontruksi : *Carbon steel*

**Kondisi operasi**

Tekanan : 1 atm

Suhu : 100,67 °C

Luas transfer panas : 869,7209 ft<sup>2</sup>

**Dimensi**

Diameter tangki : 1,3693 m

Panjang tangki : 4,1078 m

Tebal dinding : 0,1875 in

*Tube* : 0,75 in OD; 16 BWG; L = 20 ft; Nt = 222

**Dimensi head**

Tipe *head* : *Torispherical dished head*

Tebal *head* : 0,1875 in

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 194.125

**e. *Crystallizer-01 (CR-01)***

Kode : CR-01

Tugas : Mengkristalkan *Sodium Thiosulfate* dalam *aqueous* menjadi padatan kristal

Jenis : *Circulating-Liquor-Looled-Crystallizer*

Jumlah : 1 Buah

Kapasitas : 8.207,0821 kg/jam

Bahan : *Stainless steel*

**Kondisi operasi**

Tekanan : 1 atm

Suhu : 44 ° C

**Dimensi**

Diameter : 1,0160 m

Tinggi : 1,0160 m

Panjang : 2,4384 m

**Pendingin**

Media : Air

Pendingin : 78.337,1460 kg/jam

Harga : \$ 101.005

**f. Centrifuge-02 (CF-02)**

Kode : CF-02

Tugas : Memisahkan kristal  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  dari  
*mother liquor*-nyaJenis : *Reciprocating centrifuge*

Jumlah : 1 Buah

Kapasitas : 8.207,0821 kg/jam

**Kondisi operasi**

Tekanan : 1 atm

Suhu : 21 ° C

**Dimensi**

Diamater : 1,2192 m

Panjang basket : 0,0160 m

**Motor**

Kecepatan putar : 2500 rpm

*Power* : 20 HP

Harga : \$ 324.005

**g. Rotary Dryer-01 (RD-01)**

Kode : RD-01

Tugas : Mengeringkan Kristal *Sodium Thiosulfate*

*Pentahydrate*

Jenis : *Direct contact-counter current rotary dryer*

Jumlah : 1 unit

Bahan konstruksi : *Carbon Steel*

**Kondisi operasi**

Tekanan : 1 atm

Suhu : 38,5 °C

**Dimensi**

Diameter : 1,0590 m

Panjang : 7,4130 m

Kecepatan putar : 10 rpm

Kemiringan : 0,0239 ft/ft

Jumlah *flight* : 3 buah

Waktu tinggal : 6,1675 menit

Daya : 3 Hp

Harga : \$ 31.241,65

**h. Gudang Penyimpanan  $\text{Na}_2\text{SO}_3$**

Kode : G-01

Tugas : Menyimpan bahan baku *Sodium Sulfite*  
( $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ) untuk operasi selama 1 bulan

Waktu penyimpanan : 30 hari

Jumlah : 1 unit

Volume gudang : 1.083,6992 m<sup>3</sup>

**Kondisi penyimpanan**

Tekanan : 1 atm

Suhu : 30 °C

**Dimensi**

Panjang : 11 m

Tinggi : 10 m

Lebar : 10 m

**i. Gudang Penyimpanan S**

Kode : G-02

Tugas : Menyimpan bahan baku *Sulfur (S)* untuk  
operasi selama 1 bulan

Waktu penyimpanan : 30 hari

Jumlah : 1 unit

Volume gudang : 351,2620 m<sup>3</sup>

**Kondisi penyimpanan**

Tekanan : 1 atm

Suhu : 30 °C

**Dimensi**

Panjang : 10 m

Tinggi : 6 m

Lebar : 6 m

**j. Gudang Penyimpanan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$**

Kode : G-02

Tugas : Menyimpan produk *Sodium Thiosulfate*

*Pentahydrate* ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) untuk

operasi selama 1 bulan

Waktu penyimpanan : 30 hari

Jumlah : 1 unit

Volume gudang : 2697,5991 m<sup>3</sup>

**Kondisi penyimpanan**

Tekanan : 1 atm

Suhu : 30 °C

**Dimensi**

Panjang : 32,5 m

Tinggi : 10 m

Lebar : 10 m

### 3.2.2 Alat kecil

#### a. *Heat Exchanger*

Kode : HE-01

Fungsi : Mendinginkan larutan keluar Evaporator (EV) sebelum masuk *Crystallizer* (CR) dari 100,67 °C menjadi 44 °C.

Jenis : *Shell and Tube Heat Exchanger*

Beban Panas : 1.281.073 kJ/jam.

#### *Shell Side*

Ukuran : 12 in ID

*Pass* : 1 *pass*

*Baffle space* : 12 in

Fluida : Air pendingin 30 °C

#### *Tube Side*

Ukuran : 1 in OD, 16 BWG, 16 ft

Susunan : 1,25 in *triangular pitch*

*Passes* : 8 *pass*

Jumlah *Tube* : 50 *tubes*

Luas transfer panas : 210,5424 ft<sup>2</sup>

Fluida : Larutan dari Evaporator (EV)  
 Jumlah : 1 buah  
 Harga : \$ 22.381

**b. Heat Exchanger**

Kode : HE-02  
 Fungsi : Memanaskan umpan udara masuk ke  
*Rotary Dryer (RD-01)*

Tipe : *Double pipe*  
 Bahan : *Carbon steel*  
 Luas transfer : 21,7548 ft<sup>2</sup>  
 Beban panas : 272.608,2643 kJ/jam

**Spesifikasi**

• *Annulus*

Fluida : Udara kering  
 Ukuran pipa : IPS = 3; Sch. 40  
 ID : 2,9304 in = 0,0744 m

• *Inner pipe*

Fluida : udara  
 Ukuran pipa : IPS = 2; Sch. 40  
 ID : 2,3796 in = 0,0604 m  
 Panjang *tube* : 3,6576 m  
*Hair pin* : 3

Harga : \$ 1.392

**c. Hopper (H-01)**

Kode : H-01

Fungsi : Menyimpan sementara  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  sebelum di  
umpankan ke Tangki Pelarut (TP-01)

Jenis : Tangki *silinder vertical* dengan *conical  
bottom head*

Material : *Carbon steel*

Volume : 3,3116 m<sup>3</sup>

**Dimensi**

Tinggi total : 3,1832 m

Diameter atas : 1,2483 m

Diameter bawah : 0,1248 m

Tebal *shell* : 0,1875 in

Harga : \$ 6.494

**d. Hopper (H-02)**

Kode : H-02

Fungsi : Menyimpan sementara S sebelum di  
umpankan ke *Reaktor* (RE-01)

Jenis : Tangki *silinder vertical* dengan *conical  
bottom head*

Material : *Carbon steel*

Volume : 1,0734 m<sup>3</sup>



**Dimensi**

Tinggi total	: 2,1866 m
Diameter atas	: 0,8575 m
Diameter bawah	: 0,0858 m
Tebal <i>shell</i>	: 0,1875 in
Harga	: \$ 3.827

**e. Hopper (H-03)**

Kode	: H-03
Fungsi	: Menyimpan sementara <i>recycle</i> sebelum di umpankan ke Reaktor (R-01)
Jenis	: Tangki <i>silinder vertical</i> dengan <i>conical bottom head</i>
Material	: <i>Carbon steel</i>
Volume	: 3,8024 m <sup>3</sup>

**Dimensi**

Tinggi total	: 3,3333 m
Diameter atas	: 1,3072 m
Diameter bawah	: 0,1307 m
Tebal <i>shell</i>	: 0,1875 in
Harga	: \$ 6.958

**f. Bin (B-01)**

Kode	: B-01
Fungsi	: Menyimpan sementara produk sebelum

di *packing* untuk disimpan di Gudang (G-03)

Jenis : Tangki *silinder vertical* dengan *conical bottom head*

Material : *Carbon steel*

Volume : 8,1468 m<sup>3</sup>

### **Dimensi**

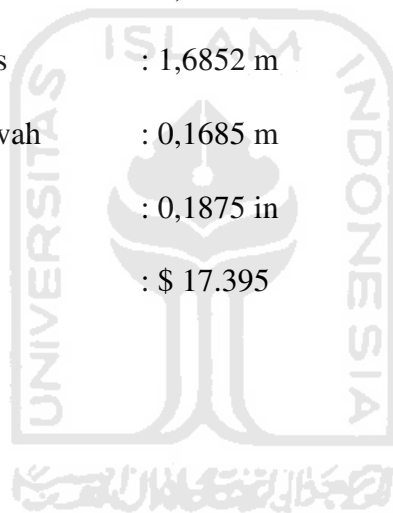
Tinggi total : 4,2972 m

Diameter atas : 1,6852 m

Diameter bawah : 0,1685 m

Tebal *shell* : 0,1875 in

Harga : \$ 17.395



Tabel 3.2 Spesifikasi *Belt Conveyor*

Kode	BC-01	BC-02	BC-03	BC-04
Fungsi	Mengangkut $\text{Na}_2\text{SO}_3$ dari Gudang (G-01) ke <i>Bucket Elevator</i> (BE-01)	Mengangkut S dari Gudang (G-02) ke <i>Bucket Elevator</i> (BE-02)	Mengangkut <i>recycle</i> dari <i>Centrifuge</i> (CF-01) ke <i>Bucket Elevator</i> (BE-03)	Mengangkut $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ dari <i>Cristallyzer</i> (CR-01) ke <i>Centrifuge</i> (CF-02)
Jenis	<i>Belt Conveyor Continuous Closed</i>	<i>Belt Conveyor Continuous Closed</i>	<i>Belt Conveyor Continuous Closed</i>	<i>Belt Conveyor Continuous Closed</i>
Jumlah	1	1	1	1
Kapasitas, (ton/jam)	3,3025	0,8318	2,8195	6,3108
Lebar <i>belt</i> , in	14	14	14	14
Pajang, m	5,3208	5,3208	5,3208	4,5717
<i>Power</i> motor, HP	0,75	0,3333	0,3333	0,75
Harga, \$	7190	7190	7190	6726

Kode	BC-05	BC-06	BC-07
Fungsi	Mengangkut $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ <i>Centrifuge-02</i> ke <i>Rotary Dryer-01</i>	Mengangkut $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ <i>Rotary Dryer</i> ke <i>Bucket Elevator-04</i>	Mengangkut $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ Bin-01 ke gudang- 03
Jenis	<i>Belt Conveyor</i> <i>Continuous</i> <i>Closed</i>	<i>Belt Conveyor</i> <i>Continuous</i> <i>Closed</i>	<i>Belt Conveyor</i> <i>Continuous</i> <i>Closed</i>
Jumlah	1	1	1
Kapasitas, (ton/jam)	6,3108	6,3108	6,3108
Lebar <i>belt</i> , in	14	14	14
Pajang, m	4,5717	5	5,3208
<i>Power</i> motor, HP	0,75	0,75	0,75
Harga, \$	6726	7190	7190

Tabel 3.3 Spesifikasi *Bucket Elevator*

Kode	BE-01	BE-02	BE-03	BE-04
Fungsi	Mengangkut $\text{Na}_2\text{SO}_3$ dari <i>Belt Conveyor</i> (BC-01) ke <i>Hopper</i> (H-01)	Mengangkut S dari <i>Belt Conveyor</i> (BC-02) ke <i>Hopper</i> (H-02)	Mengangkut <i>recycle</i> dari <i>Belt Conveyor</i> (BC-03) ke <i>Hopper</i> (H-03)	Mengangkut $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ dari <i>Belt Conveyor</i> (BC-06) ke Bin (B-01)
Jenis	<i>Spaced bucket centrifugal discharge elevator</i>	<i>Spaced bucket centrifugal discharge elevator</i>	<i>Spaced bucket centrifugal discharge elevator</i>	<i>Spaced bucket centrifugal discharge elevator</i>
Jumlah	1	1	1	1
Kapasitas, (ton/jam)	3,3025	0,8318	2,8195	6,3108
Tipe	6"x4"	6"x4"	6"x4"	6"x4"
Tinggi, m	6,6932	4,3194	10,2883	4,3000
Power motor, HP	0,25	0,10	0,3333	0,0833
Harga, \$	11.596	9.973	14.380	9.973

Tabel 3.4 Spesifikasi pompa

Kode	P-01	P-02	P-03	P-04
Fungsi	Mengalirkan H <sub>2</sub> O dari utilitas ke Tangki Pelarut (TP -01)	Mengalirkan hasil Tangki Telarut (TP-01) ke Reaktor (R-01)	Mengalirkan H <sub>2</sub> O dari utilitas ke (TP-01)	Mengalirkan hasil H <sub>2</sub> O ke Reaktor (R-01)
Jenis	Sentrifugal	Sentrifugal	Sentrifugal	Sentrifugal
Jumlah	2	2	2	2
IPS, in	2	2,5	2	2
Sch. No	40	40	40	40
OD, in	2,3800	2,3800	2,3800	2,3800
ID, in	2,0670	2,4690	2,0670	2,0670
Kapasitas pompa, gpm	34	35	18,5000	19
Motor standar, HP	1	0,5	2,5	0,75
Harga, \$	5.636	7.044	5.636	5.636

Kode	P-05	P-06	P-07	P-08
Fungsi	Mengalirkan hasil dari Reaktor (R-01) ke <i>Centrifuge</i> (CF-01)	Mengalirkan hasil dari <i>Centrifuge</i> (CF-01) ke Evaporator (EV-01)	Mengalirkan hasil dari Evaporator (EV-01) ke <i>Crystallizer</i> (CR-01)	Mengalirkan hasil dari <i>Centrifuge</i> (CF-02) ke unit pengolahan lain (UPL)
Jenis	Sentrifugal	Sentrifugal	Sentrifugal	Sentrifugal
Jumlah	2	2	2	2
IPS, in	3	3	3	1,25
Sch. No	40	40	40	40
OD, in	3,5000	3,5000	3,5000	1,6600
ID, in	3,0680	3,0680	3,0680	1,3800
Kapasitas pompa, gpm	60	67	55	6
Motor standar, HP	1	0,5	0,25	0,02
Harga, \$	8.454	8.454	8.454	3.522

### 3.3 Perencanaan Produksi

#### 3.3.1 Kapasitas Perancangan

Penentuan kapasitas perancangan suatu pabrik berdasarkan pada tingkat kebutuhan *Sodium Thiosulfate Pentahydrate* yang ada di Indonesia, serta tersediannya bahan baku juga menentukan kapasitas minimal suatu pabrik yang akan dibangun. Dari pertimbangan yang ada menunjukkan bahwa kebutuhan akan *Sodium Thiosulfate Pentahydrate* setiap tahunnya mengalami peningkatan. Oleh karena itu untuk memenuhi kebutuhan *Sodium Thiosulfate Pentahydrate* dan meminimalisir nilai impor maka didirikanlah pabrik *Sodium Thiosulfate Pentahydrate* dengan kapasitas 50.000 ton/tahun.

#### 3.3.2 Analisis Kebutuhan Bahan Baku

Analisis bahan baku berkaitan dengan ketersediaan bahan baku terhadap kebutuhan kapasitas pabrik. Bahan baku *Sodium Sulfite 99%* diperoleh dari pabrik PT Lianyungang Huaihua International Trade (China) dan bahan baku *sulfur 99,95%* diperoleh dari pabrik PT Hezhou City Yaolong (China).

Tabel 3.5 Kebutuhan bahan baku

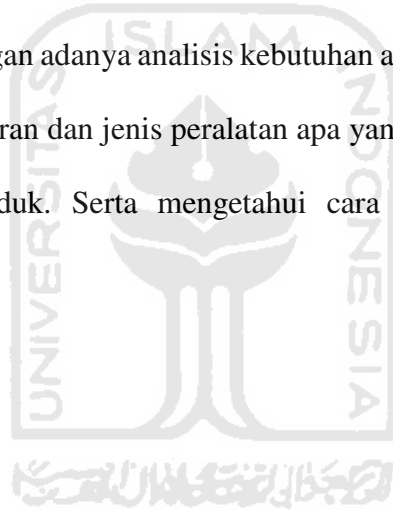
Komponen	Kebutuhan (ton/tahun)	Ketersediaan Bahan Baku (ton/tahun)
Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> (99%)	28.930,1	600.000
S (99,95%)	7.286,6	60.000



Berdasarkan data yang telah dicantumkan diatas maka dapat disimpulkan bahwa ketersediaan bahan baku *Sodium Sulfite* dan *Sulfur* dapat memenuhi kebutuhan pabrik, sehingga proses produksi dapat berjalan.

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

Dalam hal analisis kebutuhan peralatan proses ini berkaitan dengan kemampuan peralatan yang menunjang kelancaran suatu proses berdasarkan umur peralatan dan pemeliharaan alat (*maintenance*). Dan diharapkan dengan adanya analisis kebutuhan alat proses ini pabrik dapat mengatur anggaran dan jenis peralatan apa yang cocok digunakan untuk pembuatan produk. Serta mengetahui cara perawatan untuk setiap alatnya.



## BAB IV

### PERANCANGAN PABRIK

#### 4.1 Penentuan Lokasi Pabrik

Lokasi pabrik sangat berpengaruh terhadap kelangsungan hidup suatu pabrik, maka dalam menentukan tempat berdirinya perlu didasarkan pada perhitungan yang matang sehingga dapat menguntungkan perusahaan baik dari segi teknik maupun ekonominya. Lokasi yang dipilih untuk pabrik *Sodium Thiosulfate Pentahydrate* ini adalah di Gresik, Jawa Timur. Pemilihan tersebut bertujuan untuk mendapatkan keuntungan secara teknik dan ekonomi. Ada beberapa faktor yang dipertimbangkan dalam pemilihan Pabrik *Sodium Thiosulfate Pentahydrate* ini antara lain:

##### 4.1.1 Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik

###### a. Lokasi yang dekat dengan sumber bahan baku

Bahan baku pabrik *Sodium Thiosulfate Pentahydrate* yakni *Sodium Sulfite* yang diperoleh dengan cara impor dari PT Lianyungang Huaihua International Trade (China) melalui pelabuhan Tanjung Perak. Sedangkan bahan baku Sulfur juga diperoleh dari impor PT Hezhou City Yaolong (China). Letak pabrik yang berdekatan dengan pelabuhan dan jalan raya yang memudahkan penyaluran dan memperlancar pengadaan bahan baku.

b. Penyediaan Utilitas

Utilitas pabrik yang diambil dari luar terdiri dari air, listrik dan bahan bakar minyak. Kebutuhan listrik dapat dipenuhi dari PT Pembangkit Jawa Bali (PJB) Regional Gresik, Jawa Timur dan tambahan generator sebagai cadangan. Untuk sarana penyediaan air dapat diperoleh dari Sungai Bengawan Solo yang dekat dengan daerah Gresik. Bahan bakar sebagai sumber energi dapat diperoleh dari PT PERTAMINA UPMS V.

c. Sarana Transportasi

Bahan baku *Sodium Sulfite* dan *Sulfur* didatangkan dari luar negeri, China. Bahan kemudian diangkut dari pelabuhan menuju Gresik, sehingga untuk pengangkutan menggunakan transportasi darat dan laut. Lokasi pabrik terletak di dekat Tanjung Perak dan jalan raya, sehingga penyaluran bahan baku dari luar negeri tidak mengalami hambatan.

d. Tenaga Kerja

Penyediaan tenaga kerja yang berkualitas untuk pengoperasian alat – alat industri harus dipertimbangkan. Untuk tenaga kerja yang berkualitas dipenuhi dari alumni perguruan tinggi seluruh Indonesia dan dari luar negeri bila diperlukan. Sedangkan yang kurang terdidik dapat dipenuhi dari penduduk daerah sekitar sehingga dapat mengurangi pengangguran dan dalam perekrutan tenaga kerja tidak akan mengalami kendala.

e. Keadaan Iklim

Seperti daerah lain di Indonesia, Gresik memiliki keadaan cuaca tropis dengan 2 musim, dimana perubahan musim tersebut tidak terlalu mempengaruhi suhu dan kelembapan. Dari segi geografis, daerah ini memiliki syarat layak, seperti jarang mengalami bencana alam seperti banjir, tanah longsor dan lain-lain.

f. Lingkungan

Pabrik berdiri di Kawasan Industri, perundang-undangan dan peraturan daerah yang jelas, sehingga memudahkan dalam pengurusan izin dalam mendirikan pabrik. Peraturan tentang kontrol polusi terhadap lingkungan atau lebih dikenal dengan Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL) sudah ditentukan sehingga polutan dapat diawasi sebelum dibuang ke lingkungan.

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

Dalam hal ini faktor sekunder tidak berperan secara langsung dalam operasional proses pabrik. Faktor ini akan berpengaruh terhadap kelancaran proses operasional dalam pendirian pabrik. Yang termasuk faktor sekunder terdiri dari :

a. Perluasan Area Pabrik

Perluasan pabrik dan kemungkinan penambahan bangunan di masa yang akan datang. 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 dimungkinkan pabrik menambah kapasitas produksi atau ingin mengolah bahan baku sendiri, sehingga perlu adanya penambahan peralatan.

b. Kebijakan Pemerintah

Pendirian pabrik perlu memperhatikan beberapa faktor kepentingan yang terkait didalamnya, kebijaksanaan pengembangan industri, dan hubungannya dengan pemertaan kesempatan kerja, kesejahteraan, dan hasil-hasil pembangunan. Disamping itu pabrik juga harus berwawasan lingkungan artinya keberadaan pabrik tersebut tidak boleh mengganggu atau merusak lingkungan.

c. Masyarakat

Dengan masyarakat yang akomodatif terhadap perkembangan industri dan tersedianya fasilitas umum untuk hidup bermasyarakat, maka lokasi di Gresik dirasa tepat. Dari pertimbangan faktor-faktor di atas, maka lokasi pendirian pabrik *Sodium Thiosulfate Pentahydrate* di daerah Gresik, Jawa Timur.

d. Sarana dan Prasarana Sosial

Sarana dan Prasarana sosial yang disediakan berupa penyediaan sarana umum seperti tempat ibadah, sekolah, rumah sakit serta adanya penyediaan bengkel industri.

## 4.2 Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik adalah tempat kedudukan bagian-bagian pabrik yang meliputi tempat bekerjanya karyawan, tempat peralatan, tempat penimbunan

bahan, baik bahan baku maupun produk. Tata letak pabrik harus dirancang sedemikian rupa sehingga penggunaan area pabrik dan kelancaran proses produksi terjamin.

Tata letak pabrik harus memperkirakan penentuan penempatan alat-alat produksi, sehingga alir proses produksi dapat berjalan dengan lancar serta faktor keamanan, keselamatan dan kenyamanan bagi karyawan dapat terjamin. Selain peralatan yang tercantum dalam diagram alir beberapa bangunan fisik lain seperti kantor, bengkel, poliklinik, laboratorium, kantin, pos penjagaan dan sebagainya hendaknya ditempatkan pada bagian yang tidak mengganggu, ditinjau dari segi lalu lintas barang, control dan keamanan.

Untuk mencapai kondisi yang optimal, maka hal-hal yang harus diperhatikan dalam menentukan tata letak pabrik adalah :

- a. Pabrik *Sodium Thiosulfate Pentahydrate* ini merupakan pabrik baru (bukan pengembangan), sehingga penentuan *layout* tidak dibatasi oleh bangunan yang ada.
- b. Kemungkinan perluasan pabrik sebagai pengembangan pabrik di masa depan.
- c. Faktor keamanan sangat diperlukan untuk bahaya kebakaran dan ledakan, maka perencanaan *layout* selalu diusahakan jauh dari sumber api, bahan panas, dan dari bahan yang mudah meledak, juga jauh dari asap atau gas beracun.

- d. Sistem konstruksi yang direncanakan adalah *out door* untuk menekan biaya bangunan dan gedung, dan juga karena iklim Indonesia memungkinkan konstruksi secara *out door*.
- e. Lahan terbatas sehingga diperlukan efisiensi dalam pemakaian dan pengaturan ruangan atau lahan.

(Vilbrant, 1959)

Secara garis beserta tata letak pabrik dibagi menjadi beberapa bagian utama, yaitu :

1. Bagian administrasi/perkantoran, laboratorium dan ruang *control*

Daerah administrasi merupakan kegiatan administrasi pabrik, sedangkan daerah laboratorium dan ruang *control* merupakan pusat pengendalian proses, kualitas dan kuantitas bahan yang akan diproses serta produk yang akan dijual.

2. Bagian proses

Daerah proses merupakan tempat alat-alat proses diletakkan dan proses berlangsung.

3. Bagian pergudangan dan bengkel

Daerah Gudang merupakan tempat penyimpanan bahan kimia pendukung proses, barang dan suku cadang alat proses. Bengkel digunakan untuk perbaikan alat-alat dan pembuatan alat-alat penunjang proses.

4. Bagian utilitas

Daerah utilitas merupakan daerah dimana terjadi kegiatan penyediaan sarana pendukung proses.

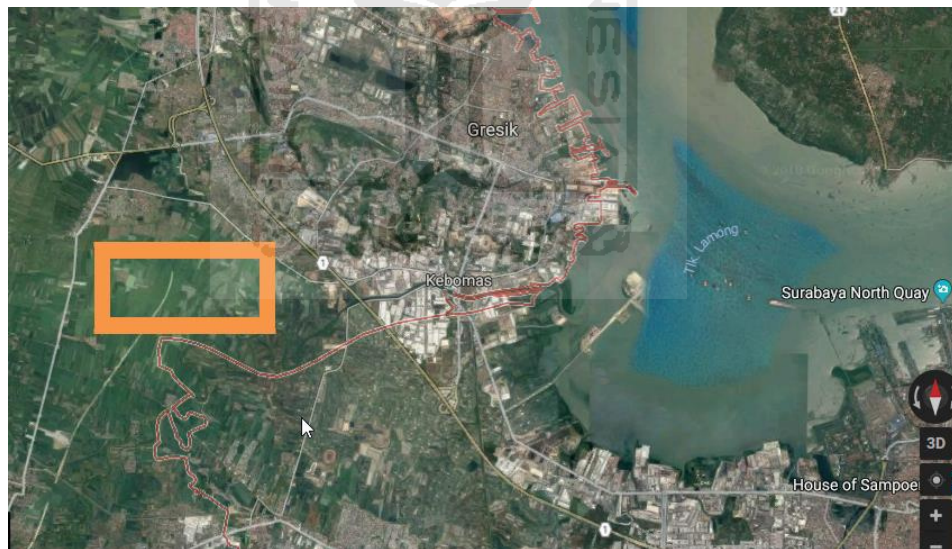
## 5. Bagian fasilitas umum

Fasilitas umum merupakan daerah penunjang segala aktivitas pabrik dalam pemenuhan kepentingan pekerja seperti tempat parkir, masjid dan kantin.

## 6. Bagian pengolahan limbah

Daerah pengolahan limbah merupakan daerah pembuangan dan pengolahan limbah yang berasal dari aktivitas pabrik. Daerah ini ditempatkan di tempat yang jauh dari bangunan kantin, poliklinik, masjid dan daerah administrasi.

(Vilbrant, 1959)

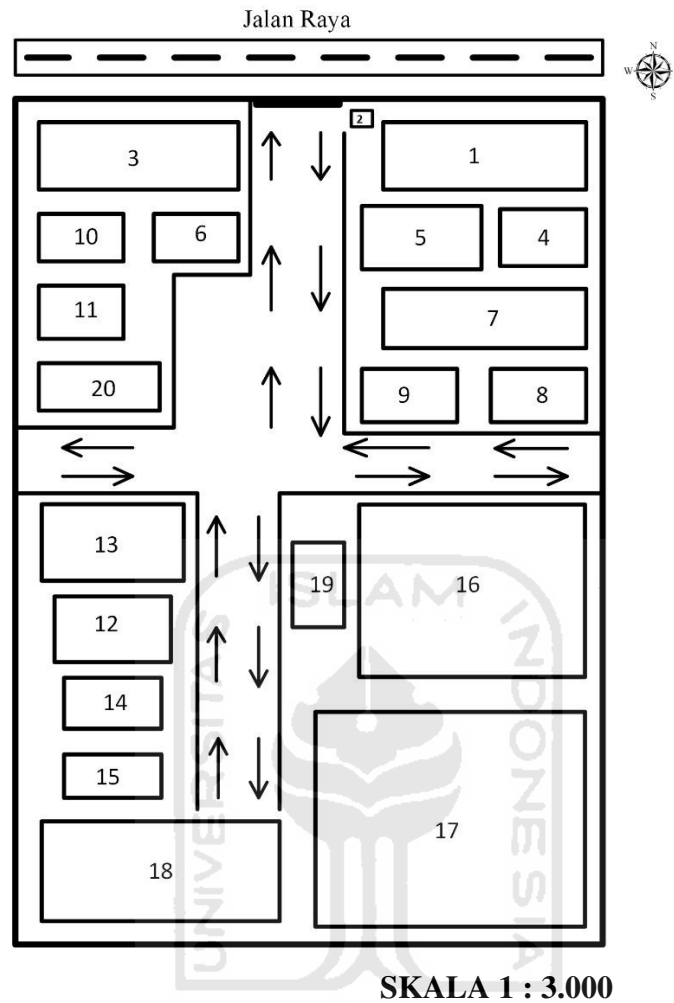


Gambar 4.1 Peta lokasi pabrik



Tabel 4.1 Luas daerah bangunan

No	Bangunan	Panjang (m)	Lebar (m)	Luas (m <sup>2</sup> )
1	Area Proses	100	80	8.000
2	Area Utilitas	60	40	2.400
3	Bengkel	30	15	450
4	Gudang Peralatan	30	15	450
5	Kantin	20	15	300
6	Kantor Teknik dan Produksi	30	25	750
7	Kantor Utama	55	30	1.650
8	Laboratorium	30	20	600
9	Parkir Utama	55	30	1.650
10	Parkir Truk	40	20	800
11	Perpustakaan	25	20	500
12	Poliklinik	25	20	500
13	Pos Keamanan	5	6	30
14	<i>Control Room</i>	20	20	400
15	<i>Control Utilitas</i>	20	15	300
16	Area Rumah Dinas	50	30	1.500
17	Area Mess	60	30	1.800
18	Masjid	20	15	300
19	Unit Pengolahan Limbah	25	20	500
20	Unit Pemadam Kebakaran	25	20	500
21	Taman	55	20	1.100
22	Jalan	1.000	10	10.000
23	Daerah Perluasan	70	50	3.500
	Luas Tanah			37.980
	Luas Bangunan			23.380
	Total		416	61.360



Gambar 4.2 *Layout linier* pabrik *Sodium Thiosulfate Pentahydrate*

Keterangan :

- |                               |                            |                            |
|-------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 1. Kantor Utama               | 9. Perpustakaan            | 17. Area Proses            |
| 2. Pos Keamanan               | 10. Poliklinik             | 18. Area Perluasan         |
| 3. Parkir Utama               | 11. Unit Pemadam Kebakaran | 19. Unit Pengolahan Limbah |
| 4. Kantin                     | 12. Gudang Peralatan       | 20. Bengkel                |
| 5. Kantor Teknik dan Produksi | 13. Parkir truk            |                            |
| 6. Masjid                     | 14. Ruang Kontrol Utilitas |                            |
| 7. Taman                      | 15. Ruang Kontrol Proses   |                            |
| 8. Laboratorium               | 16. Area Utilitas          |                            |

### 4.3 Tata Letak Alat Proses

Dalam penentuan *layout* peralatan proses pada pabrik *Sodium Thiosulfate Pentahydrate* ini ada beberapa hal yang perlu diperhatikan yaitu :

#### 4.3.1 Aliran bahan baku dan produk

Pengaliran bahan baku yang tepat akan menunjang kelancaran dan keamanan produksi. Perlu diperhatikan elevasi pipa, untuk pipa diatas tanah sebaiknya dipasang pada ketinggian 3 meter atau lebih sedangkan untuk pemipaan pada permukaan tanah perlu diatur sedemikian rupa sehingga tidak mengganggu lalu lintas pekerja.

#### 4.3.2 Aliran udara

Aliran udara didalam dan sekitar area proses perlu diperhatikan supaya lancar. Hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya stagnasi udara pada suatu tempat yang dapat mengakibatkan akumulasi bahan kimia yang berbahaya sehingga dapat membahayakan keselamatan pekerja.

##### 1. Cahaya

Penerangan seluruh pabrik harus memadai dan pada tempat-tempat proses yang berbahaya dan beresiko tinggi perlu diberikan penerangan tambahan.

##### 2. Lalu lintas manusia

Dalam perancangan lay out, perlu diperhatikan agar pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan tepat dan mudah supaya apabila ada gangguan alat proses dapat segera diperbaiki. Selain itu

keamanan pekerja selama menjalankan tugasnya juga perlu diperhatikan.

### 3. Jarak antar proses

Untuk alat proses yang mempunyai temperatur dan tekanan operasi yang tinggi, sebaiknya dipisahkan dari alat-alat proses lainnya sehingga apabila terjadi ledakan atau kebakaran pada alat tersebut tidak membahayakan alat-alat proses lainnya.

### 4. Pertimbangan ekonomi

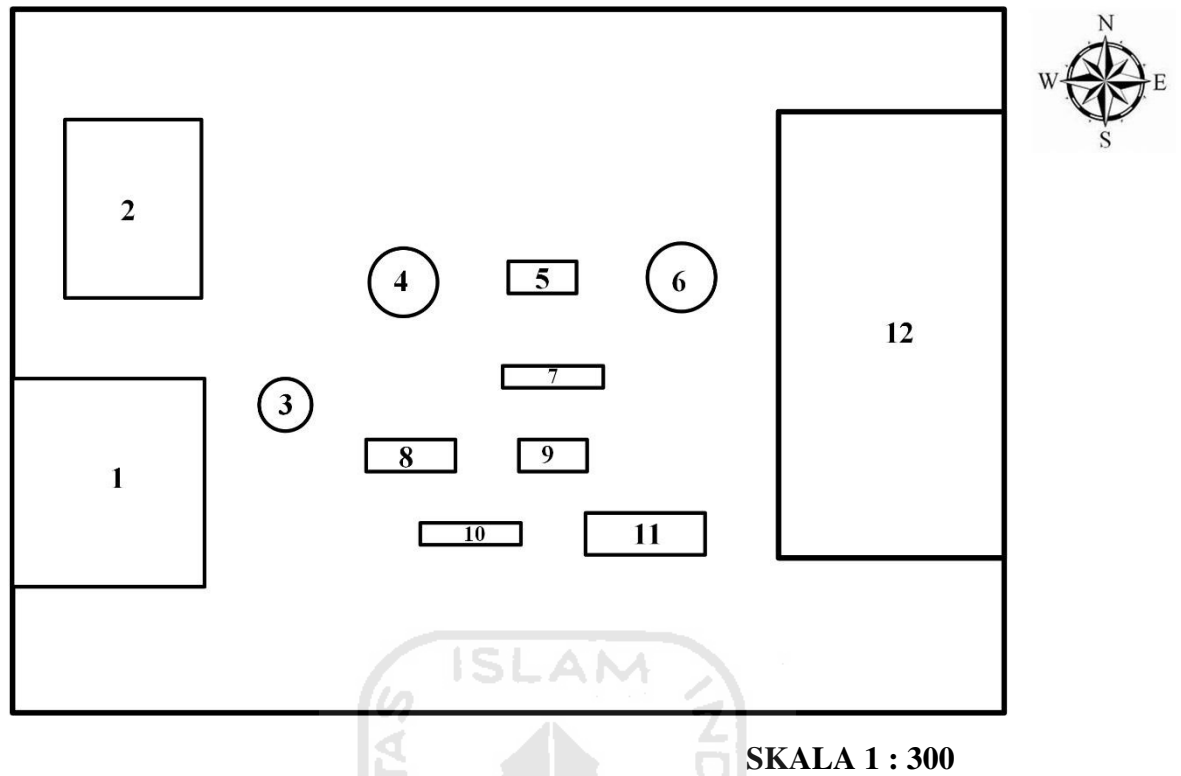
Dalam menempatkan alat-alat proses pada pabrik diusahakan agar dapat menjamin kelancaran serta keamanan produksi pabrik sehingga dapat menguntungkan dari segi ekonomi.

### 5. Jarak antar alat proses

Untuk alat proses yang mempunyai suhu dan tekanan operasi tinggi sebaiknya dipisahkan dengan alat proses lainnya, sehingga apabila terjadi ledakan atau kebakaran pada alat tersebut maka kerusakan dapat meminimalkan.

(Vilbrant,1959)

Tata letak alat-alat proses harus dirancang sedemikian rupa sehingga kelancaran proses produksi dapat terjamin dan dapat mengefektifkan luas lahan yang tersedia.



Gambar 4.3 Tata letak alat proses

Keterangan gambar :

- |                      |                       |
|----------------------|-----------------------|
| 1. Gudang-01         | 7. Heat Exchanger-01  |
| 2. Gudang-02         | 8. Crystallizer-01    |
| 3. Tangki Pelarut-01 | 9. Centrifuge-02      |
| 4. Reaktor-01        | 10. Rotary Dryer-01   |
| 5. Centrifuge-01     | 11. Heat Exchanger-02 |
| 6. Evaporator        | 12. Gudang-03         |

#### 4.4 Aliran Proses dan Material

Neraca Massa dan Neraca Panas

Produk : *Sodium Thiosulfate Pentahydrate*

Kapasitas Perancangan : 50.000 ton/tahun

Waktu operasi selama 1 tahun : 330 hari

Waktu operasi selama 1 hari : 24 jam



#### 4.4.1 Neraca Massa Total

Tabel 4.2 Neraca massa total

Komponen	Masuk (kg/jam)			Keluar (Kg/jam)			
	Arus 1	Arus 2	Arus 4	Arus 8	Arus 11	Arus 13	Arus 14
Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	3302,5231				31,7238	0,6474	
S			831,8079				
H <sub>2</sub> O	33,3588	10147,5837	0,9353	6109,1267	1746,1920		35,6366
Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub>					80,3984	1,6408	
Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·5H <sub>2</sub> O						6313,131	
	14316,2088			14316,2088			

#### 4.4.2 Neraca Massa

##### 1. Tangki Pelarut (TP-01)

Tabel 4.3 Neraca massa Tangki Pelarut (TP-01)

Komponen	Masuk (kg/jam)		Keluar (kg/jam)
	Arus 1	Arus 2	Arus 3
Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	3.302,5231	0,0000	3.302,5231
H <sub>2</sub> O	33,3588	10.147,5837	10.180,9425
Σ	13.483,4661		13.483,4661

##### 2. Reaktor (R-01)

Tabel 4.5 Neraca massa Reaktor (R-01)

Komponen	Masuk (kg/jam)			Keluar (kg/jam)
	Arus 3	Arus 4	Arus 7	Arus 5
Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	3.302,5231	0,0000	0,6606	33,0318
Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,0000	0,0000	82,0392	4.183,9990
S	0,0000	831,8079	2.529,0321	2.529,0321
H <sub>2</sub> O	10.180,9425	0,9353	207,7934	10.389,6712
Σ	17.135,7342			17.135,7342

##### 3. Centrifuge (CF-01)

Tabel 4.6 Neraca massa Centrifuge (CF-01)

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
	Arus 5	Arus 7	Arus 6
Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	33,0318	0,6606	32,3712
Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.183,9990	82,0392	4.101,9598



S	2.529,0321	2.529,0321	0,0000
H <sub>2</sub> O	10.389,6712	207,7934	10.181,8778
Σ	17.135,7342	17.135,7342	

## 4. Evaporator (EV-01)

Tabel 4.7 Neraca massa Evaporator (EV-01)

Komponen	Masuk (kg/jam)		Keluar (kg/jam)	
	Arus 6	Arus 11	Arus 8	Arus 9
Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	0,6474	31,7238	0,0000	32,3712
Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.021,5614	80,3984	0,0000	4.101,9598
H <sub>2</sub> O	8.435,6857	1.746,1920	6.109,1267	4.072,7511
Σ	14.316,2088		14.316,2088	

## 5. Crystallizer (CR-01)

Tabel 4.8 Neraca massa Crystallizer (CR-01)

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)
	Arus 9	Arus 10
Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	32,3712	32,3712
Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.101,9598	82,0392
Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·5H <sub>2</sub> O	0,0000	6.310,8431
H <sub>2</sub> O	4.072,7511	1.781,8286
Σ	8.207,0821	8.207,0821

6. *Centrifuge* (CF-02)Tabel 4.9 Neraca massa *Centrifuge* (CF-02)

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
	Arus 10	Arus 11	Arus 12
Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	32,3712	31,7238	0,6474
Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	82,0439	80,3984	1,6408
Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·5H <sub>2</sub> O	6.310,8431	0,0000	6.310,8431
H <sub>2</sub> O	1.781,8286	1.746,1920	35,6366
Σ	8.207,0821	8.207,0821	

7. *Rotary Dryer* (RD-01)Tabel 4.10 Neraca massa *Rotary Dryer* (RD-01)

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
	Arus 12	Arus 13	Arus 14
Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	0,6474	0,6474	0,0000
Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,6408	1,6408	0,0000
Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·5H <sub>2</sub> O	6.310,8431	6.310,8431	0,0000
H <sub>2</sub> O	35,6366	0,0000	35,6366
Σ	6.348,7679	6.348,7679	

### 4.4.3 Neraca Panas

#### 1. Tangki Pelarut (TP-01)

Tabel 4.11 Neraca panas Tangki Pelarut (TP-01)

<b>Panas</b>	<b>Masuk (Kj/jam)</b>	<b>Keluar (Kj/jam)</b>
Q1	17.755,24	-
Q2	137.910,56	-
Q3	-	1.712.323,77
Q steam	1.863.621,77	-
Q pelarutan	-	306.963,80
$\Sigma$	2.019.287,57	2.019.287,57

#### 2. Reaktor (R-01)

Tabel 4.13 Neraca panas Reaktor (R-01)

<b>Panas</b>	<b>Masuk (Kj/jam)</b>	<b>Keluar (Kj/jam)</b>
Q3	1.712.257,3418	-
Q6	856.667,1923	-
Q8	125.787,4017	-
Q9	-	2.721.628,6149
Q reaksi	429.918,3381	-
Q serap	-	403.001,6589
$\Sigma$	3.124.630,2738	3.124.630,2738

3. *Centrifuge* (CF-01)Tabel 4.14 Neraca panas *Centrifuge* (CF-01)

<b>Panas</b>	<b>Masuk (Kj/jam)</b>	<b>Keluar (Kj/jam)</b>
Q7	2.721.635,9787	-
Q8	-	125.787,5198
Q9	-	2.101.005,5537
Q loss	-	494.842,9052
$\Sigma$	2.721.635,9787	2.721.635,9787

4. *Evaporator* (EV-01)Tabel 4.15 Neraca panas *Evaporator* (EV-01)

<b>Panas</b>	<b>Masuk (Kg/jam)</b>	<b>Keluar (Kg/jam)</b>
Q9	1.766.566,9838	-
Q10	-	3.825.586,9469
Q11	-	1.938.191,6781
Q13	29.727,3478	-
Qsteam	3.967.484,2934	-
Jumlah :	5.763.778,6250	5.763.778,6250

5. *Crystallizer* (CR-01)Tabel 4.16 Neraca panas *Crystallizer* (CR-01)

<b>Panas</b>	<b>Masuk (Kj/jam)</b>	<b>Keluar (Kj/jam)</b>
Q11	400.421,8183	-
Q12	-	88.317,9480
Qcrystallizer	1.203.687,9727	-
Q serap	-	1.515.791,8429

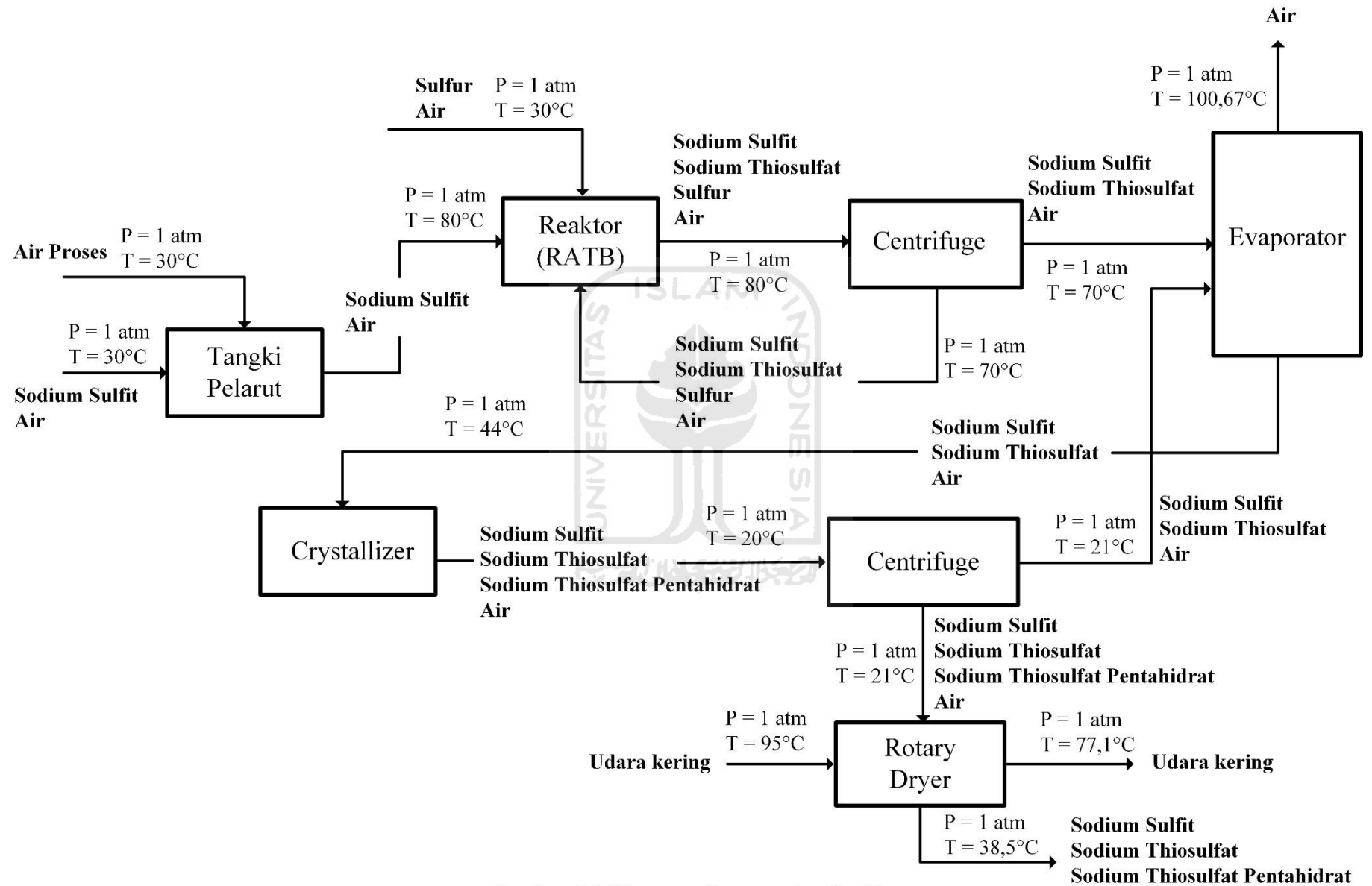
Jumlah	1.604.109,7910	1.604.109,7910
--------	----------------	----------------

6. *Centrifuge* (CF-02)Tabel 4.17 Neraca panas *Centrifuge* (CF-02)

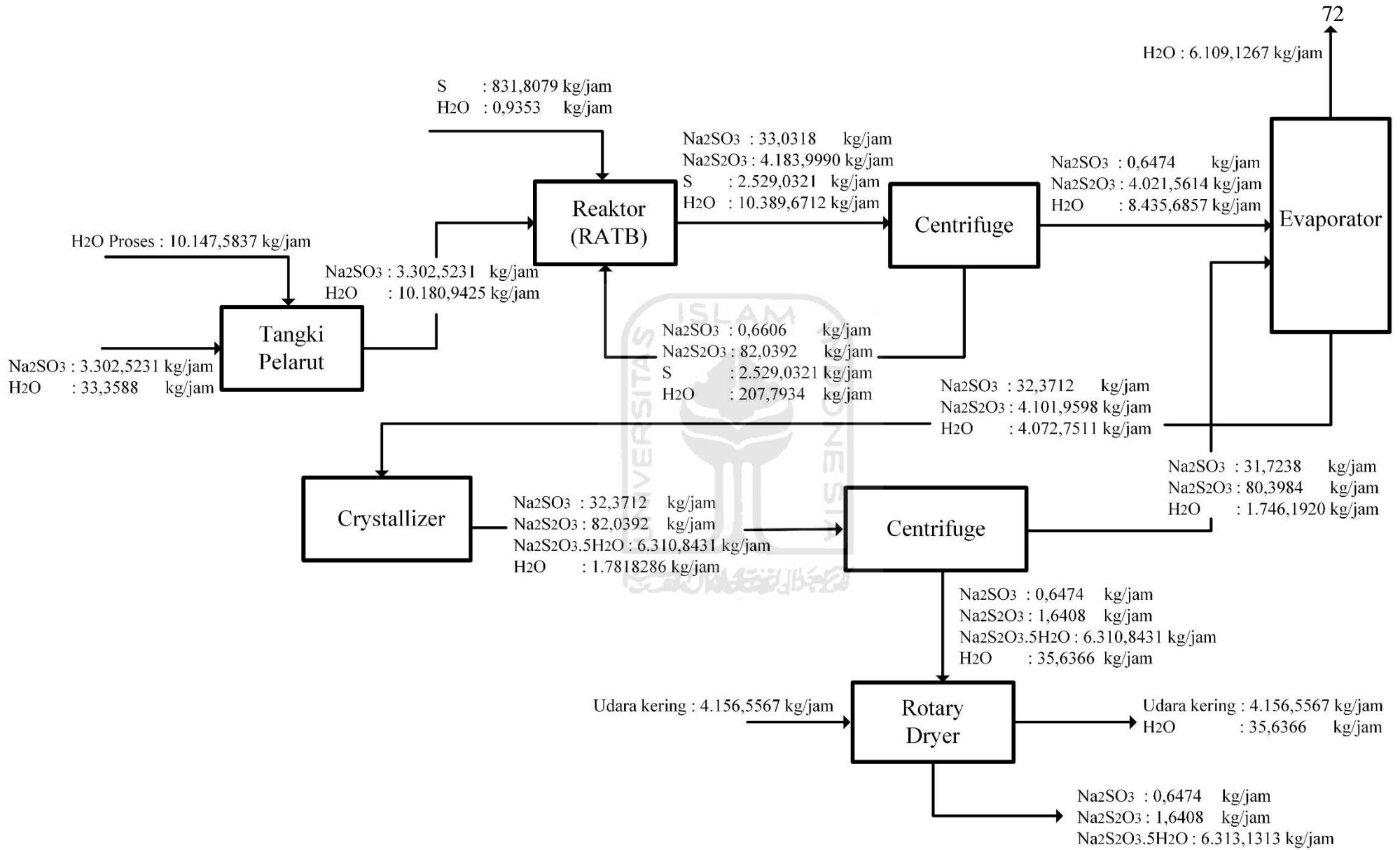
Panas	Masuk (Kj/jam)	Keluar (Kj/jam)
Q12	70.655,2694	-
Q13	-	29.727,3500
Q14	-	40.927,9194
$\Sigma$	70.655,2694	70.655,2694

7. *Rotary Dryer* (RD-01)Tabel 4.18 Neraca panas *Rotary Dryer* (RD-01)

Panas	Masuk (Kj/jam)	Keluar (Kj/jam)
Q14	30.695,2767	-
Q udara panas	420.274,5216	312.841,0531
Q16	-	136.111,5551
Q17	-	2.017,1901
Jumlah :	450.969,7983	450.969,7983



Gambar 4.4. Diagram alir proses kualitatif



Gambar 4.5. Diagram alir proses kuantitatif

#### 4.5 Pelayanan Teknik Utilitas

Utilitas merupakan unit pendukung keberlangsungan proses produksi pada pabrik. Maka selain bahan baku dan bahan pembantu diperlukan kebutuhan infrastruktur terutama utilitas. Unit ini memegang peranan penting dalam produksi karena tanpa adanya unit ini maka proses produksi tidak dapat bekerja.

Unit utilitas pabrik *Sodium Thiosulfate Pentahydrate* dengan kapasitas produksi 50.000 ton/tahun ini meliputi :

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

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

###### 1. Unit Penyediaan Air

Air merupakan kebutuhan pokok dalam pemenuhan kebutuhan proses produksi. Kebutuhan air digunakan sebagai air sanitasi dan rumah tangga, dan air pendingin. Pabrik *Sodium Thiosulfate Pentahydrate* akan didirikan di daerah Gresik, oleh karena itu kebutuhan air diperoleh dari Pengolahan air sendiri yang berasal dari Sungai Bengawan Solo. Untuk menghindari *fouling* yang terjadi pada alat-alat penukar panas maka perlu diadakan pengolahan air sungai.



Pengolahan dilakukan secara fisis dan kimia. Pertimbangan menggunakan air sungai sebagai berikut :

- Air sungai merupakan sumber air yang kontinuitasnya relatif tinggi, sehingga kendala kekurangan air dapat dihindari.
- 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.

Secara keseluruhan, kebutuhan air pada pabrik digunakan untuk keperluan :

a. Air Pendingin

Air pendingin yang digunakan adalah air sungai yang diperoleh dari Sungai Bengawan Solo yang tidak jauh dari lokasi pabrik. Air pendingin ini digunakan sebagai media pendingin pada Reaktor dan juga *Crystallizer*.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pengolahan air sungai sebagai pendingin adalah :

- Partikel-partikel besar/makroba (makhluk hidup sungai dan konstituen lain).
- Partikel-partikel kecil/mikroba (ganggang dan mikroorganisme sungai).

b. Air Sanitasi

Sumber air untuk keperluan konsumsi dan sanitasi juga berasal dari air aungai. Air ini digunakan untuk memenuhi kebutuhan air minum, laboratorium, kantor, perumahan, dan pertamanan. Air sanitasi harus memenuhi beberapa syarat, yang meliputi syarat fisik, syarat kimia, dan syarat bakteriologis.

Syarat fisik :

- Suhu dibawah suhu udara luar
- Warna jernih
- Tidak mempunyai rasa dan tidak berbau

Syarat kimia :

- Tidak mengandung zat organik
- Tidak beracun

Syarat bakteriologis : Tidak mengandung bakteri-bakteri, terutama bakteri yang pathogen.

#### c. Air Umpan *Boiler*

Untuk kebutuhan umpan *boiler* sumber air yang digunakan adalah air sungai. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penanganan air umpan *boiler* adalah sebagai berikut :

- Kandungan yang dapat menyebabkan korosi

Korosi yang terjadi di dalam *boiler* disebabkan karena air mengandung larutan-larutan asam dan gas-gas yang terlarut.

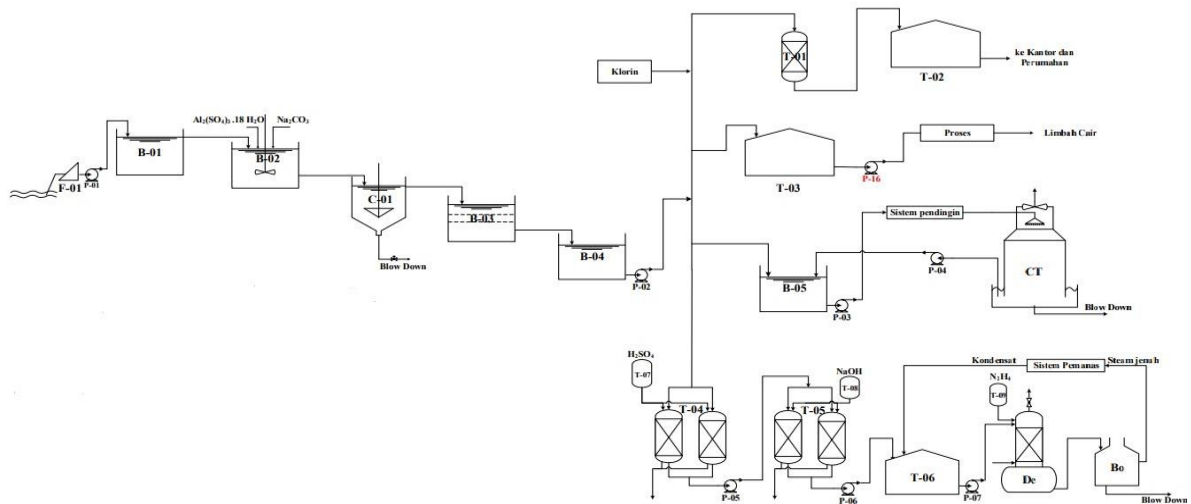
- Kandungan yang dapat menyebabkan kerak (*scale forming*)

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

- Kandungan yang dapat menyebabkan pembusaan (*foaming*)  
Air yang diambil dari proses pemanasan bisa menyebabkan foaming pada boiler dan alat penukar panas karena adanya zat-zat organik, anorganik, dan zat-zat yang tidak larut dalam jumlah besar. Efek pembusaan terjadi pada alkalinitas tinggi.

## 2. Unit Pengolahan Air

Pada perancangan suatu pabrik dibutuhkan sumber air terdekat yang nantinya akan memenuhi keberlangsungan suatu proses. Dan pada pabrik *Sodium Thiosulfate Pentahydrate* ini sumber air didapatkan dari sungai terdekat di sekitar daerah pabrik. Berikut diagram alir pengolahan air beserta penjelasan tahap-tahap proses pengolahan air yang dilakukan meliputi :



Gambar 4.6 Diagram alir pengolahan utilitas

a. Penghisapan

Air yang diambil dari sungai perlu adanya pemompaan yang selanjutnya air tersebut dialirkan menuju alat penyaringan untuk menghilangkan partikel kotoran yang berukuran cukup besar. Setelah tahap *screening* air akan diolah di dalam *reservoir*.

b. Penyaringan (*Screening*)

Sebelum air dari sungai akan digunakan sebagai air bersih, maka pada proses ini air disaring untuk memisahkan kotorankotoran yang berukuran besar, misalnya : daun, ranting dan sampah-sampah lainnya. Pada tahap *screening* partikel yang berukuran padat dan besar akan tersaring secara langsung tanpa menggunakan bahan kimia. Sementara untuk partikel yang kecil masih akan terbawa bersama air yang kemudian akan diolah ke tahap pengolahan air berikutnya. Tujuan penyaringan yaitu untuk memisahkan kotoran yang besar agar tidak terikut ke pengolahan selanjutnya sehingga pada sisi pompa

perlu dipasang saringan (*screen*) dan ditambah fasilitas pembilas agar meminimalisir alat screen menjadi kotor.

c. Penampungan (*Reservoir*)

Mengendapkan kotoran dan lumpur yang terbawa dari sungai dengan proses sedimentasi. Kotoran kasar yang terdapat dalam air akan mengalami pengendapan yang terjadi karena gravitasi.

d. Koagulasi

Koagulasi merupakan proses penggumpalan akibat penambahan zat kimia atau bahan koagulasi ke dalam air. Koagulan yang digunakan 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. Sedangkan pada proses flokulasi bertujuan untuk mengendapkan kotoran yang berupa dispersi koloid dalam air dengan menambahkan koagulan, untuk menggumpalkan kotoran.

e. Bak pengendap 1 dan bak pengendap 2

Tujuan dari adanya bak pengendap 1 dan 2 ini adalah mengendapkan endapan yang berbentuk flok yang terbawa dari air

sungai dengan proses flokulasi (menghilangkan flokulasi). Endapan serta flok yang berasal dari proses koagulasi akan diendapkan pada bak pengendap 1 dan bak pengendap 2.

f. Penyaringan (*Sand Filter*)

Pada tahap ini terjadi proses filtrasi dimana air yang keluar dari bak pengendap 2 masih terdapat kandungan padatan tersuspensi, sehingga harus di proses ke alat *filter* untuk difiltrasi. Unit ini berfungsi untuk menghilangkan mineral-mineral yang terkandung di dalam air, seperti  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ , dan lain-lain dengan menggunakan resin. Air yang diperoleh adalah air bebas mineral yang akan diproses lebih lanjut menjadi air umpan ketel (*Boiler Feed Water*).

g. Bak penampung Air Bersih

Air yang sudah melalui tahap filtrasi sudah bisa disebut dengan air bersih. Kemudian air keluaran proses filtrasi akan ditampung dalam bak penampungan air bersih. Dalam hal ini air bersih yang ditampung langsung dapat digunakan sebagai air layanan umum (*service water*). Kegunaan air bersih ini juga dapat digunakan untuk *domestic water*, air pendingin, dan *boiler feed water*, namun air harus di desinfektanisasi terlebih dahulu menggunakan resin untuk menghilangkan mineral-mineral yang terkandung dalam air seperti  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ , dimana tujuan penghilangan mineral-mineral

tersebut untuk menghasilkan air demin yang melalui proses demineralisasi.

#### h. Demineralisasi

Untuk umpan *boiler* dibutuhkan air murni yang memenuhi persyaratan bebas dari garam-garam murni yang terlarut. Untuk itu dilakukan proses demineralisasi yang bertujuan untuk menyiapkan air yang digunakan untuk boiler *feed water*, air ini harus murni dan bebas dari mineral yang terlarut didalamnya. Proses demineralisasi sendiri dapat dilakukan dengan alat yang terdiri dari penukaran anion (*anion exchanger*) dan kation (*kation exchanger*). Demineralisasi diperlukan karena air umpan boiler memerlukan syarat-syarat yaitu :

- Tidak menimbulkan kerak pada kondisi *steam* yang dikehendaki maupun pada *tube heat exchanger*.
- Bebas dari gas-gas yang dapat menimbulkan korosi terutama gas  $O_2$ ,  $CO_2$ ,  $H_2S$  dan  $NH_3$ .
- Bebas dari zat yang menyebabkan *foaming*

Pengolahan air di unit demineralisasi, yaitu : Proses kation *exchanger* dan anion *exchanger* berlangsung pada Resin *Mixed-Bed*, Resin *Mixed-Bed* adalah kolom resin campuran antara resin kation dan resin anion. Air yang mengandung kation dan anion bila dilewatkan ke Resin *Mixed Bed* tersebut kation akan terambil oleh resin kation dan anion akan terambil oleh resin anion. Saat resin kation dan anion telah

jenuh oleh ion-ion, resin penukar kation dan anion akan diregenerasi kembali.

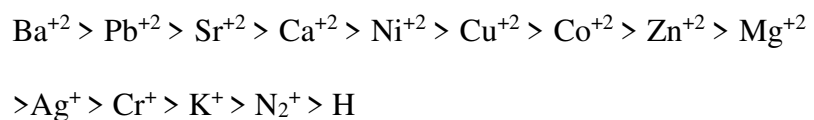
- **Kation (*Cation Exchanger*)**

Kation *exchanger* merupakan resin penukar kation-kation. Untuk kation *exchanger* berupa resin yang sering ada dipasaran yaitu kation dengan formula  $\text{RSO}_3\text{H}$  dan  $(\text{RSO}_3)\text{Na}$ , dimana pengganti kation-kation yang dikandung dalam air akan diganti dengan ion  $\text{H}^+$  atau  $\text{Na}^+$ . Karena disini menggunakan ion  $\text{H}^+$ , sehingga air akan keluar dari cation *exchanger* adalah air yang mengandung anion dan ion  $\text{H}^+$ .

Reaksi penukar kation :



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



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

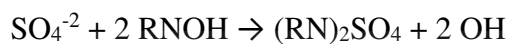
Reaksi Regenerasi :





- Anion (*Anion Exchanger*)

*Anion exchanger* memiliki fungsi untuk mengikat ion-ion negatif yang larut dalam air dengan resin yang memiliki sifat basa, yang memiliki formula  $RNOH_3$ . Sehingga anion-anion seperti  $CO_3^{2-}$ ,  $Cl^-$ , dan  $SO_4^{2-}$  akan membantu garam resin tersebut. Sebelum di regenerasi anion yang terbentuk di dalam reaksi adalah sebagai berikut :



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  $NaCl$ .

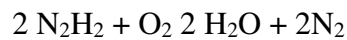
Reaksi Regenererasi :



- Deaerator

Unit deaerator ini bertujuan untuk membebaskan air umpan boiler dari oksigen ( $O_2$ ). Air yang telah mengalami demineralisasi dipompakan ke dalam deaerator dan di injeksikan *hidrazin* ( $N_2H_4$ ) untuk mengikat oksigen yang terkandung dalam air sehingga dapat mencegah terbentuknya kerak (*scale*) pada *tube boiler*.

Reaksi :



Berdasarkan reaksi tersebut maka hidrazin berfungsi untuk menghilangkan sisa –sisa gas yang terlarut terutama  $\text{O}_2$ , sehingga tidak terjadi korosi.

### 3. Kebutuhan Air

#### a. Kebutuhan Air Pembangkit *Steam*/Pemanas

Tabel 4.19 Kebutuhan air pembangkit *steam*/pemanas

No	Nama Alat	Kode	Jumlah (Kg/jam)
1	Tangki pelarut	TP 01	1.233,2486
2	Evaporator	EV 01	2723,1588
3	<i>Heat Exchanger-02</i>	HE 02	127,2556
	Jumlah		4083,6630

Direncanakan *steam* yang digunakan adalah *saturated steam* dengan kondisi :

$$P = 53 \text{ psia} = 3,6 \text{ atm}$$

$$T = 140,56 \text{ }^\circ\text{C} = 413,56 \text{ K}$$

$$\text{Faktor keamanan} = 20\%$$

- Kebutuhan *steam* = 120% x 4.083,6630

$$= 4.900,3956 \text{ kg/jam}$$

- *Blowdown* = 15% x kebutuhan *steam*

$$= 15\% \times 4.900,3956 \text{ kg/jam}$$

$$= 735,05934 \text{ kg/jam}$$

- *Steam Trap* = 5% x kebutuhan *steam*  
 = 5% x 4.900,3956 kg/jam  
 = 245,0198 kg/jam

Kebutuhan air *make up* untuk *steam*

- *Air make up* = 735,0593 kg/jam + 245,0198 kg/jam  
 = 980,0791 kg/jam

Kebutuhan air *make up* untuk *steam over 20%*

- *Steam over* = 20% x 980,0791  
 = 1.176,0949 kg/jam

b. Kebutuhan Air Pendingin

Tabel 4.20 Kebutuhan air proses pendingin

No	Nama Alat	Kode alat	Jumlah (Kg/Jam)
1	Reaktor -01	R-01	4.805,9333
2	<i>Heat exchanger-01</i>	HE-01	64.243,4566
3	<i>Crystallizer-01</i>	CR-01	19.584,2865
			88.633,6765

Perancangan dibuat *over* desain sebesar 20%, maka kebutuhan air pendingin menjadi :

- Kebutuhan pendingin = 20% x 88.633,6765

$$= 106.360,4117 \text{ kg/jam}$$

- Jumlah air yang menguap ( $W_e$ )

$$= 0,00085 \times W_c \times (T_{in} - T_{out}) \quad (\text{Perry, Pers. 12-14c})$$

$$= 0,00085 \times 106.360,4117 \text{ kg/jam} \times (50^\circ\text{C} - 30^\circ\text{C})$$

$$= 0,00085 \times 106.360,4117 \text{ kg/jam} \times 20$$

$$= 1.808,1270 \text{ kg/jam}$$

- *Drift Loss* ( $W_d$ )

$$= 0,0002 \times W_c \quad (\text{Perry, Pers. 12-14c})$$

$$= 0,0002 \times 106.360,4117 \text{ kg/jam}$$

$$= 21,2720 \text{ kg/jam}$$

- *Blowdown* ( $W_b$ ) (*cycle* yang dipilih 4 kali)

Sehingga jumlah *make up* air adalah :

$$W_e = 1.808,1270 \text{ kg/jam}$$

$$W_d = 21,2720 \text{ kg/jam}$$

$$W_b = 581,4369 \text{ kg/jam}$$

Kebutuhan *Make Up Water* ( $W_m$ )

$$W_m = W_e + W_d + W_b$$

$$= 1.808,1270 \text{ kg/jam} + 21,2708 \text{ kg/jam} + 581,4369 \text{ kg/jam}$$

$$= 2.410,8360 \text{ kg/jam}$$

Perancangan dibuat *over* desain 20% sehingga :

$$W_m = 20\% \times 2.410,8360$$

$$= 2.893,0032 \text{ kg/jam}$$

c. Kebutuhan Air Domestik

Kebutuhan air domestik terdiri dari kebutuhan air untuk tempat tinggal, area *mess* dan kebutuhan air karyawan.

- Kebutuhan Air Karyawan

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

Diambil kebutuhan air tiap orang = 100 liter/hari

= 4,0729 kg/jam

Jumlah karyawan = 180

Kebutuhan air untuk semua karyawan = 17.595,0845 kg/jam

- Kebutuhan Air Area *Mess*

Jumlah *mess* = 20 rumah

Penghuni *mess* = 60 orang

Kebutuhan air untuk *mess* = 10.000 kg/jam

Total kebutuhan air domestik = (17.595,0845 + 10.000) kg/jam

= 27.595,084 kg/jam

d. Kebutuhan *Service Water*

Kebutuhan air *service water* diperkirakan sekitar 500 kg/jam.

Perkiraan kebutuhan air ini nantinya akan digunakan untuk layanan umum yang meliputi laboratorium, tempat ibadah, pemadam kebakaran, kantin, bengkel dan lain-lain.

e. Kebutuhan Air Proses

Kebutuhan air proses ini digunakan untuk melarutkan  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  pada alat Tangki Pelarut-01 dan memanaskan S pada *Mixer-01*.

Tabel 4.21 Kebutuhan air proses

No	Nama Alat	Kode alat	Jumlah (Kg/Jam)
1	Tangki Pelarut	TP-01	10.147,5837
Total			10.147,5837

Perancangan dibuat *over* desain sebesar 20%, maka kebutuhan air proses menjadi :

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan air proses} &= 20\% \times 10.147,5837 \\ &= 2.029,5167 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

4. Spesifikasi Alat Utilitas

**Alat Besar**

**a. *Screening* / saringan (FU-01)**

Fungsi : Menyaring kotoran-kotoran yang berukuran besar, misalnya daun, ranting, dan sampah sampah lainnya.

Bahan : Alumunium

Jumlah air : 193.211,6292 kg/jam

**Dimensi**

Diameter lubang : 1 cm

Ukuran saringan : panjang 10 ft dab lebar 8 ft

Harga : \$ 28.991

**b. Bak Pengendap Awal / sedimentasi (B-01)**

Fungsi : Mengendapkan kotoran dan lumpur yang terbawa dari air sungai dan proses sedimentasi

Bahan : beton

Jumlah air : 183.551,0477 kg/jam

Waktu Tinggal : 6 jam

**Dimensi**

Volume : 1.322,6909 m<sup>3</sup>

Panjang : 13,8302 m

Lebar : 13,8302 m

Tinggi : 6,9151 m

Harga : \$ 3.395

**c. Bak Flokulator dan / Bak Penggumpal (B-02)**

Fungsi : Mengendapkan kotoran yang berupa *disperse* koloid dalam air dengan menambahkan koagulan, untuk menggumpalkan kotoran.

Jumlah air : 174.373,4954 kg/jam

Waktu tinggal : 1 jam

**Dimensi bak**

Volume : 209,2482 m<sup>3</sup>

Diameter : 6,4357 m

Tinggi : 6,4357 m

**Dimensi Pengaduk**

Diameter : 2,1452 m

Jumlah *baffle* : 4 buah

Jumlah *impeller* : 1 buah

*Power* motor : 2 Hp

Harga : \$ 3.395

**d. Tangki Larutan Alum (TU-01)**

Fungsi : Menyiapkan dan menyimpan larutan alum  
5% untuk 1 minggu

Volume : 9,4440 m<sup>3</sup>

**Dimensi**

Diameter : 1,8187 m

Tinggi : 3,6373 m

Harga : \$ 45.403

**e. Bak pengendap I (BU-01)**

Fungsi : Mengendapkan endapan yang berbentuk  
flok yang terbawa dari air sungai  
dengan proses sedimentasi

Bahan : beton

Waktu tinggal : 6 jam

Jumlah air : 174.373,4954 kg/jam



**Dimensi**

Volume	: 1.256,5563 m <sup>3</sup>
Panjang	: 13,5958 m
Lebar	: 13,5958 m
Tinggi	: 6,7979 m
Harga	: \$ 3.918

**f. Bak pengendap II (BU-02)**

Fungsi	: Mengendapkan endapan yang berbentuk flok
Bahan	: beton
Waktu tinggal	: 6 jam
Jumlah air	: 165.654,8206 kg/jam

**Dimensi**

Volume	: 1.193,7285 m <sup>3</sup>
Panjang	: 13,3653 m
Lebar	: 13,3653 m
Tinggi	: 6,6826 m
Harga	: \$ 3.918

**g. Sand Filter / Bak Saringan (FU-02)**

Fungsi	: Menyaring partikel-partikel halus yang ada dalam air sungai
Jumlah air	: 157.372,0796 kg/jam
Luas permukaan saring	: 16,0933 m <sup>3</sup>

**Dimensi**

Volume bak	: 21,1357 m <sup>3</sup>
Panjang	: 3,4835 m
Lebar	: 3,4835 m
Tinggi	: 1,7417 m
Harga	: \$ 18.022

**h. Bak Penampung Sementara (BU-03)**

Fungsi : Menampung sementara air setelah disaring  
di *sand filter*

Bahan	: beton
Jumlah air	: 149.503,4756 kg/jam
Waktu tinggal	: 1 jam

**Dimensi**

Volume	: 179,4042 m <sup>3</sup>
Panjang	: 7,1059 m
Lebar	: 7,1059 m
Tinggi	: 3,5530 m
Harga	: \$ 3.918

**i. Tangki Klorinasi (TU-02)**

Fungsi	: Mencampurkan klorin dalam bentuk kaporit ke dalam air untuk kebutuhan rumah tangga
Jumlah air	: 27.595,0845 kg/jam
Waktu tinggal	: 1 jam

**Dimensi**

Volume	: 33,1142 m <sup>3</sup>
Diameter	: 3,4811 m
Tinggi	: 3,4811 m
Harga	: \$ 3.918

**j. Tangki Kaporit (TU-03)**

Fungsi : Menampung kaporit selama 1 minggu yang akan dimasukkan kedalam tangki klorinasi

Volume	: 0,0729 m <sup>3</sup>
--------	-------------------------

**Dimensi**

Diameter	: 0,4529 m
Tinggi	: 0,4529 m
Harga	: \$ 7.569

**k. Tangki Air Bersih (T-01)**

Fungsi : Menampung air untuk keperluan kantor dan rumah tangga

Jumlah air	: 27.595,0845 kg/jam
------------	----------------------

Waktu tinggal	: 24 jam
---------------	----------

**Dimensi**

Volume	: 794,7384 m <sup>3</sup>
Diameter	: 10,0412 m
Tinggi	: 10,0412 m
Harga	: \$ 137.909

**l. Tangki Air Bertekanan (TU-04)**

Fungsi : Menampung air untuk keperluan layanan umum

Jumah Air : 500 kg/jam

Waktu tinggal : 24 jam

**Dimensi**

Volume : 14,4 m<sup>3</sup>

Diameter : 2,6373 m

Tinggi : 2,6373 m

Harga : \$ 19.714

**m. Bak Air Pendingin (BU-04)**

Fungsi : Menampung sementara air setelah di saring di *sand filter*

Bahan : beton

Jumlah air : 106.360,4117 kg/jam

Waktu tinggal : 24 jam

**Dimensi**

Volume : 3.063,1799 m<sup>3</sup>

Panjang : 18,2979 m

Lebar : 18,2979 m

Tinggi : 9,1489 m

Harga : \$ 270.594

**n. Cooling Tower (CT-01)**

Fungsi : Mendinginkan air pendingin setelah digunakan

Jumlah air : 106.360,4117 kg/jam

Luas *tower* : 12,5332 m<sup>2</sup>

Suhu masuk : 45 °C

Suhu keluar : 30 °C

**Dimensi**

Panjang : 3,5402 m

Lebar : 3,5402 m

Tinggi : 2,1578 m

Harga : \$ 83.908

**o. Blower Cooling Tower (BL-01)**

Fungsi : Menghisap udara sekeliling untuk dikontakkan dengan air yang akan didinginkan

Power Motor : 15 Hp

Harga : \$ 101.077 93

**p. Mixed Bed (TU-05)**

Fungsi : Menghilangkan kesadahan air yang disebabkan oleh kation seperti Ca dan Mg, serta seperti anion Cl, SO<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub>

Jumlah air : 4.900,3956 kg/jam

Dimensi bed

Volume : 0,7001 m<sup>3</sup>

Tinggi : 1,3970 m

**Dimensi tangki**

Volume : 4.231,9724 m<sup>3</sup>

Tinggi : 1,6764 m

Tebal : 0,1875

Harga : \$123.702

**q. Tangki NaCl (T-02)**

Fungsi : Menampung/menyimpan larutan NaCl yang akan digunakan untuk meregenerasi kation *exchanger*

**Dimensi**

Volume tangki : 2,8035 m<sup>3</sup>

Diameter : 1,529 m

Tinggi : 1,529 m

Harga : \$ 3.384

**r. Tangki NaOH (T-03)**

Fungsi : Menampung larutan NaOH yang akan digunakan untuk meregenerasi anion *exchanger*

**Dimensi**

Volume : 1,4186 m<sup>3</sup>

Diameter : 1,2180 m  
 Tinggi : 1,2180 m  
 Harga : \$ 1.739

**s. Tangki Air Demin (TU-09)**

Fungsi : Menampung air untuk keperluan *steam* dan air proses

Jumlah air : 4.900,3956 kg/jam

Waktu tinggal : 24 jam

**Dimensi**

Volume : 141,1314 m<sup>3</sup>

Diameter : 5,6440 m

Tinggi : 5,6440 m

Harga : \$ 9.670

**t. Tangki Deaerator (De)**

Fungsi : Menghilangkan gas CO<sub>2</sub> dan O<sub>2</sub> yang terikat dalam *feed water* yang menyebabkan kerak pada *reboiler*.

Jumlah air : 4.900,3956 kg/jam

Waktu tinggal : 1 jam

**Dimensi**

Volume : 5,8805 m<sup>3</sup>

Diameter : 1,9567 m

Tinggi : 1,9567 m

Harga : \$ 4.262

**u. Tangki N<sub>2</sub>H<sub>4</sub> (T-09)**

Fungsi : Menyimpan larutan N<sub>2</sub>H<sub>4</sub>

**Dimensi**

Volume tangki : 5,9773 m<sup>3</sup>

Waktu tinggal : 4 bulan

Diameter : 1,9673 m

Tinggi : 1,9673 m

Harga : \$ 9.670

**v. Tangki Umpan Boiler (T-06)**

Fungsi : Mencampur kondensat sirkulasi dan *make up air* umpan boiler sebelum dibangkitkan sebagai *steam* alam boiler

Kapasitas : 4.900,3956 kg/jam

**Dimensi**

Volume : 5,8805 m<sup>3</sup>

Diameter : 1,9567 m

Tinggi : 1,9567 m

Harga : \$ 9.670



**w. Boiler**

Fungsi	: Membuat <i>saturated steam</i>
Kebutuhan <i>steam</i>	: 4.900,3956 kg/jam
Suhu masuk	: 30 °C
Suhu keluar	: 140,56 °C
Kapasitas <i>boiler</i>	: 13.335.320 kJ/jam
Harga	: \$ 17.114

**x. Tangki bahan bakar**

Fungsi	: Menampung bahan bakar <i>boiler</i> untuk persediaan 3 hari
Bahan bakar	: <i>Fuel Oil</i>
Diameter	: 4,1871 m
Tinggi	: 8,3743 m
Harga	: \$ 4.992

**y. Tangki Air Demin**

Fungsi	: Menampung air untuk keperluan steam dan air proses
Jumlah air	: 4.900,3956 kg/jam
Waktu tinggal	: 24 jam

**Dimensi**

Volume	: 141,1314 m <sup>3</sup>
Diameter	: 5,6440 m
Tinggi	: 5,6440 m

Harga : \$ 9.670



### Alat Kecil

Tabel 4.22 Spesifikasi pompa

Kode	PU-01	PU-02	PU-03	PU-04	PU-05	PU-06
Fungsi	Mengalirkan air dari sungai menuju <i>screening</i>	Mengalirkan air dari <i>screening</i> ke bak sedimentasi	Mengalirkan air dari bak sedimentasi ke bak koagulasi & flokulasi	Mengalirkan air dari tangki alum ke bak koagulasi & flokulasi	Mengalirkan air dari bak koagulasi & flokulasi ke bak sedimentasi I	Mengalirkan air dari bak sedimentasi I ke bak sedimentasi II
Jenis	Sentrifugal	Sentrifugal	Sentrifugal	Sentrifugal	Sentrifugal	Sentrifugal
Jumlah	2	2	2	2	2	2
IPS, <i>in</i>	10	10	10	0,125	10	10
Sch. No	40	40	40	40	40	40
OD, <i>in</i>	10,75	10,75	10,75	0,405	10,75	10,75
ID, <i>in</i>	10,02	10,02	10,02	0,269	10,02	10,02
Kapasitas pompa, gpm	998,474	948,5503	901,1227	0,0488	901,1227	856,0666
Motor standar, HP	7,5	7,5	7,5	0,05	7,5	7,5
Harga	\$ 22.544	\$ 22.544	\$ 22.544	\$ 2.254	\$ 22.544	\$ 22.544

Kode	PU-07	PU-08	PU-09	PU-10	PU-11	PU-12
Fungsi	Mengalirkan air dari bak sedimentasi II ke sand <i>filter</i>	Mengalirkan air dari <i>sand filter</i> ke bak penampung sementara	Mengalirkan air dari bak sementara ke area kebutuhan	Mengalirkan air dari tangki kaporit ke tangki klorinasi	Mengalirkan air dari tangki klorinasi ke tangki deklorinasi	Mengalirkan air dari tangki air bersih menuju ke area domestik.
Jenis	Sentrifugal	Sentrifugal	Sentrifugal	Sentrifugal	Sentrifugal	Sentrifugal
Jumlah	2	2	2	2	2	2
IPS, <i>in</i>	10	10	10	0,125	4	4
Sch. No	40	40	40	40	40	40
OD, <i>in</i>	10,75	10,75	10,75	0,405	4,5	4,5
ID, <i>in</i>	10,02	10,02	10,02	0,269	4,026	4,026
Kapasitas pompa, gpm	813,2633	772,6001	772,6001	0,001	142,6051	142,6051
Motor standar, HP	2	5	5	0,05	3	3
Harga	\$ 22.544	\$ 22.544	\$ 22.544	\$ 2.254	\$ 9.017	\$ 9.017

Kode	PU-13	PU-14	PU-15	PU-16	PU-17	PU-18
Fungsi	Mengalirkan air dari tangki air servis ke tangki air bertekan	Mengalirkan air dari tangki bertekan ke area <i>service water</i>	Mengalirkan air dari bak air pendingin ke <i>cooling water</i>	Mengalirkan air dari <i>cooling tower</i> ke <i>recycle</i> dari bak air dingin	Mengalirkan air dari tangki NaCl ke <i>mixed bed</i>	Mengalirkan air dari <i>mixed bed</i> ke tangki air demin
Jenis	Sentrifugal	Sentrifugal	Sentrifugal	Sentrifugal	Sentrifugal	Sentrifugal
Jumlah	2	2	2	2	2	2
IPS, <i>in</i>	1	1	8	8	2	2
Sch. No	40	40	40	40	40	40
OD, <i>in</i>	1,32	1,32	8,63	8,63	2,38	2,38
ID, <i>in</i>	1,049	1,049	7,981	7,981	2,067	2,067
Kapasitas pompa, gpm	2,5839	2,5839	549,6465	549,6465	25,3241	25,3241
Motor standar, HP	0,05	0,05	2	2	0,125	0,5
Harga	\$ 2.254	\$ 2.551	\$ 2.203	\$ 2.203	\$ 11.596	\$ 2.551

Kode	PU-19	PU-20	PU-21
Fungsi	Mengalirkan air dari tangki air demin ke deaerator	Mengalirkan air dari tangki N2H4 ke deaerator	Mengalirkan air dari deaerator ke boiler
Jenis	Sentrifugal	Sentrifugal	Sentrifugal
Jumlah	2	2	2
IPS, in	2	2	2
Sch. No	40	40	40
OD, in	2,38	2,38	2,38
ID, in	2,067	2,067	2,067
Kapasitas pompa, gpm	25,3241	25,3241	25,3241
Motor standar, HP	0,125	0,125	0,125
Harga	\$ 2.551	\$ 2.551	\$ 2.551

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

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

Kapasitas : 4.900,3956 kg/jam

Jenis : *Water Tube Boiler*

Jumlah : 1 buah

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

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

Sebelum masuk ke *boiler*, umpan dimasukkan dahulu ke dalam *economizer*, yaitu alat penukar panas yang memanfaatkan panas dari gas sisa pembakaran minyak residu yang keluar dari *boiler*. Di dalam alat ini air dinaikkan temperaturnya hingga 140,56°C, kemudian diumpankan ke *boiler*.

Di dalam boiler, api yang keluar dari alat pembakaran (*burner*) bertugas untuk memanaskan lorong api dan pipa-pipa api. Gas sisa pembakaran ini masuk ke *economizer* sebelum dibuang melalui 102 cerobong asap, sehingga air di dalam *boiler* menyerap panas dari

dinding-dinding dan pipa-pipa api maka air menjadi mendidih. Uap air yang terbentuk terkumpul sampai mencapai tekanan 10 bar, baru kemudian dialirkan ke *steam header* untuk didistribusikan ke area-area proses.

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

Pabrik *Sodium Thiosulfate Pentahydrate* kebutuhan listriknya diperoleh dari PLN dan generator *diesel*. Dimana fungsi generator *diesel* yaitu sebagai tenaga cadangan saat terjadi gangguan atau pemadam listrik oleh PLN. Berikut spesifikasi generator *diesel* yang digunakan yaitu :

Kapasitas = 1000 kW

Jumlah = 1 buah

Berikut rincian untuk kebutuhan listrik pabrik :

a. Kebutuhan Listrik untuk alat proses

Tabel 4.23 Kebutuhan listrik proses

Alat	Kode Alat	Daya	
		Hp	Watt
Tangki pelarut-01	TP-01	15,0000	11.185,5000
Reaktor-01	RE-01	75,0000	55.927,5000
<i>Centrifuge</i> -01	CF-01	30,0000	22.371,0000
Evaporator-01	EV-01	3,0000	2.237,1000
<i>Crytalizer</i> -01	CR-01	7,5000	5.592,7500
<i>Centrifuge</i> -02	CF-01	20,0000	14.914,0000
<i>Rotary dryer</i> -01	RD-01	3,0000	2.237,1000
Pompa-01	P-01	1,0000	745,7000



Pompa-02	P-02	0,5000	372,8500
Pompa-03	P-03	2,5000	1.864,2500
Pompa-04	P-04	0,7500	559,2750
Pompa-05	P-05	1,0000	745,7000
Pompa-06	P-06	0,5000	372,8500
Pompa-07	P-07	0,2500	186,4250
Pompa-08	P-08	0,0200	14,9140
<i>Belt Conveyor-01</i>	BC-01	0,7500	559,2750
<i>Belt Conveyor-02</i>	BC-02	0,3333	248,5418
<i>Belt Conveyor-03</i>	BC-03	0,3333	248,5418
<i>Belt Conveyor-04</i>	BC-04	0,7500	559,2750
<i>Belt Conveyor-05</i>	BC-05	0,7500	559,2750
<i>Belt Conveyor-06</i>	BC-06	0,7500	559,2750
<i>Belt Conveyor-07</i>	BC-07	0,7500	559,2750
<i>Bucket Elevator-01</i>	BE-01	0,2500	186,4250
<i>Bucket Elevator-02</i>	BE-02	0,1000	74,5700
<i>Bucket Elevator-03</i>	BE-03	0,3333	248,5418
<i>Bucket Elevator-04</i>	BE-04	0,0833	62,1168
<b>Total</b>		172,7032	128784,7762

*Power* yang dibutuhkan = 128.784,7762 Watt

= 128,7848 kW

b. Kebutuhan Listrik untuk utilitas

Tabel 4.24 Kebutuhan listrik utilitas

Alat	Kode Alat	Daya	
		Hp	Watt
Bak Penggumpal (Koagulasi dan Flokulasi)	BU-01	2,0000	1.491,4000

<i>Blower Cooling Tower</i>	BL-01	15,0000	11.185,5000
Kompresor Udara	CP-01	6,0000	4.474,2000
Pompa-01	PU-01	7,5000	5.592,7500
Pompa-02	PU-02	7,5000	5.592,7500
Pompa-03	PU-03	7,5000	5.592,7500
Pompa-04	PU-04	0,0500	37,2850
Pompa-05	PU-05	7,5000	5.592,7500
Pompa-06	PU-06	7,5000	5.592,7500
Pompa-07	PU-07	2,0000	1.491,4000
Pompa-08	PU-08	5,0000	3.728,5000
Pompa-09	PU-09	5,0000	3.728,5000
Pompa-10	PU-10	0,0500	37,2850
Pompa-11	PU-11	3,0000	2.237,1000
Pompa-12	PU-12	3,0000	2.237,1000
Pompa-13	PU-13	0,0500	37,2850
Pompa-14	PU-14	0,0500	37,2850
Pompa-15	PU-15	2,0000	1.491,4000
Pompa-16	PU-16	2,0000	1.491,4000
Pompa-17	PU-17	0,1250	93,2125
Pompa-18	PU-18	0,5000	372,8500
Pompa-19	PU-19	0,1250	93,2125
Pompa-20	PU-20	0,1250	93,2125
Pompa-21	PU-21	0,1250	93,2125
<b>Total</b>		<b>83,7000</b>	<b>62.415,0900</b>

$$\begin{aligned} \text{Power yang dibutuhkan} &= 62.415,0900 \text{ Watt} \\ &= 62,4151 \text{ kW} \end{aligned}$$

- c. Kebutuhan listrik untuk penerangan dan AC
- Listrik yang digunakan untuk AC diperkirakan sekitar 20 kW
  - Listrik yang digunakan untuk penerangan sekitar 150 kW
- d. Kebutuhan listrik untuk bengkel dan laboratorium
- Listrik untuk bengkel dan laboratorium sekitar 100 kW
- e. Kebutuhan listrik untuk instrumentasi
- Listrik untuk instrumentasi sekitar 30 kW

Berikut rincian kebutuhan listrik pada pabrik *Sodium Thiosulfate Pentahydrate* :

Tabel 4.25 Rincian kebutuhan listrik

No	Keperluan	Kebutuhan (Kw)
1	Kebutuhan Plant	
	a. Proses	128,7848
	b. Utilitas	62,4151
2	a. Listrik Ac	20
	b. Listrik Penerangan	150
3	Laboratorium dan Bengkel	100
4	Instrumentasi	30
<b>Total</b>		<b>491,1999</b>

Total kebutuhan listrik untuk keseluruhan proses adalah 491,1999 kW. Dengan faktor daya sebesar 80%, maka kebutuhan listrik total

sebesar 613,9998 kW. Kebutuhan listrik dipenuhi dari PLN dan generator sebagai cadangan.

#### 4.5.4 Unit Penyediaan Udara Instrumen (*Instrument Air System*)

Unit tekan diperlukan untuk pemakaian alat *pneumatic control*.

Total kebutuhan udara tekan diperkirakan 57,94272 m<sup>3</sup>/jam.

#### 4.5.5 Unit Penyediaan Bahan Bakar

Bahan bakar digunakan untuk keperluan pembakaran pada *boiler* dan *diesel* untuk generator pembangkit listrik. Bahan bakar *boiler* menggunakan *fuel oil* sebanyak 364,5485 kg/jam. Bahan bakar *diesel* menggunakan minyak solar sebanyak 157,3207 kg/jam.

#### 4.5.6 Unit Pengolahan Limbah

Limbah yang dihasilkan dari pabrik *Sodium Thiosulfate Pentahydrate* dapat diklasifikasi :

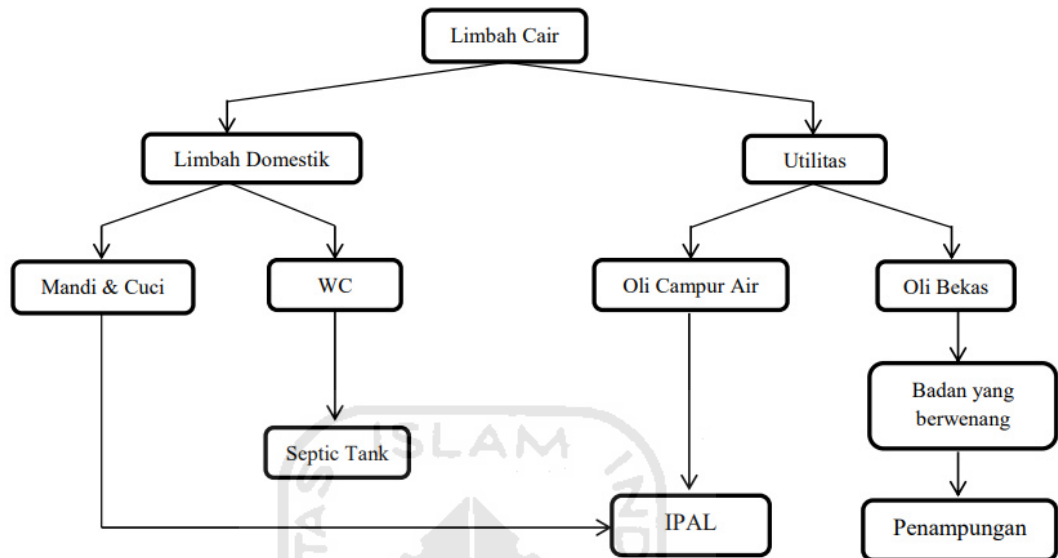
1. Bahan buangan cair
2. Bahan buangan padatan
3. Bahan buangan gas

Pengolahan limbah ini didasarkan pada jenis buangannya :

1. Pengolahan bahan buangan cair

Pada pengolahan limbah cair, semua limbah cair yang berasal dari limbah domestic maupun limbah utilitas semua diolah di dalam Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) kecuali oli bekas yang akan

ditampung di dalam penampungan yang selanjutnya dikirim ke badan yang berwenang.

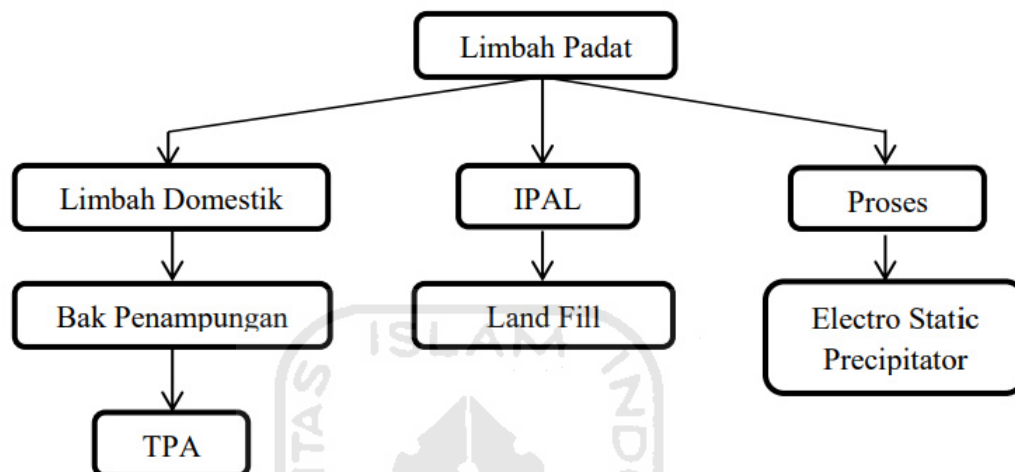


Gambar 4.7 Blok diagram proses pengolahan limbah cair

## 2. Pengolahan bahan buangan padatan

Limbah padat yang dihasilkan berasal dari limbah domestik, IPAL, dan limbah padat dari proses. Limbah domestik berupa sampah-sampah sehari-hari seperti kertas dan plastik, sampah tersebut ditampung di dalam bak penampungan dan selanjutnya dikirim ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Limbah yang berasal dari IPAL diurug didalam tanah yang dindingnya dilapisi dengan *clay* (tanah liat) agar bila limbah yang dipendam termasuk berbahaya tidak menyebar ke lingkungan sekitarnya. Limbah padat yang berasal dari proses (debu) ditangkap oleh *Electro Static Precipiator* (ESP) adalah salah satu alternatif penangkap debu dengan *effisiensi* tinggi (mencapai 90%) dan rentang partikel yang didapat cukup besar. Dengan

menggunakan *Electro Static Precipitator* (ESP) ini, jumlah limbah debu yang keluar dari cerobong diharapkan hanya sekitar 0,16% (efektifitas penangkapan debu mencapai 99,84%).



Gambar 4.8 Bagan unit pengolahan limbah padat

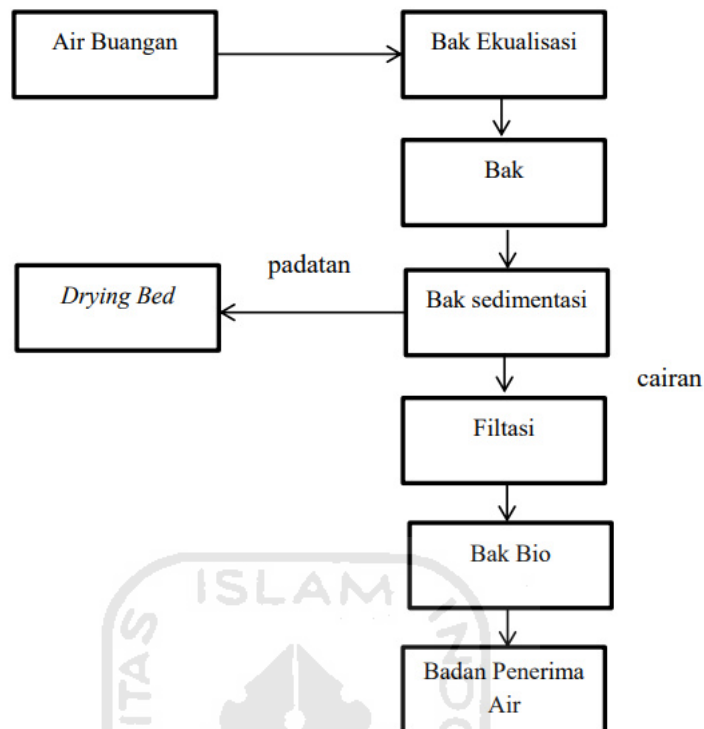
### 3. Pengolahan Limbah Gas

Limbah gas yang berasal dari alat-alat produksi dibuang ke udara melalui stack yang mempunyai tinggi minimal 4 kali tinggi bangunan, banyaknya limbah gas yang dibuang dapat diminimasi dengan jalan melakukan perawatan yang rutin terhadap mesinmesin produksi.

#### 4.5.7 Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL)

Instalasi pengolahan air limbah adalah suatu instalasi untuk mengolah limbah cair baik yang berasal dari limbah domestic maupun limbah proses. Limbah dari berbagai sumber sebelum masuk ke IPAL dilewatkan melalui bak ekualisasi untuk menyamakan beban dalam pengolahan dengan jalan melakukan pengadukan pada limbah sehingga

menjadi homogen dari bak ekualisasi limbah masuk ke bak netralisasi untuk menetralkan pH, karena pH yang netral selain tidak mengganggu lingkungan juga dapat berguna untuk mempermudah proses pengendapan pada bak sedimentasi, penetralan pH dilakukan dengan jalan penambahan NaOH/H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, setelah netral limbah dialirkan ke bak sedimentasi untuk mengendapkan kandungan *solid* yang terdapat di dalamnya dengan bantuan koagulan, dari bak sedimentasi selanjutnya dilakukan penyaringan dengan menggunakan media penyaring berbutir seperti kerikil, pasir, dan juga ditambahkan karbon aktif untuk menghilangkan bau. Limbah setelah melalui proses filtrasi dimasukkan ke dalam bak *Bio Control* yang bertujuan untuk menguji apakah limbah tersebut sudah benar-benar tidak mencemari lingkungan, pengujian dilakukan dengan memasukkan ikan ke dalam bak *Bio Control*, bila ikan tersebut tetap hidup normal maka proses pengolahan air limbah dapat dikatakan sudah berhasil dan air yang dihasilkan selanjutnya akan dibuang ke badan penerima air baik di selokan ataupun di laut.



Gambar 4.9 Skema Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL)

## 4.6 Organisasi Perusahaan

### 4.6.1 Bentuk Perusahaan

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

Direktur dipilih oleh rapat umum oemilik saham. Pekerjaan direktur sehari-hari diawasi oleh rapat umum para pemilik saham. Dewan komisaris berhak mengadakan pemeriksaan sendiri atau dibantu oleh akuntan pabrik bila dalam perusahaan ada hal-hal yang kurang sesuai.



Direktur 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-dasar pertimbangan pemilihan perusahaan perseroan terbatas adalah sebagai berikut :

1. Kontinuitas perusahaan sebagai badan hukum lebih terjamin sebab tidak tergantung pada pemegang saham, di mana pemegang saham dapat berganti-ganti.
2. Pemegang saham mempunyai tanggung jawab yang terbatas terhadap adanya hutang-hutang perusahaan, sehingga resiko pemegang saham hanya terbatas sampai 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 menjual saham kepada orang lain.
5. Manajemen dan sosialisasi yang lebih memungkinkan pengelolaan sumber-sumber modal secara efisiensi.

6. Pemegang saham melalui rapat umum pemegang saham dapat memilih direktur yang cakap dan berkualitas untuk menjalankan perusahaan.

#### 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. Struktur organisasi dari suatu perusahaan dapat bermacam-macam sesuai dengan bentuk dan kebutuhan dari masing-masing perusahaan. Jenjang kepemimpinan dalam perusahaan ini adalah sebagai berikut :

1. Pemegang Saham
2. Dewan komisaris
3. Direktur utama
4. Direktur
5. Kepala Bagian
6. Kepala Seksi
7. Karyawan dan Operator

Tanggung jawab, tugas dan wewenang dari masing-masing jenjang kepemimpinan tentu saja berbeda-beda. Tanggung jawab, tugas serta wewenang tertinggi terletak pada puncak pimpinan yaitu dewan komisaris. Sedangkan kekuasaan tertinggi berada pada rapat umum pemegang saham.

Untuk mendapatkan sistem organisasi yang baik maka perlu diperhatikan beberapa azas yang dapat dijadikan pedoman, antara lain :

- a. Perumusan tujuan perusahaan dengan jelas
- b. Tujuan organisasi harus dipahami oleh setiap orang dalam organisasi
- c. Tujuan organisasi harus diterima oleh setiap orang dalam organisasi
- d. Adanya kesatuan arah (*unity of direction*)
- e. Adanya kesatuan perintah (*unity of command*)
- f. Adanya keseimbangan antara wewenang dan tanggung jawab
- g. Adanya pembagian tugas (*distribution of work*)
- h. Adanya koordinasi
- i. Struktur organisasi disusun sederhana
- j. Pola dasar organisasi harus *relative* permanen
- k. Adanya jaminan jabatan (*unity of tenure*)
- l. Balas jasa yang diberikan kepada setiap orang harus setimpal dengan jasanya
- m. Penempatan orang harus sesuai keahliannya

(Zamani, 1998)

Dengan berpedoman pada azas tersebut maka diperoleh struktur organisasi yang baik yaitu *System Line and Staff*. Pada system ini garis kekuasaan lebih sederhana dan praktis. Demikian pula dalam pembagian tugas kerja seperti yang terdapat dalam sistem organisasi fungsional, sehingga seorang karyawan hanya akan bertanggung jawab pada seorang atasan saja. Untuk kelancaran produksi, perlu dibentuk staf ahli yang

terdiri dari orang-orang yang ahli di bidangnya. Bantuan pikiran dan nasehat akan diberikan oleh staf ahli kepada tingkat pengawas demi tercapainya tujuan perusahaan.

Ada 2 kelompok orang yang berpengaruh dalam menjalankan organisasi garis dan staf ini, yaitu :

1. Sebagai garis atau linier yaitu orang-orang yang melaksanakan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan.
2. Sebagai staf yaitu orang-orang yang melakukan tugas sesuai dengan keahliannya dalam hal ini berfungsi untuk memberi saran-saran kepada unit operasional.

(Zamani, 1998)

Dewan mewakili para pemegang saham (pemilik perusahaan) dalam pelaksanaan tugas sehari-harinya. Tugas untuk menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh seorang Direktur Utama yang dibantu oleh Direktur Produksi dan Direktur Keuangan Umum. Direktur Produksi membawahi bidang pemasaran, keuangan, dan bagian umum. Kedua direktur ini membawahi beberapa kepala bagian yang akan bertanggung jawab atas bagian dalam perusahaan, sebagai bagian dari pendelegasian wewenang dan tanggung jawab. Masing-masing kepala bagian akan membawahi beberapa seksi dan masing-masing seksi akan membawahi dan mengawasi para karyawan perusahaan pada masing-masing bidangnya. Karyawan perusahaan akan dibagi dalam beberapa kelompok

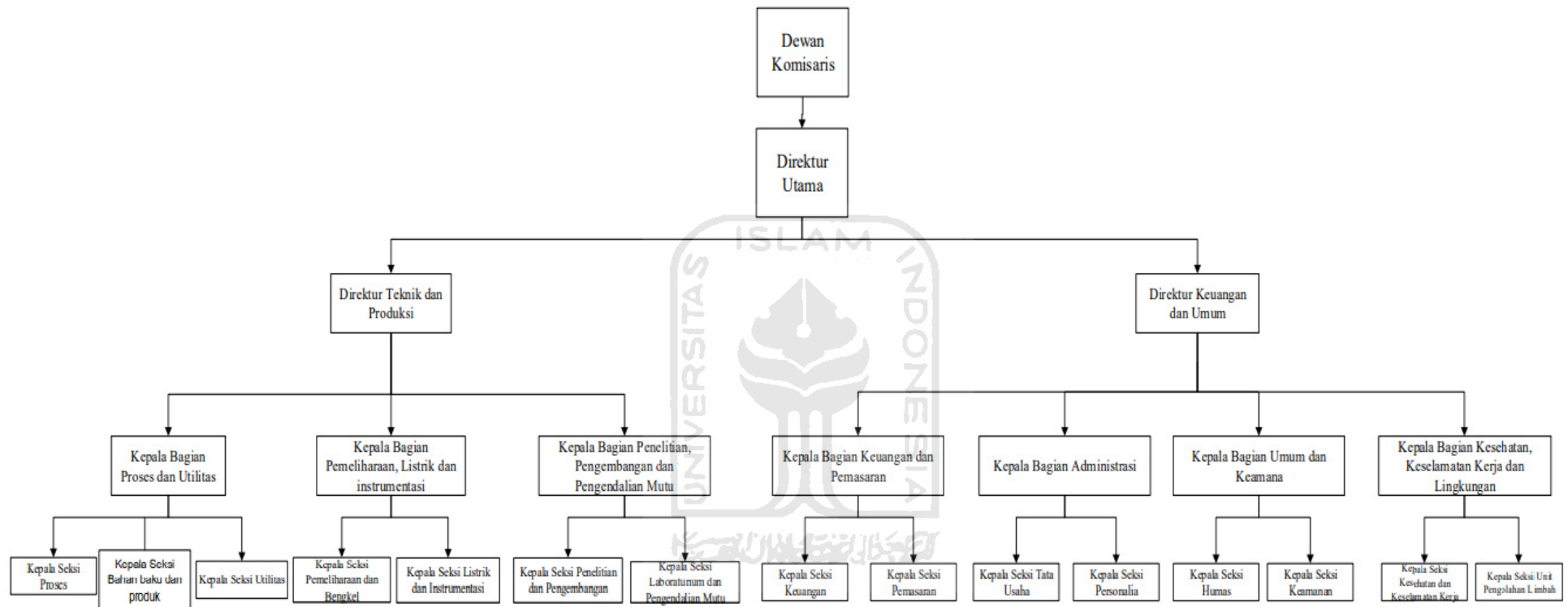
regu yang dipimpin oleh seorang kepala regu dimana setiap kepala regu akan bertanggung jawab kepada pengawas masing-masing seksi.

(Widjaja, 2003)

Manfaat adanya struktur organisasi adalah sebagai berikut :

- a. Menjelaskan, membagi, dan membatasi pelaksanaan tugas dan tanggung jawab setiap orang yang terlibat di dalamnya
- b. Penempatan tenaga kerja yang tepat
- c. Pengawasan, evaluasi dan pengembangan perusahaan serta manajemen perusahaan yang lebih efisien
- d. Penyusunan program pengembangan manajemen
- e. Menentukan pelatihan yang diperlukan untuk pejabat yang sudah ada
- f. Mengatur kembali langkah kerja dan prosedur kerja yang berlaku bila terbukti kurang lancar.

Berikut gambar struktur organisasi pabrik *Sodium Thiosulfate Pentahydrate* kapasitas 50.000 ton/tahun.



Gambar 4.10 Struktur organisasi

### 4.6.3 Tugas dan wewenang

#### 1. Pemegang Saham

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

- a. Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris
- b. Mengangkat dan memberhentikan Direktur
- c. Mengesahkan hasil-hasil usaha serta neraca perhitungan untung rugi tahunan dari perusahaan.

(Widjaja, 2003)

#### 2. Dewan Komisaris

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

- a. Menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijakan umum, target perusahaan, alokasi sumber-sumber dana dan pengarahan pemasaran.
- b. Mengawasi tugas-tugas direksi
- c. Membantu direksi dalam tugas-tugas penting

(Widjaja, 2003)

### 3. Direktur Utama

Direktur Utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab sepenuhnya terhadap maju mundurnya perusahaan. Direktur utama bertanggung jawab kepada dewan komisaris atas segala tindakan dan kebijakan yang telah diambil sebagai pimpinan perusahaan. Direktur utama membawahi Direktur Produksi dan Teknik, serta Direktur Keuangan dan Umum. Direktur utama membawahi :

#### a. Direktur Teknik dan Produksi

Tugas Direktur Teknik dan Produksi adalah memimpin pelaksanaan kegiatan pabrik yang berhubungan dengan bidang produksi dan operasi, teknik, pengembangan, pemeliharaan peralatan, pengadaan, dan laboratorium.

#### b. Direktur Keuangan dan Umum

Tugas Direktur Keuangan dan Umum adalah bertanggung jawab terhadap masalah-masalah yang berhubungan dengan administrasi, personalia, keuangan, pemasaran, humas, keamanan, dan keselamatan kerja.

#### c. Staf Ahli

Staf ahli dari tenaga-tenaga ahli yang bertugas membantu direktur dalam menjalankan tugasnya, baik yang berhubungan dengan teknik maupun administrasi. Staf ahli bertanggung jawab



kepada direktur utama sesuai dengan bidang keahlian masing-masing. Tugas dan wewenang staf ahli meliputi :

1. Mengadakan evaluasi bidang teknik dan ekonomi perusahaan.
2. Memberi masukan-masukan dalam perencanaan dan pengembangan perusahaan.
3. Memberi saran-saran dalam bidang hukum.

d. Kepala Bagian

Secara umum tugas Kepala bagian adalah mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis-garis yang diberikan oleh pimpinan perusahaan. Kepala bagian dapat juga bertindak sebagai staff direktur. Kepala bagian ini bertanggung jawab kepada direktur masing-masing. Kepala bagian terdiri dari :

- Kepala Bagian Proses dan Utilitas

Tugas : Mengkoordinasikan kegiatan pabrik dalam bidang proses dan penyediaan bahan baku dan utilitas.

- Kepala Bagian Pemeliharaan, Listrik, dan Instrumentasi

Tugas : Bertanggung jawab terhadap kegiatan pemeliharaan dan fasilitas penunjang kegiatan produksi.

- Kepala Bagian Penelitian, Pengembangan dan Pengendalian Mutu

Tugas : mengkoordinasikan kegiatan yang berhubungan dengan penelitian, pengembangan perusahaan, dan pengawasan mutu.

- Kepala Bagian Keuangan dan Pemasaran  
Tugas : Mengkoordinasikan kegiatan pemasaran, pengadaan barang, serta pembukuan keuangan.
- Kepala Bagia Administrasi  
Tugas : Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan dengan tata usaha, personalia dan rumah tangga perusahaan.
- Kepala Bagian Humas dan Keamanan  
Tugas : Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan antara perusahaan dan masyarakat serta menjaga keamanan perusahaan.
- Kepala Bagian Kesehatan Keselamatan Kerja dan Lingkungan  
Tugas : Bertanggung jawab terhadap keamanan pabrik kesehatan dan keselamatan kerja karyawan.
- Kepala Bagian Produksi  
Tugas : Mengawasi terkait pemakaian bahan baku, pemakaian packing material dengan tujuan meminimalkan pemborosan dan kegagalan proses, menjaga dan mengawasi agar mutu bahan baku dalam proses dan mtu produk yang dihasilkan sesuai dengan standar yang telah ditetapkan.
- Kepala Bagian Teknik  
Tugas : Bertanggung jawab atas penyediaan mesin untuk keberlangsungan proses terkait peralatan dan kebutuhan listrik

untuk kelancaran produksi. Melakukan pengecekan terkait perawatan mesin proses.

e. Kepala Seksi

Kepala seksi adalah pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan rencana yang telah diatur oleh para Kepala Bagian masing-masing. Setiap kepala seksi bertanggung jawab terhadap kepala bagian masing-masing sesuai dengan seksinya.

- Kepala Seksi Bahan Baku dan Produk

Tugas : Bertanggung jawab terhadap penyediaan bahan baku dan menjaga kemurnian bahan baku, serta mengontrol produk yang dihasilkan.

- Kepala Seksi Proses

Tugas : Memimpin langsung serta memantau kelancaran proses produksi.

- Kepala Seksi Utilitas

Tugas : Bertanggung jawab terhadap penyediaan air, steam, bahan bakar, dan udara tekan baik untuk proses maupun instrumentasi.

- Kepala Seksi Pemeliharaan dan Bengkel

Tugas ; Bertanggung jawab atau kegiatan perawatan dan penggantian alat-alat serta fasilitas pendukungnya.

- Kepala Seksi Listrik dan Instrumentasi

Tugas : Bertanggung jawab terhadap penyediaan listrik serta kelancaran alat-alat instrumentasi.

- Kepala Seksi Laboratorium dan Pengendalian Mutu

Tugas : Menyelenggarakan pengendalian mutu untuuk bahan baku, bahan pembantu, produk dan limbah.

- Kepala Seksi Keuangan

Tugas : Bertanggung jawab terhdaap pembukuan serta halhal yang berkaitan dengan keuangan perusahaan.

- Kepala Seksi Pemasaran

Tugas : Mengkoordinasikan kegiatan pemasaran produk dan pengadaan bahan baku pabrik.

- Kepala Seksi Personalia

Tugas : Mengkoordinasikan kegiatan yang berhubungan dengan kepegawaian.

- Kepala Seksi Humas

Tugas : Menyelenggarakan kegiatan yang berkaitan dengan relasi perusahaan, pemerintah, dan masyarakat.

- Kepala Seksi Keamanan

Tugas : Menyelenggarakan kegiatan yang berkaitan dengan mengawasi langsung masalah keamanan perusahaan.

- Kepala Seksi Kesehatan dan Keselamatan Kerja

Tugas : Mengurus masalah kesehatan karywan dan keluarga, serta menangani masalah keselamatan kerja di perusahaan.

#### 4.6.4 Status karyawan

Pada pabrik ini system upah karyawan berbeda-beda tergantung pada status, kedudukan, tanggung jawab, dan keahlian. Menurut status karyawan dapat dibagi menjadi tiga golongan karyawan tetap, harian dan borongan.

##### 1. Karyawan Tetap

Yaitu karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan surat keputusan (SK) direksi dan mendapat gaji bulanan sesuai dengan kedudukan, keahlian dan masa kerjanya.

##### 2. Karyawan Harian

Yaitu karyawan yang diangkat dan diberhentikan direksi tanpa SK direksi dan mendapat upah harian yang dibayar tiap akhir pecan.

##### 3. Karyawan Borongan

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

#### 4.6.5 Pembagian Jam Kerja Karyawan

Pabrik Sodium thiosulfat pentahidrat ini direncanakan beroperasi 330 hari dalam satu tahun dan proses produksi berlangsung 24 jam per hari. Sisa hari yang bukan hari libur digunakan untuk perawatan, perbaikan, dan *shutdown*. Sedangkan pembagian jam kerja karyawan digolongkan dalam dua golongan yaitu karyawan *shift* dan *non shift*.

a. *Karyawan Non Shift*

*Karyawan non shift* adalah karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Yang termasuk karyawan harian adalah direktur staf ahli, kepala bagian, kepala seksi serta karyawan yang berada di kantor. Karyawan harian dalam satu minggu akan bekerja selama 5 hari dengan pembagian kerja sebagai berikut :

Jam kerja

- Hari Senin-Kamis : Jam 07.30-16.30
- Hari Jum'at : Jam 07.30-16.30

Jam Istirahat

- Hari Senin-Kamis : Jam 12.00-13.00
- Hari Jum'at : Jam 11.00-13.00

b. *Karyawan Shift*

*Karyawan shift* adalah karyawan yang secara langsung proses produksi atau mengatur bagian-bagian tertentu dari pabrik yang mempunyai hubungann dengan masalah keamanan dan kelancaran produksi. Yang termasuk karyawan shift ini adalah operator produksi, sebagaian dari bagian teknik, bagian gedung dan bagian-bagian yang harus selalu siaga untuk menjaga keselamatan serta keamanan pabrik.

Para karyawan *shift* akan bekerja secara bergantian selama 24 jam sebagai berikut :

- *Shift* pagi : Jam 07.00-15.00
- *Shift* sore : Jam 15.00-23.00

- *Shift* malam : Jam 23.00-07.00

Untuk karyawan *shift* ini dibagi menjadi 4 regu, dimana tiga regu bekerja dan satu regu istirahat serta dilakukan secara bergantian. Tiap regu mendapatkan giliran tiga hari kerja dan satu hari libur, tiap *shift* dan masuk lagi untuk *shift* berikutnya. Untuk hari libur atau hari besar yang ditetapkan pemerintah maka regu yang masuk tetap masuk. Jadwal kerja masing-masing regu ditabelka sebagai berikut :

Tabel 4.26 Jadwal pembagian kelompok *shift*

Hari/Regu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S
2	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M
3	M	L	S	S	S	L	P	P	P	L
4	L	M	M	M	L	S	S	S	L	P

Keterangan :

P = *Shift* Pagi

S = *Shift* Siang

M = *Shift* Malam

L = Libur

#### 4.6.6 Status, Sistem Penggajian dan Penggolongan Karyawan

##### a. Penggolongan Jabatan

Dalam mendirikan suatu pabrik harus adanya penggolongan jabatan, karena hal ini akan berkaitan dengan keberlangsungan pabrik untuk bersaing di pasaran. Berikut rincian penggolongan jabatan.

Tabel 4.27 Rincian penggolongan jabatan

No	Jabatan	Jenjang Pendidikan
1	Direktur Utama	Sarjana Teknik Kimia
2	Direktur Produksi dan Teknik	Sarjana Teknik Kimia
3	Direktur Keuangan dan Umum	Sarjana Teknik Kimia
4	Kepala Bagian Penelitian, Mutu dan Pengembangan	Sarjana Ekonomi
5	Kepala Bagian Proses dan Utilitas	Sarjana Teknik Kimia
6	Kepala Bagian Pemeliharaan, Listrik, dan Instrumentasi	Sarjana Teknik Mesin / Sarjana Teknik Elektro
7	Kepala Departemen Keuangan dan Pemasaran	Sarjana Ekonomi
8	Kepala Departemen Administrasi	Sarjana Ekonomi
9	Kepala Departemen Umum dan Keamanan	Sarjana Hukum
10	Kepala Departemen Kesehatan, Keselamatan dan Lingkungan	Sarjana Teknik Kimia / Sarjana Teknik Lingkungan
11	Kepala Divisi	Sarjana Teknik Kimia
12	Operator	STM / SMU / Sedarajat
13	Sekretaris	Akademi Sekretaris
14	Staff	STM / SMU / Sedarajat
15	Medis	Dokter
16	Paramedis	Keperawatan
17	Lain-lain	SLTA



b. Sistem Gaji Pegawai

Sistem pembagian gaji pada perusahaan terbagi menjadi 3 jenis yaitu :

1. Gaji Bulanan

Gaji yang diberikan kepada pegawai tetap dengan jumlah sesuai peraturan perusahaan.

2. Gaji Harian

Gaji yang diberikan kepada karyawan tidak tetap atau buruh harian.

3. Gaji Lembur

Gaji yang diberikan kepada karyawan yang bekerja melebihi jam kerja pokok.

Berikut adalah perincian gaji sesuai dengan jabatan

Tabel 4.28 Rincian gaji sesuai jabatan

<b>Jabatan</b>	<b>Jml</b>	<b>Gaji per Bulan (Rp)</b>
Direktur Utama	1	Rp 35,000,000
Direktur Teknik dan Produksi	1	Rp 25,000,000
Direktur Keuangan dan Umum	1	Rp 25,000,000
Staff Ahli	1	Rp 18,000,000
Ka. Bag. Produksi	1	Rp 18,000,000
Ka. Bag. Teknik	1	Rp 18,000,000
Ka. Bag. Pemasaran dan Keuangan	1	Rp 18,000,000
Ka. Bag. Administrasi dan Umum	1	Rp 18,000,000
Ka. Bag. Litbang	1	Rp 18,000,000
Ka. Bag. Humas dan Keamanan	1	Rp 18,000,000

Ka. Bag. K3	1	Rp 18,000,000
Ka. Bag. Pemeliharaan, Listrik, dan Instrumentasi	1	Rp 18,000,000
Ka. Bag. Pemeliharaan, Listrik, dan Instrumentasi	1	Rp 18,000,000
Ka. Sek. UPL	1	Rp 12,000,000
Ka. Sek. Utilitas	1	Rp 12,000,000
Ka. Sek. Proses	1	Rp 12,000,000
Ka. Sek. Bahan Baku dan Produk	1	Rp 12,000,000
Ka. Sek. Pemeliharaan	1	Rp 12,000,000
Ka. Sek. Listrik dan Instrumentasi	1	Rp 12,000,000
Ka. Sek. Laboratorium	1	Rp 12,000,000
Ka. Sek. Keuangan	1	Rp 12,000,000
Ka. Sek. Pemasaran	1	Rp 12,000,000
Ka. Sek. Personalia	1	Rp 12,000,000
Ka. Sek. Humas	1	Rp 12,000,000
Ka. Sek. Keamanan	1	Rp 12,000,000
Ka. Sek. K3	1	Rp 12,000,000
Operator Proses	20	Rp 5,000,000
Operator Utilitas	10	Rp 5,000,000
Karyawan Personalia	5	Rp 7,000,000
Karyawan Humas	5	Rp 7,000,000
Karyawan Litbang	5	Rp 7,000,000
Karyawan Pembelian	5	Rp 7,000,000
Karyawan Pemasaran	5	Rp 7,000,000
Karyawan Administrasi	4	Rp 7,000,000
Karyawan Kas/Anggaran	4	Rp 7,000,000
Karyawan Proses	17	Rp 7,000,000

Karyawan Pengendalian	6	Rp 7,000,000
Karyawan Laboratorium	6	Rp 7,000,000
Karyawan Pemeliharaan	6	Rp 7,000,000
Karyawan Utilitas	12	Rp 7,000,000
Karyawan K3	6	Rp 7,000,000
Sekretaris	6	Rp 6,000,000
Dokter	2	Rp 7,500,000
Perawat	4	Rp 4,000,000
Satpam	8	Rp 2,500,000
Supir	10	Rp 3,000,000
Cleaning Service	9	Rp 2,600,000
Jumlah	180	529.700.000
Total gaji/bulan		1.295.400.000

#### 4.6.7 Kesejahteraan Sosial Karyawan

Kesejahteraan sosial yang diberikan oleh perusahaan pada karyawan antar lain :

##### 1. Tunjangan

- Tunjangan yang berupa gaji pokok yang diberikan berdasarkan golongan karyawan yang bersangkutan.
- Tunjangan jabatan yang diberikan berdasarkan jabatan yang dipegang oleh karyawan.
- Tunjangan lembur yang diberikan kepada karyawan yang bekerja di luar jam kerja berdasarkan jumlah kerja.

## 2. Cuti

- Cuti tahunan diberikan kepada setiap karyawan selama 12 hari kerja dalam satu (1) tahun.
- Cuti sakit diberikan kepada setiap karyawan yang menderita sakit berdasarkan keterangan dokter.

## 3. Pakaian

Kerja Pakaian kerja diberikan kepada setiap karyawan sejumlah 3 pasang untuk setiap tahunnya.

## 4. Pengobatan

- Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit yang diakibatkan oleh kecelakaan kerja ditanggung perusahaan sesuai dengan undang-undang yang berlaku.
- Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit yang tidak diakibatkan oleh kecelakaan kerja diatur berdasarkan kebijaksanaan perusahaan.

## 5. Asuransi Tenaga Kerja (ASTEK)

ASTEK diberikan oleh perusahaan bila jumlah karyawan lebih dari 10 orang dengan gaji karyawan Rp 1.000.000,00 per bulan. Fasilitas untuk kemudahan bagi karyawan dalam melaksanakan aktivitas selama di pabrik antara lain :

- Penyediaan mobil dan bus untuk transportasi antar jemput karyawan.

- Kantin, untuk memenuhi kebutuhan makan karyawan terutama makan siang.
- Sarana peribadatan seperti masjid.
- Pakaian seragam kerja dan peralatan-peralatan keamanan seperti *safety helmet*, *safety shoes* dan kacamata, serta tersedia pula alat-alat keamanan lain seperti masker, *ear plug*, sarung tangan tahan api.
- Fasilitas kesehatan seperti tersediannya poliklinik yang dilengkapi dengan tenaga medis dan paramedis.

#### **4.7 Evaluasi Ekonomi**

Dalam pra rancangan pabrik diperlukan analisa ekonomi untuk mendapatkan perkiraan (*estimation*) 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 terjadi titik impas dimana total biaya produksi sama dengan keuntungan yang diperoleh. Selain itu analisa ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang akan didirikan dapat menguntungkan dan layak atau tidak untuk didirikan. Dalam evaluasi ekonomi ini faktor-faktor yang ditinjau adalah :

1. *Return On Investment*
2. *Pay Out Time*
3. *Discounted Cash Flow*
4. *Break Even Point*

## 5. *Shut Down Point*

Sebelum dilakukan analisa terhadap kelima faktor tersebut, maka perlu dilakukan perkiraan terhadap beberapa hal sebagai berikut :

### 1. Penentuan modal industry (*Total Capital Investment*)

Meliputi :

- a. Modal tetap (*Fixed Capital Investment*)
- b. Modal kerja (*Working Capital Investment*)

### 2. Penentuan biaya produksi total (*Total Production Cost*)

Meliputi :

- a. Biaya pembuatan (*Manufacturing Cost*)
- b. Biaya pengeluaran umum (*General Expense*)

### 3. Pendapatan modal

Untuk mengetahui titik impas, maka perlu dilakukan perkiraan terhadap:

- a. Biaya tetap (*Fixed Cost*)
- b. Biaya variable (*Variavle Cost*)
- c. Biaya mengambang (*Regulated Cost*)

#### 4.7.1 Harga Alat

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

Pabrik *Sodium Thiosulfate Pentahydrate* beroperasi selama satu tahun produksi yaitu 330 hari, dan tahun evaluasi pada tahun 2024. Di dalam analisa ekonomi harga-harga alat maupun harga-harga lain diperhitungkan pada tahun analisa. Untuk mencari harga pada tahun analisa, maka dicari indeks pada tahun analisa.

Harga indeks tahun 2024 diperkirakan secara garis dengan data indeks dari tahun 1987 sampai 2024, dicari dengan persamaan regresi linier.

Tabel 4.29 Indek harga alat

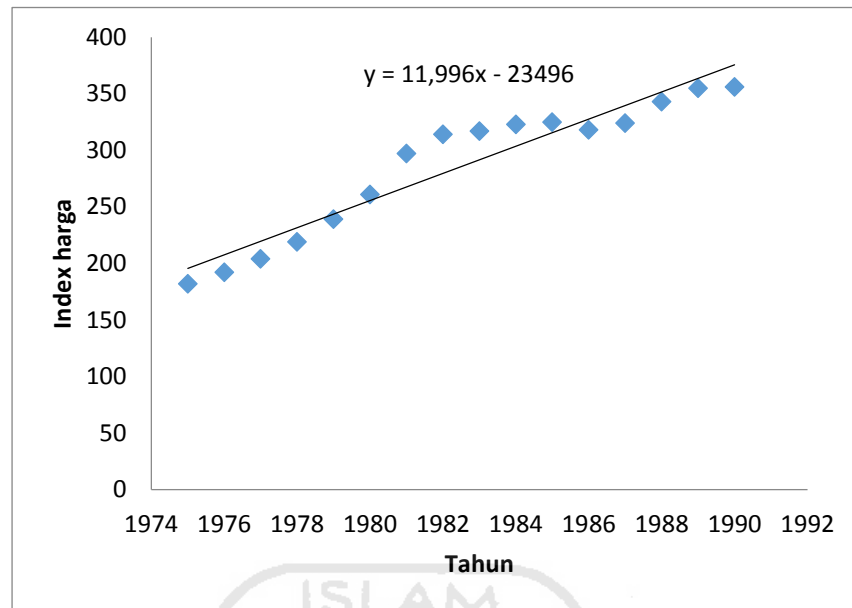
No	(Xi)	Indeks (Yi)
1	1987	324
2	1988	343
3	1989	355
4	1990	356
5	1991	361.3
6	1992	358.2
7	1993	359.2
8	1994	368.1
9	1995	381.1
10	1996	381.7
11	1997	386.5
12	1998	389.5
13	1999	390.6
14	2000	394.1
15	2001	394.3
16	2002	395.6

17	2003	402
18	2004	444.2
19	2005	468.2
20	2006	499.6
21	2007	525.4
22	2008	575.4
23	2009	521.9
24	2010	550.8
25	2011	585.7
26	2012	584.6
27	2013	567.3
28	2014	576.1
29	2015	556.8

(<http://www.chemengoline.com/pci>)

Berdasarkan data tersebut, maka persamaan regresi linier yang diperoleh adalah  $y = 9,878 x - 19.325$ . Pabrik *Sodium Thiosulfate Pentahydrate* dengan kapasitas 50.000 ton/tahun akan dibangun pada tahun 2024, berikut adalah grafik hasil plotting data:





Gambar 4.11 Tahun vs indeks harga

Berdasarkan data tersebut, maka persamaan regresi linier yang diperoleh adalah  $y = 9,878 x - 19.325$ . Pabrik *Sodium Thiosulfate Pentahydrate* dengan kapasitas 50.000 ton/tahun akan dibangun pada tahun 2024, maka persamaan regresi linier diperoleh indeks sebesar 668,072.

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

Dalam Hubungan ini :

(Aries & Newton, 1955)

Ex : Harga pada tahun pembelian (2014)

Ey : Harga pada tahun referensi (2014)

Nx : Index harga pada tahun pembelian (2024)

Ny : Index harga pada tahun referensi (2014)

Berdasarkan rumus tersebut, maka didapatkan hasil perhitungan alat sebagai berikut :

Tabel 4.30 Harga alat proses

<b>Nama Alat</b>	<b>Kode Alat</b>	<b>Jumlah</b>	<b>Harga Total</b>
Tangki Pelarut	TP-01	1	\$ 34.326
Reaktor	R-01	1	\$ 573.329
<i>Centrifuge</i>	CF-01	1	\$ 324.005
Evaporator	EV-01	1	\$ 194.125
<i>Crystalizer</i>	CR-01	1	\$ 101.005
<i>Centrifuge</i>	CF-02	1	\$ 324.005
<i>Rotary Dryer</i>	RD-01	1	\$ 117.356
<i>Heat Exchanger 01</i>	HE-01	1	\$ 22.381
<i>Heat Exchanger 02</i>	HE-02	1	\$ 1.392
<i>Belt Conveyor 01</i>	BC-01	1	\$ 7.190
<i>Belt Conveyor 02</i>	BC-02	1	\$ 7.190
<i>Belt Conveyor 03</i>	BC-03	1	\$ 7.190
<i>Belt Conveyor 04</i>	BC-04	1	\$ 6.726
<i>Belt Conveyor 05</i>	BC-05	1	\$ 6.726
<i>Belt Conveyor 06</i>	BC-06	1	\$ 7.190
<i>Belt Conveyor 07</i>	BC-07	1	\$ 7.190

<i>Bucket Elevator 01</i>	BE-02	1	\$ 11.596
<i>Bucket Elevator 02</i>	BE-02	1	\$ 9.973
<i>Bucket Elevator 03</i>	BE-03	1	\$ 14.380
<i>Bucket Elevator 04</i>	BE-04	1	\$ 9.973
<i>Hopper 01</i>	H-01	1	\$ 6.494
<i>Hopper 02</i>	H-02	1	\$ 3.827
<i>Hopper 03</i>	H-03	1	\$ 6.958
Bin	B-01	1	\$ 17.395
Pompa 01	P-01	2	\$ 5.636
Pompa 02	P-02	2	\$ 7.044
Pompa 03	P-03	2	\$ 5.636
Pompa 04	P-04	2	\$ 5.636
Pompa 05	P-05	2	\$ 8.454
Pompa 06	P-06	2	\$ 8.454
Pompa 07	P-07	2	\$ 8.454
Pompa 08	P-08	2	\$ 3.522
Total		41	\$ 1.898.760

Tabel 4.31 Harga alat utilitas

<b>Nama Alat</b>	<b>Kode Alat</b>	<b>Jumlah</b>	<b>Harga Total</b>
<i>Screening</i>	FU-01	1	\$ 28.991
Bak Pengendapan Awal / Sedimentasi	R-01	1	\$ 3.395
Bak Flokulator / Pengendapan	BU-01	1	\$ 3.395
Tangki Larutan Alum	TU-01	1	\$ 45.402,82

Bak Pengendap I	BU-02	1	\$ 3.918
Bak Pengendap II	BU-03	1	\$ 3.918
Bak Saringan Pasir / <i>Sand Filter</i>	BU-04	1	\$ 18.022
Bak Penampung Sementara	BU-05	1	\$ 3.918
Tangki Klorinasi	TU-02	1	\$ 3.918
Tangki Klaporit	TU-03	1	\$ 7.569
Tangki Air Bersih	TU-04	1	\$ 137.909
Tangki Bertekanan	TU-05	1	\$ 19.714
Bak Air Pendingin	BU-06	1	\$ 270.594
<i>Cooling Tower</i>	CT-01	1	\$ 83.908
<i>Blower Cooling Tower</i>	BL-01	1	\$ 101.077
<i>Mixed Bed</i>	TU-06	1	\$ 123.702
Tangki NaCl	TU-07	1	\$ 3.384
Tangki NaOH	TU-08	1	\$ 1.739
Tangki Deaerator	TU-09	1	\$ 4.262
Tangki N <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	TU-10	1	\$ 9.670
Tangki Air Demin	TU-11	1	\$ 9.670
Pompa 1	PU-01	2	\$ 22.544
Pompa 2	PU-02	2	\$ 22.544
Pompa 3	PU-03	2	\$ 22.544
Pompa 4	PU-04	2	\$ 2.254
Pompa 5	PU-05	2	\$ 22.544
Pompa 6	PU-06	2	\$ 22.544
Pompa 7	PU-07	2	\$ 22.544
Pompa 8	PU-08	2	\$ 22.544

Pompa 9	PU-09	2	\$ 22.544
Pompa 10	PU-10	2	\$ 2.254
Pompa 11	PU-11	2	\$ 9.017
Pompa 12	PU-12	2	\$ 9.017
Pompa 13	PU-13	2	\$ 2.254
Pompa 14	PU-14	2	\$ 2.551
Pompa 15	PU-15	2	\$ 2.203
Pompa 16	PU-16	2	\$ 2.203
Pompa 17	PU-17	2	\$ 11.596
Pompa 18	PU-18	2	\$ 2.551
Pompa 19	PU-19	2	\$ 2.551
Pompa 20	PU-20	2	\$ 2.551
Pompa 21	PU-21	2	\$ 2.551
Tangki <i>Silika Gel</i>	TU-12	1	\$ 6.090
<i>Boiler</i>	Bo-01	1	\$ 17.114
Tangki Umpan <i>Boiler</i>	TU-13	1	\$ 9.670
Tangki Bahan Bakar	TU-14	1	\$ 4.992
Kompresor		2	\$ 19.250
Total		69	\$ 1.179.097

#### 4.7.2 Analisa Kelayakan

Analisa kelayakan digunakan untuk mengetahui keuntungan yang diperoleh tergolong besar atau tidak sehingga dapat dikategorikan apakah pabrik tersebut yang digunakan dalam analisa kelayakan ekonomi dari suatu rancangan pabrik.

##### 1. Dasar Perhitungan

- Kapasitas Produksi = 50.000 ton/tahun
- Satu tahun operasi = 330 hari
- Tahun pendirian pabrik = 2024
- Kurs mata uang = Rp 16.450,00

## 2. Perhitungan Biaya

### a. *Capital Investment*

*Capital Investment* merupakan jumlah pengeluaran yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik dan untuk mengoperasikannya. *Capital investment* terdiri dari :

1. *Fixed Capital Investment*
2. *Working Capital Investment*

### b. *Manufacturing Cost*

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

*Manufacturing Cost* meliputi :

#### 1. *Direct Cost*

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

#### 2. *Indirect Cost*

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

### 3. *Fixed Cost*

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

#### c. *General Expense*

Berupa pengeluaran umum meliputi pengeluaran-pengeluaran yang berkaitan dengan fungsi perusahaan yang tidak termasuk *Manufacturing Cost*.

#### d. *Percent Return On Investment*

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

$$ROI = \frac{\text{keuntungan}}{\text{Fixed Capital}} \times 100\%$$

#### e. *Pay Out Time (POT)*

*Pay Out Time (POT)* merupakan :

1. Jumlah tahun yang telah berselang sebelum didapatkan suatu penerima yang melebihi investasi awal atau jumlah tahun yang diperlukan untuk kembalinya *Capital Investment* dengan profit sebelum dikurangi depresiasi.
2. Waktu minimum teoritis yang dibutuhkan untuk pengembalian modal tetap yang ditanamkan atas dasar keuntungan setiap tahun ditambah dengan penyusutan.
3. Waktu pengembalian modal yang dihasilkan berdasarkan keuntungan yang diperoleh. Perhitungan ini diperlukan untuk

mengetahui dalam berapa tahun investasi yang telah dilakukan akan kembali.

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

f. *Break Even Point (BEP)*

1. Titik impas produksi (suatu kondisi dimana pabrik tidak mendapatkan keuntungan maupun kerugian).
2. Titik yang menunjukkan pada tingkat berapa biaya dan penghasilan jumlahnya sama. Dengan BEP kita dapat menentukan harga jual dan jumlah unit yang dijual secara minimum dan berapa harga serta unit penjualan yang harus dicapai agar mendapat keuntungan.
3. Kapasitas produksi pada saat sales sama dengan total cost. Pabrik akan rugi jika beroperasi dibawah BEP dan akan untung jika beroperasi diatas BEP.

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

Dalam hal ini :

Fa : *Annual Fixed Manufacturing Cost* pada produksi maksimum

Ra : *Annual Regulated Expenses* pada produksi maksimum

Va : *Annual Variable Value* pada produksi maksimum



$S_a$  : *Annual Sales Value* pada produksi maksimum

g. *Shut Down Point* (SDP)

*Shut Down Point* (SDP) adalah :

1. Suatu titik atau saat penentuan suatu aktivitas produksi dihentikan. Penyebab antara lain *Variable Cost* yang terlalu tinggi, atau bias juga karena manajemen akibat tidak ekonomisanya suatu aktivitas produksi (tidak menghasilkan *profit*).
2. Persen kapasitas minimal suatu pabrik dapat mencapai kapasitas produksi yang diharapkan dalam setahun. Apabila tidak mampu mencapai persen minimal kapasitas tersebut dalam satu tahun maka pabrik harus berhenti beroperasi atau tutup.
3. *Level* produksi di mana biaya untuk melanjutkan operasi pabrik akan lebih mahal daripada biaya untuk menutup pabrik dan membayar *Fixed Cost*.
4. Merupakan titik produksi dimana pabrik mengalami kebangkrutan sehingga pabrik harus berhenti atau tutup.

$$SDP = \frac{(0,3 Ra)}{(S_a - V_a - 0,7 Ra)} \times 100\%$$

h. *Discounted Cash Flow Rate Of Return* (DCFR)

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

1. Analisa kelayakan ekonomi dengan menggunakan DCFR dibuat dengan menggunakan nilai uang yang berubah terhadap waktu

dan dirasakan atau investasi yang tidak kembali pada akhir tahun selama umur pabrik.

2. Laju bunga maksimal dimana suatu proyek dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada bank selama umur pabrik.
3. Merupakan besarnya perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahun, didasarkan atas investasi yang tidak kembali pada setiap akhir tahun selama umur pabrik.

Persamaan untuk menentukan DCFR :

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

Dimana :

FC : *Fixed capital*

WC : *Working capital*

SV : *Salvage value*

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

n : Umur pabrik = 10 tahun

I : Nilai DCFR

Hasil Perhitungan

Tabel 4.32 *Physcal Plant Cost (PPC)*

No	<i>Type of Capital Investment</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Purchased Equipment cost</i>	Rp 50.630.744.874	\$ 3.077.857

2	<i>Delivered Equipment Cost</i>	Rp 12.657.686.218	\$ 769.464
3	<i>Instalasi cost</i>	Rp 7.876.543.417	\$ 478.817
4	Pemipaan	Rp 27.476.720.450	\$ 1.670.317
5	Instrumentasi	Rp 12.583.971.547	\$ 764.983
6	Insulasi	Rp 1.879.416.328	\$ 114.250
7	Listrik	Rp 5.063.074.487	\$ 307.786
8	Bangunan	Rp 23.380.000.000	\$ 1.421.277
9	<i>Land &amp; Yard Improvement</i>	Rp 37.980.000.000	\$ 2.308.815
<b><i>Physical Plant Cost (PPC)</i></b>		<b>Rp 179.528.157.322</b>	<b>\$ 10.913.566</b>

Tabel 4.33 *Direct Plant Cost (DPC)*

No	<i>Type of Capital Investment</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Teknik dan Konstruksi	Rp 215.433.788.786	\$ 13.096.279
<b><i>Total (DPC + PPC)</i></b>		<b>Rp 394.961.946.108</b>	<b>\$ 24.009.845</b>

Tabel 4.34 *Fixed Capital Investment (FCI)*

No	<i>Type of Capital Investment</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Total DPC + PPC	Rp 394.961.946.108	\$ 24.009.845
2	Kontraktor	Rp 8.617.351.551	\$ 523.851
3	Biaya tak terduga	Rp 21.543.378.879	\$ 1.309.628
<b><i>Fixed Capital Investment (FCI)</i></b>		<b>Rp 425.122.676.538</b>	<b>\$ 25.843.324</b>

## 1. Penentuan

### *Total Production Cost (TPC)*

Tabel 4.35 *Direct Manufacturing Cost (MPC)*

No	<i>Type of Expense</i>	<b>Harga (Rp)</b>	<b>Harga (\$)</b>
1	<i>Raw Material</i>	Rp 167.296.853.198	\$ 10.170.021
2	<i>Labor</i>	Rp 15.544.800.000	\$ 944.973
3	<i>Supervision</i>	Rp 1.554.480.000	\$ 94.497
4	<i>Maintenance</i>	Rp 4.911.890.384	\$ 298.595
5	<i>Plant Supplies</i>	Rp 736.783.558	\$ 44.789
6	<i>Royalty and Patents</i>	Rp 3.906.875.000	\$ 237.500
7	<i>Utilities</i>	Rp 33.941.874.335	\$ 2.063.336
<b><i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i></b>		<b>Rp 227.893.556.474</b>	<b>\$ 13.853.712</b>

Tabel 4.36 *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*

No	<i>Type of Expense</i>	<b>Harga (Rp)</b>	<b>Harga (\$)</b>
1	<i>Payroll Overhead</i>	Rp 2.331.720.000	\$ 141.746
2	<i>Laboratory</i>	Rp 1.554.480.000	\$ 94.497
3	<i>Plant Overhead</i>	Rp 7.772.400.000	\$ 472.486
4	<i>Packaging and Shipping</i>	Rp 19.534.375.000	\$ 1.187.500
<b><i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i></b>		<b>Rp 31.192.975.000</b>	<b>\$ 1.896.229</b>

Tabel 4.37 *Fixed Manufacturing Cost (FMC)*

No	<i>Type of Expense</i>	<b>Harga (Rp)</b>	<b>Harga (\$)</b>
1	<i>Depreciation</i>	Rp 19.647.561.537	\$ 1.194.381
2	<i>Propertu taxes</i>	Rp 2.455.945.192	\$ 149.298
3	<i>Insurance</i>	Rp 2.455.945.192	\$ 149.298
<b><i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i></b>		<b>Rp 24.559.451.922</b>	<b>\$ 1.492.976</b>

Tabel 4.38 *Manufacturing Cost (MC)*

<b>No</b>	<b><i>Type of Expense</i></b>	<b>Harga (Rp)</b>	<b>Harga (\$)</b>
1	<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	Rp 227.893.556.474	\$ 13.853.712
2	<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	Rp 31.192.975.000	\$ 1.896.229
3	<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	Rp 24.559.451.922	\$ 1.492.976
<b><i>Manufacturing Cost (MC)</i></b>		<b>Rp 283.645.983.396</b>	<b>\$ 17.242.917</b>

Tabel 4.39 *Working Capital (WC)*

<b>No</b>	<b><i>Type of Expense</i></b>	<b>Harga (Rp)</b>	<b>Harga (\$)</b>
1	<i>Raw Material Inventory</i>	Rp 45.626.414.509	\$ 2.773.642
2	<i>In Process Inventory</i>	Rp 38.678.997.736	\$ 2.351.307
3	<i>Product Inventory</i>	Rp 77.357.995.472	\$ 4.702.614
4	<i>Extended Credit</i>	Rp 106.551.136.364	\$ 6.477.273
5	<i>Available Cash</i>	Rp 77.357.995.472	\$ 4.702.614
<b><i>Working Capital (WC)</i></b>		<b>Rp 345.572.539.551</b>	<b>\$ 21.007.449</b>

Tabel 4.40 *General Expense (GE)*

<b>No</b>	<b><i>Type of Expense</i></b>	<b>Harga (Rp)</b>	<b>Harga (\$)</b>
1	<i>Administration</i>	Rp 8.509.379.502	\$ 517.288
2	<i>Sales expense</i>	Rp 14.182.299.170	\$ 862.146
3	<i>Research</i>	Rp 7.091.149.585	\$ 431.073
4	<i>Finance</i>	Rp 11.823.341.175	\$ 718.744
<b><i>General Expense (GE)</i></b>		<b>Rp 41.606.169.432</b>	<b>\$ 2.529.250</b>

Tabel 4.41 *Total Production Cost (TPC)*

No	<i>Type of Expense</i>	<b>Harga (Rp)</b>	<b>Harga (\$)</b>
1	<i>Manufacturing Cost (MC)</i>	Rp 283.645.983.396	\$ 17.242.917
2	<i>General Expense (GE)</i>	Rp 41.606.169.432	\$ 2.529.250
<b>Total Production Cost (TPC)</b>		<b>Rp 325.252.152.828</b>	<b>\$ 19.772.167</b>

Tabel 4.42 *Fixed Cost (Fa)*

No	<i>Type of Expense</i>	<b>Harga (Rp)</b>	<b>Harga (\$)</b>
1	<i>Depreciation</i>	Rp 19.647.561.537	\$ 1.194.381
2	<i>Property taxes</i>	Rp 2.455.945.192	\$ 149.298
3	<i>Insurance</i>	Rp 2.455.945.192	\$ 149.298
<b>Fixed Cost (Fa)</b>		<b>Rp 24.559.451.922</b>	<b>\$ 1.492.976</b>

Tabel 4.43 *Variable Cost (Va)*

No	<i>Type of Expense</i>	<b>Harga (Rp)</b>	<b>Harga (\$)</b>
1	<i>Raw material</i>	Rp 167.296.853.198	\$ 10.170.021
2	<i>Packaging &amp; shipping</i>	Rp 19.534.375.000	\$ 1.187.500
3	<i>Utilities</i>	Rp 33.941.874.335	\$ 2.063.336
4	<i>Royalties and Patents</i>	Rp 3.906.875.000	\$ 237.500
<b>Variable Cost (Va)</b>		<b>Rp 224.679.977.532</b>	<b>\$ 13.658.357</b>

Tabel 4.44 *Regulated Cost (Ra)*

No	<i>Type of Expense</i>	<b>Harga (Rp)</b>	<b>Harga (\$)</b>
1	<i>Labor cost</i>	Rp 15.544.800.000	\$ 944.973
2	<i>Plant overhead</i>	Rp 7.772.400.000	\$ 472.486
3	<i>Payroll overhead</i>	Rp 2.331.720.000	\$ 141.746

4	<i>Supervision</i>	Rp 1.554.480.000	\$ 94.497
5	<i>Laboratory</i>	Rp 1.554.480.000	\$ 94.497
6	<i>Administration</i>	Rp 8.509.379.502	\$ 517.288
7	<i>Finance</i>	Rp 11.823.341.175	\$ 718.744
8	<i>Sales expense</i>	Rp 14.182.299.170	\$ 862.146
9	<i>Research</i>	Rp 7.091.149.585	\$ 431.073
10	<i>Maintenance</i>	Rp 4.911.890.384	\$ 298.595
11	<i>Plant supplies</i>	Rp 736.783.558	\$ 44.789
<b>Regulated Cost (Ra)</b>		<b>Rp 76.012.723.374</b>	<b>\$ 4.620.834</b>

Berdasarkan rincian perhitungan tersebut maka didapatkan data untuk menguji apakah pabrik layak dibangun, berikut perhitungannya :

1. *Percent Return On Investment (ROI)*

$$\text{ROI} = \frac{\text{keuntungan}}{\text{Fixed Capital}} \times 100$$

$$\text{ROI sebelum pajak} = 26,6437 \%$$

$$\text{ROI setelah pajak} = 19,9827 \%$$

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

2. *Pay Out Time (POT)*

$$\text{POT} = \frac{\text{Fixed capital investment}}{(\text{Keuntungan tahunan} + \text{depresiasi})}$$

$$\text{POT sebelum pajak} = 2,9 \text{ tahun}$$

$$\text{POT setelah pajak} = 3,6 \text{ tahun}$$

Syarat POT sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan resiko rendah maksimum adalah (5 tahun atau 2 tahun ) dan syarat POT setelah pajak maksimum adalah 5 tahun (Aries and Newton, 1955).

### 3. Break Even Point (BEP)

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

$$\text{BEP} = 41,9892 \%$$

BEP untuk pabrik kimia pada umumnya adalah 40% - 60%

### 4. Shut Down Point (SDP)

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

$$\text{SDP} = 20,2164\%$$

### 5. Discounted Cash Flow Rate (DCFR)

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

$$\text{Umur pabrik} = 10 \text{ tahun}$$

$$\text{Fixed Capital Investment} = \text{Rp } 245.594.519.216$$

$$\text{Working Capital} = \text{Rp } 345.572.539.551$$

$$\text{Salvage Value (SV)} = \text{Rp } 19.647.561.537$$

$$\begin{aligned} \text{Cash flow (CF)} &= \text{Annual profit} + \text{depresiasi} + \text{finance} \\ &= \text{Rp } 80.547.413.092 \end{aligned}$$

Dengan *trial & error* diperoleh nilai I : 0,1128

$$\text{DCFR} : 11,28$$

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

$$: 6,38 \%$$



Kesimpulan : Memenuhi syarat

(Didasarkan pada suku bunga acuan di bank saat ini adalah 4,25%  
berlaku mulai 20 Juni 2020)

#### 4.7.3 Analisis Keuntungan

##### a. Keuntungan Sebelum Pajak

Total penjualan : Rp 390.687.500.000

Total biaya produksi : Rp 325.252.152.828

Keuntungan : Total penjualan – total biaya produksi  
: Rp 65.435.347.172

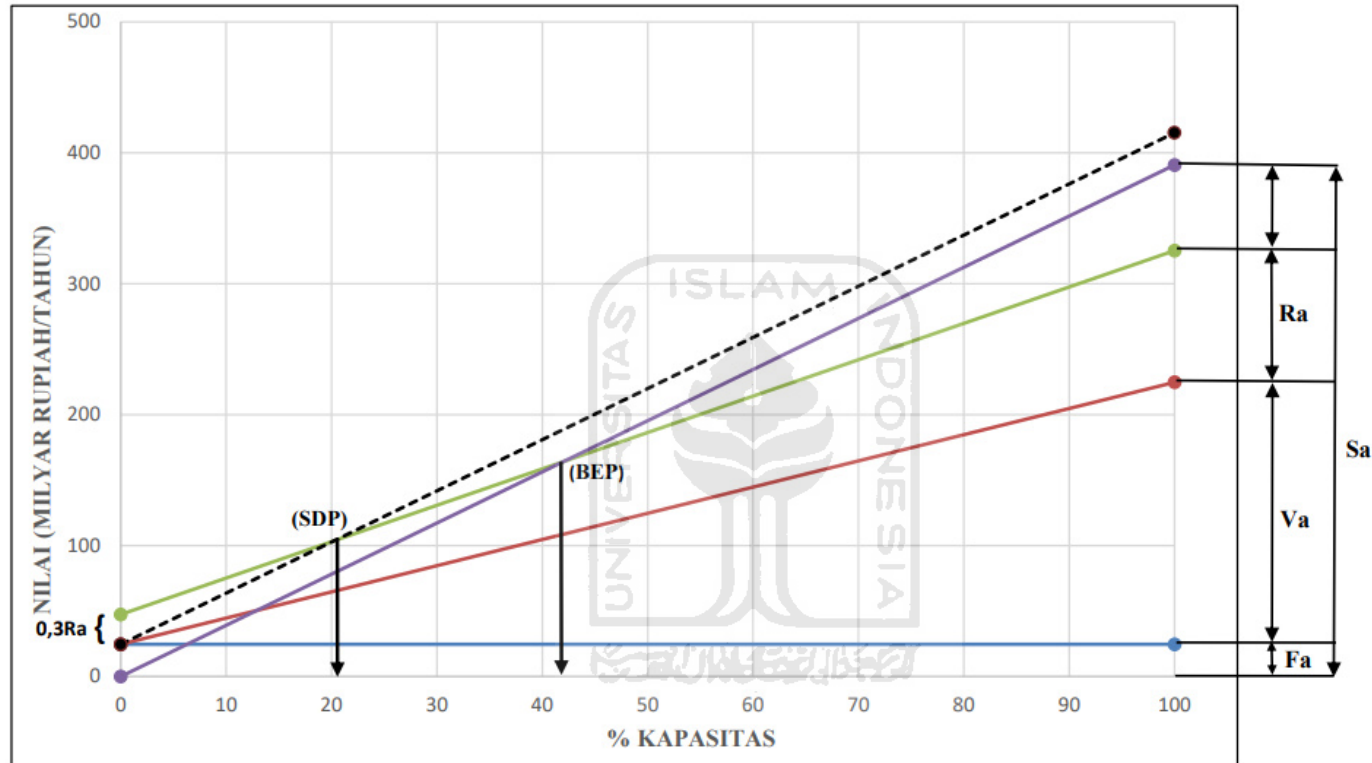
##### b. Keuntungan Sesudah Pajak

Pajak : 25 % x Rp 65.435.347.172

: Rp 16.358.836.793

Keuntungan : Keuntungan sebelum pajak – pajak  
: Rp 49.076.510.379





Gambar 4.12 Grafik analisa kelayakan

Keterangan :  $F_a$  = *Annual Fixed Cost*

$R_a$  = *Annual Regulated Cost*

$V_a$  = *Annual Variabel Cost*

$S_a$  = *Annual Sales Value*

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

1. Pabrik *Sodium Thiosulfate Pentahydrate* dari *Sodium Sulfite* dan Sulfur dengan kapasitas 50.000 ton/tahun ini tergolong sebagai pabrik beresiko rendah. Berdasarkan tinjauan proses, kondisi operasi, sifat-sifat bahan baku dan produk, serta lokasi pabrik, maka pabrik *Sodium Thiosulfate Pentahydrate* ini tergolong pabrik beresiko rendah.
2. Pendirian Pabrik sodium Thiosulfate Pentahydrate akan memberikan solusi bagi industri kimia di Indonesia akan kebutuhan *Sodium Thiosulfate Pentahydrate* dalam industri fotografi, farmasi, ekstraksi emas, dan industri penyamakan kulit.
3. Pabrik *Sodium Thiosulfate Pentahydrate* didirikan dengan pertimbangan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, mengurangi ketergantungan import, memberikan lapangan pekerjaan dan meningkatkan pertumbuhan ekonomi.
4. Pabrik *Sodium Thiosulfate Pentahydrate* akan didirikan dengan kapasitas 50.000 ton/tahun, dengan bahan baku *Sodium Sulfite* sebanyak 3.302,523 kg/jam dan *Sulfur* sebanyak 831,808 kg/jam.
5. Pabrik akan didirikan di kawasan industri Gresik, dengan pertimbangan mudah mendapatkan bahan baku, tenaga kerja, pengembangan pabrik,

prospek pemasaran yang baik serta ketersediaan air dan listrik yang mudah didapat.

6. Berdasarkan analisa ekonomi, maka didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 5.1 Hasil analisa ekonomi

No	Parameter kelayakan	Perhitungan	Standar kekayaan (Aries and Newton)
<i>Profit</i>			
1	<i>Profit</i> sebelum pajak	Rp 65.435.347.172	
2	<i>Profit</i> sesudah pajak	Rp 49.076.510.379	Keuntungan setelah pajak (25%)
<i>Return on investment (ROI)</i>			
4	ROI sesudah pajak	19,98 %	<i>Industrial Chemical</i> <i>Low Risk min 11%</i>
<i>Pay out time (POT)</i>			
5	POT sebelum pajak	2,9 tahun	<i>Industrial Chemical</i> POT sesudah pajak: <i>Low Risk max 5 thn</i>
6	POT sesudah pajak	3,6 tahun	
7	<i>Break even point</i> (BEP)	41,9892 %	40 % - 60 %
8	<i>Shut Down Point</i> (SDP)	20,2164 %	
9	<i>Discounted cash flow rate of return</i> (DCFRR)	11,28 %	1,5 x suku bunga acuan bank = (suku bunga acuan bank Indonesia juni 2020 : 4,25% )

Dari hasil analisis ekonomi diatas dan ditinjau dari banyaknya kebutuhan akan *Sodium Thiosulfate Pentahydrate* yang memiliki prospek yang bagus di Indonesia dapat disimpulkan bahwa pabrik *Sodium Thiosulfate Pentahydrate* dengan kapasitas 50.000 ton/tahun ini layak dan menarik untuk dikaji lebih lanjut.

## 6.2 Saran

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

1. Optimasi pemilihan seperti alat proses atau alat penunjang dan bahan baku perlu diperhatikan sehingga akan lebih mengoptimalkan keuntungan yang diperoleh.
2. Perancangan pabrik kimia tidak lepas dari produksi limbah, sehingga diharapkan berkembangnya pabrik-pabrik kiia yang lebih ramah lingkungan.
3. Produk *Sodium Thiosulfate Pentahydrate* dapat direalisasikan sarana untuk memenuhi kebutuhan dimasa mendatang yang jumlahnya semakin meningkat melihat pesatnya fotografi saat ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aries, R.S., & Newton, R.D., 1955, "*Chemical Engineering Cost Estimation*", McGraw-Hill Companies Inc., New York
- Badan Pusat Statistik, "*Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia*", vol.I 2011-2015, Jakarta.
- Brown , G.G., 1978, "*Unit Operation*", Modern Asia Edition, John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Brownell, L.E., & Young, E.H., 1959, "*Process Equipment Design*", John Willey and Sons, New York
- Coulson, J.M., and Richardson, J.F.,1984, "*Chemical Engineering*",Vol.6, 1st edition, Pergamon Press, Oxford
- Evan, 1977, "*Process Equipment Handbook*", vol 2, John Willey and Sons, New York
- Faith, W.L., Keyes, D.B., and Clark, C.W., 1957, "*Industrial Chemicals* ", 4 th ed., John Wiley and Sons, New York.
- Geankoplis, C.J., 1993, "*Transport Processes and Unit Operations*", 3rd ed., Prentice-Hall, Inc., New Jersey.
- Gilbert, F., and Kenneth, B., 1979, "*Chemical Reactor Analysis and Design*" , Wiley Vch, New York
- Holland, F.A dan F.S., Chapman, "*Liquid Mixing and Processing in Stirred Tanks*", 1966

- Kern, D.Q., 1950, "*Process Heat Transfer*", McGraw-Hill Companies Inc., New York
- Kent, and Riegel's, 1949, "*Handbook of Industrial Chemistry and Biotechnology*", New York.
- Kirk, R.E. and Othmer, D.F., 1964, "*Encyclopedia of Chemical Technology*", 2nd ed, vol.20, The Interscience Encyclopedia Inc., New York.
- Lange, N.A., 1934, "*Lange's Handbook of Chemistry*", 15th ed, Mc. Graw Hill Book Co. Inc., New York.
- Levenspiel, O., 1999, "*Chemical Reaction Engineering*", 3rd edition. John Wiley and Sons : New York
- Ludwig, E. E., 2001, "*Applied Process Design for Chemical and Petro Chemical Plant*", 3rd ed, vol 3, Gulf Publishing Company, Houston, Texas
- McCabe and Smith. 1993, "*Unit Operation of Chemical Engineering*", 5th edition. Mc Graw-Hill, Inc Singapore
- Perry, R.H. and Green, D., 2008, "*Perry's Chemical Engineer's Handbook*", 8th ed., Mc. Graw Hill Book Co., New York.
- Peter, M.S. and Timmerhaus, K.D., 1991, "*Plant Design Economics for Chemical Engineers*", 4th ed., Mc. Graw Hill Book Co., New York.
- Powell, S.T., 1954, "*Industrial Water Conditioning*", McGraw-Hill Companies Inc., New York
- Rase, H.F., 1977, "*Chemical Reactor Design*", John Willey and Sons, vol 1, New York

- Reid, R.C., Smith, J.M., & Sherwood, T.K., 1998, "The Properties of Liquids and Gases", 4th ed, Mc Graw-Hill Company Inc., New York
- Riegel, E.R., 1949, "Industrial Chemistry", Reinhold Publishing., United Kingdom
- Smith, J.M., & Van Ness, H.C., 2001, "Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics", 6th ed, McGraw-Hill Companies Inc., New York
- Smith, R., 1995, "Chemical Process Design and Integration", John Wiley and Sons Ltd., USA
- Sularso, Tahara, 1977, "Pompa dan Kompresor", Erlangga, Jakarta
- Towler, G., & Sinnott, R., 2008, "Chemical Engineering Design", Elsevier Inc., California
- Treybal, R.E., 1981, "Mass Transfer Operations", 3rd ed, McGraw-Hill Companies Inc., New York
- Vilbrandt, F.C., and Dyden, C.E., 1959, "Chemical Engineering Plant Design", 4th ed, Mc. Graw-Hill book Kogakusha Ltd, Tokyo.
- Wallas, S.M., 1990, "Chemical Process Equipment Selection and Design", McGraw-Hill Companies Inc., New York
- Widjaja, G., 2003, "Perseroan Terbatas", PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta
- Ullmann, "Encyclopedia of Industry Chemistry", 6th ed., Wiley Vch, New York.
- Yaws, C.L., 1999, "Chemical Properties Handbook", Mc. Graw Hill Co., Inc., New York.
- Zamani, 1998, "Manajemen", Badan Penerbit IPWI, Jakarta
- <http://www..alibaba.com> , diakses tanggal 25 Agustus 2020 pukul 16.05 WIB



<http://www.bi.go.id/web/id/Moneter/KursBankIndonesia/KursTransaksi/> , diakses pada tanggal 26 Agustus 2020 pukul 13.30 WIB

<http://www.chemengonline.com> , diakses pada tanggal 25 Agustus 2020 pukul 09.15 WIB

<http://www.matche.com> , diakses pada tanggal 25 Agustus 2020 pukul 10.15 WIB



## LAMPIRAN A

### REAKTOR

Alogaritma perhitungan :

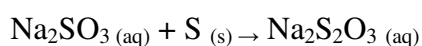
1. Reaksi Pada Reaktor
2. Menentukan jenis reaktor
3. Menghitung jumlah reaktor optimum
4. Menentukan dimensi reaktor
5. Menentukan tinggi cairan
6. Menentukan tebal shell
7. Menentukan tebal head
8. Perancangan pengaduk
9. Menentukan kecepatan putaran
10. Menghitung power motor
11. Menentukan kebutuhan pendingin
12. Menentukan luas transfer panas dan luas selimut reaktor
13. Perancangan jaket pendingin



### 1. Reaksi Pada Reaktor

Larutan *Sodium Sulfite* direaksikan dengan *Sulfur* dengan rasio mol yaitu 1 : 4 pada suhu 80 °C dan tekanan 1atm dengan waktu reaksi sekitar 1 jam, maka terbentuklah *Sodium Thiosulfate*.

Reaksi :



- Data energi pembentukan ( $\Delta H_f$ ) pada suhu 25°C (Lange"s, 1934)

sebagai berikut :

$$\Delta H_{298 \text{ K}} = \sum \Delta H_f \text{ produk} - \sum \Delta H_f \text{ reaktan}$$

$$\Delta H_f \text{ Na}_2\text{SO}_3 = -1115,87 \text{ KJ/mol}$$

$$\Delta H_f \text{ S} = 0 \text{ KJ/mol}$$

$$\Delta H_f \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = -1132,40 \text{ KJ/mol}$$

$$\Delta H_{298 \text{ K}} = (1. \Delta H_f \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) - (1. \Delta H_f \text{ Na}_2\text{SO}_3 + 1. \Delta H_f \text{ S})$$

$$= (-1132,4) - (-1115,87 + 0)$$

$$= -16,53 \text{ KJ/mol}$$

$$= -16530 \text{ KJ/kmol}$$

Jadi reaksi pembuatan *Sodium Thiosulfate* merupakan reaksi eksotermis karena nilai  $\Delta H_f$  0 reaksi negatif.

- Perhitungan untuk mencari harga K :

$$R = 1,987 \text{ kal/mol.K}$$

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

$$\Delta G_{298\text{K}} = -8534,4 \text{ kal/mol}$$

$$\begin{aligned} \ln K_{298} &= \frac{\Delta G_{298 \text{ K}}}{-R.T} \\ &= \frac{-8534,3 \text{ kal/mol}}{-1,987 \frac{\text{kal}}{\text{mol.K}} \cdot 298 \text{ K}} \end{aligned}$$

$$= 14,4132$$

$$K_{298} = 2,6681$$

$$\ln K_{353} - \ln K_{298} = -\frac{\Delta H_{\text{reaksi}}}{R} \times \left[ \frac{1}{T_{353}} - \frac{1}{T_{298}} \right]$$

$$\ln K_{353} = -\frac{\Delta H_{\text{reaksi}}}{R} \times \left[ \frac{1}{T_{353}} - \frac{1}{T_{298}} \right] + \ln K_{298}$$

$$= -\frac{4122,9935}{1,987 \frac{\text{kal}}{\text{mol.K}}} \times \left[ \frac{1}{353} - \frac{1}{298} \right] + 14,4132$$

$$= 13,3293$$

$$K_{253} = 614.337,6656$$

Harga konstanta kesetimbangan reaksi ( $K > 1$ ) pada suhu  $80^\circ\text{C}$  dengan demikian reaksinya bersifat *irreversible*.

- Persamaan kinetika

$$-r_A = k \cdot C_A$$

Berdasarkan Jurnal Penelitian Department of General and Inorganic Chemistry, Indian Institute of Science, Bangalore “*The*

*Reaction Between Sodium Sulphite and Sulphur*” bahwa reaksi termasuk reaksi heterogen berorde 1 dengan rasio mol  $\text{Na}_2\text{SO}_3 : \text{S}$  adalah 1 : 4 dimana *Sodium Sulfite* sebagai *limiting* reaktan.

- Neraca mol terhadap A

$$R_{\text{in}} - R_{\text{out}} + R_{\text{gen}} = R_{\text{acc}}$$

$$V_A \cdot C_{A0} - V_A \cdot C_A + (-r_A \cdot V) = \frac{d(C_A \cdot V)}{dt}$$

- Stoikiometri

Tabel 3.1 Neraca massa reaktor

Komponen	Mula-mula	Reaksi	Sisa
A	$N_{A0}$	$- N_{A0} \cdot X_A$	$- N_{A0} \cdot (1 - X_A)$
B	$N_{B0}$	$- N_{A0} \cdot X_A$	$N_{B0} - N_{A0} \cdot X_A$
C	-	$+ N_{A0} \cdot X_A$	$+ N_{A0} \cdot X_A$

Karena memakai RATB maka  $V = V_0$

$$C_B = \frac{N_B}{V_0} = \frac{N_{B0} - N_{A0} \cdot X_A}{V_0}$$

$$= \frac{N_{A0} \cdot \left( \frac{N_{B0}}{N_{A0}} - X_A \right)}{V_0}$$

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

$$C_A = \frac{N_A}{V_0} = \frac{N_{A0} \cdot (1 - X_A)}{V_0}$$

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

Maka :

$$-r_A = k \cdot C_A$$

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

- Kombinasi

Steady State maka  $\frac{d(C_A \cdot V)}{dt} = 0$

$$V_0 \cdot C_{A0} - V_0 \cdot C_A + (-r_A \cdot V) = \frac{d(C_A \cdot V)}{dt}$$

$$V_0 \cdot C_{A0} - V_0 \cdot C_A + (-r_A \cdot V) = 0$$

$$V_0 \cdot C_{A0} - V_0 \cdot C_{A0} \cdot (1 - X_A) = k \cdot C_{A0} \cdot (1 - X_A) \cdot V$$

$$V_0 \cdot C_{A0} \cdot X_A = k \cdot C_{A0} \cdot (1 - X_A) \cdot V$$

$$\frac{V}{V_0} = \frac{C_{A0} X_A}{-r_A}$$

$$t = \frac{V \cdot C_{A0}}{V_0}$$

$$t = \frac{V}{V_0}$$

## 2. Menentukan jenis reaktor

Jenis reaktor yang digunakan : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB)

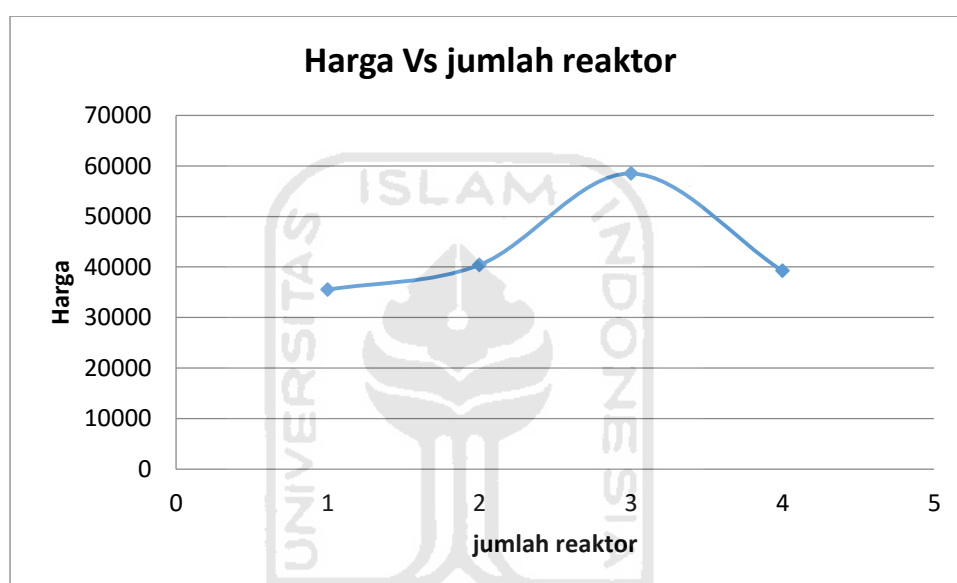
Fungsi : Mereaksikan *Sodium Sulfit* ( $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ) dan *Sulfur* (S) membentuk

*Sodium Thiosulfate*  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  dengan kecepatan umpan masuk



1	0,99				26,6388	7037,2348	35500	35500
2	0,9000	0,99			2,4222	639,8738	20200	40400
3	0,7846	0,9536	0,99		0,9799	258,8603	19500	58500
4	0,6836	0,9000	0,9684	0,99	0,5820	153,7542	9800	39200

Hasil optimasi diatas dapat dibuatkan grafik hubungan antara jumlah reaktor (n) dengan total harga (US\$) sebagai berikut :



Berdasarkan hasil optimasi yang dilakukan dapat ditarik kesimpulan bahwa

dipilih satu reaktor karena dilihat dari grafik terjadi kenaikan harga yang sangat tajam dari jumlah reaktor satu ke jumlah reaktor dua, sehingga akan

lebih ekonomis apabila menggunakan satu reaktor dibandingkan dengan menggunakan dua reaktor.



## 4. Menentukan dimensi reaktor

Berdasarkan hasil optimasi, volume design reaktor sebesar  $26,6388 \text{ m}^3$ .

Adapun rasio H/D yang digunakan adalah 1,5 : 1. Dengan diketahuinya besar volume masing-masing reaktor maka dapat dihitung pula besarnya nilai D dan H dengan menggunakan perbandingan rasio yang digunakan.

$$\text{Volume} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \times \frac{D}{6} \quad (\text{Brownell \& Young, 1959 hal 80})$$

Terdiri dari 2 head yaitu tutup atas dan tutup bawah

$$2V \text{ head} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \times \frac{D}{6} \times 2 = \frac{\pi \cdot D^3}{12}$$

$$V \text{ reaktor} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot H + \frac{\pi \cdot D^3}{12}$$

$$V \text{ reaktor} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \frac{H}{D} \cdot D + \frac{\pi \cdot D^3}{12}$$

$$V \text{ reaktor} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot H \frac{D}{D} + \frac{\pi \cdot D^3}{12}$$

$$V \text{ reaktor} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot 1,5 \cdot D + \frac{\pi \cdot D^3}{12}$$

$$V \text{ reaktor} = \frac{\pi \cdot 1,5 \cdot D^3}{4} + \frac{\pi \cdot D^3}{12}$$

$$D = \left( \frac{V \text{ reaktor}}{\frac{1,5\pi}{4} + \frac{\pi}{12}} \right)^{1/3}$$

$$D = 2,8735 \text{ m} = 113,1281 \text{ in}$$

$$H = 4,3102 \text{ m} = 169,6922 \text{ in}$$

## 5. Menentukan Tinggi cairan

- a) Volume reaktor : 31,9666 m<sup>3</sup>
- b) Volume head : 0,00116 m<sup>3</sup>
- Volume Cairan di Head : 0,1322 m<sup>3</sup>
- c) Volume Cairan di shell : Volume reaktor – volume cairan di head
- Volume Cairan di shell : 31,8344 m<sup>3</sup>
- d) Tinggi cairan di shell :  $4V / \pi D^2$
- Tinggi cairan : 4,8707 m
- e) Tinggi head : 0,5759 m
- f) Tinggi reaktor : H shell + (2 x tinggi head)
- Tinggi reaktor : 6,0430 m

#### 6. Menentukan Tebal Shell

$$t_s = \frac{P \cdot r}{f \cdot E - 0,6 \cdot P} + C \quad (\text{Brownell, hal 254})$$

Data-data yang digunakan :

D = Diameter dalam shell (in)

f = maksimum allowable stress bahan yang digunakan

(Brownell, tabel

13-1, p.251)

t<sub>s</sub> = tebal shell, in

E = efisiensi pengelasan

P = tekanan design, psi

C = faktor korosi, in

Bahan yang digunakan untuk reaktor adalah Stainless steel SA-167 tipe 316 AISI. Adapun alasan pemilihan pada bahan ini dengan pertimbangan :

1. Memiliki struktur yang kuat
2. Memiliki ketahanan yang baik terhadap korosi
3. Memiliki allowable stress cukup besar yaitu 18.750 psi

Data-data yang digunakan :

$$E = 0,80$$

$$f = 18.750 \text{ psi}$$

$$P = 17,2156 \text{ psi}$$

$$C = 0,125 \text{ in}$$

Maka nilai  $t_s$  yang didapatkan sebesar 0,1895 in Dipilih tebal dinding reaktor standar  $\frac{1}{4}$  in (Brownell and Young, hal 88)

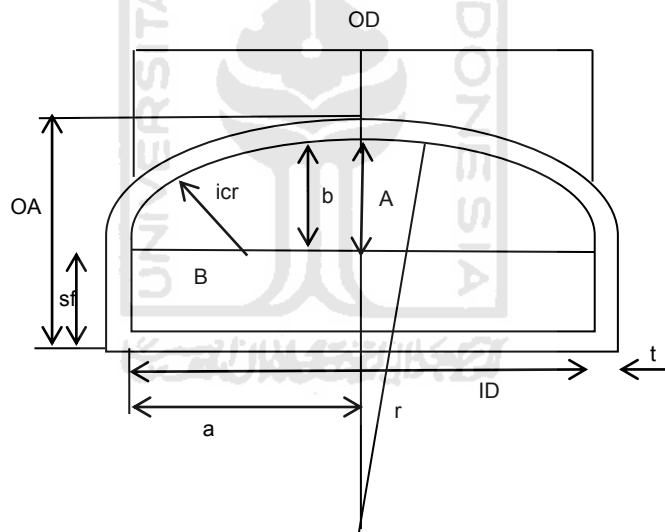
#### 7. Menentukan tebal *head*

Menentukan jenis dan ukuran *head* dan *bottom* reaktor. Pertimbangan meliputi:

- a) *Flanged and standard dished head* (jenis ini biasa digunakan untuk tekanan operasi rendah, harganya murah dan digunakan untuk tangki dengan diameter yang kecil).
- b) *Torispherical flanged and dished head* (jenis ini digunakan untuk tekanan operasi hingga 15 bar dan harganya cukup ekonomis).

- c) *Elliptical dished head* (jenis ini digunakan untuk tekanan operasi tinggi dan harganya cukup mahal).
- d) *Hemispherical head* (jenis ini digunakan untuk tekanan operasi sangat tinggi, kuat dan ukruannya sangat terbatas).

Berdasarkan pertimbangan-pertimbangan di atas dan tekanan operasi perancangan yang dibuat, maka dipilih bentuk *torispherical flanged and dished head*, karena tekanan operasi berada pada range untuk jenis *head* ini dan harga relatif ekonomis. Range jenis *torispherical dished head* 15-200 psig (Brownell and Young 1959, hal 88).



Untuk menghitung besarnya tebal *head* standar digunakan rumus sebagai berikut:

$$th = \frac{P \cdot rc \cdot w}{2 \cdot f \cdot E - 0,2 \cdot P} + C \quad (\text{Brownell \& young, 138})$$

- Bahan konstruksi yang digunakan adalah SA-167. Tipe : 316 11, maka tegangan *maximal* yang di izinkan (*fall*) = 18,750 psia (Brownell and Young (1959), hal 342)
- Efisiensi sambungan yang dipakai adalah jenis *double welded butt joint*, E = 80% (Brownell and Young (1959), hal 254)
- Faktor korosi (C) untuk *stainless steel* = 0,125 in (Peters, M.S.,K.D., Timmerhaus (1991), "*Plant Design and Economics for Chemical Engineers*", ed IV)
- Tekanan operasi = 14,7 psia, tekanan hidrostatik = 0,9506
- P = 1 atm digunakan faktor keamanan sebesar 10%, sehingga tekanan perancangan (P) = 1,1 x (14,7 + 0,9506) = 17,2165 psia
- rc = 108 in
- w di cari menggunakan rumus  $w = \frac{1}{4} \left( 3 + \sqrt{\frac{rc}{icr}} \right)$ , didapatkan nilai w = 1,7409.

Sehingga nilai t head sebesar = 0,2323 in Dipilih tebal head reaktor standar ¼ in (Brownell and Young, hal 90) Dengan tebal head reaktor standar ¼ in diperoleh nilai sf 1 ½ - 2 ½ in.

## 8. Perancangan Pengaduk

Jenis: *Flat Blade Turbine Impellers* (pada fig 8-1 Rase, H.F, vol 1).

Pertimbangan dipilih jenis pengaduk ini karena turbin memiliki *range* kecepatan umpan yang besar berkisar 20.000 gall/menit dan pengaduk sesuai untuk larutan yang bereaksi. Berikut merupakan spesifikasi pengaduk dari reaktor:

- a) Jumlah baffle : 4
- b)  $D_i$  (Diameter pengaduk) =  $ID/3$  : 0,9578 m
- c)  $Z_i$  (Jarak pengaduk dari dasar reaktor =  $1 \cdot D_i$ ) : 0,9578 m
- d)  $Z_L$  (Tinggi zona pengadukan) =  $(3,9) \cdot D_i$  : 3,7355 m
- e)  $H$  (tinggi pengaduk) =  $0,2 \cdot D_i$  : 0,1916 m
- f)  $L$  ( lebar pengaduk) =  $0,25 \cdot D_i$  : 0,2395 m
- g)  $w$  (Lebar *baffle*) =  $0,17 \cdot D_i$  : 0,1628 m
- h) Panjang *baffle* = tinggi *shell* : 4,8911 m
- i)  $WELH = Z_g \times S_g$  : 5,6977 m
- j) Jumlah pengaduk =  $WELH/D_i$  : 1,9827 = 2 buah
9. Menentukan kecepatan putaran

Berdasarkan Rase, H.F., dan J.R., Holmes, “*Chemical Reactor Design for Process Plants*”, Willey and Son, New York (1977), vol.1., halaman 366.

Dipilih kecepatan linier putar berkisar antara 600ft/menit sampai 900 ft/menit.

Dipilih :  $V = 600 \text{ ft/menit} = 182,88 \text{ m/menit}$

$$N = \frac{600}{\pi \cdot D_i} \sqrt{\frac{WELH}{2D_i}}$$

$$N = 104,8655 \text{ rotasi/menit}$$

Didapatkan nilai kecepatan putaran ( $N$ ) sebesar 104,8655 rpm.

Digunakan kecepatan putaran standar 104 rpm (Tabel 8.9 Rase, 1977 hal 366). Digunakan motor *fixed-speed belt (single reduction gear with V-belts)*. Keuntungan menggunakan motor jenis ini adalah harganya yang

murah dan mudah dalam mengganti bagian-bagian yang rusak.

(Tabel.8.9,Rase,1977)

#### 10. Menentukan *power* motor

$$Re = \frac{\rho \cdot N \cdot D_i^2}{\mu}$$

$$P = (N^3 D_i^5 \rho \phi) / 550 \cdot gc$$

$$NRe = 278619,9353$$

Dimana :

$D_i$  = diameter pengaduk

$N$  = kecepatan putaran

$\rho$  = densitas fluida yang diaduk

$\mu$  = viskositas fluida yang diaduk

$gc$  = percepatan gravitasi

Dengan rumus di atas di dapatkan nilai daya penggerak motor ( $P$ ) = 74,8127 HP. Dari standar NEMA, p.358, Project Engineering Process Plant di pakai motor dengan daya 75 HP.

#### 11. Kebutuhan Pendingin

$$T_{in} \text{ (air)} = 30 \text{ }^\circ\text{C} = 303 \text{ K}$$

$$T_{out} \text{ (air)} = 50 \text{ }^\circ\text{C} = 323 \text{ K}$$

$$T_{reaksi} = 80 \text{ }^\circ\text{C} = 353 \text{ K}$$

Komponen	A	B	C	D
H2O	92,053	-4,00E-02	-2,11E-04	5,35E-07

$$C_p \text{ air} = 4,186 \text{ kJ/ kg C}$$

$$\mu \text{ air} = 1,691 \text{ lb/ft jam} = 3,5413 \text{ lg/ft jam} = 0,7 \text{ cp}$$

$$\rho \text{ air} = 997 \text{ kg/m}^3$$

$$K = 0,3599 \text{ Btu/ft jam}^\circ\text{F} \quad (\text{Perry, ed 8 , halaman 2.96})$$

Massa air pendingin yang diperlukan :

$$m = \frac{Q}{c_p \text{ air } (t_2 - t_1)}$$

Cp air = kapasitas panas air ( kj/kg C)

Q = beban panas total (Kj/jam)

T1 = suhu air pendingin masuk (C)

T2 = suhu air pendingin keluar (C)

m air = 4805,9333 kg/jam

Beban suhu rata-rata ( $\Delta T_{LMTD}$ )

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

Suhu	Fluida panas (F)	Fluida dingin (F)	$\Delta t$	
Suhu atas	176	122	54	$\Delta t_1$
Suhu bawah	176	86	90	$\Delta t_2$

$\Delta T_{LMTD}$  sebesar 70,4741 °F

## 12. Menentukan luas transfer panas dan luas selimut reaktor

Luas transfer panas :  $Q / U_d \times \Delta T_{LMTD}$

Luas selimut reaktor :  $\pi \times D_t \times L$

D reaktor : 2,8735 m

t reaktor : 6,0430 m



Dari Tabel. 8 Kern didapatkan *overall heat transfer*  $U_D$  dengan *hot fluid* adalah *aqueous solution* dan *cold fluid water* dengan  $U_D = 250-500$  Btu/j.ft<sup>2</sup>.F.

$U_D$  : 250 Btu/j.ft<sup>2</sup>.F

Q air pendingin : 403.001,6589 kj/jam

Maka, Luas transfer panas : 21,6797 ft<sup>2</sup>

Luas selimut reaktor : 586,8961 ft<sup>2</sup>

Karena luas transfer panas < luas selimut reaktor maka dipilih jaket pendingin.

### 13. Perancangan jaket pendingin

#### a) Menghitung kecepatan volumetrik

Kecepatan alir volumetrik dapat dihitung dengan rumus membagi kebutuhan air pendingin dengan masa jenis air.

Kebutuhan air pendingin : 4805,9333 kg/jam

Massa jenis air : 997 kg/m<sup>3</sup>

Dengan mengetahui besarnya kebutuhan air pendingin dan masa jenis air, maka dapat dihitung pula besarnya nilai kecepatan volumetrik yakni sebesar 4,8204 m<sup>3</sup>/jam.

#### b) Menghitung diameter luar jaket (D2)

Asumsi jarak jaket = 5 in = 0,1270 m

Diameter jaket (D1) = diameter tangki + (2 × tebal dinding)  
= 2,8862 m

Diameter luar jaket (D2) = D1 + (2 × jarak jaket)

$$= 3,1402 \text{ m}$$

c) Menghitung tinggi jaket ( $H_j$ )

Tinggi jaket dirancang 1,2 dari tinggi jaket

$$\begin{aligned} \text{Tinggi jaket (H}_j) &= 1,2 \times \text{tinggi cairan} \\ &= 5,8449 \text{ m} \end{aligned}$$

d) Luas yang dilalui air pendingin ( $A$ )

$$\begin{aligned} A &= \frac{\pi}{4(D_2^2 - D_1^2)} \\ &= 1,2016 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

e) Kecepatan air pendingin ( $v$ )

$$\begin{aligned} v &= \frac{V}{A} \\ &= 4,0117 \text{ m/jam} \end{aligned}$$

f) Tebal dinding jaket ( $t_j$ )

$$t_j = \frac{P \cdot r_j}{f \cdot E + 0,6 \cdot P}$$

Dengan data :

$$\text{Allowable stress (f)} = 18.847,9480$$

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

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

$$\textit{Corrosion allowance (C)} = 1/8 \text{ in}$$

$$\text{Jari-jari jaket (r}_j) = D_j/2 = 1,5701 \text{ m}$$

$$P \text{ desain} = 17,2156 \text{ psi}$$

$$t_j = 0,1955 \text{ in}$$

Dipilih tebal jaket standar  $1/4$  in.

#### 14. Merancang isolator reaktor

Dari fig. 11.42 Perry, 1984 untuk range suhu  $0^{\circ}\text{F}$ -  $300^{\circ}\text{F}$  digunakan isolasi *polyisocyanurate*.

Pertimbangan lain digunakannya isolasi *polyisocyanurate* :

- Bahan ini dapat digunakan untuk *range* suhu  $0^{\circ}$  -  $900^{\circ}$  F.
- Thermal conductivity* relatif tetap pada suhu  $0^{\circ}$  -  $900^{\circ}$  F.
- Mudah didapat.

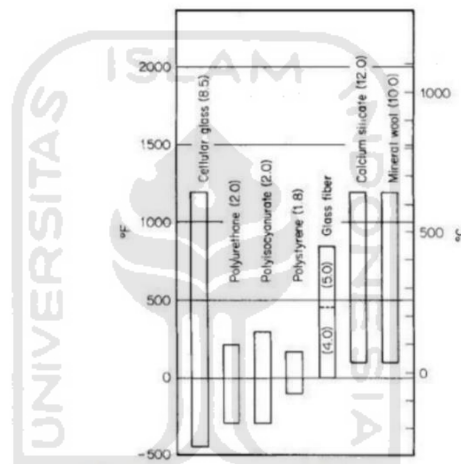


FIG. 11-68 Insulating materials and applicable temperature ranges.

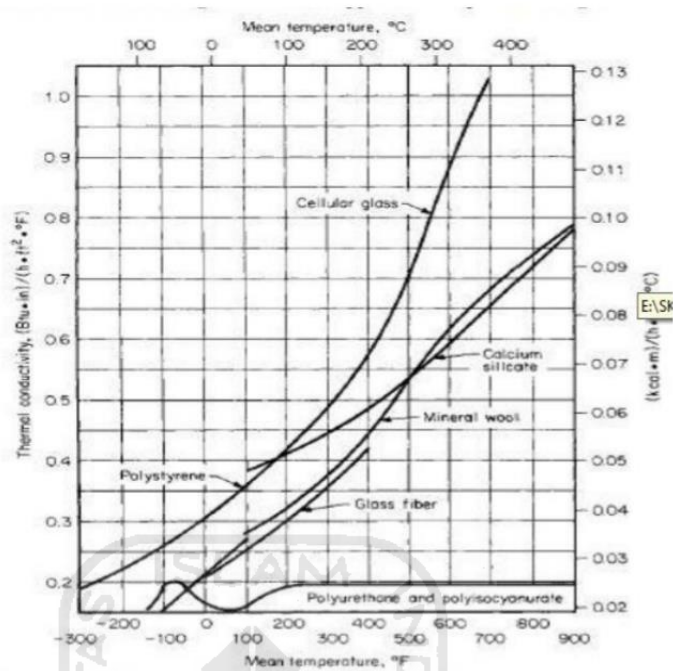


FIG. 11-65 Thermal conductivity of insulating materials.

Untuk menjaga keamanan lingkungan, dinding luar reaktor di isolasi.

Dirancang :

Suhu udara,  $T_u = 30^\circ\text{C} = 86^\circ\text{F}$

Suhu dingin luar isolator,  $T_i = 50^\circ\text{C} = 122^\circ\text{F}$

Pemilihan bahan isolator berdasarkan pada suhu operasi reaktor (R-01)

Dengan,

$T'_s$  = suhu permukaan dalam selongsong ( $^\circ\text{F}$ )

$T_s'$  = suhu permukaan luar selongsong ( $^\circ\text{F}$ )

$T_i$  = suhu dinding luar isolator ( $^\circ\text{F}$ )

$T_u$  = suhu dinding udara lingkungan ( $^\circ\text{F}$ )

$X_s$  = tebal dinding selongsong (in)

$X_i$  = Tebal dinding isolator (in)

Asumsi :

- a) Perpindahan kalor terjadi dalam keadaan tunak.
- b) Perpindahan kalor terjadi :
  - Perpindahan kalor secara konduksi dari dinding dalam selongsong ke dinding luar selongsong.
  - Perpindahan kalor secara konduksi dari dinding dalam selongsong ke dinding luar isolator.
  - Perpindahan kalor secara konveksi dari permukaan isolator ke udara lingkungan

Tebal isolator dicari menggunakan persamaan :

a) Koefisien perpindahan panas konveksi (hc)

$$\begin{aligned}
 hc &= 0.19 (\Delta t)^{1/3} \\
 &= 0,4979 \text{ Btu/ft}^2 \cdot \text{j} \cdot ^\circ\text{F}
 \end{aligned}$$

b) Perpindahan panas konveksi (qc)

$$\begin{aligned}
 q_{\text{konveksi}} &= hc \cdot \pi \cdot (OD + (2 \cdot X_{\text{isolasi}})) \cdot L \cdot \Delta t \\
 6296,8437 &= hc \cdot \pi \cdot OD \cdot L \cdot \Delta t
 \end{aligned}$$

$$1325,9908 = hc \cdot \pi \cdot 2 \cdot L \cdot \Delta t$$

$$q_{\text{konveksi}} = 6296,8437 + 1325,9908 \cdot X_{\text{isolasi}} \dots\dots\dots(1)$$

c) Perpindahan panas konduksi melalui dinding reaktor dan isolasi

$$q_k = \frac{2\pi(T_1 - t_s)}{\frac{1}{kL} \ln\left(\frac{OD}{ID}\right) + \frac{1}{k_B L} \ln\left(\frac{OD + 2X_{is}}{OD}\right)} \dots\dots\dots(2)$$

Dinding reaktor berupa *Stainless Steel*, dari table 3 Kern, diperoleh k = 26 Btu/j.ft.F.

Perpindahan panas konduksi sama dengan perpindahan panas konveksi, sehingga dapat dituliskan persamaan (1) sama dengan persamaan (2). Dari kedua persamaan tersebut didapatkan nilai  $X$  isolasi,  $q$  konveksi, dan  $q$  konduksi. Dengan *trial 'n error* didapatkan hasil sebagai berikut :

$$X_{\text{isolasi}} = 0,0747 \text{ ft} = 2,2771 \text{ cm}$$

$$q_{\text{konduksi}} = 6395,9055 \text{ Btu/jam}$$

$$q_{\text{konveksi}} = 6395,9055 \text{ Btu/jam}$$

Sehingga tebal isolasi agar dinding isolasi  $50^{\circ}\text{C} = 2,2771 \text{ cm}$

Panas yang hilang setelah diisolasi = 6395,9055 Btu/jam

d) Persentase Panas yang Hilang setelah diisolasi

- $q_{\text{konveksi}} = hc \cdot \pi \cdot OD \cdot L \cdot \Delta T$   
 $= 21365,3294 \text{ Btu/jam}$

Sehingga didapatkan panas yang hilang sebelum dinding reaktor diisolasi = 21365,3294 Btu/jam

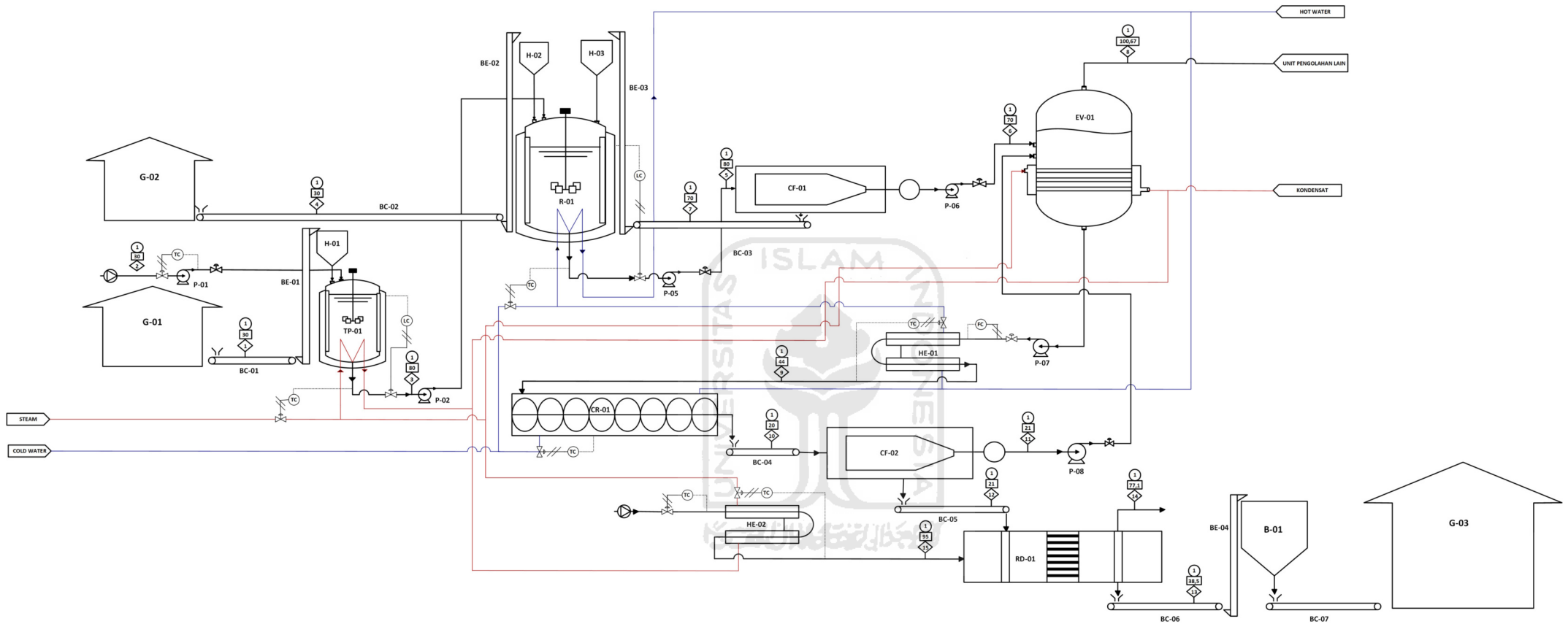
- Persentase panas yang hilang setelah diisolasi

$$\% \text{ setelah diisolasi} = \frac{q_{\text{konveksi setelah diisolasi}}}{q_{\text{konveksi sebelum diisolasi}}} \times 100\%$$

$$= 29,9359 \%$$

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM

PRA RANCANGAN PABRIK SODIUM THIOSULFATE PENTAHYDRATE DENGAN KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN



Neraca Massa (kg/jam)

Komposisi	Nomor Arus													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	3.302,52		3.302,52		33,03	32,37	0,66		32,37	32,37	31,72	0,65	0,65	
S				831,81	2.529,03		2.529,03							
H <sub>2</sub> O	33,36	10.147,58	10.180,94	0,94	10.389,67	10.181,88	207,79	6.109,13	4.072,75	1.781,83	1.746,19	35,64		35,64
Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub>					4.184	4.101,96	82,04		4.101,96	82,04	80,40	1,64	1,64	
Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .5H <sub>2</sub> O										6.310,84		6.310,84	6.310,84	
Udara Kering													4.156,56	4.156,56
Total	3.335,88	10.147,58	13.483,47	832,74	17.135,73	14.316,21	2.819,52	6.109,13	8.207,08	8.207,08	1.858,75	6.348,77	10.469,04	4.192,20

DAFTAR ALAT	
TP	Tangki Pelarut
CF	Centrifuge
R	Reaktor
EV	Evaporator
CR	Crystalizer
RD	Rotary Dryer
P	Pompa
BE	Bucket Elevator
BC	Belt Conveyor
H	Hopper
HE	Heat Exchanger
B	Bin

KETERANGAN ALAT	
FC	Flow Control
TC	Temperatur Control
LC	Level Control

KETERANGAN SIMBOL	
◇	Nomor Arus
□	Suhu, °C
○	Tekanan, atm
⊗	Control Valve
—	Arus Sinyal Pneumatic
⋯	Arus Sinyal Listrik
→	Arus Proses

	JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
	PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM PRA RANCANGAN PABRIK SODIUM THIOSULFATE PENTAHYDRATE DENGAN KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN
Disusun Oleh : 1. Septia Permata Sari (16521245) 2. Yesika Imawati (16521267)	
Dosen Pembimbing : 1. Kamariah, Dra., M.S. 2. Tintin Mutiara, S.T., M.Eng.	



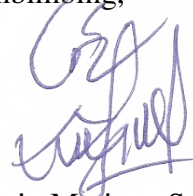


## KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRA RANCANGAN PABRIK

Nama Mahasiswa 1 : Septia Permata Sari  
No. Mahasiswa 1 : 16521245  
Nama Mahasiswa 2 : Yesika Irnawati  
No. Mahasiswa 2 : 16521267  
Judul Pra rancangan Pabrik : Pra Rancangan Pabrik *Sodium Thiosulfate Pentahydrate* dengan Kapasitas 50.000 ton/tahun  
Mulai Masa Bimbingan : 1 Oktober 2019  
Selesai Masa Bimbingan : 28 September 2020

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1.	9 Maret 2020	Konsultasi neraca massa	
2.	30 Maret 2020	Perhitungan neraca massa	
3.	3 April 2020	Revisi neraca massa	
4.	21 April 2020	Perhitungan neraca panas dan alat besar	
5.	1 Juli 2020	Perhitungan alat kecil	
6.	20 Juli 2020	Merancang PEFD	
7.	28 Juli 2020	Revisi PEFD	
8.	11 Agustus 2020	Naskah laporan TA	

Disetujui Draft Penulisan :  
Yogyakarta, 11 Agustus 2020  
Pembimbing,



(Tintin Mutiara, S.T., M.Eng.)

### Catatan:

- Kartu Konsultasi Bimbingan dilampirkan pada Laporan Pra Rancangan Pabrik
- Kartu Konsultasi Bimbingan dapat difotocopy