

**PRA RANCANGAN PABRIK SODIUM SILIKAT DARI
NATRIUM HIDROKSIDA DAN PASIR SILIKA DENGAN
KAPASITAS 30.000 TON/TAHUN**

PERANCANGAN PABRIK

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia



Oleh :

Rahmad Denny Aulia

16521241

Fatih Fatahillah Al Junaidi

16521248

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

2020

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL

PRA RANCANGAN PABRIK SODIUM SILIKAT DARI NATRIUM
HIDROKSIDA DAN PASIR SILIKA DENGAN KAPASITAS 30.000
TON/TAHUN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Rahmad Denny Aulia Nama : Fatih Fatahillah Al Junaidi
Nim : 16521241 Nim : 16521248

Yogyakarta, 2020

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

Demikian surat pernyataan ini saya buat, semoga dapat dipergunakan
Sebagaimana semestinya.

METERAI
TEMPEL
C41A3AHF705813338
6000
ENAM RIBU RUPIAH
Rahmad Denny Aulia

METERAI
TEMPEL
68374EAHF705813348
6000
ENAM RIBU RUPIAH
Fatih Fatahilla Al Junaidi

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**PRA RANCANGAN PABRIK SODIUM SILIKAT DARI NATRIUM
HIDROKSIDA DAN PASIR SILIKA DENGAN KAPASITAS 30.000
TON/TAHUN**

PERANCANGAN PABRIK

Diajukan sebagai salah satu syarat
Untuk memperoleh gelar sarjana teknik kimia

Oleh :

Nama : Rahmad Denny Aulia

Nama : Fatih Fatahillah Al Junaidi

Nim : 16521241

Nim : 16521248

Yogyakarta, 01 November 2020

Pembimbing I

Pembimbing II



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



Achmad Chafidz Mas Sahid, S.T., M.Sc.

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI
PRA RANCANGAN PABRIK SODIUM SILIKAT DARI NATRIUM
HIDROKSIDA DAN PASIR SILIKA DENGAN KAPASITAS 30.000
TON/TAHUN
PERANCANGAN PABRIK

Oleh :

Nama	: Rahmad Denny Aulia	Nama	: Fatih Fatahillah Al Junaidi
No. Mhs	: 16521241	No. Mhs	: 16521248

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, 18 November 2020

Tim Penguji

Ketua Tim Penguji

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



Penguji I

Umi Rofiqah S.T.,M.T :



Penguji II

Venitalya Alethea S.A.,S.T.,M.Eng :



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


Dr. Suharno Rusdi
NIP 845210102

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr., Wb.

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat, Taufik serta Hidayah-Nya sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Shalawat dan salam semoga selalu tercurahkan kepada junjungan Nabi kita Muhammad S.A.W, serta para sahabat dan pengikutnya.

Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik yang berjudul “Pra Rancangan Pabrik Sodium Silikat dari Natrium Hidroksida dan Pasir Silika” disusun sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Penulisan laporan Tugas Akhir ini dapat berjalan dengan bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, melalui kesempatan ini penyusun ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang selalu melimpahkan Hidayah dan Inayah-Nya.
2. Orang tua penulis, yang selalu mendukung dan mendoakan penulis.
3. Bapak Hari Purnomo, Prof., Dr., Ir., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Dr. Suharno Rusdi, selaku Kepala Jurusan Teknik Kimia FTI-UII.
5. Bapak Sholeh Ma'mun, S.T., M.T., Ph.D. , dan Bapak Achmad Chafid Mas Sahid, ST., M.Sc.. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan dalam penyusunan dan penulisan Tugas Akhir ini.

6. Seluruh keluarga yang selalu memberi dorongan dan doa dalam menyusun Tugas Akhir Teknik Kimia ini.
7. Partner Tugas Akhir, Fatih dan Denny . Dan teman-teman teknik kimia 2016 yang selalu . memberikan semangat dan dukungan.
8. Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu per satu, terima kasih telah membantu dengan Tulus dan Ikhlas.

Kami menyadari bahwa di dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini banyak terdapat kekurangan, kami mengharapkan kritik dan saran untuk kesempurnaan laporan ini. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak, Amin.

Wassalamu'alaikum Wr., Wb.

Yogyakarta, 01 November 2020

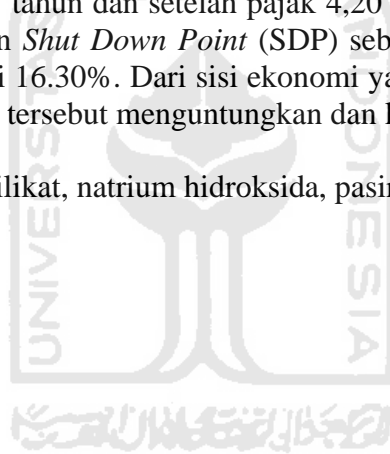


Penulis

ABSTRAK

Pabrik sodium silikat dengan bahan baku sodium hidroksida dan pasir silika, kapasitas produksi 30.000 ton per tahun direncanakan beroperasi 330 hari per tahun. Pabrik ini akan didirikan di kawasan industri Lampung Selatan, Lampung. Proses pembuatan sodium silikat dilakukan dengan menggunakan reaktor alir tangki berpengaduk (RATB) dengan cara mereaksikan sodium hidroksida dan pasir silika. Dalam reaktor, reaksi mengalami fase cair-padat, eksotermik, dengan suhu operasi 220°C dan tekanan 24 bar. Untuk menghasilkan 2090,0284 kg/jam sodium silikat. Prosesnya membutuhkan bahan baku termasuk 3334,59 kg/jam sodium hidroksida, dan pasir silika 2603.55 kg/jam. Analisis ekonomi pabrik ini menunjukkan keuntungan sebelum pajak sebesar Rp 112.568.648.306,36 per tahun, setelah keuntungan pajak 30% mencapai Rp 78.798.053.814,45 per tahun. *Return on investment* (ROI) sebelum pajak 19,70% dan setelah pajak 13,79%. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak 3,37 tahun dan setelah pajak 4,20 tahun. *Break Event Point* (BEP) sebesar 50,55% dan *Shut Down Point* (SDP) sebesar 17,93%. *Discounted cash flow* (DCF) mencapai 16.30%. Dari sisi ekonomi yang telah di analisis dapat disimpulkan bahwa pabrik tersebut menguntungkan dan layak untuk didirikan.

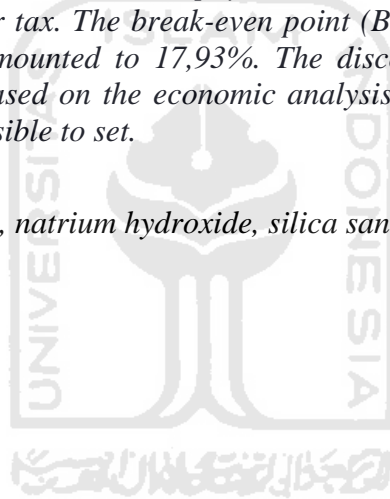
Kata-kata kunci: sodium silikat, natrium hidroksida, pasir silika.



ABSTRACT

Sodium silicate factory with raw material natrium hydroxide and silica sand, the production capacity of 30.000 tons per year is planned to operate for 330 days per year. This factory will be established in an industrial area in South Lampung, Lampung. The process of producing sodium silicate is performed using a continuous stirred tank reactor (CSTR) by way of reacting sodium hydroxide and silica sand. In the reactor, the reaction undergoes liquid-solid phase, exothermic, with operating temperatures of 220°C and a pressure of 24 bar. To produce 2090,0284 kgs/hour sodium silicate. The process requires raw materials including 3334,59 kgs/hour of natrium hydroxide, and 2603.55 kgs/hour of silica sand. The economic analysis of this plant showed a profit before tax of Rp 112.568.648.306,36 per year, after-tax 30% of profits reached Rp 78.798.053.814,45 per year. The return on investment (ROI) before tax 19,70% and 13,79% after taxes. The payout time (POT) before tax was 3,37 years and 4,20 years after tax. The break-even point (BEP) was 50,55% and the Shutdown point (SDP) amounted to 17,93%. The discounted cash flow (DCF) accounted for 16,30%. Based on the economic analysis, it is concluded that the plant is profitable and feasible to set.

Keywords: sodium silicate, natrium hydroxide, silica sand.



DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL	i
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB I	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Latar Belakang Pendirian Pabrik	1
1.3 Kapasitas Perancangan	2
1.4 Kebutuhan Sodium Silikat di Indonesia	2
1.5 Ketersediaan Bahan Baku	3
1.6 Lokasi Pabrik	3
1.6.1 Ketersediaan Bahan Baku	4
1.6.2 Pemasaran	4
1.6.3 Ketersediaan Fasilitas Transportasi dan Komunikasi	4
1.6.4 Ketersediaan Tenaga Kerja	5
1.6.5 Utilitas	5
1.6.6 Peraturan Daerah	5
1.6.7 Keadaan Masyarakat	5
1.7 Tinjauan Pustaka	5
1.8 Pemilihan Proses	7
1.9 Kegunaan Sodium Silikat	9
BAB II	10
2.1 Spesifikasi Bahan Baku	10
2.2 Spesifikasi Produk	11
2.3 Pengendalian Kualitas	12

2.4	Pengendalian Kualitas Bahan Baku	12
2.5	Pengendalian Proses Produksi	12
2.5.1	Alat Sistem Kontrol	12
2.5.2	Aliran Sistem Kontrol	13
1.6	Pengendalian Kualitas Produk.....	13
1.7	Pengendalian Kuantitas	13
1.8	Pengendalian Waktu.....	13
BAB III	14
3.1	Uraian Proses.....	14
3.1.1	Penyiapan Bahan Baku	14
3.1.2	Proses Pembentukan Produk.....	14
3.1.3	Tahap Pemisahan dan Pemurnian Produk.....	32
3.1.4	Spesifikasi Alat	33
3.1.4.1	Spesifikasi Alat Proses.....	33
3.2	Perencanaan Produksi.....	47
3.2.1	Kemampuan pasar.....	47
3.2.2	Kemampuan pabrik.....	48
BAB IV	49
4.1	Lokasi Pabrik.....	49
4.2	Tata Letak Pabrik	33
4.3	Tata Letak Alat Proses	38
4.4	Aliran Proses	39
4.4.1	Neraca Massa	39
4.4.2	Neraca Massa Total.....	40
4.4.3	Neraca Panas	44
4.5	Pelepasan Panas Secara Natural Pada Conveyor Belt (B-3) (<i>Natural Convection Process</i>).....	50
4.6	Perawatan (<i>Maintenance</i>).....	53
4.7	Pelayanan Teknik (Utilitas).....	54
4.8	Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (<i>Water Treatment System</i>).....	54
4.8.1	Unit Penyediaan Air.....	54
4.8.2	Unit Pengolahan Air.....	56
4.8.3	Kebutuhan Air.....	59
4.8.4	Unit Pembangkit Steam	61

4.8.5	Unit Pembangkit Listrik.....	62
4.8.6	Unit Penyediaan Bahan Bakar	62
4.8.7	Spesifikasi Alat-alat Utilitas	63
4.9	Organisasi Perusahaan.....	70
4.9.1	Bentuk Perusahaan	70
4.9.2	Struktur Organisasi	72
4.9.3	Tugas dan Wewenang	74
4.9.3.1	Pemegang saham.....	74
4.9.3.2	Dewan Komisaris	74
4.9.3.3	Direktur Utama.....	75
4.9.3.4	Kepala Bagian	75
4.10	Catatan	78
4.10.1	Cuti Tahunan.....	78
4.10.2	Hari Libur Nasional.....	79
4.10.3	Kerja Lembur (Overtime)	79
4.10.4	Sistem Gaji Karyawan	79
4.10.5	Jam Kerja Karyawan.....	82
4.10.6	Evaluasi Ekonomi	83
4.10.7	Penaksiran Harga Peralatan.....	84
4.10.8	Dasar Perhitungan	87
4.10.9	Perhitungan Biaya	88
4.10.9.1	Capital Investment	88
4.10.9.2	Manufacturing Cost.....	88
4.10.9.3	General Expense.....	89
4.10.9.4	Analisa Kelayakan	89
4.10.9.5	Hasil Perhitungan	92
4.10.10	Analisa Keuntungan	98
4.10.11	Hasil Kelayakan Ekonomi	98
4.10.11.1	Percent Return On Investment (ROI).....	98
4.10.11.2	Pay Out Time (POT)	98
4.10.11.3	Break Even Point (BEP)	98
4.10.11.4	Shut Down Point (SDP)	99
4.10.11.5	Discounted Cash Flow Rate (DCFR).....	99
BAB V	101

5.1 Kesimpulan.....	101
5.1 Saran.....	102
DAFTAR PUSTAKA	103
LAMPIRAN A.....	105
LAMPIRAN B	137



DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1	Data Impor Sodium Silikat dari tahun 2015-2019	2
Tabel 1. 2	Data Proses Baker dan Bunner Mond	8
Tabel 2. 1	Sifat Fisis Bahan Baku (Yaws, 1999)	10
Tabel 2. 2	Sifat Fisis Produk	11
Tabel 3. 1	Spesifikasi Centrifuge (C-1).....	33
Tabel 3. 2	Spesifikasi Cooler (E-2)	34
Tabel 3. 3	Spesifikasi Evaporator (EV-1)	35
Tabel 3. 4	Spesifikasi Expansion Valve (V-1)	35
Tabel 3. 5	Spesifikasi Heater (E-1)	36
Tabel 3. 6	Spesifikasi Mixer (M-1)	37
Tabel 3. 7	Spesifikasi <i>Cyclone</i> (CL-1)	38
Tabel 3. 8	Spesifikasi Reaktor (R-1)	39
Tabel 3. 9	Spesifikasi <i>Rotary Dryer</i> (RD-1)	39
Tabel 3. 10	Spesifikasi Tanki ACC (T-01)	40
Tabel 3. 11	Spesifikasi Blower.....	40
Tabel 3. 12	Spesifikasi Heater (E-3)	41
Tabel 3. 13	Spesifikasi pompa.....	43
Tabel 3. 14	Spesifikasi Conveyor.....	44
Tabel 3. 15	Spesifikasi Elevator.....	45
Tabel 3. 16	Spesifikasi Silo.....	46
Tabel 4. 1	Area Bangunan Pabrik Sodium Silikat.....	35
Tabel 4. 2	Neraca Massa Total	40
Tabel 4. 3	Neraca Massa Mixer (M-1)	40
Tabel 4. 4	Neraca Massa Reaktor (R-1)	41
Tabel 4. 5	Neraca Massa Centrifuge (C-1).....	41
Tabel 4. 6	Neraca Massa Rotary Dryer (RD-1).....	42
Tabel 4. 7	Neraca Massa Evaporator (EV-1)	42
Tabel 4. 8	Neraca Massa Wet Cyclone (CL-1)	43
Tabel 4. 9	Neraca Massa Accumulator Tank (T-1).....	43
Tabel 4. 10	Neraca Panas Total	44
Tabel 4. 11	Neraca Panas Mixer (M-1)	44
Tabel 4. 12	Neraca Panas Heat Exchanger (HE-1)	45
Tabel 4. 13	Neraca Panas Reaktor (R-1)	45
Tabel 4. 14	Neraca Panas Cooler (E-2)	46
Tabel 4. 15	Neraca Panas Centrifuge (C-1).....	46
Tabel 4. 16	Neraca Panas Rotary Dryer (RD-1).....	47
Tabel 4. 17	Neraca Panas Heater (HE-3)	47
Tabel 4. 18	Neraca Panas Evaporator (EV-1)	48
Tabel 4. 19	Neraca Panas Wet Cyclone (CL-1)	48
Tabel 4. 20	Neraca Panas Akumulator Tank (T-1)	49
Tabel 4. 21	Kebutuhan Air Pendingin.....	59
Tabel 4. 22	Kebutuhan Steam	59
Tabel 4. 23	Kebutuhan Air Domestik.....	60
Tabel 4. 24	Kebutuhan Air Rumah Tangga.....	60

Tabel 4. 25	Total Keseluruhan Kebutuhan Air	60
Tabel 4. 26	Spesifikasi PU-01	63
Tabel 4. 27	Spesifikasi PU-02	63
Tabel 4. 28	Spesifikasi PU-03	64
Tabel 4. 29	Spesifikasi PU-04	64
Tabel 4. 30	Spesifikasi PU-05	65
Tabel 4. 31	Spesifikasi PU-06	65
Tabel 4. 32	Spesifikasi PU-07	65
Tabel 4. 33	Spesifikasi PU-09	66
Tabel 4. 34	Spesifikasi PU-09	66
Tabel 4. 35	Spesifikasi PU-10	67
Tabel 4. 36	Spesifikasi PU-11	67
Tabel 4. 37	Spesifikasi PU-12	68
Tabel 4. 38	Spesifikasi Bak Pengendap Awal	68
Tabel 4. 39	Spesifikasi Clarifier	69
Tabel 4. 40	Spesifikasi Premix-Tank	69
Tabel 4. 41	Spesifikasi Boiler	69
Tabel 4. 42	Gaji Karyawan	79
Tabel 4. 43	Jadwal Kerja	83
Tabel 4. 44	Harga Index	85
Tabel 4. 45	Harga Indeks Tahun Perancangan	86
Tabel 4. 46	Physical Plant Cost	92
Tabel 4. 47	Direct Plant Cost (DPC)	93
Tabel 4. 48	Fixed Capital Instrument (FCI)	93
Tabel 4. 49	Direct Manufacturing Cost (DMC)	93
Tabel 4. 50	Indirect Manufacturing Cost (IMC)	94
Tabel 4. 51	Fixed Manufacturing Cost (FMC)	94
Tabel 4. 52	Total Manufaring Cost (MC)	95
Tabel 4. 53	Working Capital (WC)	95
Tabel 4. 54	General Expense (GE)	96
Tabel 4. 55	Total Biaya Produksi	96
Tabel 4. 56	Fixed Cost (Fa)	96
Tabel 4. 57	Variable Cost (Va)	97
Tabel 4. 58	Regulated Cost (Ra)	97

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Grafik kebutuhan sodium silikat dari tahun 2015-2019	3
Gambar 4. 1 Peta Tempat didirikan Pabrik	33
Gambar 4. 2 <i>Lay out</i> Pabrik Sodium Silikat Skala 1:1100	37
Gambar 4. 3 Tata Letak Pabrik Sodium Silikat Skala 1:800	39
Gambar 4. 4 Neraca Massa Kualitatif	52
Gambar 4. 5 Neraca Massa Kuantitatif	52
Gambar 4. 6 Indeks Harga	86
Gambar 4. 7 Nilai BEP dan SDP	100



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

1.2 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Era globalisasi merupakan salah satu penyebab semua negara meningkatkan pertumbuhan industrinya, termasuk di Indonesia. Saat ini Indonesia sedang gencar mengejar ketertinggalannya dalam berbagai aspek, seperti aspek perindustrian. Banyak sektor yang masih tergantung impor dari luar negeri, sehingga diperlukan suatu usaha untuk menanggulangi ketergantungan terhadap impor. Salah satu penanggulangan tersebut adalah dengan mendirikan pabrik untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri. Dengan berdirinya pabrik-pabrik tersebut berarti menghemat devisa negara dan membuka lapangan kerja baru, sehingga dapat mengurangi angka pengangguran serta kemiskinan yang ada di Indonesia. Salah satu industri di Indonesia yang sampai sekarang masih bergantung kepada impor yaitu natrium silikat. Natrium Silikat (Na_2SiO_3) lebih dikenal dengan nama water glass cair yang biasanya tersedia dalam bentuk padat atau cair. Sebagian besar natrium silikat ini dimanfaatkan dalam industri katalis yang berdasar silika dan gel silika. Kemudian juga dimanfaatkan dalam pembuatan sabun dan detergen, pigmen dan ahesif, pembersih logam, pengolahan air dan pengolahan kertas. Pendirian pabrik sodium silikat diharapkan dapat mencukupi kebutuhan sodium silikat dalam negeri dan ada kemungkinan untuk diekspor, sehingga dapat menambah devisa negara.

1.3 Kapasitas Perancangan

Untuk menentukan kapasitas produksi pabrik sodium silikat, ada beberapa faktor yang harus diperhatikan, yaitu:

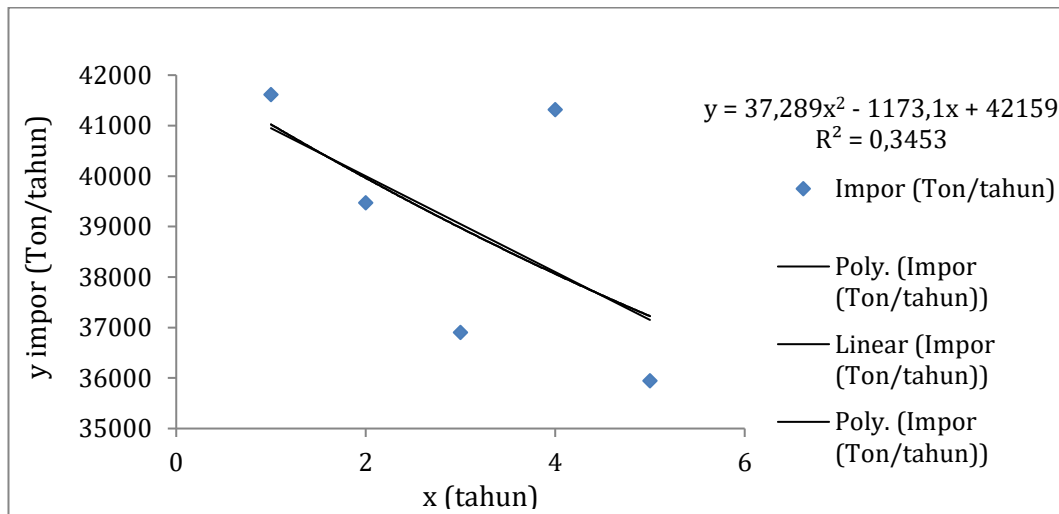
1.4 Kebutuhan Sodium Silikat di Indonesia

Kebutuhan sodium silikat di Indonesia mengalami kenaikan dari tahun ke tahun, sebagaimana ditunjukkan **Tabel 1.1**.

Tabel 1. 1 Data Impor Sodium Silikat dari tahun 2015-2019

Tahun	Jumlah (Ton/Tahun)
2015	41.614.716
2016	39.470.970
2017	36.903.036
2018	41.318.393
2019	35.944.026

Dari **Tabel 1.1**, terlihat bahwa impor sodium silikat mengalami perubahan terus menerus dari tahun ke tahun tidak mengalami kenaikan terus, tercatat dari tahun 2015 sebesar 41.614.716 kg/tahun sampai tahun 2019 sebesar 35.944.026 kg/tahun. Berdasarkan data tersebut diperkirakan untuk tahun-tahun ke depan kebutuhan sodium silikat akan terus meningkat. Pabrik sodium silikat ini dirancang untuk didirikan pada tahun 2025. Selain itu dari data impor sodium silikat (**Tabel 1.1**), kemudian dilakukan regresi linear untuk mendapatkan data kenaikan impor di Indonesia. Regresi linear untuk data impor ditunjukkan dalam **Gambar 1.1**



Gambar 1. 1 Grafik kebutuhan sodium silikat dari tahun 2015-2019

Dari grafik tersebut maka kebutuhan sodium silikat untuk tahun ke 10 yang akan datang diperkirakan sekitar 34.156 ton/tahun. Untuk mempertimbangkan kapasitas perancangan pabrik ditinjau pula keberadaan industri sodium silikat yang sudah berdiri di Indonesia. Salah satunya, industri sodium silikat yang sudah berdiri di Indonesia adalah PT. Petrochern Sinergy Indonesia dengan kapasitas 66.000 ton/tahun. Maka dalam perancangan dipilih kapasitas pabrik 30.000 ton/tahun, dengan harapan dapat membantu memenuhi kebutuhan dalam negeri.

1.5 Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan untuk membuat sodium silikat yaitu natrium hidroksida dan pasir silika. Bahan baku pasir silika diperoleh dari PT. Deltapuro Indonesia yang berada di kawasan Jakarta selatan, sedangkan bahan baku natrium hidroksida diperoleh dari PT. Asahimas Chemical yang berada di kota Cilegon, Banten.

1.6 Lokasi Pabrik

Lokasi suatu pabrik dapat mempengaruhi kedudukan pabrik dalam persaingan maupun penentuan kelangsungan hidupnya. Penentuan lokasi pabrik yang tepat,

ekonomis, dan menguntungkan ternyata tidak mudah. Banyak faktor yang mempengaruhi kondisi ideal. Lokasi pabrik yang dipilih harus dapat mendatangkan keuntungan jangka panjang dan dapat memberikan kemungkinan-kemungkinan untuk memperluas atau memperbesar pabrik.

Pendirian pabrik sodium silikat direncanakan didirikan di kawasan Lampung dengan pertimbangan sebagai berikut.

1.6.1 Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku merupakan kebutuhan utama bagi kelangsungan dari suatu operasi pabrik, sehingga pengadaannya harus benar-benar diperhatikan. Bahan baku pembuatan sodium silikat adalah natrium hidroksida dan pasir silika. Natrium hidroksida yang digunakan diperoleh dari PT. Asahimas Chemical Cilegon, sedangkan pasir silika diperoleh dari PT. Deltapuro Indonesia.

1.6.2 Pemasaran

Besar kecilnya pangsa pasar yang dikuasai oleh suatu perusahaan akan mempengaruhi perkembangan pabrik dimasa yang akan datang. Mengingat banyaknya kegunaan sodium silikat sebagaimana telah diuraikan, maka di Lampung. berpotensi dari sisi pemasaran dan juga merupakan pusatnya Industri-Industri sebab di daerah tersebut belum terdapat pabrik sodium silikat, sehingga juga dapat berpotensi untuk membantu menikkan perekonomian daerah tersebut dengan adanya pabrik sodium silikat tersebut.

1.6.3 Ketersediaan Fasilitas Transportasi dan Komunikasi

Transportasi sangat dibutuhkan sebagai penunjang utama untuk penyediaan bahan baku dan pemasaran produk. Fasilitas transportasi meliputi darat (jalan raya), laut, dan udara. Dengan adanya jalur transportasi ini, maka pengangkutan bahan baku dan produk diharapkan tidak mengalami hambatan. Komunikasi juga merupakan faktor yang penting untuk kemajuan suatu industri. Di daerah Lampung khususnya daerah yang merupakan pusat industri, dapat dipastikan komunikasi didapatkan dengan mudah.

1.6.4 Ketersediaan Tenaga Kerja

Dimasa mendatang jumlah populasi di Indonesia dipastikan akan bertambah dan kemungkinan tingkat pengangguran juga semakin bertambah. Faktor tenaga kerja merupakan hal yang cukup penting untuk menunjang kelancaran proses produksi. Tenaga kerja dapat dipenuhi dari sumber daya manusia dengan latar belakang pendidikan yang memadai, pemerataan tenaga kerja, serta pemberian gaji yang disesuaikan dengan pendidikan dan keterampilan yang dimiliki.

1.6.5 Utilitas

Kebutuhan pabrik akan air sangat besar, untuk itu diperlukan lokasi yang memungkinkan penyediaan air yang memadai. Lampung merupakan daerah yang memiliki penyediaan air yang relatif bagus, bahkan di Kawasan Lampung tersebut terdapat unit pengolahan pendukung proses yang khusus untuk penyediaan kebutuhan air bagi industri-industri yang membutuhkannya, atau dapat juga disediakan dengan cara pengeboran tanah.

1.6.6 Peraturan Daerah

Mengacu pada otonomi daerah, kebijakan pemerintah daerah sangat mendukung pendirian pabrik dimana Lampung masih sedikit pabrik yang memproduksi sodium silikat yang nantinya akan menambah pendapatan daerah.

1.6.7 Keadaan Masyarakat

Masyarakat yang membutuhkan pekerjaan akan mendukung pendirian pabrik. Karena dengan didirikannya pabrik, maka akan terbuka lapangan pekerjaan baru yang memberikan kesempatan bekerja pada masyarakat di sekitar pabrik.

1.7 Tinjauan Pustaka

Sodium silikat ditemukan pertama kali oleh Jahamn Nepomuk Von Fuch pada tahun 1825 di Munich, Jerman. Secara umum sodium silikat yang digunakan di industri dapat dispesifikasikan menjadi 2, yaitu:

1. Larutan air silikat yang mengandung mengandung 1,5 – 4 mol SiO₂ 1 mol Na₂SiO₃, sering disebut *waterglass*. Spesifikasi ini diproduksi dengan cara melarutkan sodium silikat ke dalam air.
2. Solid, kristal sodium silikat. Perbandingan berat bervariasi dari 0,5 - 2.

Sodium Silikat dari Natrium Hidroksida dan Pasir Silika.

Proses pembuatan sodium silikat dengan bahan baku natrium hidroksida dan pasir silika mengikuti persamaan reaksi berikut:



$$H = -41,33 \text{ kJ/kmol}$$

Secara umum sodium silikat diproduksi dengan metode berikut (Kirk and Othmer, 1963).

1. Dengan mencampurkan sodium karbonat dan pasir silika pada temperatur 1200^oC–1450^oC, yang dilanjutkan dengan penghalusan dan pengayakan. Alat yang digunakan adalah *rotary kiln*.
2. Dengan cara mengeringkan larutan sodium silikat dalam *drum granulator*. Selanjutnya dilakukan pengayakan menggunakan *screen* untuk memperoleh sodium silikat dalam bentuk *powder*.
3. Metode Coogee Chemicals process. Proses ini dengan mereaksikan natrium hidroksida dengan pasir silika sampai suhu 220^oC dan pada tekanan 24 bar.

1.8 Pemilihan Proses

Proses pembuatan natrium silikat dapat dilakukan dengan 2 proses yaitu Proses Baker dan Proses Brunner Mond. Fasa produk yang dihasilkan dari tiap proses bisa saja sama tergantung yang diinginkan oleh pabrik. Proses Baker dan Brunner Mond menghasilkan produk dengan fasa cair atau padat. Berikut ini merupakan beberapa pemilihan proses untuk pembuatan natrium silikat.

Proses Baker Proses Baker menggunakan bahan baku yang digunakan adalah Pasir Silika (SiO_2) dan Natrium Carbonate (Na_2CO_3). Kedua bahan baku tersebut dicampurkan menggunakan perbandingan jumlah 1 : 1. Bahan baku yang telah tercampur selanjutnya dileburkan didalam Furnace pada temperature 1200-1400oC 1 atm. Keluaran proses peleburan dari Furnace berupa liquid panas (cair) yang selanjutnya didinginkan kedalam Rotary Cooler sehingga liquid panas (cair) berubah fasa menjadi padatan natrium silikat. Padatan Natrium Silikat yang dihasilkan masih mengandung zat impuritis sehingga perlu diproses lebih lanjut yaitu Rotary Dissolver.

Pada Rotary Dissolver dilakukan penambahan sejumlah air (H_2O) pada padatan natrium silikat sehingga terbentuk larutan natrium silikat (cair) 40-50%. Selanjutnya larutan natrium silikat dilakukan pengendapan sehingga terpisah antara padatan (impuritis) dan cairan yang dilakukan pada Settling Tank. Keluaran dari Settling Tank terdiri menjadi 2 produk, yaitu produk utama (cair) dan limbah padat (impuritis).

Proses Brunner Mond Proses Brunner Mond menggunakan bahan baku yang digunakan adalah Pasir Silika (SiO_2) dan Natrium Hidroksida (NaOH). NaOH terlebih dahulu dilarutkan didalam Mixing dengan menggunakan air proses sebagai pelarut. Larutan NaOH dan Pasir Silika (SiO_2) selanjutnya dialirkan menuju Reaktor, dimana kondisi reaktor pada temperature 150-300oC dengan tekanan 10-20 atm. Produk keluaran reaktor berupa natrium silikat (cair) selanjutnya dialirkan menuju Evaporator untuk dilakukan proses penguapan air yang terkandung. Produk bottom Evaporator dialirkan menuju Kristalinisasi untuk dilakukan proses

pengkristalan. Selanjutnya menuju Centrifuge untuk memisahkan antara cairan dengan serbuk/granul yang telah mengkristal, sehingga didapat serbuk/granul natrium silikat sebagai produk utama. Serbuk/granul natrium silikat dialirkan menuju Rotary Dryer untuk memastikan bahwa tidak ada lagi cairan yang terkandung didalam serbuk/granul natrium silikat.

Tabel 1. 2 Data Proses Baker dan Brunner Mond

Kategori	Baker	Brunner-Mond
Bahan Baku	SiO ₂ dan Na ₂ CO ₃	SiO ₂ dan NaOH
Temperature	1200-1400°C	150-300°C
Tekanan	5-10 atm	10-20 atm
Waktu Tinggal	1-5 jam	1 jam
Produk Samping	CO ₂	H ₂ O
Kebutuhan Energi	Besar	Sedang
Ekonomis	Mahal	Murah
Fasa Produk	Cair/Padat	Cair/Padat

Berdasarkan **Tabel 1.2** maka dalam prosos pembuatan natrium silikat dipilih Proses Baker dengan beberapa pertimbangan sebagai berikut :

1. Beroperasi pada temperature rendah, sehingga efisiensi dalam pemeliharaan alat lebih baik.
2. Tidak membutuhkan banyak energi.
3. Instrumen dan peralatan yang digunakan tidak terlalu banyak, sehingga dapat menurunkan cost.
4. Kebutuhan air proses lebih sedikit.
5. Semua bahan baku ada didalam negeri.

1.9 Kegunaan Sodium Silikat

Penggunaan sodium silikat adalah sebagai berikut:

1. Sebagai bahan baku dalam pembuatan silika gel yang digunakan sebagai pengering makanan,
2. Sebagai bahan perekat untuk penyagelan dan laminating lapisan logam,
3. Sebagai bahan tambahan dalam pembuatan keramik,
4. Digunakan sebagai bahan pembuatan *drum filter*,
5. Digunakan untuk sintesis zeolit,
6. Digunakan pada produksi deterjen,
7. Digunakan pada *water threatment* yaitu sebagai *flocculating agent*, dan
8. Digunakan sebagai bahan baku pabrik asam *silica*.



BAB II

PERANCANGAN PRODUK

2.1 Spesifikasi Bahan Baku

Tabel 2. 1 Sifat Fisis Bahan Baku (Yaws, 1999)

Sifat Fisis	Natrium Hidroksida	Silika Dioksida	Air
Rumus Molekul	NaOH	SiO ₂	H ₂ O
Bentuk (pada 25°C)	Padat	Padat	Cair
Berat Molekul (gr/mol)	39,997	60,0843	18,015
Titik Didih (pada 1 atm), °C	1390	1609,83	0
Titik Beku (pada 1 atm), °C	322,83	2230,06	100
Densitas, gr/cm ³	2,13	2,66 (20°C)	998 (25°C)
Kemurnian	99% berat NaOH	-	-
Impuritas	1% berat H ₂ O	-	-

Sifat Kimia Natrium Hidroksida (NaOH) (Coulson, 1999)

1. NaOH larut dalam air
2. NaOH bereaksi dengan logam amphoteric (Al, Zn, Sn) dan membentuk anion kompleks seperti AlO_2^- , ZnO_3^{2-} , SnO_3^{2-} dan H_2 .

Sifat Kimia Silika Dioksida (SiO₂)

1. Silika dioksida dibentuk dengan proses hidrolisis dari silika tetraklorit dengan air.



2. Pembentukan garam dan hasil reaksi pasir silika dan natrium oksida



Sifat Kimia Air (H₂O)

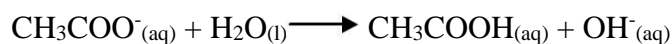
1. Air bereaksi dengan karbon membentuk karbon mono-oksida



2. Air bereaksi dengan asam sulfit membentuk asam sulfat



3. Reaksi hidrolisis air dengan oksida asetat dapat membentuk asam asetat.



2.2 Spesifikasi Produk

Tabel 2. 2 Sifat Fisis Produk

Sifat Fisis	Sodium Silikat
Rumus Molekul	Na ₂ SiO ₃
Bentuk (pada 25°C)	Padat
Berat Molekul (gr/mol)	122,063
Densitas, gr/cm ³	2,61
Titik Beku, K	423,04
Titik Didih, K	1361,15
Titik Leleh, K	274,238
Temperatur Krisis, K	564
Tekanan Krisis, atm	36,28

Sifat Kimia Sodium Silikat (Na₂SiO₃)

1. Berbentuk kristal monoklinik,
2. Sangat larut dalam air panas dan dingin.
3. Tidak larut dalam alkohol.

2.3 Pengendalian Kualitas

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

2.4 Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Pengendalian kualitas dari bahan baku dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana kualitas bahan baku yang digunakan, apakah sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan untuk proses. Oleh karena itu sebelum dilakukan proses produksi, dilakukan pengujian terhadap kualitas bahan baku yang berupa natrium hidroksida dan pasir silika dengan tujuan agar bahan yang digunakan dapat diproses didalam pabrik dan sesuai dengan yang diharapkan. Evaluasi yang digunakan yaitu standart yang hampir sama dengan ASTM 1972.

Uji yang dilakukan antara lain uji densitas, viskositas, volatilitas, kadar komposisi komponen, kemurnian bahan baku.

2.5 Pengendalian Proses Produksi

Pengendalian proses produksi pabrik ini meliputi aliran dan alat sistem kontrol :

2.5.1 Alat Sistem Kontrol

- a. Sensor, digunakan untuk identifikasi variabel-variabel proses. Alat yang digunakan manometer untuk sensor aliran fluida, tekanan dan level, *termocouple* untuk sensor suhu.
- b. *Controller* dan indikator, meliputi level indikator dan *control*, *temperature indicator control*, *pressure control*, *flow control*.
- c. *Actuator* digunakan untuk *manipulate* agar variabelnya sama dengan variabel *controller*. Alat yang digunakan *automatic control valve* dan *manual hand valve*.

2.5.2 Aliran Sistem Kontrol

- a. Aliran *pneumatis* (aliran udara tekan) digunakan untuk *valve* dari *controller* ke *actuator*.
- b. Aliran *electric* (aliran listrik) digunakan untuk suhu dari sensor ke *controller*.
- c. Aliran mekanik (aliran gerakan/perpindahan *level*) digunakan untuk *flow* dari sensor ke *controller*.

1.6 Pengendalian Kualitas Produk

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

1.7 Pengendalian Kuantitas

Penyimpangan kuantitas terjadi karena kesalahan operator, kerusakan mesin, keterlambatan pengadaan bahan baku, perbaikan alat terlalu lama dan lain-lain. Penyimpangan tersebut perlu diidentifikasi penyebabnya dan diadakan evaluasi. Selanjutnya diadakan perencanaan kembali sesuai dengan kondisi yang ada.

1.8 Pengendalian Waktu

Untuk mencapai kuantitas tertentu perlu adanya waktu tertentu pula. Maka dari itu pengendalian waktu dibutuhkan untuk mengefisienkan waktu yang digunakan selama proses produksi berlangsung.

BAB III

PERANCANGAN PROSES

Untuk mencapai kualitas produk yang diinginkan maka pada perancangan pabrik *Sodium Silicat* perlu memilih proses yang tepat agar proses produksi lebih efektif dan efisien.

3.1 Uraian Proses

3.1.1 Penyiapan Bahan Baku

Bahan baku Natrium Hidroksida dalam bentuk padatan disimpan dalam silo NaOH (S-1) pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm, sedangkan untuk bahan baku pasir silika yang juga berbentuk padatan disimpan di silo SiO₂ (S-2) pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm. Sebelum bahan baku Natrium Hidroksida dan pasir silika direaksikan ke reaktor (R-1), Natrium Hidroksida dan pasir silika diangkat dari silo (S-1) dan silo (S-2) menggunakan *belt conveyor* dilanjutkan dengan *bucket elevator*, kemudian Natrium Hidroksida dicairkan terlebih dahulu di dalam mixer (M-1) dengan air pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm, keluaran dari mixer (M-1) suhu terjadi peningkatan menjadi 40°C akibat adanya panas pelarutan. Sehingga, Natrium Hidroksida yang akan dialirkan ke dalam reaktor (R-1) sudah berubah fase menjadi fase cair dan pasir silika yang dialirkan ke dalam reaktor tetap berbentuk padatan.

3.1.2 Proses Pembentukan Produk

Bahan baku Natrium Hidroksida (NaOH) keluaran mixer (M-1) yang sudah berbentuk cairan, kemudian dipompa (P-1) ke *heat exchanger* (HE-1)

untuk dipanaskan sampai suhu 220°C agar sama dengan suhu di *reaktor* (R-1), kemudian dari *heat exchanger* (HE-1) baru diumpankan ke Pompa (P-3) untuk menaikkan tekanannya dari 1 atm ke 23,6 atm. Kemudian direaksikan dengan SiO₂ di dalam *reaktor* (R-1).

Reaksi terjadi pada suhu 220°C tekanan 23,6 bersifat eksotermis, *irreversible*. Produk keluar *reaktor* (R-1) berupa lelehan dengan tekanan 23,6 atm dan suhu 220°C. Sebelum tekanan diturunkan di *expansion valve* (V-1) suhunya diturunkan terlebih dahulu dengan cooler (HE-2) sehingga suhunya menjadi 70°C agar saat masuk *expansion valve* (V-1) tidak ada uap air yang terbentuk. Agar tekanannya menjadi 1 atm menggunakan *expansion valve* (V-1), kemudian baru di pompa (P-4) menuju *Centrifuge* (C-1).

3.1.3 Tahap Pemisahan dan Pemurnian Produk

Setelah dari *expansion valve* (V-1) kemudian dipompa menggunakan pompa (P-4) umpan masuk ke *centrifuge* (C-1) pada suhu 70°C dan tekanan 1 atm. *Centrifuge* berfungsi untuk memisahkan antara produk dan sisa-sisanya. Sisa-sisa dari produk berupa Natrium Hidroksida cair dan air akan di pompa (P-5) menuju *evaporator* (EV-1) yang nantinya keluaran dari *evaporator* berupa NaOH cair dan air akan di *recycle*, sedangkan produk akan diangkut menggunakan *Screw Conveyor* (SC-2) menuju *rotary dryer* (RD-1).

Di dalam *rotary dryer* (RD-1) produk melalui proses pengeringan pada suhu 60°C dengan bantuan udara panas yang di ambil menggunakan blower , untuk menghilangkan sisa-sisa air, NaOH cair dan impuritis yang mungkin masih ikut terbawa oleh *rotary dryer*. Penurunan suhu pada *centrifuge* (C-1) ke *rotary dryer* (RD-1) yaitu dari 70°C menjadi 60°C di akibatkan pada saat produk diangkut menggunakan *screw conveyor* (SC-2). Setelah diperoleh produk dengan kadar 55% pada *rotary dryer* (RD-1).

Diasumsikan ada produk yang terbawa oleh udara panas sebesar 10% yang kemudian produk tersebut dibawa menggunakan blower menuju wet cyclone (CL-1) kemudian cyclone tersebut dimasukkan air dengan pompa (P-7) tujuannya agar

hasil keluar cyclone (CL-1) menjadi cair dan dipompa ke Tanki accumulator (T-1) sebagai penyimpanan sementara , kemudian dipompa menggunakan pompa (P-8) menuju arus *recycle* masuk centrifuge (C-1). Hasil produk keluaran rotary dryer (RD-1) dibawa dengan *belt conveyor* (B-3) dan diangkut oleh *bucket elevator* (L-3) untuk disimpan didalam *silo produk* (S-3), suhu pada saat produk disimpan di dalam silo (S-3) sebesar 60°C.

3.1.4 Spesifikasi Alat

3.1.4.1 Spesifikasi Alat Proses

1. Centrifuge (C-1)

Tabel 3. 1 Spesifikasi Centrifuge (C-1)

Fungsi	: Memisahkan antara padatan dan <i>mother liquornya</i>
Jenis	: <i>Solid basket type</i>
Kondisi Operasi :	
Tekanan	: 1 atm
Temperatur	: 70 °C
Diameter <i>basket</i>	: 1 m
Kecepatan putaran	: 3865,65 rpm
Power motor	: 15 Hp
Tinggi <i>basket</i>	: 1 m
Bahan	: <i>Stainless steel</i>
Jumlah	: 1 buah
Harga	: US\$ 50.586,00

2. Cooler (E-2)

Tabel 3. 2 Spesifikasi Cooler (E-2)

Fungsi	Mendinginkan umpan keluar reaktor dari suhu 220°C menjadi 70°C.
Jenis	: <i>Shell and Tube</i>
Bahan	: <i>Stainless steel steel</i>
<i>Shell side</i>	
ID pipa	: 0,635 m
<i>Baffle</i>	: 0,044 m
<i>Pass</i>	: 4
<i>as</i>	: 0,013 m ²
<i>Gs</i>	: 47011, 413 lb/jam.ft ²
<i>ho</i>	: 698,98 Btu/jam.ft ² .F
<i>Tube side</i>	
OD pipa	: 0,038 m
BWG	: 18
at	: 0,419 m ²
Gt	: 2149,89 lb/jam.ft ²
hio	: 10,28 Btu/jam.ft ² .F
Beban pendingin	: 1.856.997,82 Kj/jam
Jumlah	: 1 buah

Harga	: US\$ 38.467,00
-------	------------------

3. Evaporator (EV-1)

Tabel 3. 3 Spesifikasi Evaporator (EV-1)

Fungsi	Memanaskan sisa larutan NaOH cair dan air dari <i>Centrifuge</i> (C-1).
Jenis	: <i>Shell and Tube</i>
Bahan	: Stainless steel SA 167 grade A
Diameter	: 6,1457 m
Tinggi	: 12,2914 m
Kondisi Operasi :	
Suhu	
Tekanan	: 110°C : 1 atm
Jumlah	: 1 buah
Harga	: US\$ 23.874,00

4. Expansion Valve (V-1)

Tabel 3. 4 Spesifikasi Expansion Valve (V-1)

Fungsi	Menurunkan tekanan cair keluar dari R-1.
Tipe	: Globe valve

Tekanan masuk	: 23,6 atm
Tekanan keluar	: 1 atm
Suhu	: 70 °C
Diameter	: 0,054 m
Harga	: US\$ 2.873,63

5. Heater (E-1)

Tabel 3. 5 Spesifikasi Heater (E-1)

Fungsi	Memanaskan larutan NaOH yang keluar dari <i>Mixer</i> (M-1) dengan suhu 30°C agar sama dengan suhu reaktor yaitu menjadi 220°C
Jenis	: <i>Shell and Tube</i>
Bahan	: <i>Stainless steel</i>
<i>Shell side</i>	
ID pipa	: 0,33655 m
<i>Baffle</i>	: 0,254 m
<i>Pass</i>	: 6
<i>as</i>	: 0,017 m ²
<i>Gs</i>	: 9375,669 lb/jam.ft ²
<i>ho</i>	: 168,186 Btu/jam.ft ² .F

<i>Tube side</i>	
OD pipa	: 0,0254 m
BWG	: 10
at	: 0,052 m ²
Gt	: 13298,876 lb/jam.ft ²
hio	: 55,3241 Btu/jam.ft ² .F
Beban pemanas	: 208.2792,559 Kj/jam
Jumlah	: 1 buah
Harga	: US\$ 23.874,00

6. Mixer (M-1)

Tabel 3. 6 Spesifikasi Mixer (M-1)

Fungsi	Mengencerkan NaOH dengan air sebelum direaksikan ke Reaktor (R-1).
Bahan	: <i>Stainless steel type 304</i>
Jenis	: Silinder tegak dengan tutup atas dan bawah <i>torispherical dishes</i> dilengkapi dengan pengaduk <i>turbine with six flate blade</i> .
Kondisi operasi	
Tekanan	: 1 atm
Suhu	: 30°C
Volume <i>mixer</i>	: 5,933 m ³

Jenis pengaduk	: <i>Turbine with flat six flate blade</i>
Putaran pengaduk	: 0,0833 rpm
Power motor	: 0,05 Hp
Jumlah	: 1 buah
Harga	: US\$ 7.651,00

7. *Cyclone* (CL-01)

Tabel 3. 7 Spesifikasi *Cyclone* (CL-1)

Fungsi	Memisahkan antara debu dan parti kel dari aliran udara aliran udara yang disedot
Jenis	: Duclone Collector
Kapasitas	: 3124,212 m ³ /jam
Jumlah	: 1 buah
Harga	: US\$ 30.900
Bahan	: Loy Alloy Steel SA-301 grade A
Kondisi operasi	
Tekanan	: 1 atm
Suhu	: 60°C
Diameter	: 0,67 m
Tinggi	: 2,70 m

8. Reaktor (R-1)

Tabel 3. 8 Spesifikasi Reaktor (R-1)

Fungsi	Tempat untuk mereaksikan NaOH dan SiO ₂ .
Jenis	: Reaktor Alir Berpengaduk (RATB)
Diameter	: 7,389 m
Tenaga pompa	: 0,0625 Hp
Tenaga motor	: 125,00 Hp Standar NEMA
Jumlah	: 1 buah
Harga	: US\$ 325.884,28

9. *Rotary Dryer* (RD-1)

Tabel 3. 9 Spesifikasi *Rotary Dryer* (RD-1)

Fungsi	Mengeringkn produk Sodium Silikat hingga mencapai kadar sebesar 55%.
Tipe	: <i>Single shell direct heat rotary dryer</i>
Bahan	: <i>Stainless steel</i>
Kondisi operasi	
Tekanan	: 1 atm
Suhu	: 60 °C
Diameter <i>shell</i>	: 4,47 m
Panjang <i>shell</i>	: 9,229 m
Power motor gear	: 100 Hp
Power motor pinion	: 100 Hp

Power motor pemutar	: 25 Hp
Volume <i>rotary dryer</i>	: 25.104,42 m ³
Jumlah	: 1 buah
Harga	: US\$ 73.504,00

10. Tanki ACC (T-01)

Tabel 3. 10 Spesifikasi Tanki ACC (T-01)

Fungsi	Sebagai penampung arus keluaran Cyclon (CL-01) menjaga kontnuitas dan kestabilan aliran keluar
Jenis	: Tangki silinder horizontal
Bahan	: Plate Steel SA.283 Grade C
Diameter	: 1,5674 m
Tinggi	: 9,9270 m
Tebal Head	: 0,0047 m
Tinggi Head	:0,261 m
Jumlah	: 1 buah
Harga	:US\$ 28.000

11. Blower

Tabel 3. 11 Spesifikasi Blower

Fungsi	memompa udara hasil bawah rotary dryer menuju wet cyclone
--------	---

Jenis	: Blower Centrifugal
Bahan	: Low alloy steel SA-301 Grade A
Kondisi Operasi	
Suhu	: 60°C
Tekanan	: 1 atm
Daya	: 1 hp
Jumlah	: 2 buah
Harga	: US\$ 600

12. Heater (E-3)

Tabel 3. 12 Spesifikasi Heater (E-3)

Fungsi	Memanaskan udara yang masuk ke Rotary Dryer (RD-1)
Jenis	: <i>Shell and Tube</i>
Bahan	: <i>Stainless steel</i>

<i>Shell side</i>	
ID pipa	: 0,635 m
<i>Baffle</i>	: 0,127 m
<i>Pass</i>	: 2
<i>as</i>	: 0,017 m ²
<i>Gs</i>	: 9375,669 lb/jam.ft ²
<i>ho</i>	: 168,186 Btu/jam.ft ² .F
<i>Tube side</i>	
OD pipa	: 0,758m
BWG	: 20
at	: 0,392 m ²
Gt	: 13298,876 lb/jam.ft ²
hio	: 55,3241 Btu/jam.ft ² .F
Beban pemanas	: 1963,079 lb/jam
Jumlah	: 1 buah
Harga	: US\$ 23.874,00

13. Pompa

Tabel 3. 13 Spesifikasi pompa

Kode Pompa	Fungsi	Nominal Pipe size	Kapasitas	ID	OD	Power motor	Jenis	Harga
P-1 (A/B)	Memompa air menuju ke <i>Mixer</i> (M-1)	0,076 m	9,93 m ³ /jam	0,015 m	0,089 m	1,5 Hp Standar NEMA	Centrifugal sunngle stage	US\$ 9.048,55
P-2 (A/B)	Memompa umpan dari <i>Mixer</i> (M-1) ke HE-1 (Heater)	0,076 m	33,13 m ³ /jam	0,026 m	0,033 m	2 Hp Standar NEMA	Centrifugal sunngle stage	US\$ 9.048,55
P-3 (A/B)	Memompa umpan dari HE-1 (Heater) ke <i>Reaktor</i> (R-1).	0,076 m	39,45 m ³ /jam	0,025 m	0,027 m	3 Hp Standar NEMA	Centrifugal sunngle stage	US\$ 9.048,55
P-4 (A/B)	Memompa hasil umpan dari <i>Reaktor</i> (R-1) menuju ke <i>Centrifuge</i> (C-1)	0,076 m	21,56 m ³ /jam	0,028 m	0,025 m	0,167 Hp Standar NEMA	Centrifugal sunngle stage	US\$ 9.048,55
P-5 (A/B)	Memompa hasil sisa dari <i>Centrifuge</i> (C-1) menuju ke arus recycle <i>Evaporator</i> (EV-1)	0,076 m	28,78 m ³ /jam	0,021 m	0,026 m	1 HP Standar NEMA	Centrifugal sunngle stage	US\$ 9.048,55
P-6 (A/B)	Memompa umpan hasil keluar cyclone (CL-1) menuju Tanki ACC (T-1)	0,076 m	1,59 m ³ /jam	0,0208 m	0,021 m	0,333 Hp Standar NEMA	Centrifugal sunngle stage	US\$ 9.048,55

Kode Pompa	Fungsi	Nominal Pipe size	Kapasitas	ID	OD	Power motor	Jenis	Harga
P-7 (A/B)	Memompa air menuju Cyclon (CL-1)	0,076 m	1,17 m ³ /jam	0,025 m	0,027 m	0,125 Hp standard Nema	Centrifugal sunngle stage	US\$ 9.048,55
P-8 (A/B)	Memompa hasil umpan dari Tanki ACC (T-1) menuju arus recycle masuk Centrifuge (C-1)	0,076 m	1,59 m ³ /jam	0,020 m	0,021 m	0,333 Hp Standar Nema	Centrifugal sunngle stage	US\$ 9.048,55
P-9 (A/B)	Memompa hasil umpan evaporator (EV-1) menuju arus recycle menuju HE-1	0,076 m	27,22 m ³ /jam	0,026 m	0,040 m	1 Hp Standar Nema	Centrifugal sunngle stage	US\$ 9.048,55

14. Conveyor

Tabel 3. 14 Spesifikasi Conveyor

Kode Conveyor	Fungsi	Panjang Belt	Kecepatan	Power Motor	Jenis	Lebar Belt	Harga
B-1	Mengangkut bahan baku NaOH dari silo NaOH (S-1) ke <i>Bucket Elevator</i> (L-1)	9,64 m	0,067 m/s	0,2 HP	Belt Conveyor 'enclosed with walks ways'	0,3556 m	US\$ 8.747,00

Kode Conveyor	Fungsi	Panjang Belt	Kecepatan	Power Motor	Jenis	Lebar Belt	Harga
B-2	Mengangkut bahan baku SiO ₂ dari silo SiO ₂ (S-2) ke Bucket Elevator (L-2)	9,64 m	0.021 m/s	0,05 Hp	<i>Belt Conveyor 'enclosed with walks ways'</i>	0,3556 m	US\$ 8.747,00
B-3	Mengangkut sodium silikat dari Rotary Dryer (RD-1) ke Bucket Elevator (L-3)	9,64 m	0.030 m/s	0,08 Hp	<i>Belt Conveyor 'enclosed with walks ways'</i>	0,3556 m	US\$ 8.747,00
SC-2	Mengangkut sodium silikat dari Centrifuge(C-1) ke Rotary Dryer (RD-1)	9,64 m	0.036 m/s	0,08 HP	<i>Screw Conveyor "Enclosed with walks ways"</i>	0,3556 m	US\$ 8.747,00
SC-1	Mengangkut SiO ₂ dari Bucket elevator (L-2) menuju Reaktor (R-1)	9,64 m	0.036 m/s	0,08 HP	<i>Screw Conveyor "Enclosed with walks ways"</i>	0,3556 m	US\$ 8.747,00

15. Elevator

Tabel 3. 15 Spesifikasi Elevator

Kode Elevator	Fungsi	Jenis	Jarak Bucket	Lebar Belt	Ukuran bicket	Kecepatan	Power Motor
L-1	Mengangkut NaOH dari <i>Belt Conveyor</i> (B-1) ke <i>Mixer</i> (M-1)	<i>Continuous buckets elevator</i>	0,457 m	0,2032 m	6 x 4 x 4,25 in	69,23 rpm	0,33 HP

Kode Elevator	Fungsi	Jenis	Jarak Bucket	Lebar Belt	Ukuran bicket	Kecepatan	Power Motor
L-2	Mengangkut bahan baku SiO ₂ dari Belt Conveyor (B-2) ke Reaktor (R-1)	<i>Continuous buckets elevator</i>	0,457 m	0,2032 m	6 x 4 x 4,25 in	21,30 rpm	0,08 Hp
L-3	Mengangkut sodium silikat dari Belt Conveyor (B-3) ke Silo Produk (S-3)	<i>Continuous buckets elevator</i>	0,457 m	0,2032 m	6 x 4 x 4,25 in	30,9 rpm	0,2 Hp

16. Silo

Tabel 3. 16 Spesifikasi Silo

Kode	Jenis	Fungsi	Bahan	Diameter	Tinggi	Tebal shell	Tebal head	Harga
S-1	Tangki silinder tegak dengan bagian bawah berbentuk cone 60°	Menyimpan bahan baku NaOH untuk 7 hari Produksi	<i>Carbon Steel</i>	10,56 m	15,84 m	0,011 m	0,013 m	US\$ 18.854,81
S-2	Tangki silinder tegak dengan bagian bawah berbentuk cone 60°	Menyimpan bahan baku SiO ₂ untuk 7 hari produksi.	<i>Carbon Steel</i>	3,58 m	7,169 m	0,011 m	0,013 m	US\$ 18.854,81

Kode	Jenis	Fungsi	Bahan	Diameter	Tinggi	Tebal shell	Tebal head	Harga
S-3	Tangki silinder tegak dengan bagian bawah berbentuk cone 60 o	Menyimpan produk sodium silikat	Carbon Steel	4,433 m	11,082 m	0,011 m	0,013 m	US\$ 18.854,81

3.2 Perencanaan Produksi

Dalam menyusun rencana produksi secara garis besar ada dua hal yang perlu diperhatikan, yaitu faktor eksternal dan faktor internal. Faktor eksternal adalah faktor yang menyangkut kemampuan pasar terhadap jumlah produk yang dihasilkan, sedangkan faktor internal adalah kemampuan pabrik.

3.2.1 Kemampuan pasar

Dapat dibagi 2 kemungkinan, yaitu :

1. Kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan pabrik, maka rencana produksi disusun secara maksimal.
2. Kemampuan pasar lebih kecil dibandingkan kemampuan pabrik. Oleh karena itu perlu dicari alternatif untuk menyusun rencana produksi, misalnya :
 - a. Rencana produksi sesuai dengan kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai kemampuan pasar dengan mempertimbangkan untung dan rugi.
 - b. Rencana produksi tetap dengan mempertimbangkan bahwa kelebihan produksi disimpan dan dipasarkan tahun berikutnya.

3. Mencari daerah pemasaran.

3.2.2 Kemampuan pabrik

Pada umumnya pabrik ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain :

1. Material (bahan baku)

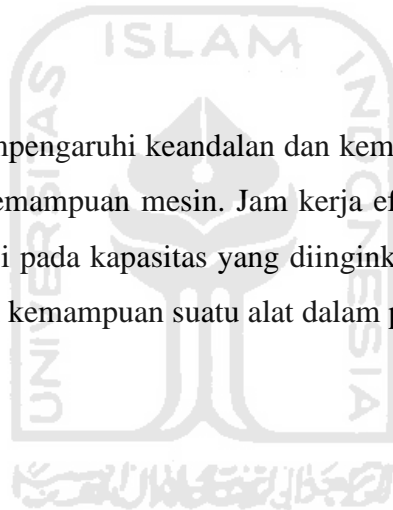
Dengan pemakaian material yang memenuhi kualitas dan kuantitas maka akan tercapai target produksi yang diinginkan.

2. Manusia (tenaga kerja)

Kurang terampilnya tenaga kerja akan menimbulkan kerugian pabrik, untuk itu perlu dilakukan pelatihan atau training pada karyawan agar keterampilannya meningkat.

3. Mesin (peralatan)

Ada dua hal yang mempengaruhi keandalan dan kemampuan mesin, yaitu jam kerja mesin efektif dan kemampuan mesin. Jam kerja efektif adalah kemampuan suatu alat untuk beroperasi pada kapasitas yang diinginkan pada periode tertentu. Kemampuan mesin adalah kemampuan suatu alat dalam proses produksi.



BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

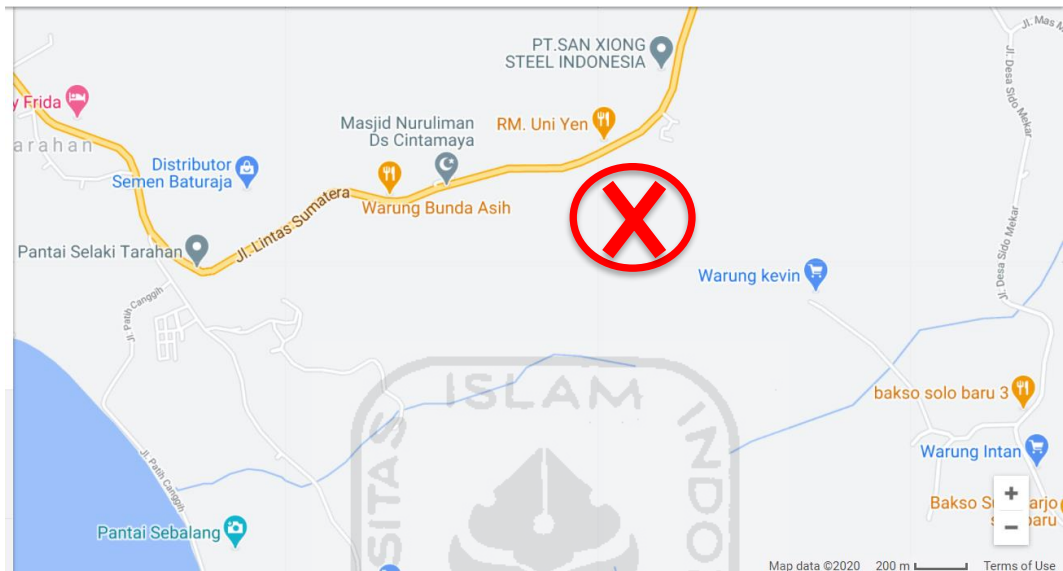
4.1 Lokasi Pabrik

Lokasi suatu pabrik merupakan unsur yang kuat dalam menunjang berhasil atau tidaknya suatu industri. Diperlukan pertimbangan yang mendalam dari berbagai faktor guna memilih lokasi pabrik. Hal utama yang harus diperhatikan adalah suatu pabrik harus dilokasikan sedemikian rupa sehingga mempunyai biaya produksi dan distribusi seminimal mungkin serta memiliki kemungkinan yang baik untuk dikembangkan.

Dari faktor pertimbangan diatas, maka lokasi pabrik dipilih berada dikawasan industri Lampung , Provinsi Lampung dengan alasan :

1. Tersedia bahan baku pasir silika yang terletak di kawasan tambang pantai lampung, sehingga mempermudah proses produksi dengan pengangkutan langsung bahan baku pasir silika ke unit proses. Sedangkan bahan baku natrium hidroksida didapatkan dari PT. Asahimas Chemical yang terletak di Cilegon yang lumayan dekat dengan pabrik yang akan didirikan di Lampung hanya dengan transportasi darat dan penyebrangan sekali dari pelabuhan Merak menuju Lampung sehingga pengangkutan bahan baku lebih mudah.
2. Telah tersedianya sarana air dan listrik untuk industri dikawasan Lampung.
3. Lokasi dekat dengan Lampung kota dan dekat dengan beberapa kota seperti riau dan Palembang yang merupakan penyedia tenaga kerja terdidik yang memadai.

4. Lampung seperti daerah lain di Indonesia beriklim tropis yang tidak menimbulkan masalah dalam mengoperasikan pabrik. Sedangkan untuk karakteristik lokasi daerah Lampung merupakan tanah daratan.



Gambar 4. 1 Peta Tempat didirikan Pabrik

4.2 Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik merupakan tempat kedudukan dari bagian-bagian pabrik yang meliputi tempat karyawan bekerja, tempat kerja peralatan dan tempat penyimpanan bahan yang ditinjau dari segi hubungan antara satu dengan yang lainnya.

Selain peralatan yang tercantum dalam flow sheet proses, beberapa bangunan fisik lainnya seperti kantor, gudang, laboratorium, bengkel dan lain sebagainya harus terletak pada bagian yang seefisien mungkin, terutama ditinjau dari segi lalu lintas barang, kontrol, keamanan, dan ekonomi. Selain itu yang harus diperhatikan dalam penentuan tata letak pabrik adalah penempatan alat-alat produksi sedemikian rupa sehingga dalam proses produksi dapat memberikan kenyamanan.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam penentuan tata letak pabrik adalah sebagai berikut :

1. Perluasan pabrik dan penambahan bangunan dimasa mendatang harus sudah masuk dalam perhitungan awal. Sehingga sejumlah areal khusus sudah

harus disiapkan sebagai perluasan pabrik bila suatu saat dimungkinkan pabrik menambah peralatannya untuk menambah kapasitas.

2. Faktor terberat dalam menentukan tata letak pabrik adalah faktor keamanan, yaitu keamanan terhadap bahaya kebakaran, ledakan asap ataupun gas beracun. Sehingga meskipun sudah dilengkapi dengan alat-alat pengaman seperti *hydrant*, penahan ledakan, maupun asuransi pabrik, namun faktor-faktor pencegah harus tetap diadakan dengan maksud untuk memudahkan sistem pertolongan jika sewaktu-waktu terjadi hal-hal yang tidak diinginkan. Misalnya penyimpanan bahan baku dan produk pada areal khusus, juga pemberian jarak antar ruang yang cukup untuk tempat-tempat rawan.
3. Harga tanah menjadi faktor yang membatasi kemampuan penyediaan area, sehingga bila harga tanah sedemikian tinggi maka terkadang diperlukan efisiensi yang tinggi terhadap pemakaian ruang.
4. Bangunan yang ada secara fisik harus memenuhi standar dan perlengkapan yang menyertainya seperti ventilasi, instalasi, dan lain-lainnya tersedia dan memenuhi syarat.
5. Distribusi gas, udara, air dan listrik memerlukan instalasi pada setiap pabrik, sehingga keteraturan penempatan instalasi akan membantu kemudahan kerja dan *maintenance*.
6. Untuk pengangkutan bahan, keperluan perbaikan, pemeliharaan dan keselamatan kerja, maka diantara daerah proses dibuat jalan yang cukup untuk memudahkan mobil keluar masuk, sehingga bila terjadi suatu bencana maka tidak akan mengalami kesulitan dalam menanggulangnya.

Secara garis besar tata letak pabrik dibagi dalam beberapa daerah utama, yaitu:

1. Daerah administrasi/ perkantoran, laboratorium dan fasilitas pendukung.
Area ini terdiri dari :
 - a. Daerah administrasi sebagai pusat kegiatan administrasi dan keuangan pabrik.
 - b. Laboratorium sebagai pusat kontrol kualitas bahan baku dan produk.
 - c. Fasilitas-fasilitas bagi karyawan seperti : poliklinik, kantin, aula dan masjid.
 - d. Daerah proses dan perluasan.
 - e. Merupakan lokasi alat-alat proses diletakkan untuk kegiatan produksi dan perluasannya.
 - f. Daerah pergudangan umum, bengkel dan garasi.
 - g. Daerah utilitas dan pemadam kebakaran
 - h. Merupakan lokasi pusat kegiatan penyediaan air, *steam*, air pendingin dan tenaga listrik disediakan guna menunjang jalannya proses serta unit pemadam kebakaran.

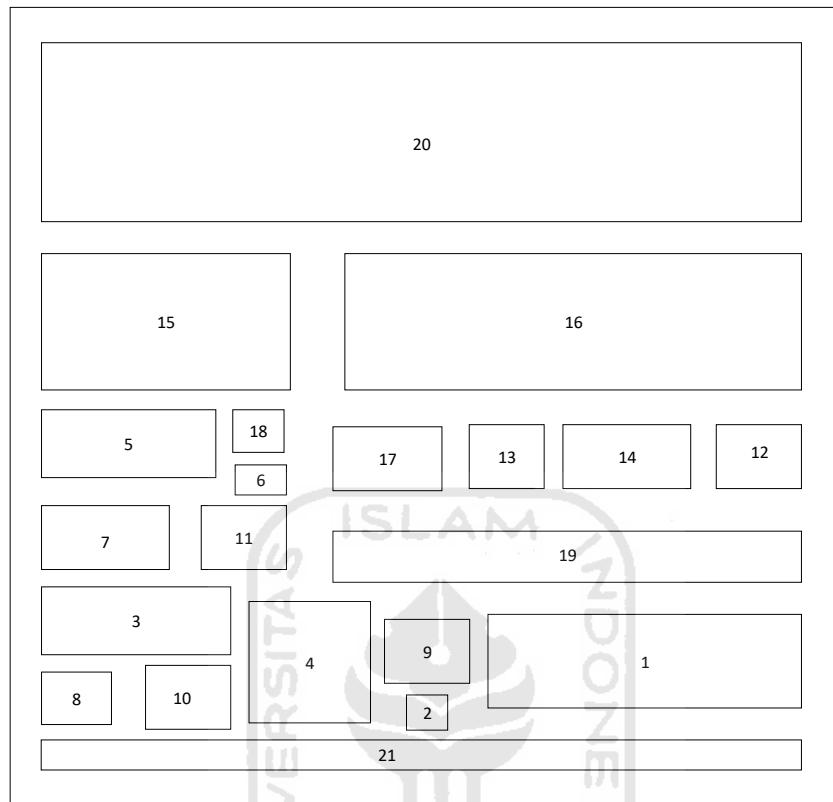
Dalam uraian di atas maka dapat disimpulkan bahwa tujuan dari pembuatan tata letak pabrik adalah sebagai berikut :

1. Mengadakan integrasi terhadap semua faktor yang mempengaruhi produk.
2. Mengalirkan kerja dalam pabrik sesuai dengan jalannya diagram alir proses.
3. Mengerjakan perpindahan bahan sesedikit mungkin.
4. Menggunakan seluruh areal secara efektif.
5. Menjamin keselamatan dan kenyamanan karyawan.
6. Mengadakan pengaturan alat-alat produksi yang fleksibel.

Tabel 4. 1 Area Bangunan Pabrik Sodium Silikat

Lokasi	Luas, m ²
Kantor utama	1000
Pos Keamanan/satpam	25
Parkir	628

Ruang timbang truk	72
Kantor teknik dan produksi	400
Klinik	250
Masjid	200
Kantin	250
Bengkel	200
Unit pemadam kebakaran	250
Gudang alat	200
Laboratorium	400
Utilitas	1300
Area proses	2800
Control Room	300
Control Utilitas	100
Jalan dan taman	2200
Perluasan pabrik	9000
Mess Direksi	1200
Total	20775



Gambar 4.2 *Lay out* Pabrik Sodium Silikat Skala 1:1100

Keterangan gambar :

- | | | |
|----------------------------------|------------------|----------------------|
| 1. Kantor Utama | 8. Klinik | 15. Utilitas |
| 2. Pos Keamanan | 9. Masjid | 16. Area Proses |
| 3. Mess | 10. Kantin | 17. Kontrol Room |
| 4. Parkir Tamu | 11. Bengkel | 18. Kontrol Utilitas |
| 5. Parkir Truk | 12. Unit Pemadam | 19. Taman |
| 6. Ruang Timbang Truk | Kebakaran | 20. Perluasan Pabrik |
| 7. Kantor Teknik dan
Produksi | 13. Gudang Alat | 21. Jalan Raya |
| | 14. Laboratorium | |

4.3 Tata Letak Alat Proses

Pengaturan letak peralatan proses pabrik harus dirancang seefisien mungkin. Beberapa pertimbangan yang perlu diperhatikan adalah:

1. Ekonomi

Letak alat-alat proses harus sebaik mungkin sehingga memberikan biaya konstruksi dan operasi yang minimal. Biaya konstruksi dapat diminimalkan dengan mengatur letak alat sehingga menghasilkan pemipaan yang terpendek dan membutuhkan bahan konstruksi paling sedikit.

2. Kebutuhan proses

Letak alat harus memberikan ruangan yang cukup bagi masing-masing alat agar dapat beroperasi dengan baik, dengan distribusi utilitas yang mudah.

3. Operasi

Peralatan yang membutuhkan perhatian lebih dari operator harus diletakkan dekat *control room*. *Valve*, tempat pengambilan sampel, dan instrumen harus diletakkan pada posisi dan ketinggian yang mudah dijangkau oleh operator.

4. Perawatan

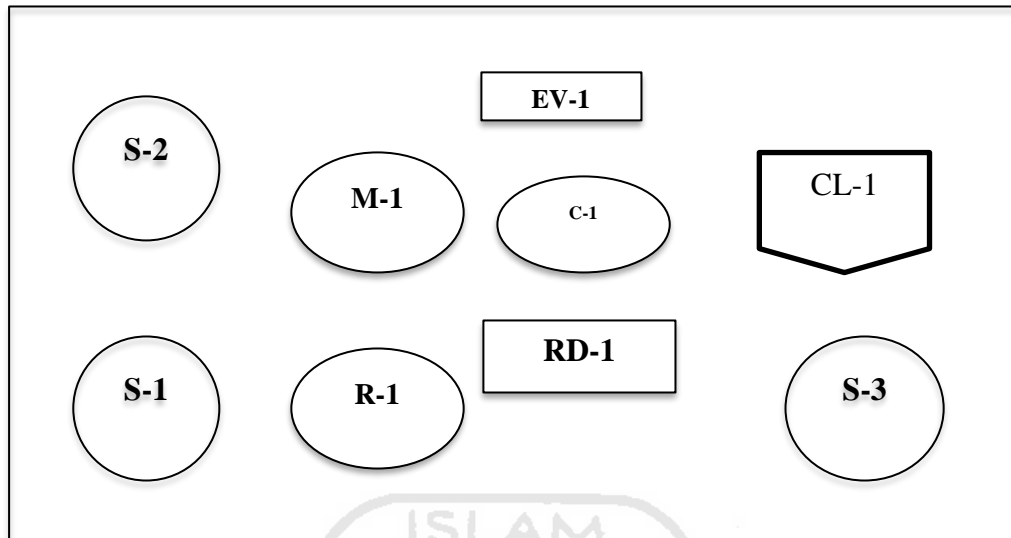
Letak alat proses harus memperhatikan ruangan untuk perawatan. Misalnya pada *Heat Exchanger* yang memerlukan ruangan yang cukup untuk pembersihan *tube*.

5. Keamanan

Letak alat-alat proses harus sebaik mungkin, agar jika terjadi kebakaran tidak ada yang terperangkap di dalamnya serta mudah dijangkau oleh kendaraan atau alat pemadam kebakaran.

6. Perluasan dan Pengembangan Pabrik

Setiap pabrik yang didirikan diharapkan dapat berkembang dengan penambahan unit sehingga diperlukan susunan pabrik yang memungkinkan adanya perluasan.



Gambar 4. 3 Tata Letak Pabrik Sodium Silikat Skala 1:800

Keterangan:

- | | | | |
|------|------------------------------------|------|----------------|
| S-1 | : Silo bahan baku NaOH | R-1 | : Reactor |
| S-2 | : Silo bahan baku SiO ₂ | C-1 | : Centrifuge |
| S-3 | : Silo produk Sodium Silikat | RD-1 | : Rotary Dryer |
| M-1 | : Mixer | EV-1 | : Evaporator |
| CY-1 | : Cyclone | | |

4.4 Aliran Proses

4.4.1 Neraca Massa

Basis perhitungan neraca massa :

- | | |
|-----------------------|--------------------|
| Kapasitas produk | : 30.000 ton/tahun |
| Diambil dalam 1 tahun | : 330 hari kerja |
| 1 hari kerja | : 24 jam |
| Basis perhitungan | : 1 jam |

$$= \left[\frac{30.000 \text{ ton}}{1 \text{ tahun}} \right] \times \left[\frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ ton}} \right] \times \left[\frac{1 \text{ tahun}}{360 \text{ hari}} \right] \times \left[\frac{1 \text{ hari}}{24 \text{ jam}} \right]$$

$$= 3787,8787 \text{ kg/jam}$$

4.4.2 Neraca Massa Total

Tabel 4. 2 Neraca Massa Total

Komponen	Input (kg/jam)					Output (kg/jam)			
	1	2	4	8	16	10	11	13	15
NaOH	1440,57	-	-	-	-	63,05	-	1,40	5,60
H ₂ O	84,62	1385,06	-	-	1000	88,54	892,58	960,89	836,01
SiO ₂	-	-	2569,70	-	-	1541,82	-	-	-
Impuritis	-	-	8,17	-	-	0,73	7,35	-	0,08
Na ₂ SiO ₃	-	-	-	-	-	1881,02	-	-	209,00
Udara	-	-	-	4597,71	-	-	-	4597,71	-
Sub Total	1525,20	1385,06	2577,88	4597,71	1000	3575,90	899,94	5560,01	1050,70
Total	11085,85					11085,85			

1. Neraca Massa Mixer (M-01)

Tabel 4. 3 Neraca Massa Mixer (M-1)

Komponen	Input (kg/jam)			Output (kg/jam)
	1	2	12	3
NaOH	1440,57	-	6936,35	8376,93
H ₂ O	84,61	1385,06	7076,48	8546,16
Total	16923,09			16923,09

2. Neraca Massa Reaktor (R-1)

Tabel 4. 4 Neraca Massa Reaktor (R-1)

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)
	3	4	5
NaOH	8376,93	-	7006,42
H ₂ O	8546,16	-	8854,52
SiO ₂	-	2569,70	1541,82
Impuritis	-	8,17	8,17
Na ₂ SiO ₃	-	-	2090,02
Total	19500,97		19500,97

3. Neraca Massa *Centrifuge* (C-1)

Tabel 4. 5 Neraca Massa *Centrifuge* (C-1)

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)	
	5	15	6	7
NaOH	7000,81	5,60	6936,35	70,06
H ₂ O	8018,51	836,01	7969,07	885,45
SiO ₂	1541,82	-	-	1541,82
Impuritis	8,09	0,08	7,35	0,82
Na ₂ SiO ₃	1881,02	209,00	-	2090,02
Total	19501		19051	

4. Neraca Massa *Rotary Dryer* (RD-1)

Tabel 4. 6 Neraca Massa *Rotary Dryer* (RD-1)

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)	
	7	8	9	10
NaOH	70,06	-	7,00	63,05
H ₂ O	885,45	-	796,90	88,54
SiO ₂	1541,82	-	-	1541,82
Impuritis	0,81	-	0,08	0,73
Na ₂ SiO ₃	2090,02	-	209,00	1881,02
Udara	-	4597,72	4597,72	-
Total	9185,90		9185,90	

5. Neraca Massa *Evaporator* (EV-1)

Tabel 4. 7 Neraca Massa *Evaporator* (EV-1)

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	6	11	12
NaOH	6936,35	-	6936,358
H ₂ O	7969,07	892,589	7076,486
SiO ₂	-	-	-
Impuritis	7,35	7,357	-
Na ₂ SiO ₃	-	-	-
Total	14912,79	14912,79	

6. Neraca Massa Wet Cyclone (CL-1)

Tabel 4. 8 Neraca Massa Wet Cyclone (CL-1)

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)	
	9	16	13	14
NaOH	7,00	-	1,40	5,60
H ₂ O	796,90	1000	960,89	836,01
SiO ₂	-	-	-	-
Impuritis	0,08	-	-	0,08
Na ₂ SiO ₃	209,00	-	-	209,00
Udara	4597,72	-	4597,72	-
Total	6610,71		6610,71	

7. Neraca Massa Accumulator Tank (T-1)

Tabel 4. 9 Neraca Massa Accumulator Tank (T-1)

Komponen	Input (kg/jam)	
	14	15
NaOH	5,60	5,60
H ₂ O	836,01	836,01
SiO ₂	-	-
Impuritis	0,08	0,08
Na ₂ SiO ₃	209,00	209,00
Total	1050,70	

4.4.3 Neraca Panas

1. Neraca Panas Total

Tabel 4. 10 Neraca Panas Total

Komponen	Input (kj/jam)					Output (kj/jam)			
	Q1	Q2	Q4	Q8	Q16	Q10	Q11	Q13	Q15
NaOH	53682	-	-	-	-	2840,02	-	8,97	184,20
H ₂ O	232	216125,27	-	-	25542,04	1893,94	141823,4	9051,9	6391,6
SiO ₂	-	-	144986,23	-	-	4793,64	-	-	-
Impuritis	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Na ₂ SiO ₃	-	-	-	-	-	193028,68	-	-	9191,8
Udara	-	-	-	27465,98	-	-	-	41306	-
Komponen	Input (kj/jam)					Output (kj/jam)			
	Q1	Q2	Q4	Q8	Q16	Q10	Q11	Q13	Q15
Sub Total	53914,71	216125,27	144986,23	27465,98	25542,04	202556,30	141823,4	50366,8	73287,7
Total	468034,2657					468034,2657			

2. Neraca Panas Mixer (M-1)

Tabel 4. 11 Neraca Panas Mixer (M-1)

Komponen	Input (kj/jam)		Output (kj/jam)
	Q1	Q2	Q3
NaOH	53682,43688	-	3574774,572
H ₂ O	232,2755537	216125,2771	8284623,334

Panas pelarutan	-	1296960500
Beban pemanas	1308549858	-
Total	1308819898	1308819898

3. Neraca Panas *Heat Exchanger* (HE-1)

Tabel 4. 12 Neraca Panas Heat Exchanger (HE-1)

Komponen	Input (kj/jam)	Output (kj/jam)
NaOH	91221,307	3544766,591
H ₂ O	1774,517	71187,482
Beban pemanas	3522958,249	-
Total	3615954,073	3615954,073

4. Neraca Panas Reaktor (R-1)

Tabel 4. 13 Neraca Panas Reaktor (R-1)

Komponen	Input (kj/jam)			Output (kj/jam)
	Q3	Q4	Q12	Q5
NaOH	3574774,572	-	75985,85414	690680,5865
H ₂ O	8284623,334	-	180747,9632	2014931,936
SiO ₂	-	144986,239 7	-	7088,688436
Impuritis	-	-	-	-
Na ₂ SiO ₃	-	-	-	275755,269
Sub total	11859397,91	144986,239 7	256733,8174	2988456,48
Panas reaksi	-9.016.635,7063			-
Beban pendingin	-			141115,3863

Total	3129571,866	3129571,866
-------	-------------	-------------

5. Neraca Panas *Cooler* (E-2)

Tabel 4. 14 Neraca Panas *Cooler* (E-2)

Komponen	Input (kj/jam)	Output (kj/jam)
NaOH	2975064,765	691163,1825
H ₂ O	7449652,497	1665207,688
SiO ₂	262468,655	52585,31681
Impuritis	-	-
Na ₂ SiO ₃	1194939,499	275755,269
Sub total	11882125,42	2684711,456
Beban pendingin	-	9197413,959
Komponen	Input (kj/jam)	Output (kj/jam)
Total	11882125,42	11882125,42

6. Neraca Panas *Centrifuge* (C-1)

Tabel 4. 15 Neraca Panas *Centrifuge* (C-1)

Komponen	Input (kj/jam)	Output (kj/jam)	
	Q5	Q6	Q7
NaOH	690680,5865	531845,9944	5372,181762
H ₂ O	2014931,936	1414319,858	157146,6509
SiO ₂	7088,688436	-	4793,641089
Impuritis	-	-	-
Na ₂ SiO ₃	275755,269	-	214476,3204
Sub total	2988456,48	1946165,852	381788,7941
Beban pemanas	-660501,8336	-	

Total	2327954,646	2327954,646
-------	-------------	-------------

7. Neraca Panas *Rotary Dryer* (RD-1)

Tabel 4. 16 Neraca Panas *Rotary Dryer* (RD-1)

Komponen	Input (kj/jam)		Output (kj/jam)	
	Q7	Q8	Q9	Q9
NaOH	5372,181762	-	315,5587913	2840,029121
H ₂ O	157146,6509	-	52370,96642	1893,945365
SiO ₂	4793,641089	-	-	4793,641089
Impuritis	-	-	-	-
Na ₂ SiO ₃	214476,3204	-	21447,63204	193028,6883
Udara	-	27465,9877 1	41306,15288	-
Komponen	Input (kj/jam)		Output (kj/jam)	
	Q7	Q8	Q9	Q9
Sub total	381788,7941	27465,9877 1	115440,3101	202556,3039
Beban pemanas	-91258,16774 25	-	-	
Total	317996,614		317996,614	

8. Neraca Panas Heater (HE-3)

Tabel 4. 17 Neraca Panas Heater (HE-3)

Komponen	Input (kj/jam)	Output (kj/jam)
Udara	658263,037	2524271,988
Beban pemanas	1866008,951	-

Total	2524271,988	2524271,988
-------	-------------	-------------

9. Neraca Panas *Evaporator* (EV-1)

Tabel 4. 18 Neraca Panas *Evaporator* (EV-1)

Komponen	Input (kj/jam)		Output (kj/jam)	
	Q6	Q11	Q12	
NaOH	531845,9944	-	75985,85414	
H ₂ O	1414319,858	141823,4262	180747,9632	
SiO ₂	-	-	-	
Impuritis	-	-	-	
Na ₂ SiO ₃	-	-	-	
Sub total	1946165,852	141823,4262	256733,8174	
Komponen	Input (kj/jam)		Output (kj/jam)	
	Q6	Q11	Q12	
Beban pemanas	-91258,16774			
Total	317996,614		317996,614	

10. Neraca Panas *Wet Cyclone* (CL-1)

Tabel 4. 19 Neraca Panas *Wet Cyclone* (CL-1)

Komponen	Input (kj/jam)		Output (kj/jam)	
	Q9	Q16	Q13	Q14
NaOH	315,5587913	-	8,979941314	35,91976526
H ₂ O	52370,96642	25542,04878	9051,696085	21353,44337
SiO ₂	4793,641089	-	-	-
Impuritis	-	-	-	-
Na ₂ SiO ₃	21447,63204	-	-	3063,947434

Udara	41306,15288		41306,15288	-
Sub total	115440,3101	25542,04878	50366,82891	24453,31057
Beban pemanas	-66162,21943	-		-
Total	74820,13948		74820,13948	

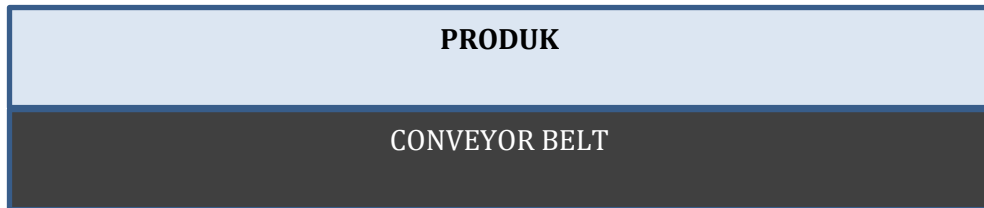
11. Neraca Panas Akumulator Tank (T-1)

Tabel 4. 20 Neraca Panas Akumulator Tank (T-1)

Komponen	Input (kj/jam)	Output (kj/jam)
	Q14	Q15
NaOH	35,91976526	35,91976526
Komponen	Input (kj/jam)	Output (kj/jam)
	Q14	Q15
H2O	21353,44337	21353,44337
SiO2	4793,641089	-
Na2SiO3	3063,947434	3063,947434
Total	24453,31057	24453,31057

4.5 Pelepasan Panas Secara Natural Pada Conveyor Belt (B-3) (*Natural Convection Process*).

Asumsi , Keadaan *steady state*, udara adalah gas ideal, tekanan lingkungan adalah 1 atm, panjang karakteristik adalah 10 cm, suhu udara lingkungan adalah 30 °C .



$$RaL = \frac{g\beta(Ts - Tl)D^3}{v^2} Pr$$

$$Nu = 0,54RaL^{1/4}$$

$$Q = hAs(Ts - Tl)$$

$$Tf = Ts - Tl$$

$$Tf = 45 \text{ }^\circ\text{C}$$

Dari Tabel A-15 (Cengel, 2003)

$$k = 0,02699 \text{ W/m}\cdot^\circ\text{C}$$

$$v = 0,00001749 \text{ m}^2/\text{s}$$

$$Pr = 0,7241$$

$$\text{Beta} = 1/318 \text{ K}$$

Maka di dapat:

$$RaL = \frac{9,81 \frac{m}{s^2} \times \frac{1}{318} K(60 - 30 K) \frac{10}{100} m^3}{(0,7241)^2} = 0,7241$$

$$RaL = 2190696$$

$$Nu = 0,54 \times 2190696^{1/4}$$

$$Nu = 295743,92$$

$$h = \frac{k}{D} Nu$$

$$h = 79821,28 \text{ W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$$

$$Q = 79821,28 \frac{W}{m^2} C \times 0,01 m^2 \times (60 - 30 C)$$

$$\begin{aligned}
 A_s &= 0,01 \text{ m}^2 \\
 Q &= 23946,38 \text{ W} \\
 &= 756,5 \text{ }^\circ\text{C/minute}
 \end{aligned}$$

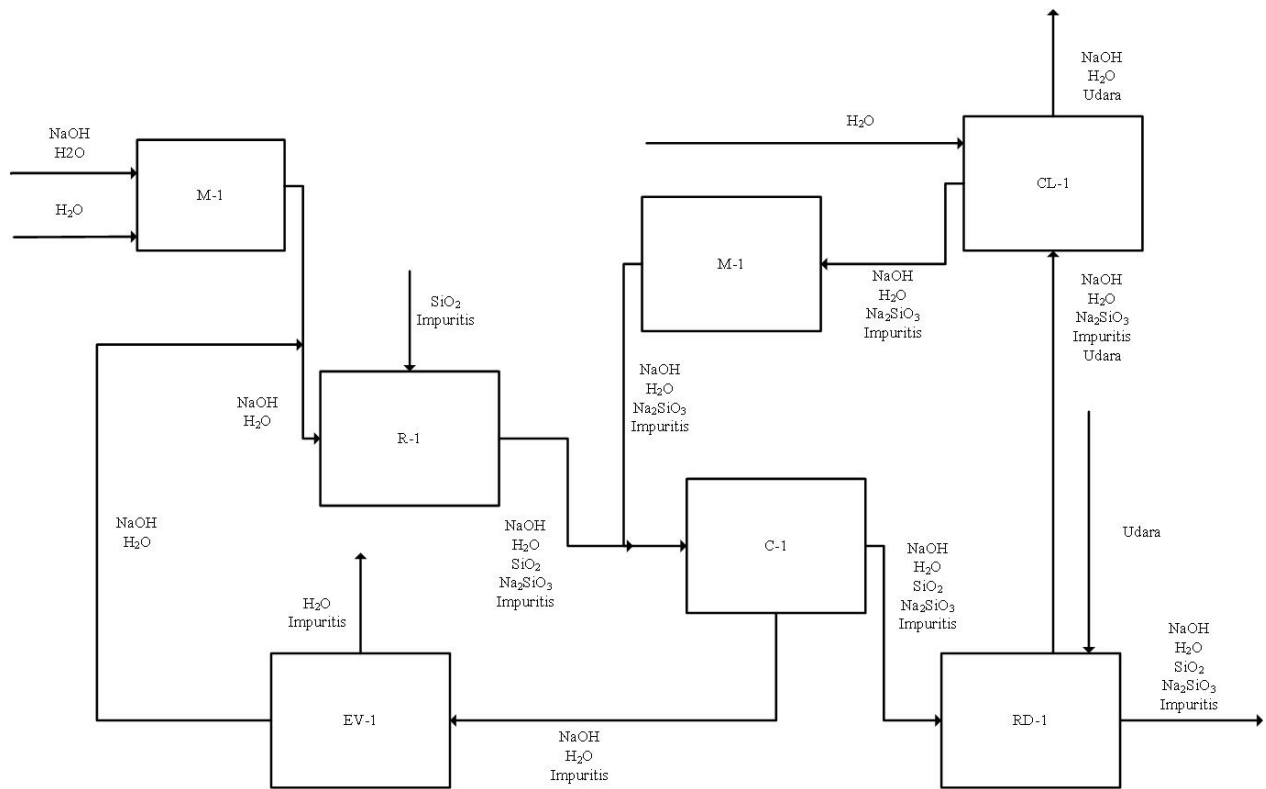
Terjadi pelepasan panas rate 23946,38 W atau sebanyak 756,5 °C per menitnya, jadi dapat dikatakan suhu keluaran *rotary dryer* sebesar 60°C akan terlepas oleh proses natural convection sehingga pada penyimpanan di Silo (S-3) suhunya tidak lagi 60°C.

$$\text{Power} \left(\frac{\text{Celcius Heat Unit}}{\text{Minute}} \right) = \text{Power (W)} \times 0,031593903989083$$

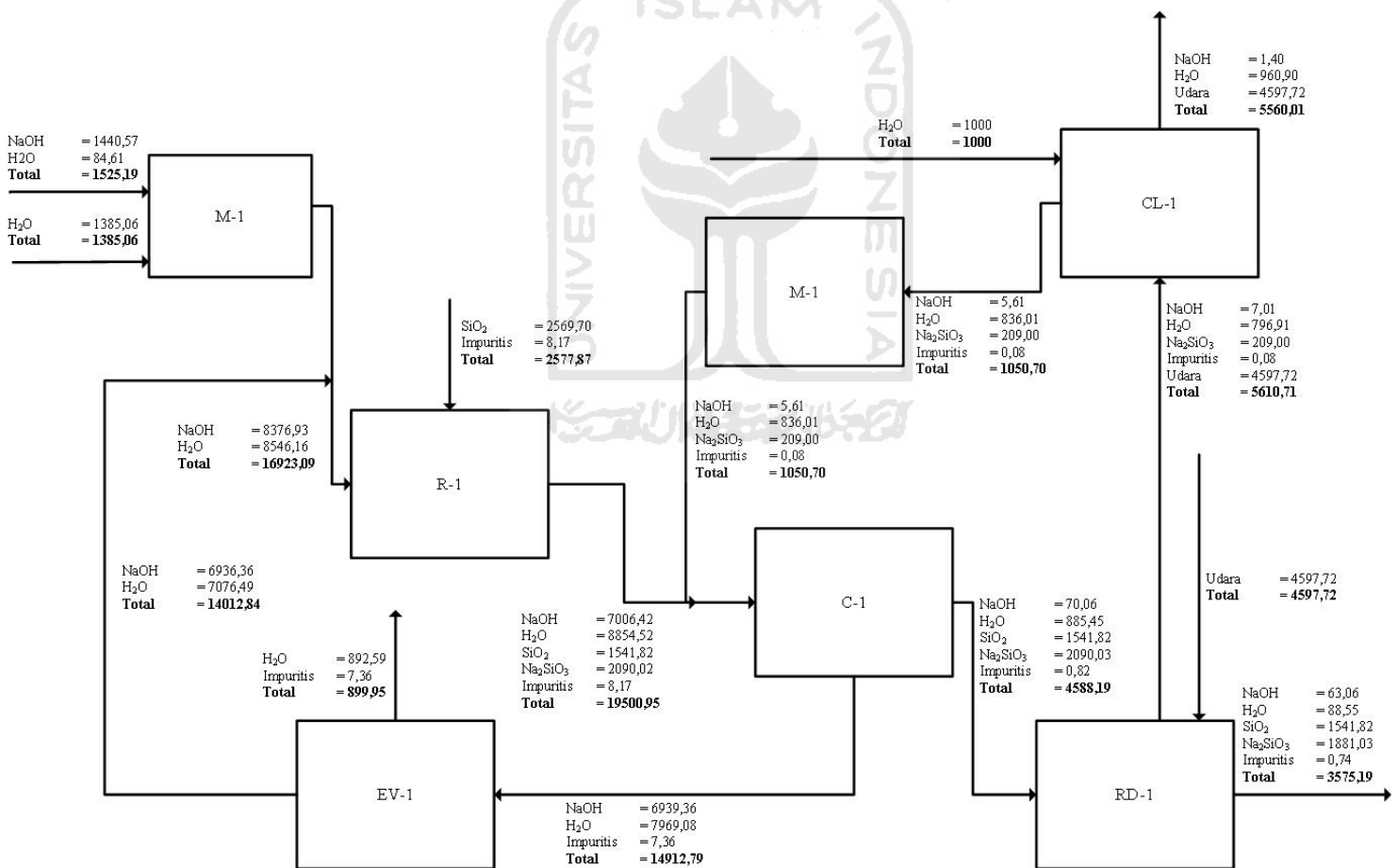
1 Watt is equal to 0.031593903989083 Celcius Heat Unit (IT)Per Minute

(sumber : *IJERD - International Journal of Enviromental and Rural Development, Comparative Study on the Determination Methodology of Total Suspended Solids by Using the Microwave and the Laboratory Standard Methods, Hal 84*)





Gambar 4. 4 Neraca Massa Kualitatif



Gambar 4. 5 Neraca Massa Kuantitatif

4.6 Perawatan (*Maintenance*)

Maintenance berguna untuk menjaga saran atau fasilitas peralatan pabrik dengan cara pemeliharaan dan perbaikan alat agar produksi dapat berjalan dengan lancar dan produktifitas menjadi tinggi sehingga akan tercapai target produksi dan spesifikasi produk yang diharapkan.

Perawatan preventif dilakukan setiap hari untuk menjaga dari kerusakan alat dan kebersihan lingkungan alat. Sedangkan perawatan periodik dilakukan secara terjadwal sesuai dengan buku petunjuk yang ada. Penjadwalan tersebut dibuat sedemikian rupa sehingga alat-alat mendapat perawatan khusus secara bergantian. Alat-alat berproduksi secara kontinyu dan akan berhenti jika terjadi kerusakan.

Perawatan alat-alat proses dilakukan dengan prosedur yang tepat. Hal ini dapat dilihat dari penjadualan yang dilakukan pada tiap-tiap lat. Perawatan mesin tiap-tiap alat meliputi:

1. *Overhaul* 1 x 1 tahun

Merupakan perbaikan dan pengecekan serta leveling alat secara keseluruhan meliputi pembongkaran alat, pergantian bagian-bagian alat yang sudah rusak, kemudian kondisi alat dikembalikan seperti kondisi semula.

2. *Repairing*

Merupakan kegiatan *maintenance* yang bersifat memperbaiki bagian-bagian alat. Hal ini biasanya dilakukan setelah pemeriksaan.

Faktor-faktor yang mempengaruhi *maintenance*:

1. Umur alat

Semakin tua umur alat semakin banyak pula perawatan yang harus diberikan yang menyebabkan bertambahnya biaya perawatan.

2. Bahan baku

Penggunaan bahan baku yang kurang berkualitas akan meyebabkan kerusakan alat sehingga alat akan lebih sering dibersihkan.

3. Tenaga manusia

Pemanfaatan tenaga kerja terdidik, terlatih dan berpengalaman akan menghasilkan pekerjaan yang baik pula.

4.7 Pelayanan Teknik (Utilitas)

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

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

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

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

4.8.1 Unit Penyediaan Air

Untuk memenuhi kebutuhan air suatu industri, pada umumnya menggunakan air sumur, air sungai, air danau maupun air laut sebagai sumber untuk mendapatkan air. Dalam perancangan pabrik Sodium silikat ini, sumber air yang digunakan berasal air sungai yang terdekat dengan pabrik. Pertimbangan menggunakan air sungai sebagai sumber untuk mendapatkan air adalah :

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. Air yang diperlukan pada pabrik ini adalah :

1. Air pendingin

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

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

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

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

- a. Zat-zat yang dapat menyebabkan korosi.

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

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

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

- c. Zat yang menyebabkan *foaming*.

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

- d. Air sanitasi.

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

Syarat fisika, meliputi:

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

Syarat kimia, meliputi:

- Tidak mengandung zat organik dan anorganik yang terlarut dalam air.
- Tidak mengandung bakteri.

4.8.2 Unit Pengolahan Air

Untuk perancangan pabrik Sodium Silikat ini, kebutuhan air diambil dari air sungai yang terdekat dengan pabrik. Adapun tahap-tahap proses pengolahan air yang dilakukan meliputi :

1. Clarifier

Kebutuhan air dalam suatu pabrik dapat diambil dari sumber air yang ada di sekitar pabrik dengan mengolah terlebih dahulu agar memenuhi syarat untuk digunakan. Pengolahan tersebut dapat meliputi pengolahan secara fisika dan kimia, penambahan *desinfektan* maupun dengan penggunaan *ion exchanger*.

Mula-mula *raw water* diumpankan ke dalam tangki kemudian diaduk dengan putaran tinggi sambil menginjeksikan bahan-bahan kimia, yaitu:

$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$, yang berfungsi sebagai flokulan.

Na_2CO_3 , yang berfungsi sebagai flokulan.

Air baku dimasukkan ke dalam *clarifier* untuk mengendapkan lumpur dan partikel padat lainnya, dengan menginjeksikan alum ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$), koagulan acid sebagai pembantu pembentukan flok dan NaOH sebagai pengatur pH. Air baku ini dimasukkan melalui bagian tengah *clarifier* dan diaduk dengan agitator. Air bersih keluar dari pinggir *clarifier* secara *overflow*, sedangkan *sludge* (flok) yang terbentuk akan mengendap secara grafitasi dan di *blowdown* secara berkala dalam waktu yang telah ditentukan. Air baku yang mempunyai *turbidity* sekitar 42 ppm

diharapkan setelah keluar *clarifier turbidity*nya akan turun menjadi lebih kecil dari 10 ppm.

2. Penyaringan

Air dari *clarifier* dimasukkan ke dalam *sand filter* untuk menahan/menyaring partikel-partikel solid yang lolos atau yang terbawa bersama air dari *clarifier*. Air keluar dari *sand filter* dengan *turbidity* kira-kira 2 ppm, dialirkan ke dalam suatu tangki penampung (*filter water reservoir*).

Air bersih ini kemudian didistribusikan ke menara air dan unit demineralisasi. *Sand filter* akan berkurang kemampuan penyaringannya. Oleh karena itu perlu diregenerasi secara periodik dengan *back washing*.

3. Demineralisasi

Untuk umpan ketel (*boiler*) dibutuhkan air murni yang memenuhi persyaratan bebas dari garam-garam murni yang terlarut. Proses demineralisasi dimaksudkan untuk menghilangkan ion-ion yang terkandung pada *filtered water* sehingga konduktivitasnya dibawah 0,3 Ohm dan kandungan silica lebih kecil dari 0,02 ppm.

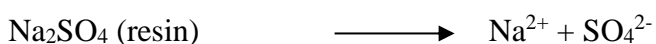
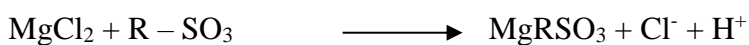
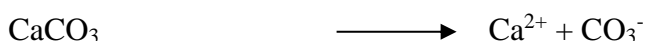
Adapun tahap-tahap proses pengolahan air untuk umpan ketel adalah sebagai berikut:

a. Cation Exchanger

Cation exchanger ini berisi resin pengganti kation dimana pengganti kation-kation yang dikandung di dalam air diganti dengan ion H^+ sehingga air yang akan keluar dari cation exchanger adalah air yang mengandung anion dan ion H^+ .

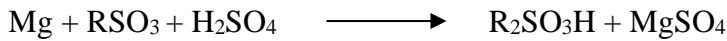
Sehingga air yang keluar dari kation tower adalah air yang mengandung anion dan ion H^+ .

Reaksi:



Dalam jangka waktu tertentu, kation resin ini akan jenuh sehingga perlu diregenerasikan kembali dengan asam sulfat.

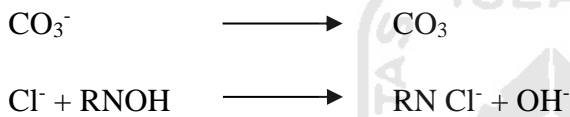
Reaksi:



b. Anion Exchanger

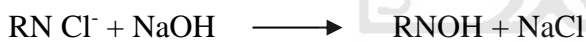
Anion exchanger berfungsi untuk mengikat ion-ion negatif (anion) yang terlarut dalam air, dengan resin yang bersifat basa, sehingga anion-anion seperti CO_3^{2-} , Cl^- dan SO_4^{2-} akan membantu garam resin tersebut.

Reaksi:



Dalam waktu tertentu, anion resin ini akan jenuh, sehingga perlu diregenerasikan kembali dengan larutan NaOH.

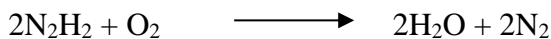
Reaksi:



c. Deaerasi

Deaerasi adalah proses pembebasan air umpan ketel dari oksigen (O_2). Air yang telah mengalami demineralisasi (*polish water*) dipompakan kedalam *deaerator* dan diinjeksikan *Hidrazin* (N_2H_4) untuk mengikat oksigen yang terkandung dalam air sehingga dapat mencegah terbentuknya kerak (*scale*) pada tube boiler.

Reaksi:



Air yang keluar dari deaerator ini di dialirkan dengan pompa sebagai air umpan boiler (*boiler feed water*).

4. Pendinginan dan Menara Pendingin.

Air yang telah digunakan pada cooler, temperaturnya akan naik akibat perpindahan panas. Oleh karena itu untuk digunakan kembali perlu didinginkan pada *cooling tower*. Air yang didinginkan pada *cooling tower* adalah air yang telah menjalankan tugasnya pada unit-unit pendingin di pabrik.

4.8.3 Kebutuhan Air

1. Kebutuhan Air Pendingin

Tabel 4. 21 Kebutuhan Air Pendingin

Nama Alat	Kebutuhan (kg/jam)
E-2	2961,7190
R-1	148640,2447
Total	151601,9637

Kebutuhan air pendingin yaitu sebesar 151.601,96 kg/jam. Untuk menjaga adanya kebocoran, maka jumlah air pendingin dlebihihkan sebanyak 20% menjadi 181.922,36 kg/jam.

2. Kebutuhan Air Pembangkit Steam

Tabel 4. 22 Kebutuhan Steam

Nama Alat	Kebutuhan (kg/jam)
M-1	65,5396
E-1	1214,7396
V-1	0,0029
Total	1280,2831

Air pembangkit steam 80% dimanfaatkan kembali, maka make up yang diperlukan adalah 20%, sehingga :

$$\text{Make up Steam} = 20\% \times 1280,2831 \text{ kg/jam} = 256,0566 \text{ kg/jam}$$

3. Kebutuhan Air untuk Keperluan Domestik dan Rumah Tangga

Tabel 4. 23 Kebutuhan Air Domestik

Penggunaan	Kebutuhan (kg/hari)
Karyawan	15000
Bengkel	360
Poliklinik dan Laboratorium	720
Pemadam kebakaran	960
Kantin, mushola, taman	1440
Total	18480

Tabel 4. 24 Kebutuhan Air Rumah Tangga

Penggunaan	Kebutuhan (kg/hari)
Kebutuhan rumah tangga	2400

Jadi, total kebutuhan untuk domestik sebesar $(18480 + 2400)$ kg/hari

$$= 4248 \text{ kg/hari}$$

Tabel 4. 25 Total Keseluruhan Kebutuhan Air

Kebutuhan	Jumlah (kg/jam)
Kebutuhan Air Pendingin	181.922,36
Kebutuhan Air Pembangkit Steam	256,0566

Kebutuhan Air Domestik	18480
Kebutuhan Air Rumah Tangga	2400
Total	203.058,417

4.8.4 Unit Pembangkit Steam

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

- Kapasitas : 349,85 kg/jam
- Tekanan : 10 bar
- Jenis : *Water Tube Boiler*
- Jumlah : 1 buah

Boiler tersebut dilengkapi dengan sebuah unit economizer safety valve sistem dan pengaman-pengaman yang bekerja secara otomatis. Air dari water treatment plant yang akan digunakan sebagai umpan boiler terlebih dahulu diatur kadar silica, O₂, Ca, 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 pada pH yang terlalu tinggi korosifitasnya 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 100 -102⁰C, kemudian diumpankan ke boiler.

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

4.8.5 Unit Pembangkit Listrik

Kebutuhan listrik pada pabrik ini dipenuhi oleh 2 sumber, yaitu PLN dan generator diesel. Selain sebagai tenaga cadangan apabila PLN mengalami gangguan, diesel juga dimanfaatkan untuk menggerakkan power-power yang dinilai penting, antara lain boiler, compressor, pompa, dan cooling tower. Spesifikasi diesel yang digunakan adalah:

- Kapasitas : 800 KW
- Jenis : AC generator
- Tegangan : 220/360 volt
- Frekuensi : 50 Hz
- Jumlah : 1 buah

Generator AC atau yang sering disebut generator sinkron memiliki fungsi utama mengubah tenaga mekanis menjadi tenaga listrik arus bolak-balik. Prinsip kerja generator listrik bisa dibilang cukup sederhana. Hal ini karena generator bekerja mengikuti hukum Faraday. Hukum Faraday yang digunakan pada prinsip kerja generator AC menyatakan bila sebatang penghantar berada di suatu medan magnet yang berubah-ubah sehingga memotong garis gaya magnet, maka akan terbentuk suatu gaya gerak listrik pada ujung penghantar tersebut. Besar tegangan generator sangat bergantung pada kecepatan putaran, jumlah kawat pada kumparan yang memotong fluk, banyak fluk magnet yang dibangkitkan oleh medan magnet, dan juga konstruksi generator itu sendiri.

4.8.6 Unit Penyediaan Bahan Bakar

Unit pengadaan bahan bakar berfungsi untuk menyediakan bahan bakar yang dibutuhkan oleh *boiler* dan *generator*. Bahan bakar *boiler* yang digunakan adalah *medium fuel oil* dan bahan bakar *generator* adalah solar. Bahan bakar jenis ini mudah diperoleh karena diproduksi oleh perusahaan milik pemerintah serta dipasarkan di seluruh wilayah di Indonesia. *Medium fuel oil* dan solar memiliki

harga yang relatif murah, kesetimbangannya terjamin dan mudah dalam penyimpanannya, maka jenis bahan bakar ini menjadi pilihan.

4.8.7 Spesifikasi Alat-alat Utilitas

1. Pompa Utilitas (PU – 01)

Tabel 4. 26 Spesifikasi PU-01

Fungsi	Mengalirkan air dari sungai ke BU-01 dengan kapasitas 60908,487 kg/jam
Jenis	<i>Centrifugal pump single stage</i>
Kecepatan Volume	30,877 gpm
Head Pompa	24,41 ft
Tenaga Pompa	0,75 Hp
Tenaga Motor	1 Hp
Jumlah	1 buah
Harga	US\$ 645,40

2. Pompa Utilitas (PU– 02)

Tabel 4. 27 Spesifikasi PU-02

Fungsi	Mengalirkan air dari BU-01 ke TU-01 dengan kapasitas 60908,487 kg/jam
Jenis	<i>Centrifugal pump single stage</i>
Kecepatan Volume	30,877 gpm
Head Pompa	36,858 ft
Tenaga Pompa	10 Hp
Tenaga Motor	15 Hp
Jumlah	1 buah
Harga	US\$ 645,40

3. Pompa Utilitas (PU- 03)

Tabel 4. 28 Spesifikasi PU-03

Fungsi	Mengalirkan air dari TU-01 ke CLU dengan kapasitas 60908,487 kg/jam
Jenis	<i>Centrifugal pump single stage</i>
Kecepatan Volume	30,877 gpm
Head Pompa	29,446 ft
Tenaga Pompa	10 Hp
Tenaga Motor	10 Hp
Jumlah	1 buah
Harga	US\$ 645,40

4. Pompa Utilitas (PU- 04)

Tabel 4. 29 Spesifikasi PU-04

Fungsi	Mengalirkan air dari CLU ke SFU dengan kapasitas 60908,487 kg/jam
Jenis	<i>Centrifugal pump single stage</i>
Kecepatan Volume	30,877 gpm
Head Pompa	7,984 ft
Tenaga Pompa	0,75 Hp
Tenaga Motor	1 Hp
Jumlah	1 buah
Harga	US\$ 645,40

5. Pompa Utilitas (PU– 05)

Tabel 4. 30 Spesifikasi PU-05

Fungsi	Mengalirkan air dari FU ke BU-02 dengan kapasitas 60908,487 kg/jam
Jenis	<i>Centrifugal pump single stage</i>
Kecepatan Volume	30,877 gpm
Head Pompa	1,7174 ft
Tenaga Pompa	10 Hp
Tenaga Motor	15 Hp
Jumlah	1 buah
Harga	US\$ 645,40

6. Pompa Utilitas (PU– 06)

Tabel 4. 31 Spesifikasi PU-06

Fungsi	Mengalirkan air dari BU-02 ke TU-02 dengan kapasitas 60908,487 kg/jam
Jenis	<i>Centrifugal pump single stage</i>
Kecepatan Volume	321,778 gpm
Head Pompa	49,083 ft
Tenaga Pompa	15 Hp
Tenaga Motor	20 Hp
Jumlah	1 buah
Harga	US\$ 645,40

7. Pompa Utilitas (PU– 07)

Tabel 4. 32 Spesifikasi PU-07

Fungsi	Mengalirkan air dari TU-02 uke KEU dengan kapasitas 60908,487 kg/jam
Jenis	<i>Centrifugal pump single stage</i>

Kecepatan Volume	321,778 gpm
Head Pompa	32.128 ft
Tenaga Pompa	15 Hp
Tenaga Motor	20 Hp
Jumlah	1 buah
Harga	US\$ 645,40

8. Pompa Utilitas (PU– 08)

Tabel 4. 33 Spesifikasi PU-09

Fungsi	Mengalirkan air dari KEU ke AEU dengan kapasitas 60908,487 kg/jam
Jenis	<i>Centrifugal pump single stage</i>
Kecepatan Volume	321,778 gpm
Head Pompa	34,641 ft
Tenaga Pompa	15 Hp
Tenaga Motor	20 Hp
Jumlah	1 buah
Harga	US\$ 645,40

9. Pompa Utilitas (PU– 09)

Tabel 4. 34 Spesifikasi PU-09

Fungsi	Mengalirkan air dari AEU ke DAU dengan kapasitas 60908,487 kg/jam
Jenis	<i>Centrifugal pump single stage</i>
Kecepatan Volume	321,778 gpm
Head Pompa	32,76 ft
Tenaga Pompa	15 Hp
Tenaga Motor	20 Hp
Jumlah	1 buah

Harga	US\$ 645,40
-------	-------------

10. Pompa Utilitas (PU– 10)

Tabel 4. 35 Spesifikasi PU-10

Fungsi	Mengalirkan air dari DAU ke BFT dengan kapasitas 60908,487 kg/jam
Jenis	<i>Centrifugal pump single stage</i>
Kecepatan Volume	321,778 gpm
Head Pompa	32,76 ft
Tenaga Pompa	10 Hp
Tenaga Motor	20 Hp
Jumlah	1 buah
Harga	US\$ 645,40

11. Pompa Utilitas (PU– 11)

Tabel 4. 36 Spesifikasi PU-11

Fungsi	Mengalirkan air dari TU-03 ke BLU dengan kapasitas 60908,487 kg/jam
Jenis	<i>Centrifugal pump single stage</i>
Kecepatan Volume	321,778 gpm
Head Pompa	35,302 ft
Tenaga Pompa	7,5 Hp
Tenaga Motor	10 Hp
Jumlah	1 buah
Harga	US\$ 645,40

12. Pompa Utilitas (PU- 12)

Tabel 4. 37 Spesifikasi PU-12

Fungsi	Mengalirkan air dari BLU ke CTU dengan kapasitas 60908,487 kg/jam
Jenis	<i>Centrifugal pump single stage</i>
Kecepatan Volume	321,778 gpm
Head Pompa	24,0307 ft
Tenaga Pompa	10 Hp
Tenaga Motor	15 Hp
Jumlah	1 buah
Harga	US\$ 645,40

13. Bak Pengendap Awal

Tabel 4. 38 Spesifikasi Bak Pengendap Awal

Fungsi	Mengendapkan kotoran dan lumpur yang terbawa oleh air sungai sebanyak 60908,487 kg /jam dengan waktu tinggal selama 12 jam.
Jenis	Bak persegi yang diperkuat beton bertulang
Panjang	13,278 m
Lebar	6,639 m
Tinggi	3,319 m
Volume	292,609 m ³
Jumlah	1 buah
Harga	US\$ 28.754,27

14. Clarifier

Tabel 4. 39 Spesifikasi Clarifier

Fungsi	Mengendapkan dan menggumpalkan kotoran pada air dari TU-01 sebanyak 60908,487 kg/jam dengan waktu tinggal selama 4 jam.
Diameter	1,839 m
Tinggi	2,452 m
Volume	4,885 m ³
Waktu Tinggal	4 jam
Jumlah	1 buah
Harga	US\$ 1.327,98

15. Premix Tank

Tabel 4. 40 Spesifikasi Premix-Tank

Fungsi	Mencampurkan air dengan alumuniun 5% dan CaOH 5% dengan kapasitas 60908,487 kg/jam
Jenis	Tangki silinder berpengaduk.
Diameter	1,981 m
Tinggi	1,981 m
Volume	6,106 m ³
Waktu Tinggal	5 menit
Jumlah	1 buah
Harga	US\$ 645,40

16. Boiler

Tabel 4. 41 Spesifikasi Boiler

Fungsi	Membuat steam jenuh dengan kapasitas sebanyak 60908,487 kg/jam
Jenis	<i>Water tube boiler</i>

Kebutuhan Bahan Bakar	1843,081 kg/jam
Jumlah	1 buah
Harga	US\$ 2.584,26

4.9 Organisasi Perusahaan

4.9.1 Bentuk Perusahaan

Pabrik Sodium Silikat yang akan didirikan direncanakan berbentuk Perseroan Terbatas (PT). Perseroan Terbatas merupakan bentuk perusahaan yang mendapatkan modalnya dari penjualan saham dimana tiap sekutu turut mengambil bagian sebanyak satu saham atau lebih. Dalam perseroan terbatas pemegang saham hanya bertanggung jawab menyetor penuh jumlah yang disebutkan dalam tiap saham.

- Bentuk perusahaan : Perseroan Terbatas (PT)
- Lapangan usaha : Industri Sodium Silikat
- Lokasi perusahaan : Lampung

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

Bentuk perseroan terbatas memiliki ciri-ciri sebagai berikut :

1. Perusahaan dibentuk berdasarkan hukum.

Pembentukan menjadi badan hukum disertai akte perusahaan yang berisi informasi-informasi nama perusahaan, tujuan-tujuan perusahaan, jumlah modal dan

lokasi kantor pusat. Setelah pengelola perusahaan menyerahkan akte perusahaan dan disertai uang yang diminta untuk keperluan akte perusahaan, maka ijin diberikan. Dengan ijin ini perusahaan secara sah dilindungi oleh hukum dalam pengelolaan intern perusahaan.

2. Badan hukum terpisah dari pemiliknya (pemegang saham).

Hal ini bermaksud bahwa perusahaan ini didirikan bukan dari perkumpulan pemegang saham tetapi merupakan badan hukum yang terpisah. Kepemilikannya dimiliki dengan memiliki saham. Apabila seorang pemilik saham meninggal dunia, maka saham dapat dimiliki oleh ahli warisnya atau pihak lain sesuai dengan kebutuhan hukum. Kegiatan-kegiatan perusahaan tidak dipengaruhi olehnya.

3. Menguntungkan bagi kegiatan-kegiatan yang berskala besar.

Perseroan terbatas sesuai dengan perusahaan berskala besar dengan aktifitas-aktifitas yang kompleks.

Alasan dipilihnya bentuk perusahaan ini adalah berdasarkan atas beberapa faktor sebagai berikut :

- a. Mudah untuk mendapatkan modal yaitu dengan menjual saham perusahaan.
- b. Tanggung jawab pemegang saham terbatas, sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pimpinan perusahaan.
- c. Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain, pemilik perusahaan adalah pemegang saham dan pengurus perusahaan adalah direksi beserta stafnya yang diawasi oleh dewan komisaris.
- d. Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin, karena tidak terpengaruh dengan berhentinya pemegang saham, direksi, staf, serta karyawan perusahaan.

4. Lapangan usaha lebih luas.

Suatu perusahaan terbatas dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat, sehingga dengan modal ini dapat memperluas usahanya.

4.9.2 Struktur Organisasi

Untuk menjalankan segala aktifitas didalam perusahaan secara efisien dan efektif, diperlukan adanya struktur organisasi. Struktur organisasi merupakan salah satu unsur yang sangat diperlukan dalam suatu perusahaan. Dengan adanya struktur yang baik maka para atasan dan para karyawan dapat memahami posisi masing-masing. Dengan demikian struktur organisasi suatu perusahaan dapat menggambarkan bagian, posisi, tugas, kedudukan, wewenang dan tanggung jawab dari masing-masing personil dalam perusahaan tersebut.

Untuk mendapatkan suatu sistem organisasi yang terbaik maka perlu diperhatikan beberapa asas yang dapat dijadikan pedoman antara lain :

- Perumusan tujuan perusahaan dengan jelas
- Pendelegasian wewenang
- Pembagian tugas kerja yang jelas
- Kesatuan perintah dan tanggung jawab
- Sistem pengontrol atas pekerjaan yang telah dilaksanakan
- Organisasi perusahaan yang fleksibel.

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

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

1. Sebagai garis atau line yaitu orang-orang yang menjalankan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan.

2. Sebagai staf yaitu orang-orang yang melakukan tugasnya dengan keahlian yang dimilikinya, dalam hal ini berfungsi untuk memberikan saran-saran kepada unit operasional.

Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan, dalam pelaksanaan tugas sehari-harinya diwakili oleh seorang Dewan Komisaris, sedangkan tugas menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh seorang Direktur Utama yang dibantu oleh Manajer Produksi serta Manajer Keuangan dan Umum. Dimana Manajer Produksi membawahi bidang produksi, utilitas dan pemeliharaan. Sedangkan Manajer Keuangan dan Umum membidangi yang lainnya. Manajer membawahi beberapa Kepala Bagian yang akan bertanggung jawab membawahi atas bagian dalam perusahaan, sebagai bagian daripada pendelegasian wewenang dan tanggung jawab.

Masing-masing Kepala Bagian akan membawahi beberapa seksi dan masing-masing akan membawahi dan mengawasi beberapa karyawan perusahaan pada masing-masing bidangnya. Karyawan perusahaan akan dibagi dalam beberapa kelompok regu yang dipimpin oleh masing-masing kepala regu, dimana kepala regu akan bertanggung jawab kepada pengawas pada masing-masing seksi.

Sedangkan untuk mencapai kelancaran produksi maka perlu dibentuk staf ahli yang terdiri dari orang-orang yang ahli dibidangnya. Staf ahli akan memberikan bantuan pemikiran dan nasehat kepada tingkat pengawas, demi tercapainya tujuan perusahaan.

Manfaat adanya struktur organisasi tersebut adalah sebagai berikut :

1. Menjelaskan mengenai pembatasan tugas, tanggung jawab dan wewenang.
2. Sebagai bahan orientasi untuk pejabat.
3. Penempatan pegawai yang lebih tepat.
4. Penyusunan program pengembangan manajemen.

Mengatur kembali langkah kerja dan prosedur kerja yang berlaku bila terbukti kurang lancar.

4.9.3 Tugas dan Wewenang

4.9.3.1 Pemegang saham

Pemegang saham (pemilik perusahaan) adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan tersebut. Kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang mempunyai bentuk perseroan terbatas adalah rapat umum pemegang saham. Pada rapat umum tersebut para pemegang saham :

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

4.9.3.2 Dewan Komisaris

Dewan komisaris merupakan pelaksana dari para pemilik saham, sehingga dewan komisaris akan bertanggung jawab terhadap pemilik saham.

Tugas-tugas Dewan Komisaris meliputi :

1. Menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijaksanaan umum, target laba perusahaan, alokasi sumber-sumber dana dan pengarahan pemasaran
2. Mengawasi tugas-tugas direktur utama
3. Membantu direktur utama dalam hal-hal penting

4.9.3.3 Direktur Utama

Direktur utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab sepenuhnya dalam hal maju mundurnya perusahaan. Direktur Utama bertanggung jawab pada Dewan Komisaris atas segala tindakan dan kebijaksanaan yang telah diambil sebagai pimpinan perusahaan. Direktur Utama membawahi Direktur Produksi dan Teknik, serta Direktur Keuangan dan Umum.

Direktur utama membawahi :

1. **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.

2. **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.

4.9.3.4 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 :

1. **Kepala Bagian Proses dan Utilitas.**

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

2. Kepala Bagian Pemeliharaan, Listrik, dan Instrumentasi.

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

3. Kepala Bagian Penelitian, Pengembangan dan Pengendalian Mutu

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

4. Kepala Bagian Keuangan dan Pemasaran

Tugas : Mengkoordinasikan kegiatan pemasaran, pengadaan barang, serta pembukuan keuangan.

5. Kepala Bagian Administrasi

Tugas : Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan dengan tata usaha, personalia dan rumah tangga perusahaan.

6. Kepala Bagian Humas dan Keamanan

Tugas : Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan antara perusahaan dan masyarakat serta menjaga keamanan perusahaan.

7. Kepala Bagian Kesehatan Keselamatan Kerja dan Lingkungan

Tugas : Bertanggung jawab terhadap keamanan pabrik dan kesehatan dan keselamatan kerja karyawan.

8. Kepala Seksi

Tugas : 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.

9. Kepala Seksi Proses

Tugas : Memimpin langsung serta memantau kelancaran proses produksi.

10. Kepala Seksi Bahan Baku dan Produk

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

11. Kepala Seksi Utilitas

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

12. Kepala Seksi Pemeliharaan dan Bengkel

Tugas : Bertanggung jawab atas kegiatan perawatan dan penggantian alat-alat serta fasilitas pendukungnya.

13. Kepala Seksi Listrik dan Instrumentasi

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

14. Kepala Seksi Bagian Penelitian dan Pengembangan

Tugas : Mengkoordinasi kegiatan-kegiatan yang berhubungan dengan peningkatan produksi dan efisiensi proses secara keseluruhan.

15. Kepala Seksi Laboratorium dan pengendalian mutu

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

16. Kepala Seksi Keuangan

Tugas : Bertanggung jawab terhadap pembukuan serta hal-hal yang berkaitan dengan keuangan perusahaan.

17. Kepala Seksi Pemasaran

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

18. Kepala Seksi Tata Usaha

Tugas : Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan dengan rumah tangga perusahaan serta tata usaha kantor.

19. Kepala Seksi Personalia

Tugas : Mengkoordinasikan kegiatan yang berhubungan dengan kepegawaian.

20. Kepala Seksi Humas

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

21. Kepala Seksi Keamanan

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

22. Kepala Seksi Kesehatan dan Keselamatan Kerja

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

23. Kepala Seksi Unit Pengolahan Limbah

Tugas : Bertanggung jawab terhadap limbah pabrik agar sesuai dengan baku mutu limbah.

4.10 Catatan

4.10.1 Cuti Tahunan

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

4.10.2 Hari Libur Nasional

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

4.10.3 Kerja Lembur (Overtime)

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

4.10.4 Sistem Gaji Karyawan

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

Tabel 4. 42 Gaji Karyawan

Jabatan	Jumlah	Gaji/bulan (Rp)	Total gaji (Rp)
Direktur utama	2	10.000.000	20.000.000
Direktur Teknik dan produksi	1	10.000.000	10.000.000
Direktur keuangan dan umum	1	10.000.000	10.000.000
Staff ahli	2	8.000.000	16.000.000
Sekretaris	2	8.000.000	16.000.000
Kepala bagian umum	1	8.000.000	8.000.000
Kepala bagian pemasaran	1	8.000.000	8.000.000
Kepala bagian keuangan	1	8.000.000	8.000.000

Kepala bagian Teknik	1	8.000.000	8.000.000
Kepala bagian produksi	1	8.000.000	8.000.000
Kepala seksi personalia	1	8.000.000	8.000.000
Kepala seksi humas	1	8.000.000	8.000.000
Kepala seksi keamanan	1	8.000.000	8.000.000
Kepala seksi pembelian	1	8.000.000	8.000.000
Kepala seksi pemasaran	1	8.000.000	8.000.000
Kepala seksi administrasi	1	8.000.000	8.000.000
Kepala seksi kas	1	8.000.000	8.000.000
Kepala seksi proses	1	8.000.000	8.000.000
Kepala seksi pengendalian	1	8.000.000	8.000.000
Kepala seksi laboratorium	1	8.000.000	8.000.000
Kepala seksi penelitian	1	8.000.000	8.000.000
Kepala seksi pengembangan	1	8.000.000	8.000.000
Kepala seksi pemeliharaan	1	8.000.000	8.000.000
Kepala seksi utilitas	1	8.000.000	8.000.000

Karyawan personalia	4	2.500.000	10.000.000
Karyawan humas	3	2.500.000	7.500.000
Karyawan pembelian	6	2.500.000	15.000.000
Karyawan pemasaran	6	2.500.000	15.000.000
Karyawan administrasi	4	2.500.000	10.000.000
Karyawan kas	4	2.500.000	10.000.000
Karyawan proses	32	2.500.000	80.000.000
Karyawan pengendalian	4	2.500.000	10.000.000
Karyawan laboratorium	6	2.500.000	15.000.000
Karyawan pemeliharaan	5	2.500.000	12.500.000
Karyawan utilitas	9	2.500.000	22.500.000
Karyawan litbang	4	2.500.000	10.000.000
Karyawan pemadam kebakaran	4	4.000.000	16.000.000
Dokter	3	7.000.000	21.000.000
Perawat	3	5.000.000	15.000.000
Sopir	3	2.500.000	7.500.000
Satpam	9	2.500.000	22.500.000
Cleaning service	8	2.500.000	20.000.000

Total	144	251.500.000	543.500.000
-------	-----	-------------	-------------

4.10.5 Jam Kerja Karyawan

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

1. Jam kerja karyawan non-*shift*

Senin – Kamis :

Jam Kerja : 07.00 – 12.00 dan 13.00 – 16.00

Istirahat : 12.00 – 13.00

Jumat :

Jam Kerja : 07.00 – 11.30 dan 13.30 – 17.00

Istirahat : 11.30 – 13.30

Hari Sabtu dan Minggu libur

2. Jam kerja karyawan *shift*

Jadwal kerja karyawan *shift* dibagi menjadi :

- *Shift* Pagi (*day shift*) : Pukul 07.00 – 15.00

- *Shift* Sore (*swing shift*) : Pukul 15.00 – 23.00

- *Shift* Malam (*night shift*) : Pukul 23.00 – 07.00

Karyawan *shift* ini dibagi menjadi 4 regu, yaitu 3 regu bekerja dan 1 regu istirahat yang dilakukan secara bergantian. Setiap regu mendapatkan giliran 6 hari kerja dan satu hari libur untuk setiap *shift* dan masuk lagi untuk *shift* berikutnya. Untuk hari libur atau hari besar yang ditetapkan oleh pemerintah, regu yang bertugas tetap masuk. Jadwal kerja masing-masing regu disajikan dalam tabel 4.22 sebagai berikut :

Tabel 4. 43 Jadwal Kerja

Hari/Regu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	P	P	S	S	M	M	L	P	P	S	S	M	M	L
2	S	S	M	M	L	P	P	S	S	M	M	L	P	P
3	M	M	L	P	P	S	S	M	M	L	P	P	S	S
4	L	P	P	S	S	M	M	L	P	P	S	S	M	M

Keterangan :

P = *Shift* Pagi M = *Shift* Malam S = *Shift* Siang L =
Libur

4.10.6 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 terjadinya 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 industri (*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 Expenses*)
3. Pendapatan modal Untuk mengetahui titik impas, maka perlu dilakukan perkiraan terhadap:
 - a. Biaya tetap (*Fixed Cost*)
 - b. Biaya variabel (*Variable Cost*)
 - c. Biaya mengambang (*Regulated Cost*)

4.10.7 Penaksiran Harga Peralatan

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

Pabrik Sodium Silikat beroperasi selama satu tahun produksi yaitu 330 hari, dan tahun evaluasi pada tahun 2025. Di dalam analisa ekonomi harga-harga alat maupun harga-harga lain diperhitungkan pada tahun analisa. Untuk mencari harga pada tahun analisa, maka dicari index pada tahun analisa yang dicari dengan persamaan regresi linier.

Tabel 4. 44 Harga Index

Tahun (X)	indeks (Y)	X (tahun-ke)
1995	381.1	1
1996	381.7	2
1997	386.5	3
1998	389.5	4
1999	390.6	5
2000	394.1	6
2001	394.3	7
2002	395.6	8
2003	402	9
2004	444.2	10
2005	468.2	11
2006	499.6	12
2007	525.4	13
2008	575.4	14
2009	521.9	15
2010	550.8	16
2011	585.7	17
2012	584.6	18
2013	567.3	19
2014	575.7	20

Total	9414,2	210
-------	--------	-----

Sumber : (Peter Timmerhaus,1990)

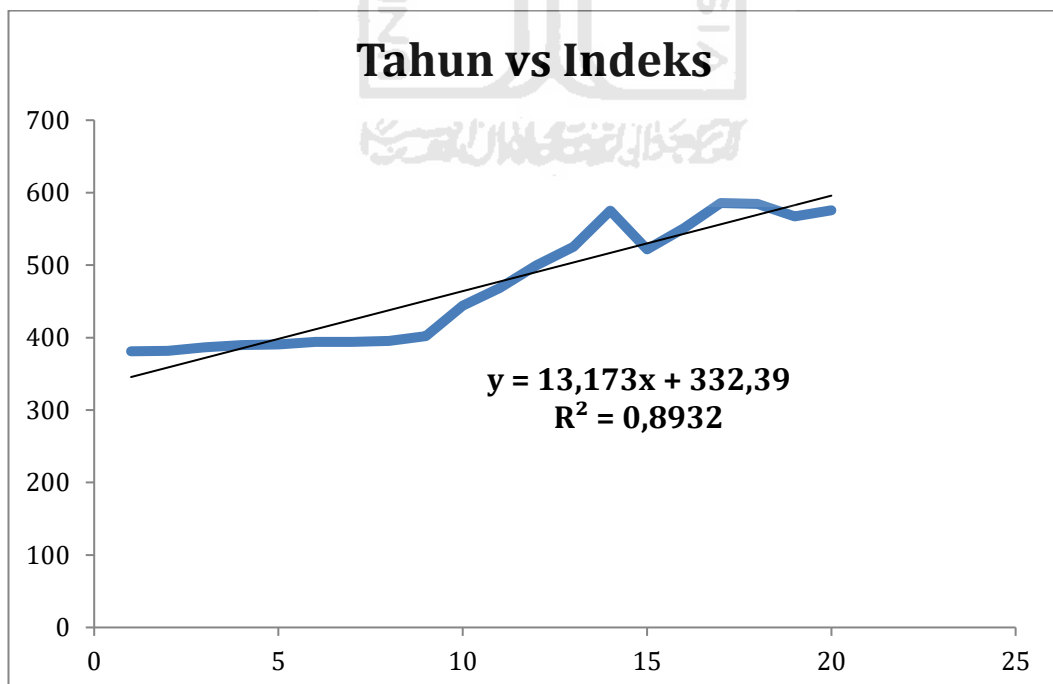
Persamaan yang diperoleh adalah: $y = 12,173x - 332,39$

Dengan menggunakan persamaan diatas dapat dicari harga indeks pada tahun perancangan, dalam hal ini pada tahun 2025 adalah :

Tabel 4. 45 Harga Indeks Tahun Perancangan

Tahun	Indeks
2014	26862,8120
2025	27007,7150

Jadi, indeks pada tahun 2025 adalah 27007,7150.



Gambar 4. 6 Indeks Harga

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

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

Dalam hubungan ini:

- Ex : Harga pembelian pada tahun 2014
- Ey : Harga pembelian pada tahun referensi (1955, 1990 dan 2007)
- Nx : Index harga pada tahun 2014
- Ny : Index harga pada tahun referensi (1955, 1990 dan 2007)

4.10.8 Dasar Perhitungan

Kapasitas produksi Sodium Silikat	=	30.000 ton/tahun
Satu tahun operasi	=	330 hari
Umur pabrik	=	10 tahun
Pabrik didirikan pada tahun	=	2025
Kurs mata uang	=	1 US\$ = Rp 14.685,-
Harga bahan baku (NaOH)	=	Rp 387.830.156.868,00
Harga bahan baku (SiO ₂)	=	Rp. 605.613.573.138,66
Harga Jual	=	Rp 1.674.409.000.000,00

4.10.9 Perhitungan Biaya

4.10.9.1 Capital Investment

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

1. *Fixed Capital Investment*

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

2. *Working Capital Investment*

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

4.10.9.2 Manufacturing Cost

Manufacturing Cost merupakan jumlah *Direct*, *Indirect* dan *Fixed Manufacturing Cost*, yang bersangkutan dalam pembuatan produk. Menurut *Aries & Newton* (Tabel 23), *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 operasi 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.

4.10.9.3 General Expense

General Expense atau pengeluaran umum meliputi pengeluaran– pengeluaran yang berkaitan dengan fungsi perusahaan yang tidak termasuk *Manufacturing Cost*.

4.10.9.4 Analisa Kelayakan

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

1. Percent Return On Investment

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

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

2. Pay Out Time (POT)

Pay Out Time (POT) adalah, jumlah tahun yang telah berselang, sebelum didapatkan suatu penerimaan yang melebihi investasi awal atau jumlah tahun yang diperlukan untuk kembalinya *Capital Investment* dengan *profit* sebelum dikurangi depresiasi.

Waktu minimum teoritis yang dibutuhkan untuk pengembalian modal tetap yang ditanamkan atas dasar keuntungan setiap tahun ditambah dengan penyusutan. Waktu pengembalian modal yang dihasilkan berdasarkan keuntungan yang diperoleh. Perhitungan ini diperlukan untuk mengetahui dalam berapa tahun investasi yang telah dilakukan akan kembali.

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

3. Break Even Point (BEP)

Break Even Point (BEP) adalah titik impas produksi (suatu kondisi dimana pabrik tidak mendapatkan keuntungan maupun kerugian).

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.

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

Sa : *Annual Sales Value* pada produksi maksimum

4. Shut Down Point (SDP)

Shut Down Point (SDP) adalah, suatu titik atau saat penentuan suatu aktivitas produksi dihentikan. Penyebabnya antara lain *Variable Cost* yang terlalu tinggi, atau bisa juga karena keputusan manajemen akibat tidak ekonomisnya suatu aktivitas produksi (tidak menghasilkan *profit*).

Persen kapasitas minimal suatu pabrik dapat mancapai kapasitas produk yang diharapkan dalam setahun. Apabila tidak mampu mencapai persen minimal kapasitas tersebut dalam satu tahun maka pabrik harus berhenti beroperasi atau tutup.

Level produksi di mana biaya untuk melanjutkan operasi pabrik akan lebih mahal daripada biaya untuk menutup pabrik dan membayar *Fixed Cost*.

Merupakan titik produksi dimana pabrik mengalami kebangkrutan sehingga pabrik harus berhenti atau tutup.

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

5. Discounted Cash Flow Rate Of Return (DCFR)

Discounted Cash Flow Rate Of Return (DCFR) adalah 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.

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

Persamaan untuk menentukan DCFR :

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

Dimana:

FC : *Fixed capital*

WC : *Working capital*

SV : *Salvage value*

C : *Cash flow*

: *profit after taxes + depresiasi + finance*

n : Umur pabrik = 10 tahun

I : Nilai DCFR

4.10.9.5 Hasil Perhitungan

Perhitungan rencana pendirian pabrik Sodium Silikat memerlukan rencana PPC, PC, MC, serta *General Expense*. Hasil rancangan masing–masing disajikan pada tabel sebagai berikut :

Tabel 4. 46 Physical Plant Cost

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1.	Harga alat	9.594.961.777,91	791.898,73
2.	Biaya instalasi	1.803.921.994,52	136.972,06
3.	Biaya pengangkutan	1.194.575.430,57	90.704,285
4.	Biaya pemipaan	5.728.345.176,25	434.954,08
5.	Biaya instrumentasi	1.268.137.124,20	96.289,84
6.	Biaya listrik	1.090.121.457,18	82.773,08
7.	Biaya isolasi	411.499.088,71	31.245,185
8.	Biaya bangunan	806.000.000,00	61.199,70
9.	Biaya tanah	58.943.940.000,00	4.475.621,87
	<i>Physical Plant Cost</i>	62,106,051,670.60	6.260.416,23

Tabel 4. 47 Direct Plant Cost (DPC)

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1.	<i>Construction Cost</i> (25%PEPC)	84.476.527.023,57	472.103,14
Total (DPC+PPC)		457.046.808.338,90	31.123.378,16

Tabel 4. 48 Fixed Capital Instrument (FCI)

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1.	<i>Direct Plant Cost (DPC)</i>	457.046.808.338,90	31.123.378,16
2.	<i>Contractor fee</i> (10%.DPC)	42.238.263.511,78	236.051,57
3.	<i>Contigency</i> (15%.DPC)	63.357.395.267,68	354.077,36
Total		571.308.510.423,63	38.904.222,71

Tabel 4. 49 Direct Manufacturing Cost (DMC)

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1.	<i>Raw material</i>	993.443.730.006,66	67.650.236,98
2.	<i>Labor</i>	6.522.000.000,00	44.126,65
3.	<i>Supervisor</i>	652.200.000,00	44.412,66
4.	<i>Maintance</i>	391.320.000,00	26.647,59

5.	<i>Plant supplies</i>	58.698.000,00	3.997,13
6.	<i>Royalty and patent</i>	167.409.000.000,00	114.000.000,00
7.	Bahan utilitas	89.867.930.912,92	6.119.709,29
Total DMC		1.258.344.878.919,58	85.689.130,33

Tabel 4. 50 Indirect Manufacturing Cost (IMC)

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1.	<i>Payroll overhead</i>	1.304.400.000,00	88.825,33
2.	<i>Laboratory</i>	1.304.400.000,00	88.825,33
3.	<i>Plant overhead</i>	4.565.400.000,00	310.888,66
4.	<i>Packaging & shipping</i>	100.445.400.000,00	310.888,66
Total IMC		107.619.600.000,00	7.328.539,33

Tabel 4. 51 Fixed Manufacturing Cost (FMC)

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1.	Depresiasi	57.130.851.042,36	3.890.422,27
2.	<i>Property tax</i>	11.426.170.208,47	778.084,45
3.	Asuransi	5.713.085.104,24	389.042,23
Total FMC		74.270.106.355,07	5.057.548,95

Tabel 4. 52 Total Manufaring Cost (MC)

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1.	<i>Direct manufacturing cost</i>	1.258.344.878.919,58	85.689.130,33
2.	<i>Indirect manufacturing cost</i>	107.619.600.000,00	7.328.539,33
3.	<i>Fix manufacturing cost</i>	74.270.106.355,07	5.057.548,95
Total MC		1.440.234.585.274,65	98.075.218,61

Tabel 4. 53 Working Capital (WC)

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1.	<i>Raw material inventory</i>	90.313.066.364,24	6.150.021,54
2.	<i>In process inventory</i>	2900.146.615,80	61.297,01
3.	<i>Produk inventory</i>	120.019.548.772,89	8.172.934,88
4.	<i>Extended credit</i>	139.507.500.000,00	9.500.000,00
5.	<i>Available cash</i>	120.019.548.772,89	8.172.934,88
Total WC		470.759.810.525,81	32.057.188,32

Tabel 4. 54 General Expense (GE)

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1.	<i>Administrasi</i>	33.481.800.000,00	2.280.000,00
2.	<i>Sales expense</i>	33.481.800.000,00	2.280.000,00
3.	<i>Research</i>	33.481.800.000,00	2.280.000,00
4.	<i>Finance</i>	20.841.366.418,99	1.419.228,22
Total GE		121.286.766.418,99	8.259.228,22

Tabel 4. 55 Total Biaya Produksi

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1.	<i>Manufacturing cost</i>	1.440.234.585.274,65	98.075.218,61
2.	<i>General expense</i>	121.286.766.418,99	8.259.228,22
Total Biaya Produksi		1.561.521.351.693,64	106.334.446,8
			3

Tabel 4. 56 Fixed Cost (Fa)

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1.	Depresiasi	57.130.851.042,36	3.890.422,27
2.	<i>Property tax</i>	11.426.170.208,47	778.084,45
3.	Asuransi	5.713.085.104,24	389,042,23
Total Fa		74.270.106.355,07	5.057.548,95

Tabel 4. 57 Variable Cost (Va)

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1.	<i>Raw material</i>	993.443.730.006,66	67.650.236,98
2.	<i>Packing and shipping</i>	100.445.400.000,00	6.840.000,00
3.	Utilitas	89.867.930.912,92	6.119.709,29
4.	<i>Royalties & patents</i>	167.409.000.000,00	11.400.000,00
Total Va		1.351.166.060.919,58	92.009.946,27

Tabel 4. 58 Regulated Cost (Ra)

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1.	Gaji karyawan	6.522.000.000,00	444.126,65
2.	<i>Payroll overhead</i>	1.304.400.000,00	88.825,33
3.	<i>Plant overhead</i>	4.565.400.000,00	310.888,66
4.	<i>Supervise</i>	652.200.000,00	44.412,66
5.	<i>Laboratory</i>	1.304.400.000,00	88.825,18
6.	<i>Maintance</i>	391.320.000	26.647,59
7.	<i>General expense</i>	121.286.766.418,99	8.259.228,22
8.	<i>Plant supplies</i>	58.698.000,00	3.997,13
Total		136.085.184.418,99	

4.10.10 Analisa Keuntungan

Harga jual produk Sodium Silikat	= Rp55.803 /kg
<i>Annual Sales (Sa)</i>	= Rp 1.674.090.000.000,00
<i>Total Cost</i>	= Rp 1.561.521.351.693,64
Keuntungan sebelum pajak	= Rp 112.568.648.306,36
Pajak Pendapatan	= 30%
Keuntungan setelah pajak	= Rp 78.798.053.814,45

4.10.11 Hasil Kelayakan Ekonomi

4.10.11.1 Percent Return On Investment (ROI)

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

$$\text{ROI sebelum pajak} = 19,70 \%$$

$$\text{ROI sesudah pajak} = 5,91 \%$$

4.10.11.2 Pay Out Time (POT)

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

$$\text{POT sebelum pajak} = 3,37 \text{ tahun}$$

$$\text{POT sesudah pajak} = 4,20 \text{ tahun}$$

4.10.11.3 Break Even Point (BEP)

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

$$BEP = 50,55 \%$$

4.10.11.4 Shut Down Point (SDP)

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

$$\text{SDP} = 17,93 \%$$

4.10.11.5 Discounted Cash Flow Rate (DCFR)

Umur pabrik = 10 tahun

Fixed Capital Investment = Rp 571.308.510.423,63

Working Capital = Rp 470.759.810.525,81

Salvage Value (SV) = Rp 57.130.851.042,36

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

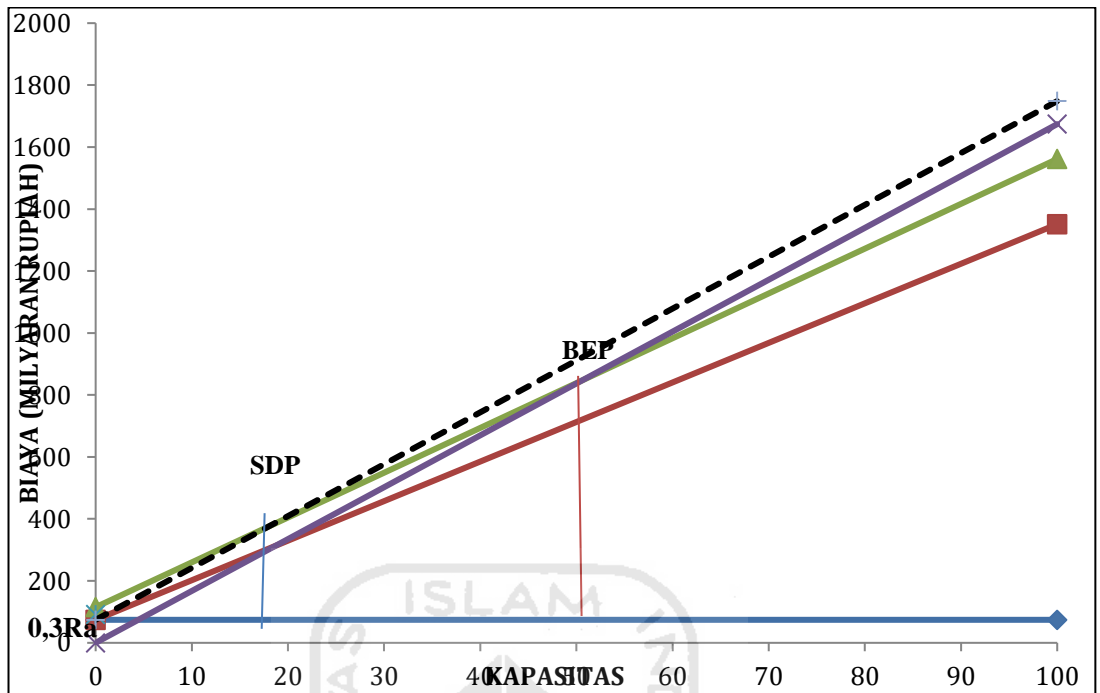
CF = Rp 156.770.271.275,80

Discounted cash flow dihitung secara *trial & error*

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

R = S

Dengan *trial & error* diperoleh nilai $i = 16,30 \%$



Gambar 4. 7 Nilai BEP dan SDP



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Pabrik sodium silikat dari natrium hidroksida dan pasir silika dengan kapasitas 30.000 ton/tahun akan didirikan pada tahun 2025 guna memenuhi kebutuhan pasar di Indonesia. Dalam perancangan pabrik sodium silikat ini diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Perancangan pabrik sodium silikat dengan kapasitas 30.000 ton/tahun bertujuan untuk mengurangi nilai impor sodium silikat dari luar negeri, menyediakan bahan baku untuk pabrik lainnya, serta meningkatkan ekonomi Indonesia di era globalisasi.
2. Berdasarkan hasil analisis ekonomi adalah sebagai berikut:
 - a. Keuntungan yang diperoleh sebelum pajak Rp 1.798.042.174.604,03 dan keuntungan yang diperoleh setelah pajak (30%) sebesar Rp 1.258.629.522.222,82
 - b. *Return On Investment* (ROI)
 - c. Presentase ROI sebelum pajak sebesar 19,70% dan presentase ROI setelah pajak sebesar 5,91%. Syarat ROI sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan resiko rendah minimum adalah 11%.
 - d. *Pay Out Time* (POT)
 - e. POT sebelum pajak adalah 3,37 tahun sedangkan POT setelah pajak adalah 4,20 tahun. Syarat POT sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan resiko rendah maksimum adalah 5 tahun.

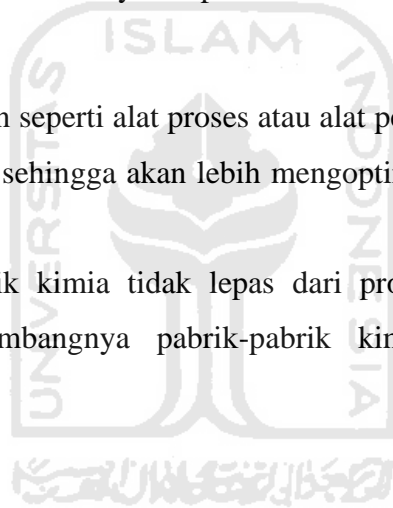
- f. *Break Event Point* (BEP) pada 50,55% dan *Shut Down Point* (SDP) pada 17,93 %. BEP untuk pabrik kimia pada umumnya adalah 40-60%.
- g. *Discounted Cash Flow Rate* (DCFR) sebesar 16,30%. Suku bunga pinjaman di bank saat ini adalah 10,8%.

Dari hasil analisis ekonomi di atas dapat disimpulkan bahwa pabrik sodium silikat dari natrium hidroksida dan pasir silika dengan kapasitas 30.000 ton/tahun ini layak untuk didirikan.

5.1 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 kimia yang lebih ramah lingkungan.



DAFTAR PUSTAKA

- Aries, R.S., and R.D. Newton. 1955. *Chemical Engineering Cost Estimation*. New York: Mc Graw-Hill Book Company, Inc.
- Aurian, C.B., and Oliver. 2006. *Sodium Silicate Plant Re-Design*. Australia: Cooge Chemicals
- Brown, G.G. 1973. *Unit Operation*. New York: John Wiley and Sons, Inc. Brownell, L.E. & E.H., Young. 1959. *Process Equipment Design*. United States of America: John Wiley & Sons, Inc.
- Coulson and Richardson's. 2005. *Chemical Engineering Design*, 4th edition 6. Oxford: Elsevier Butterworth-Heinemann
- Green, D.W., R.H. Perry. 2008. *Perry's Chemical Engineer's Handbook*, 8th edition. New York: McGraw-Hill Companies, Inc.
- Kern, D.Q. 1950. *Process Heat Transfer*. Singapore: McGraw-Hill Book Co.
- Kirk Othmer. 1982. *Encyclopedia of Chemical Technology*, 4th edition, Vol. 21,
- Peters, M.S., and K.D. Timmerhaus. 1991. *Plant Design and Economics for Chemical Engineers*, 4th edition. Singapore: McGraw-Hill, Inc.
- Rase, H.F. 1977. *Chemical Reactor Design for Process Plant*, 1st edition. New York: John Wiley and Sons, Inc.

Yaws, C.L. 1999. Chemical Properties Handbook. United States of
America: TheMc.Graw-Hill Companies, Inc



LAMPIRAN A

REAKTOR

Jenis : Reaktor alir tangki berpengaduk/RATB

(*Continous Stirred Tank Reactor*)

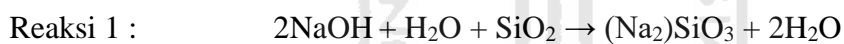
Fungsi : Tempat berlangsungnya reaksi antara *natrium hidroksida* (NaOH) dan pasir silika.

Kondisi Operasi :

- Suhu : 220 °C
- Tekanan : 24 bar
- Konversi : 80%

(*Chooge Chemicals, 2006*)

Reaksi yang terjadi didalam reaktor:



$\Delta H = -41,33 \text{ kJ/kmol}$

Dasar pemilihan jenis reaktor:

Dipilih RATB dengan pertimbangan sebagai berikut:

1. Fase reaksi padat-cair dan prosesnya kontinyu

Pada Reaktor Alir Tangki Berpengaduk suhu dan komposisi campuran dalam reaktor selalu seragam. Hal ini memungkinkan melakukan suatu proses isothermal dalam reaktor RATB. Pada Reaktor Alir Tangki Berpengaduk karena volume reaktor relatif besar dibandingkan dengan Reaktor Alir Pipa, maka waktu tinggal juga besar, berarti zat pereaksi dapat lebih lama bereaksi di dalam reaktor.

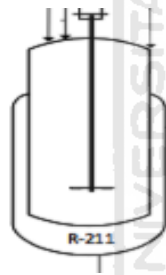
Dasar pemilihan jaket:

1. Luas area transfer panas reaktor lebih kecil dibandingkan dengan luas area transfer jaket ke reaktor.

Dasar pemilihan pengaduk (*Fig. 10.57 Coulson, 1983*) yaitu:

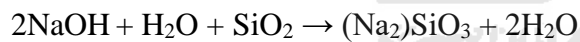
1. Dipilih pengaduk tipe *Turbine with 6 flat blade*.
2. Cocok untuk mempercepat terjadinya perpindahan massa dan panas dalam bentuk larutan pada sistem yang saling larut, karena pola aliran yang dihasilkan adalah radial.
3. Cocok untuk viskositas campuran sampai dengan 5×10^4 cP.
4. Cocok untuk volume fluida sampai dengan 20.000 galon (2.673ft^3)

Neraca Massa di sekitar Reaktor (R-211)



Gambar A.1 Reaktor R-1

Reaksi di reaktor:



$$\Delta H = -41,33 \text{ kJ/kmol}$$

Tabel 1 Komposisi Dengan Perhitungan Kapasitas Reaktor 1

Umpan masuk:

Komponen	kg/jam	fraksi massa	BM	Kmol/jam	Fraksi mol
NaOH	8376.9327	0.4290	40.0000	209.4233	0.2880
H ₂ O	8546.1637	0.4377	18.0000	474.7869	0.6528
SiO ₂	2569.7071	0.1317	60.0000	42.8285	0.0589

Impuritas	8.1752	0.0017	70.5929	0.2325	0.0003
Na ₂ (SiO ₃)			122.0000		
Total	19500.9787	1.0000		727.2712	1.0000

Produk:

Komponen	kg/jam	Fraksi massa	BM	kmol/jam	Fraksi mol
NaOH	7006.4223	0.3593	40.0000	175.1606	0.2467
H ₂ O	8854.5285	0.4541	18.0000	491.9183	0.6928
SiO ₂	641.8243	0.0791	60.0000	25.6971	0.0362
Impuritas	8.1752	0.0004	70.5929	0.1158	0.0002
Na ₂ (SiO ₃)	2090.0284	0.1072	122.0000	17.1314	0.0241
Total	19500.9787	1.0000		710.0231	1.0000

Menghitung densitas dan kecepatan laju alir volumetric pada T= 220°C

Menghitung massa jenis
komponen

T = 220.000 °C
493.000 K

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

Komponen	A	B	n	T _c	density (ρ), g/ml	ρ, (kg/m ³)
NaOH	0.1998	0.9793	0.2538	2820.0000	0.2038	203.7692
H ₂ O	0.3471	0.2740	0.2857	647.1300	0.8196	819.6349

SiO2	0.3354	0.1000	0.2857	4076.6700	3.0858	3085.8016
Na2(SiO3)					2.4000	2400.0000
Impuritas					(diasumsikan inert)	

Komponen	kg/jam	fraksi	ρ , kg/m ³	ρ , x	Fv =m/ ρ
NaOH	7006.4223	0.3593	203.7692	73.2114	34.3841
H2O	8854.5285	0.4541	819.6349	372.1598	10.8030
SiO2	1541.8243	0.0791	3085.8016	243.9756	0.4997
Na2(SiO3)	2090.0284	0.0172	2400.0000	257.2214	8.1254
Impuritas	8.1752	0.0004			
Total	19500.9787	1.0000		946.5682	53.8122

Menghitung kecepatan laju alir volumetrik (Fv)

$$Fv = \frac{\text{Massa, kg/jam}}{\text{Densitas, kg/m}^3}$$

$$= \frac{19500.9787}{353.122} = 55.222 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Menghi kmol/jam

Konsen m³/jam

474.7869 kmol/jam

Konsentrasi H₂O (C_{B0}) : $\frac{474.7869}{55.222} \text{ m}^3/\text{jam}$

42.8285 kmol/jam

Konsentrasi SiO₂ (C_{C0}) : $\frac{42.8285}{55.222} \text{ m}^3/\text{jam}$

0.7959 kmol/m³

$$\text{Konsentrasi Na}_2\text{SiO}_3 (C_{D0}) : \frac{17.1314 \text{ kmol/m}^3}{53.8122 \text{ m}^3/\text{jam}}$$

$$0.3184 \text{ kmol/m}^3$$

$$491.9183 \text{ kmol/m}^3$$

$$\text{Konsentrasi H}_2\text{O} (C_{E0}) : \frac{491.9183 \text{ kmol/m}^3}{53.8122 \text{ m}^3/\text{jam}}$$

$$9.1414 \text{ kmol/m}^3$$

Menghitung harga K

Didapat dari jurnal (Mgaidi et al, 2004) kinetika reaksi mengikuti orde 1.

$$k : 0.0042/\text{menit}$$

$$k : 0.252/\text{jam}$$

Asumsi-asumsi dalam perhitungan ini:

Pengadukan sempurna sehingga konsentrasi keluar reaktor sama dengan konsentrasi dalam reaktor.

Kecepatan volumetrik (Fv) masuk reaktor sama dengan kecepatan volumetrik keluar reaktor.

Menghitung C_A, C_B, C_C, C_D, C_E

$$C_A = C_{A0} - C_{A0} \cdot X$$

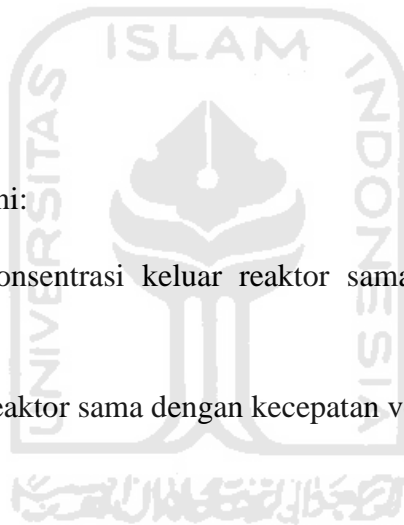
$$C_A = 5,0933 \frac{\text{kmol}}{\text{m}^3} - 5,0933 \frac{\text{kmol}}{\text{m}^3} \cdot 0,8$$

$$C_A = 1,0187 \frac{\text{kmol}}{\text{m}^3}$$

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

$$C_B = 11,5471 \frac{\text{kmol}}{\text{m}^3} - 5,0933 \frac{\text{kmol}}{\text{m}^3} \cdot 0,8$$

$$C_B = 7,4724 \frac{\text{kmol}}{\text{m}^3}$$



$$C_C = C_{C0} - C_{A0} \cdot X$$

$$C_C = 2,0841 \frac{\text{kmol}}{\text{m}^3} - 5,0933 \frac{\text{kmol}}{\text{m}^3} \cdot 0,8$$

$$C_C = -1,9906 \frac{\text{kmol}}{\text{m}^3}$$

$$C_D = C_{D0} - C_{A0} \cdot X$$

$$C_D = 0,8336 \frac{\text{kmol}}{\text{m}^3} + 5,0933 \frac{\text{kmol}}{\text{m}^3} \cdot 0,8$$

$$C_D = 4,9083 \frac{\text{kmol}}{\text{m}^3}$$

$$C_E = C_{E0} - C_{A0} \cdot X$$

$$C_E = 12,3807 \frac{\text{kmol}}{\text{m}^3} + 5,0933 \frac{\text{kmol}}{\text{m}^3} \cdot 0,8$$

$$C_E = 16,4553 \frac{\text{kmol}}{\text{m}^3}$$

Menghitung rA

$$-r_A = k \cdot C_A$$

$$-r_A = k(C_{A0} - C_{A0} \cdot X)$$

$$-r_A = 0,252/\text{jam} \cdot (1,0178 \text{ kmol}/\text{m}^3)$$

$$= 0.1961 \text{ kmol}/\text{m}^3 \cdot \text{jam}$$

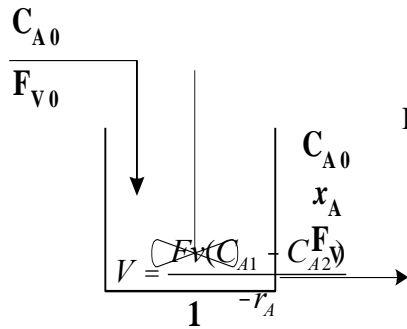
Optimasi reaktor

Asumsi : Fv = konstan; inert tidak mempengaruhi reaksi; CB = konstan

Tujuan optimasi : Untuk mendapatkan jumlah dan volume optimal ditinjau dari konversi dan harga reaktor.



Untuk 1 buah Reaktor (N=1)



Persamaan NM

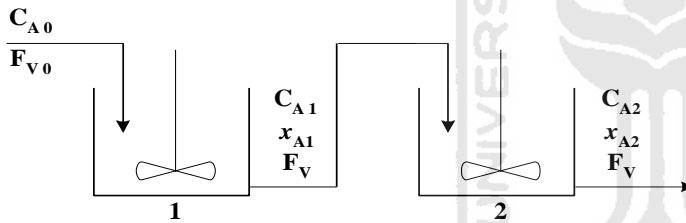
$$F_{V0} \cdot C_{A0} - (F_{V0} \cdot C_A + r_A \cdot V) = 0$$

$$F_{V0} \cdot (C_{A0} - C_A) = r_A \cdot V$$

$$= \frac{Fv(C_{A0}(1 - X_{A0}) - C_{A0}(1 - X_{A1}))}{k C_{A0}(1 - X_{A1})}$$

$$= \frac{Fv(X_{A1} - X_{A0})}{k(1 - X_{A1})} \dots\dots\dots(1)$$

Untuk 2 buah reaktor (N=2)



Persamaan NM

Rate of input - Rate of output = Rate of accumulation

$$F_V \cdot C_{A1} - F_V \cdot C_{A2} - r_A \cdot V = 0$$

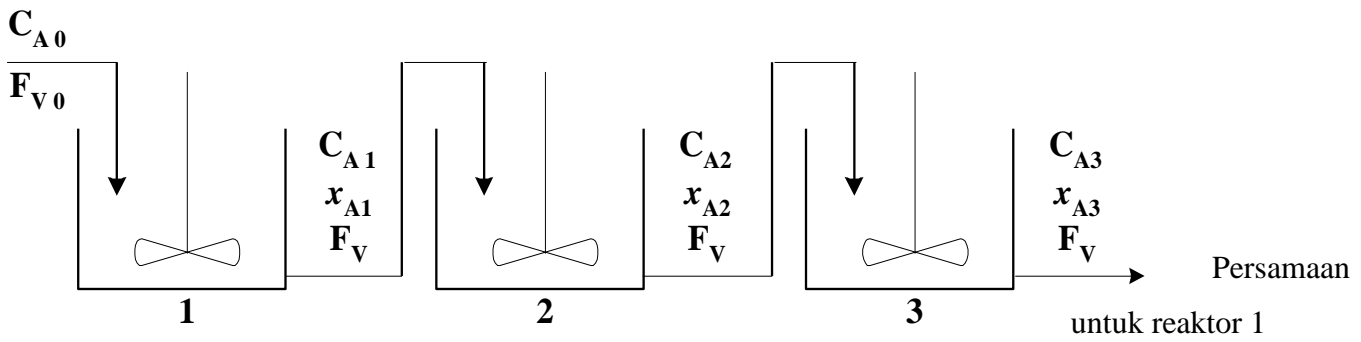
$$F_{V0} \cdot (C_{A1} - C_{A2}) = r_A \cdot V$$

$$V = \frac{Fv(C_{A1} - C_{A2})}{-r_A}$$

$$= \frac{Fv(C_{A0}(1 - X_{A1}) - C_{A0}(1 - X_{A2}))}{k C_{A0}(1 - X_{A2})}$$

$$= \frac{Fv(X_{A2} - X_{A1})}{k(1 - X_{A2})} \dots\dots\dots(2)$$

Untuk 3 buah reaktor (N=3)



Analog persamaan 1

$$V = \frac{Fv(X_{A1} - X_{A0})}{k(1 - X_{A1})}$$

Persamaan untuk reaktor 2

Analog persamaan 2

$$V = \frac{Fv(X_{A2} - X_{A1})}{k(1 - X_{A2})}$$

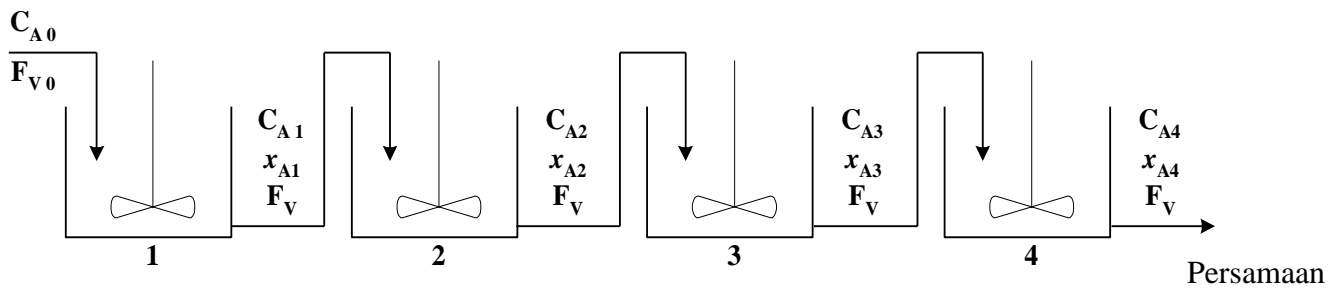
Persamaan untuk reaktor 3

Analog persamaan 2

$$V = \frac{Fv(X_{A3} - X_{A2})}{k(1 - X_{A3})}$$

Untuk 4 buah reaktor (N=4)





untuk reaktor 1

Analog persamaan 1

$$V = \frac{Fv(X_{A1} - X_{A0})}{k(1-X_{A1})} \quad \text{Persamaan untuk reaktor 2}$$

Analog persamaan 2

$$V = \frac{Fv(X_{A2} - X_{A1})}{k(1-X_{A2})}$$

Persamaan untuk reaktor 3

Analog persamaan 2

$$V = \frac{Fv(X_{A3} - X_{A2})}{k(1-X_{A3})}$$

Persamaan untuk reaktor 4

Analog persamaan 2

$$V = \frac{Fv(X_{A4} - X_{A3})}{k(1-X_{A4})}$$

Dengan,

F_{A0} = Laju mol reaktan mula-mula, mol/menit

F_{A1} = Laju mol reaktan keluar, mol/menit

V = Volume reaktor, m^3



F_v = Laju volumetrik reaktan, m^3 /menit

C_{A0} = Konsentrasi reaktan mula-mula, mol/m^3 .menit

X = Konversi

Volume reaktor dihitung untuk berbagai nilai konversi. Hasil yang diperoleh ditampilkan dalam tabel.

n	X_{A1}	X_{A2}	X_{A3}	X_{A4}
1.0000	0.8000	-	-	-
2.0000	0.5528	0.8000	-	-
3.0000	0.4221	0.6660	0.8000	-
4.0000	0.2584	0.4501	0.6017	0.8000

Mencari nilai V

Diketahui :

$C_{A0} = 3.8917 \text{ kmol}/m^3$

$k = 0.2520 \text{ /jam}$

$F_v = 53.8122 \text{ m}^3/\text{jam}$

$X = 0.8000$

$$V = \frac{F_v(X_{A1} - X_{A0})}{k(1 - X_{A1})}$$

n	V₁	V₂	V₃	V₄
1.000	854.1616	-		

V=	2.000	263.9507	263.9502		
	3.000	155.9530	155.9532	143.0721	
	4.000	74.4233	74.4239	81.2772	211.7253

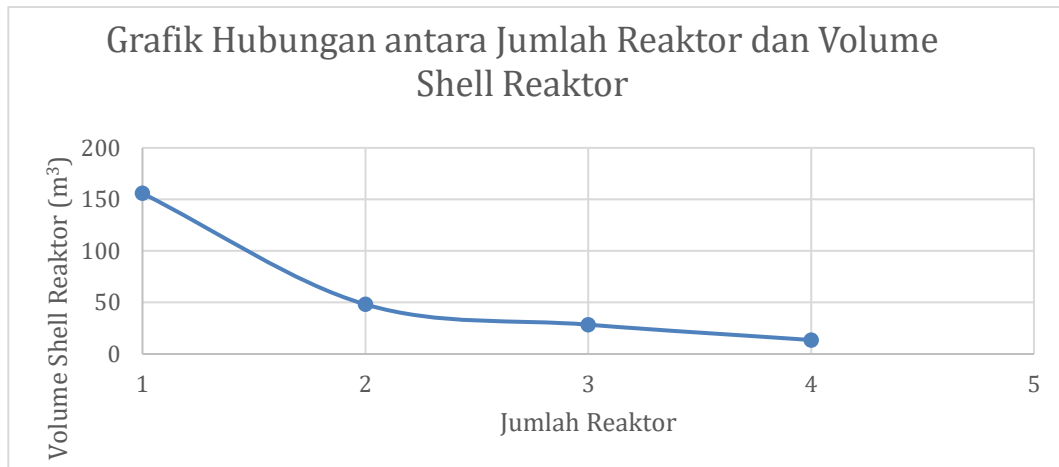
n	V	1.2 x V
1.000	854.162	1024.994
2.000	263.951	316.741
3.000	155.953	187.144
4.000	74.423	89.308

Untuk mengetahui jumlah reaktor dilakukan optimasi: Dengan menggunakan data harga reaktor yang diambil dari <http://www.matche.com/equipcost/Reactor.html> untuk mempertimbangkan jumlah reaktor dengan harga minimal. Dipilih *Low Alloy* sebagai bahan pembuat reaktor.

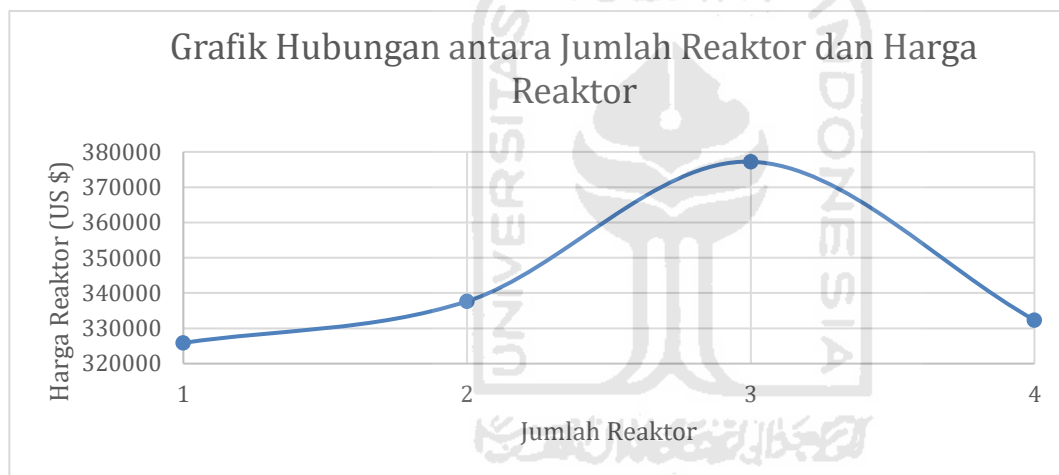
$$1 \text{ m}^3 = 264.172 \text{ gallons}$$

n	V (m ³)	V (gal)	Harga @ (US \$)	Harga alat (US \$)
1.000	1024,994	270774,733	731.000,00	731.000,00
2.000	316,741	83674,064	392.300,00	784.600,00
3.000	187,144	49438,118	296.800,00	890.400,00
4.000	89,308	23592,660	200.500,00	802.000,00

Harga reaktor (<http://www.matche.com/equipcost/Reactor.html> , 20 oktober 2020 pukul 20.05 WIB)



Gambar A.2 Hubungan jumlah reaktor dan Volume *Shell Reaktor*



Gambar A.3 Hubungan jumlah reaktor dan harga reaktor

Dari gambar A.2 diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa semakin banyak jumlahnya maka volume shell pada reaktor pun lebih sedikit. Pada gambar A.3 menunjukkan bahwa kondisi optimasi reaktor pada perancangan pabrik ini adalah 1 buah reaktor, dikarenakan biaya 1 reaktor lebih ekonomis yaitu dengan volume 155.882 m³ dengan harga alat sebesar US\$ 325.884,284.

Menghitung Dimensi Reaktor

Perbandingan diameter dan tinggi reaktor yang optimum 1:1 (D:H = 1:1) (Brownell, hal:43)

$$\text{Volume shell} = \frac{\pi}{4} D^2 H$$

$$\text{Volume shell} = \frac{\pi}{4} D^3$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot \text{Volume shell}}{\pi}}$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot 155,882 m^3}{3,14}}$$

$$= 5,834 m \cdot \frac{1 in}{0,0254 m}$$

$$= 229,69 in$$

$$= 229,69 in \cdot \frac{1 ft}{0,3048 in}$$

$$= 19,141 ft$$

D = H

$$= 5,834 m \cdot \frac{1 in}{0,0254 m}$$

$$= 229,690 in$$

$$= 229,690 in \cdot \frac{1 ft}{0,3048 in}$$

$$= 19,141 ft$$

(Brownell, hal :88)



$$V_{dish} = 0.000049D_s^3$$

Dimana :

D_s : diameter shell, in

V_{dish} : volume dish, ft^3

$$V_{dish} = 0,000049 \cdot (229,690in)^3$$

$$V_{dish} = 593,773 ft^3$$

$$V_{sf} = \frac{\pi}{4} D^2 \frac{sf}{144}$$

Dipilih sf : 2 in

$$V_{sf} = \frac{3,14}{4} \cdot (229,69in)^2 \cdot \frac{2 in}{144}$$

$$V_{sf} = 47,933 ft^3$$

$$V_{Head} = 2 (V_{dish} + V_{sf})$$

$$V_{Head} = 2 \cdot (593,773 + 47,993) ft^3$$

$$V_{Head} = 1283,413 ft^3$$

$$V_{Head} = 1283,413 ft^3 \cdot 0,02832 \frac{m^3}{ft^3}$$

$$V_{Head} = 36,346 m^3$$



$$V_{\text{Reaktor}} = V_{\text{shell}} + V_{\text{Head}}$$

$$\begin{aligned} V_{Rk} &= (155,882 + 36,345) \text{ m}^3 \\ &= 192,228 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Spesifikasi Reaktor adalah sebagai berikut:		
Diameter shell =	10.930	m
Tinggi shell =	10.930	m
Volume shell =	1024.994	m ³
Volume head =	230.670	m ³
Volume reaktor =	1255.664	m ³

Volume Bottom

$$V_{\text{Bottom}} = 0.5 V_{\text{Head}}$$

$$\begin{aligned} V_{\text{Bottom}} &= 0,5 \cdot 36,346 \text{ m}^3 \\ &= 18,173 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Volume Cairan

$$V_{\text{Cairan}} = V_{\text{Shell}} - V_{\text{Bottom}}$$

$$V_{\text{cairan}} = (155,882 - 18,173)m^3$$

$$= 137,709 m^3$$

Tinggi Cairan

$$h_{\text{Cairan}} = \frac{4V}{\pi D^2}$$

$$h_{\text{cairan}} = \frac{4 \cdot 137,709 m^3}{3,14 \cdot (5,834m)^2}$$

$$= 5,154 m$$

$$= 5,154 m \cdot \frac{1 ft}{0,3048 m}$$

$$= 16,909 ft$$

Menghitung tebal shell (ts)

Digunakan persamaan dari (Brownell and Young, 1959)

$$ts = \frac{Pr}{(fE - 0.6P)} + C$$

(Pers. 13.1, Brownell & Young, 1959 hal. 254)

Keterangan :

Ts : tebal shell

P : tekanan

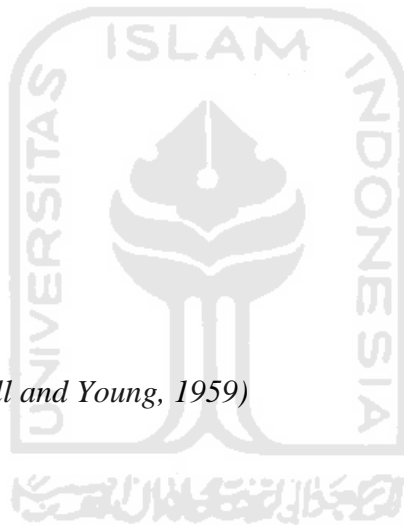
R : jari - jari

: $\frac{1}{2} D$

E : efisiensi pengelasan (E = 0.85)

C : faktor koreksi (C = 0.125)

F : tegangan yang diijinkan (tabel 13.2 Coulson 4ed, hal: 812)



Tekanan sistem (P)

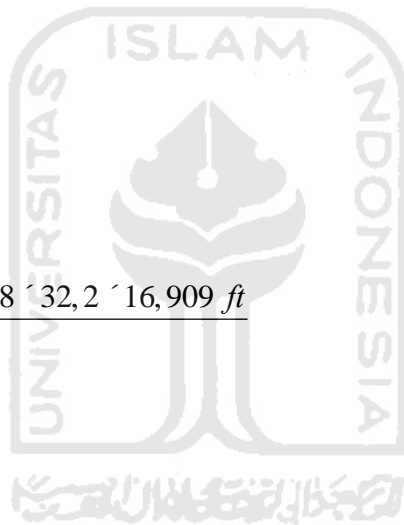
$$P_{\text{Tot}} = P_{\text{Hidrostatik}} + P_{\text{Operasi}}$$

$$\begin{aligned} P_{\text{operasi}} &= 23,686 \text{ atm} \\ &= 23,686 \text{ atm} \cdot 14,69 \\ &= 347,950 \text{ psi} \end{aligned}$$

Tekanan Hidrostatik

$$P_{\text{Hidrostatik}} = \frac{\rho g h}{g_c}$$

$$\begin{aligned} P_{\text{Hidrostatik}} &= \frac{1274,9161 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,62428 \cdot 32,2 \cdot 16,909 \text{ ft}}{32} \\ &= 13542,3182 \text{ lb/ft}^2 \\ &= \frac{13542,3182 \text{ lb/ft}^2}{144} \\ &= 94,0439 \text{ lb/in}^2 \\ &= 94,0439 \text{ psi} \end{aligned}$$



(brownell, hal 140)

$$\begin{aligned}
 \cdot P_{total} &= P_{Hidrostatik} + P_{Operasi} \\
 &= (347,950 + 94,0439) \text{ psi} \\
 &= 441,9934 \text{ psi}
 \end{aligned}$$

(over design 10%)

$$\begin{aligned}
 \cdot P_{design} &= 1,1 \cdot 441,9934 \text{ psi} \\
 &= 486,1928 \text{ psi}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \cdot r &= 0,5 \cdot D \\
 &= 0,5 \cdot 229,690 \text{ in} \\
 &= 114,844 \text{ in}
 \end{aligned}$$

$$\cdot E = 0,85$$

$$\cdot C = 0,125$$

$$\begin{aligned}
 \cdot f &= 240 \frac{N}{mm^2} \\
 &= 34809,0576 \text{ psi}
 \end{aligned}$$

(Coulson hal 254 diperoleh low alloy steel 240 N/mm² pada suhu 200 °C)

$$ts = \frac{Pr}{(fE - 0,6P)} + C$$

$$\begin{aligned}
 ts &= \frac{486,1928 \text{ psi} \cdot 114,8448 \text{ in}}{(34809,0576 \text{ psi} \cdot 0,85 - 0,6 \cdot 486,1928 \text{ psi})} + 0,125 \\
 &= 2,031 \text{ in}
 \end{aligned}$$

Dari tabel Brownell hal 350 tentang tebal shell, dipilih:

$$\begin{aligned}
 Ts_{standart} &= 2,250 \text{ in} \\
 &= 2 \frac{1}{4} \text{ in}
 \end{aligned}$$

Menghitung tebal head (th)

(Persamaan 7.77 Brownell and Young, 1959 hal. 138)

$$t_h = \frac{Pr_w}{(2fE - 0.2P)} + C$$

$$P = P_{\text{Design}} - P_{\text{Lingkungan}}$$

$$P = (486,1928 - 347,950) \text{ psi}$$

$$= 138,243 \text{ psi}$$

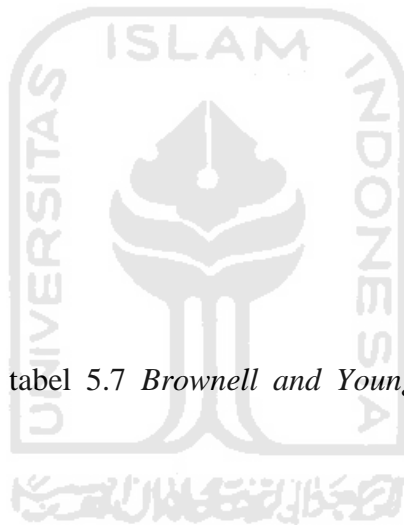
$$OD = ID_{\text{shell}} + 2t_s$$

$$OD = (229,690 + 2 \cdot 2,0310) \text{ in}$$

$$= 233,752 \text{ in}$$

Mencari ukuran OD standart pada tabel 5.7 *Brownell and Young, 1959 hal. 90*. Dari Tabel Brownell di dapat:

OD	=	240 in
Ts	=	2.25 in
Icr	=	14,438 in
	=	14 7/6 in
r	=	180 in
E	=	0,850
C	=	0,1250
F	=	240 N/mm ²
	=	34809,058 psi



$$w = \frac{1}{4} \left(3 + \sqrt{\frac{r}{icr}} \right)$$

$$w = \frac{1}{4} \left(3 + \sqrt{\frac{r}{icr}} \right)$$

$$= \frac{1}{4} \times \left(3 + \sqrt{\frac{180}{14,438}} \right)$$

$$w = 1,996$$

$$th = \frac{Prw}{(2fE - 0.2P)} + C$$

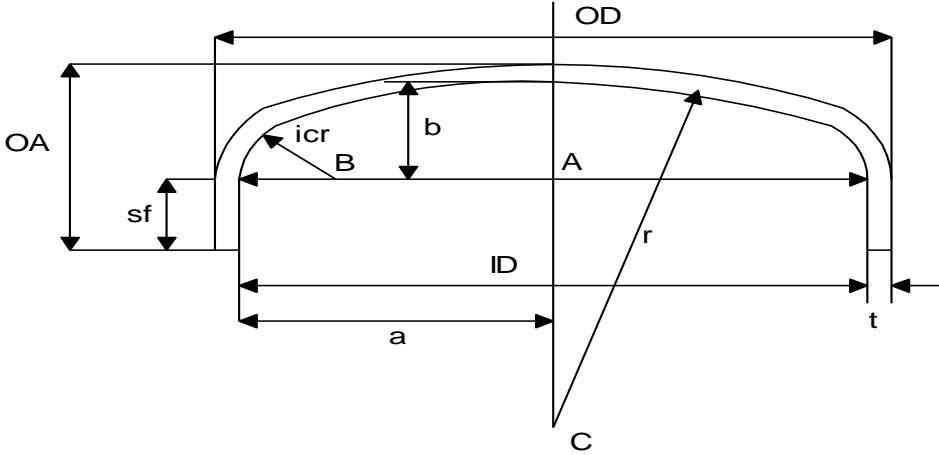
$$th = \frac{138,243psi \cdot 180in \cdot 1,996}{(2 \cdot 34809,057psi \cdot 0,850) - (0,2 \cdot 138,243psi)} + 0,125$$

$$= 0,8119 in$$

Dari tabel Brownell hal. 350 tentang tebal shell, dipilih:

$$th \text{ standart} = 0,8750 in$$

Menghitung tinggi head



Gambar A.4 Tinggi Head

Pada tabel 5.4 Brownell hal. 87 dengan t_h sebesar $7/8''$ maka nilai s_f nya adalah sebesar $1 \frac{1}{2} - 4$, maka dipilih $s_f = 4''$

$$ID = OD - 2t_s$$

$$\begin{aligned} ID &= 240 \text{ in} - (2 \cdot 14,4350 \text{ in}) \\ &= 225,500 \text{ in} \end{aligned}$$

$$a = \frac{ID}{2}$$

$$\begin{aligned} a &= \frac{225,500 \text{ in}}{2} \\ &= 112,750 \text{ in} \end{aligned}$$

$$AB = a - icr$$

$$\begin{aligned} AB &= (112,750 - 14,4375) \text{ in} \\ &= 98,312 \text{ in} \end{aligned}$$

$$BC = r - icr$$

$$\begin{aligned} BC &= (180 - 14,4375) \text{ in} \\ &= 165,5625 \text{ in} \end{aligned}$$

$$AC = \sqrt{BC^2 - AB^2}$$



$$AC = \sqrt{165,5625^2 - 98,312^2}$$

$$= 133,2126 \text{ in}$$

$$h_{\text{Head}} = th + b + sf$$

$$h_{\text{Head}} = 0,8119 \text{ in} + 46,7874 \text{ in} + 4 \text{ in}$$

$$= 51,6624 \text{ in}$$

$$= 51,6624 \text{ in} \cdot \frac{0,0254 \text{ m}}{1 \text{ in}}$$

$$= 1,3122 \text{ m}$$

$$h_{\text{Reaktor}} = 2 h_{\text{Head}} + h_{\text{Shell}}$$

$$h_{\text{reaktor}} = (2 \cdot 1,3122 \text{ m}) + 5,834 \text{ m}$$

$$= 8,4586 \text{ m}$$

Menghitung spesifikasi pengaduk

Menghitung viskositas

$$P = 23.6862 \quad \text{atm}$$

$$T = 220.0000 \quad ^\circ\text{C}$$

$$493.1500 \quad \text{K}$$

$$\log \mu = A + \frac{B}{T} + CT + DT^2$$

Komponen	fraksi	ρ , kg/m ³	ρ , x	μ , cp	μ , x	T, °C	T,x
NaOH	0.3593	203.7692	73.2114	1.1000	0.3952	1390.000	499.407
H ₂ O	0.4541	819.6349	372.1598	0.8000	0.3632	100.000	45.406

SiO ₂	0.0791	3085.8016	243.9756	4.0013	0.3164	2230.060	176.317
Na ₂ (SiO ₃)	0.1072	2400.0000	257.2214	22.2000	2.3793	1088.000	116.607
Impuritas	0.0004						
Total	1.0000		946.5682		3.4541		837.737

Penentuan berdasarkan

$$T \text{ operasi} = 220.0000 \text{ C}$$

$$\mu = 3.4541 \text{ cP}$$

$$\rho = 946.5682 \text{ kg/m}^3$$

$$= 59.1984 \text{ lb/ft}^3$$

$$= 0.0461 \text{ lb/in}^3$$

$$V \text{ tangki} = 1255.6641 \text{ m}^3$$

Berdasarkan fig 10.57 hal 472 Coulson, $\mu L = 2000 \text{ Ns/m}^2$ dan volume = $192,2280 \text{ m}^3$ dapat digunakan pengaduk turbin.

Adapun, memilih jenis turbin karena:

jenis pengaduk ini efektif untuk jangkauan viskositas yang sangat luas

Percampuran sangat baik, bahkan dalam skala mikro

Dari Rase, hal 356:

$$\text{Dipilih:} \quad D_i/DR = 1/3 \quad L = D_i/4 \quad W = D_i/5$$

$$E - D_i = 1 \quad B = D/10$$

$$\text{Diameter reaktor (DR)} = 5.8341 \text{ m}$$

$$\text{Diameter pengaduk (DI)} = 1.9447 \text{ m}$$

Pengaduk dari dasar (E) =	1.9447	m
Tinggi Pengaduk (W) =	0.3889	m
Lebar pengaduk (L) =	0.4862	m
Lebar baffle (B) =	0.5834	m

$$\text{Jumlah impeler} = \frac{\text{WELH}}{D}$$

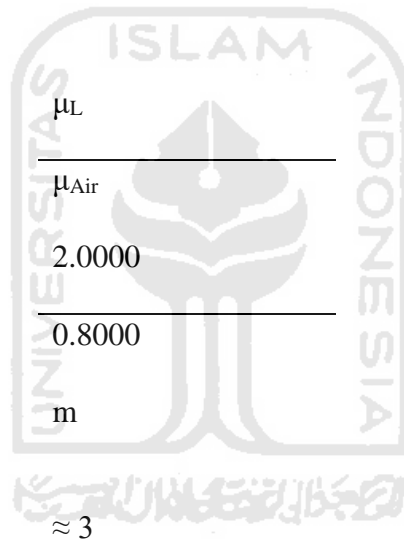
$$\text{WELH} = \frac{\text{Tinggi bahan} \times \text{sg}}{\mu_L}$$

$$\text{WELH} = \frac{\text{Tinggi bahan} \times \mu_{\text{Air}}}{2.0000}$$

$$\text{WELH} = 5.1540$$

$$\text{WELH} = 12.8849$$

$$\text{Jumlah impeler} = 2.2085$$



*Dimana WELH adalah Water Equivalent Liquid High.

Menghitung jumlah putaran pengaduk

$$\boxed{\frac{WELD}{2.DI} = \left(\frac{\rho.DI.N}{600} \right)^2}$$

(Rase, 1977, hal. 345)

$$N = \frac{600}{\rho \cdot DI \cdot 0,3048} \sqrt{\frac{WELD}{2 \cdot DI}} \quad N = \frac{600}{3,14 \cdot 1,9447 \cdot 0,3048} \sqrt{\frac{12,8849}{2 \cdot 1,9447}}$$

$$= 54,5106 \text{ rpm}$$

$$= 0,9085 \text{ rps}$$

Jenis motor : Fixed speed belt (harga murah, mudah mengganti bagian-bagiannya).

(Rase, 1977 tabel 8.9)

menghitung bilangan reynold

$$P = \frac{N^3 \cdot Di^5 \cdot \rho \cdot r \cdot N}{550 \cdot g} \quad Re = 48998,1614$$

Dari fig.477 Brown hal 507, $N_{re} = 48998,1614$; $N_p = P_o = 2,000$

power pengaduk

$$\text{Daya motor} = \frac{P}{h} = 71,3259 \text{ Hp}$$

Dipakai standart NEMA = 75 Hp

efisiensi motor = 0,9

(Fig. 14-38, Peters, Hal 521)

$$\text{Daya motor} = \frac{P}{h} = 79,2510 \text{ Hp}$$

cp air

4.1840

Kj/Kg.C

Menghitung kebutuhan air untuk pendingin

Beban panas = $Q_{out} - Q_{in}$

= 24.877.572.9743 kJ

$Q = m \cdot cp \cdot dt$

$Dt = 20.0000$ C

$Q = 24.877.572.9743$

$m = 297.294.1321$ kg/jam

Suhu fluida panas reaktor:	180.0000	C	356.0000	F	453.0000	K
Suhu masuk media pendingin (air)	30.0000	C	86.0000	F	303.0000	K
Suhu keluar media pendingin (air)	50.0000	C	122.0000	F	323.0000	K

Fluida panas (°F)	Fluida dingin	ΔT, °F
356.0000	86.0000	270.0000
356.0000	122.0000	234.0000

MENGHITUNG LMTD

$$DT_{LMTD} = \frac{DT_2 - DT_1}{\ln \frac{DT_2}{DT_1}}$$

$$= 251,5708 \text{ F}$$

Nilai UD untuk medium viskositas berat dan air adalah 50-75 Btu/ft².°F.jam, Dalam perhitungan ini diambil nilai UD sebesar 75.0000 Btu/ft².°F.jam. Panas yang harus diberikan oleh media pemanas sebesar: 4.786.779,9383 kJ/jam.

Menghitung luas tranfer panas yang dibutuhkan:

$$A = \frac{Q}{U_D DT_{LMTD}}$$

$$= 253,7008 \text{ ft}^2$$

$$= 23,5688 \text{ m}^2$$

Menghitung luas selubung reaktor:

$$A = \pi D H = 106.8760 \text{ m}^2$$

Karena luas sebung reaktor lebih besar daripada luas yang diperlukan untuk transfer panas maka pendingin yang digunakan adalah jaket.

$$V_{\text{air pendingin}} = \frac{m_{\text{air pendingin}}}{r_{\text{air pendingin}}} = \frac{297,294.3931}{1,000.0000} = 297.2941 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Diameter dalam jaket (D_1) :

$$D_1 = DR + (2 \times ts)$$

$$= 11,0696 \text{ m} = 435,8120 \text{ in}$$

asumsi jarak jaket= 25 in = 0,6350 m

diameter luar jaket (D_2):

$$D_2 = D_1 + (2 \times \text{jarak jaket})$$

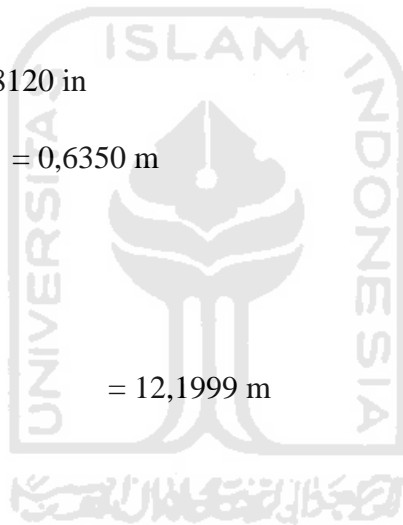
$$= 480.3120 \text{ in} = 12,1999 \text{ m}$$

Luas yang di lalui air pendingin (A):

$$A = \frac{\pi}{4}(D_2^2 - D_1^2) = 32.002,5037 \text{ in}^2 = 20,6467 \text{ m}^2$$

kecepatan air pemanas

$$A = \frac{\pi}{4}(D_2^2 - D_1^2) = 14,3991 \text{ m}^2/\text{jam}$$



Tebal dinding jaket (t_j):

Low Alloy Steel 240 N/mm

H jaket = 430,3120 in

$$P_H = \frac{(H-1)\rho_{campuran}}{144} = 0,1373 \text{ psia}$$

$$P_{\text{desain}} = P_{\text{operasi}} - P_H$$

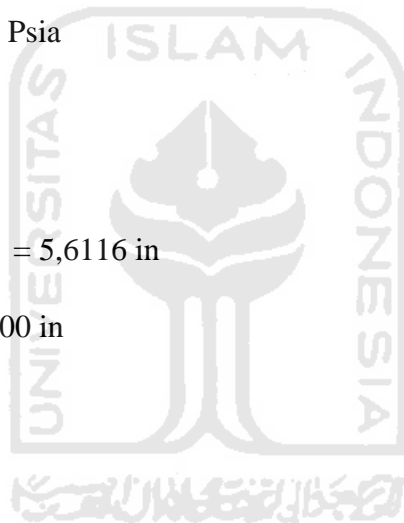
$$= 347.9537 \text{ Psia}$$

$$t_j = \frac{P_{\text{desain}} \cdot D_2}{fE - 0.6P_{\text{desain}}} + C =$$

$$\text{tebal jaket} = 5,6116 \text{ in}$$

$$\text{dipakai tebal jaket standart} = 4,5000 \text{ in}$$

(Brownell & Young, 1959)



KESIMPULAN

Bahan reaktor	=	<i>Low alloy steel</i> (Ni, Cr, Mo, V) 240 N/mm ²	
Tekanan operasi	=	23.6862	atm
Suhu operasi	=	220.0000	°C
Diameter shell	=	10.9299	m
Tinggi reaktor total	=	13.6811	m
Jenis pengaduk	=	Turbin dengan 6 <i>blade disk standar</i>	
Jenis motor	=	<i>Variable-speed belt</i> (33-200 rpm)	
Daya motor	=	125.0000	Hp
Tebal shell	=	2.7500	in
Tebal head	=	3.0000	in
Bahan jaket	=	<i>Low alloy steel</i> (Ni, Cr, Mo, V) 240 N/mm ²	
Tinggi jaket	=	10.9299	m
Tebal jaket	=	4.5000	in
Beban pendingin	=	24,877,572.9743	KJ/jam



LAMPIRAN B

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRA RANCANGAN PABRIK

Nama Mahasiswa : Rahmad Denny Aulia

No. Mahasiswa 1 : 16521241

Nama Mahasiswa : Fatih Fatahillah Al Junaidi

No. Mahasiswa 2 : 16521248

Judul Pra rancangan Pabrik : Pra Rancangan Pabrik Sodium Silikat dari Natrium Hidroksida dan Pasir Silika dengan Kapasitas 30.000 ton/tahun

Mulai Masa Bimbingan : 27 April 2020

Selesai Masa Bimbingan : 30 Oktober 2020

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1	12/MAR/20	Pemilihan judul Pra rancangan Pabrik	
2	4/JUN/20	Penentuan Kapasitas dan Progress yang sudah dilakukan terkait NM dan NP	
3	17/UL/20	Penyampaian Alat yang akan dipilih dalam Pra rancangan	
4	07/AGU/20	Perancangan Alat besar dan Alur proses	
5	02/OKT/20	Perancangan Alat besar dan Alur proses	
6	16/OKT/20	Revisi Alat besar dan Alur proses	
7	23/OKT/20	Penyampaian revisi Alat dan Alur Proses dan Evaluasi Ekonomi	
8	30/OKT/20	Penyampaian tahap akhir PEFD, Evaluasi ekonomi dan Naskah	
9	01/NOV/20	Pengumpulan Naskah	

Disetujui Draft Penulisan:

Yogyakarta, 1 November 2020

Pembimbing, |

Sholeh Ma mun, S.T., M.T., Ph.D.

Catatan :

- Kartu Konsultasi Bimbingan dilampirkan pada Laporan Pra Rancangan Pabrik
- Kartu Konsultasi Bimbingan dapat difotocopy

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRA RANCANGAN PABRIK

Nama Mahasiswa : Rahmad Denny Aulia
 No. Mahasiswa 1 : 16521241
 Nama Mahasiswa : Fatih Fatahillah Al Junaidi
 No. Mahasiswa 2 : 16521248
 Judul Pra rancangan Pabrik : Pra Rancangan Pabrik Sodium Silikat dari Natrium Hidroksida
 dan Pasir Silika dengan Kapasitas 30.000 ton/tahun
 Mulai Masa Bimbingan : 27 April 2020
 Selesai Masa Bimbingan : 24 Oktober 2020

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1	12/MAR/20	Pemilihan judul Pra rancangan Pabrik	
2	4/JUN/20	Penentuan Kapasitas dan Progress yang sudah dilakukan terkait NM dan NP	
3	15/JUL/20	Penyampaian Alat yang akan dipilih dalam Pra rancangan	
4	05/AGU/20	Perancangan Alat besar dan Alur proses	
5	01/OKT/20	Perancangan Alat besar dan Alur proses	
6	14/OKT/20	Perancangan Alat Besar dan Alur proses	
7	20/OKT/20	Penyampaian revisi Alat dan Alur Proses dan Evaluasi Ekonomi	
8	24/OKT/20	Penyampaian PEFD dan Konsultasi terkait saran dari pembimbing 1	
9	01/NOV/20	Pengumpulan Naskah	

Disetujui Draft Penulisan:

Yogyakarta, 01 November 2020__

Pembimbing,

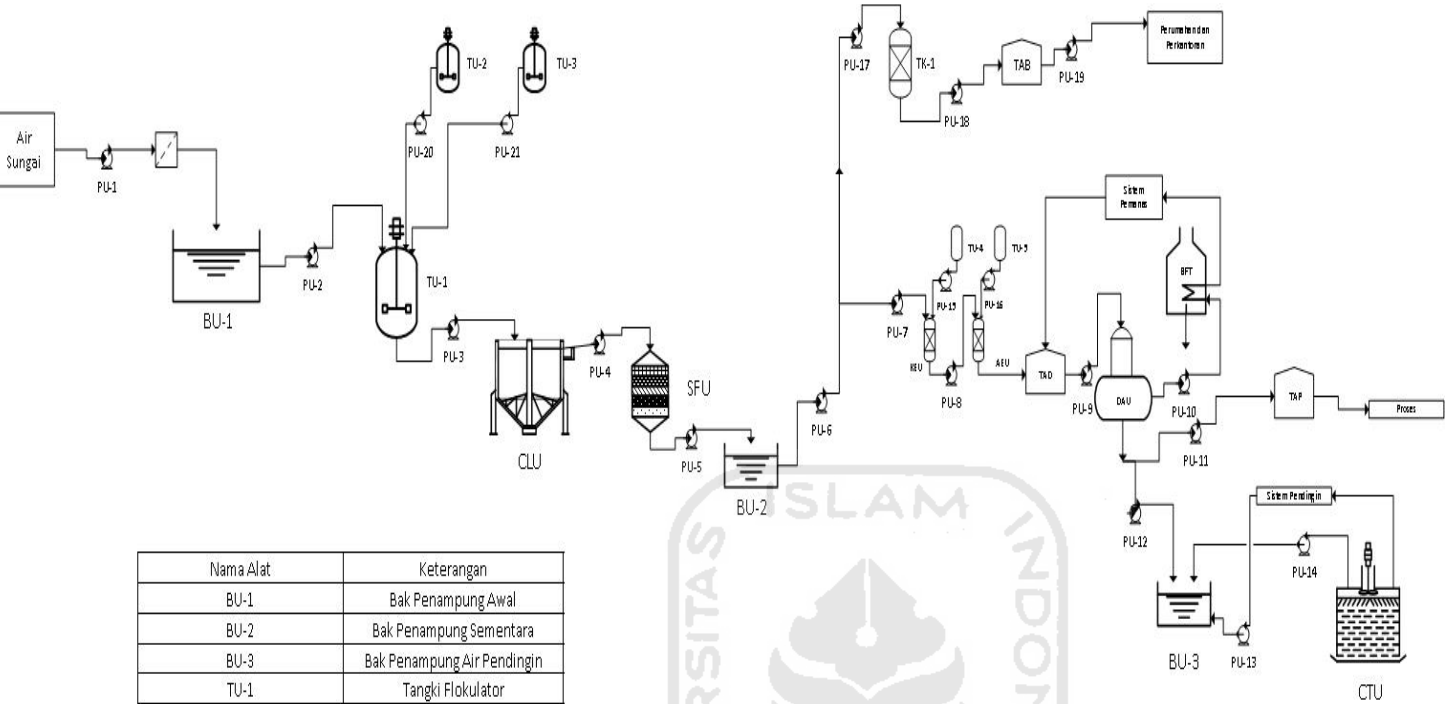


Achmad Chafidz Mas Sahid, S.T., M.Sc.

Catatan :

- Kartu Konsultasi Bimbingan dilampirkan pada Laporan Pra Rancangan Pabrik
- Kartu Konsultasi Bimbingan dapat difotocopy

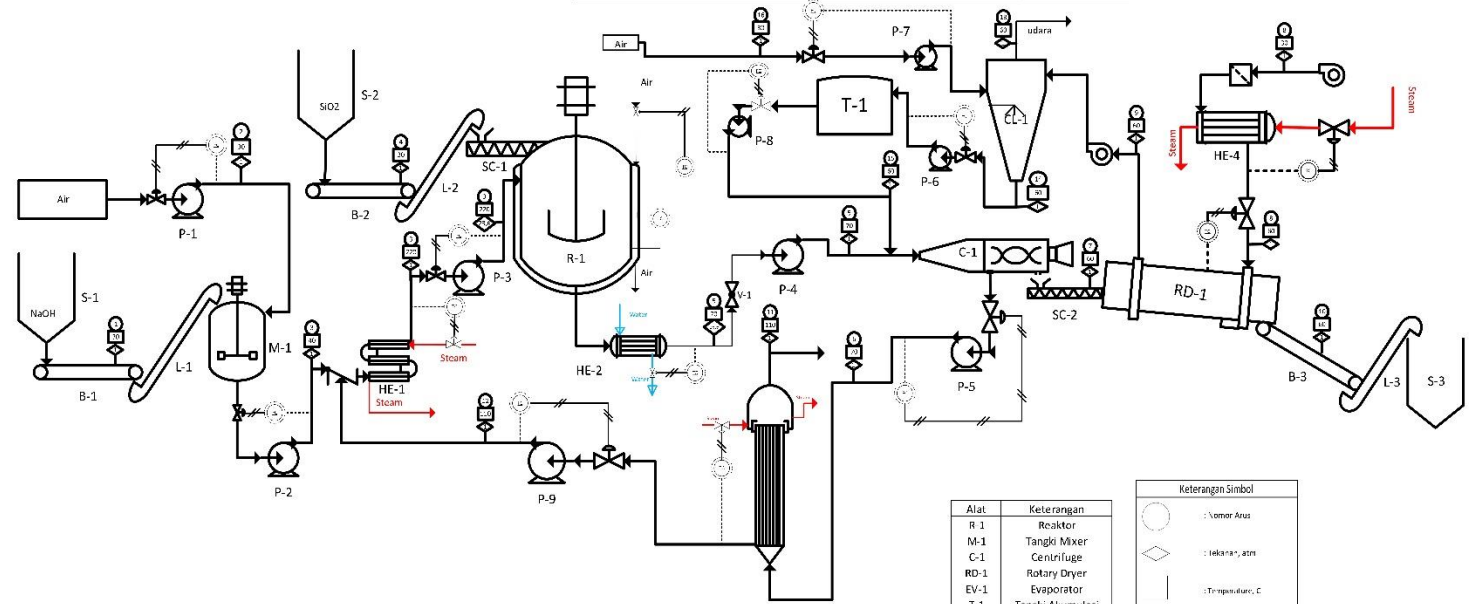
PEFD UTILITAS



Nama Alat	Keterangan
BU-1	Bak Penampung Awal
BU-2	Bak Penampung Sementara
BU-3	Bak Penampung Air Pendingin
TU-1	Tangki Flokulator
TU-2	Tangki Tawas
TU-3	Tangki Kapur
TU-4	Tangki H2SO4
TU-5	Tangki NaOH
TAD	Tangki Air Demin
TAB	Tangki Air Bersih
TAP	Tangki Air Proses
TK-1	Tangki Klorinator

Nama Alat	Keterangan
KEU	Kation Exchanger
AEU	Anion Exchanger
DAU	Dearator
BFT	Boiler
CTU	Coolingtower
CLU	Clarifier

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PRARANCANGAN PABRIK SODIUM SILIKAT DARI NATRIUM HIDROKSIDA DAN PASIR SILIKA
KAPASITAS PRODUKSI 30.000 TON/TAHUN



Alat	Keterangan
R-1	Reaktor
M-1	Tangki Mixer
C-1	Centrifuge
RD-1	Rotary Dryer
EV-1	Evaporator
T-1	Tangki Akumulasi
CL-1	Cyclone
HE-1	Heater
HE-2	Cooler
HE-3	Heater
S	Silo
B	Belit Conveyor
L	Bucket Elevator
SC	Screw Conveyor
HP-1	High Pressure Pump
V-1	Expansion Valve
P/A/B	Pump
FC	Flow Control
LC	Level Control
TC	Temperature Control

Keterangan Simbol	
	• Nomor Anus
	◊ Sekan, atrn
	△ Temperatur, C
	Z Check valve
	□ Filter Udara
	⊗ Control valve
	⊙ Blower Udara
	⊙ Control Listrik
	— Pipa
	⊥ Lubricasi Tekan

Komponen	Nomor Anus (Kg/jam)															
	1	2	3	4	5	5	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
NaOH	1440,57				7026,72	6966,36	7006	7101	53,05			5826,36	1,40	5,61	5,01	
H ₂ O	84,67	1385,05	8546,75		8854,53	7968,08	885,45	796,91	89,55	892,59	7078,49	960,93	856,07	838,01	1000	
SiO ₂			2568,71	1541,82			1541,82									
N ₂ O ₂			2020,03				2020,03		2020,00		1381,03			205,00	205,00	
Impurities			8,18	8,18	7,36		0,52		0,08	0,74	7,96			0,08	0,08	
Udara							4297,72	4897,72				2997,72				
Totol	1521,29	1385,05	10923,10	2577,88	10500,96	11912,79	4188,19	1297,72	1610,71	3275,19	899,95	1402,81	5560,91	1026,70	1650,70	1000

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jl. Sekeloa Indah I, Yogyakarta 55181
 Telp. (0271) 831-3100
 Fax. (0271) 831-3101
 Email: info@iainid.ac.id