

NO : TA/TK/2020/

**PRARANCANGAN PABRIK KIMIA ISOPORPIL
ALKOHOL DARI PROPILEN DAN AIR MELALUI
PROSES *INDIRECT HYDRATION* DENGAN
KAPASITAS 22.500 TON/TAHUN**

PERANCANGAN PABRIK

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

Konsentrasi Teknik Kimia



Oleh:

Nama : Primanita

Nama : Winda Anggraeni

NIM : 16521226

NIM : 16521235

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

2020

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL

PRA RANCANGAN PABRIK

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Primanita
No. Mahasiswa : 16521226

Nama : Winda Anggraeni
No. Mahasiswa : 16521235

Yogyakarta, 4 September 2020

Menyatakan bahwa seluruh hasil Perancangan Pabrik ini adalah hasil karya sendiri. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya sendiri, maka saya siap menanggung resiko dan konsekuensi apapun. Demikian surat pernyataan ini saya buat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.



Primanita



Winda Anggraeni

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PRA RANCANGAN PABRIK ISOPORPIL ALKOHOL DARI PORPILEN
DAN AIR MELALUI PROSES *INDIRECT HYDROLISIS* DENGAN
KAPASITAS 22.500 TON/TAHUN

PERANCANGAN PABRIK



Oleh :

Nama : Primanita

Nama : Winda Anggraeni

No. Mahasiswa : 16521226

No. Mahasiswa : 16521235

Yogyakarta, 7 September 2020

Pembimbing I,

Pembimbing II*,

Ir. Drs. Faisal RM, M.T., Ph.D

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

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PRA RANCANGAN PABRIK ISOPORPIL ALKOHOL DARI PORPILEN DAN AIR MELALUI PROSES *INDIRECT HYDROLISIS* DENGAN KAPASITAS 22.500 TON/TAHUN

PERANCANGAN PABRIK

Oleh :

Nama : Primanita

No. Mahasiswa : 16521226


Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia Program Studi Teknik Kimia Fakultas
Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 22 September 2020


Tim Penguji,

1. Ir. Drs. Faisal RM, M.T., Ph.D
Ketua
2. Tintin Mutiara, S.T., M.Eng.
Anggota I
3. Umi Rofiqah, S.T., M.T.
Anggota II

Tanda Tangan

()

()

()

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam
Indonesia



Suharno Rusdi, Ir., Ph.D.

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PRA RANCANGAN PABRIK ISOPORPIL ALKOHOL DARI PORPILEN DAN AIR MELALUI PROSES *INDIRECT HYDROLISIS* DENGAN KAPASITAS 22.500 TON/TAHUN

PERANCANGAN PABRIK

Oleh :

Nama : Winda Anggraeni

No. Mahasiswa : 165212235

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia Program Studi Teknik Kimia Fakultas
Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 22 September 2020


Tim Penguji,

1. Ir. Drs. Faisal RM, M.T., Ph.D
Ketua
2. Tintin Mutiara, S.T., M.Eng.
Anggota I
3. Umi Rofiqah, S.T., M.T.
Anggota II

Tanda Tangan

()

()

()

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam
Indonesia


Suharno Rusdi, Ir., Ph.D.

LEMBAR MOTTO

Barang siapa yang keluar untuk mencari ilmu, maka dia berada di jalan

Allah. (HR. Turmudzi)

Sesungguhnya sesudah ada kesulitan disitu ada kemudahan. Maka apabila

kamu telah selesai (dari suatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-

sungguh (urusan) yang lain.

(Q.S Al-insyirah 7-8)



LEMBAR PERSEMBAHAN

Laporan tugas akhir ini kami persembahkan untuk:

1. Kedua orang tua dan keluarga tercinta yang selalu memberikan semangat dan doa untuk kami.
2. Dosen pembimbing yang selalu sabar dalam membimbing kami.
3. Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri UII
4. Teman-teman serta kakak tingkat Jurusan Teknik Kimia FTI UII



KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Alhamdulillah puji syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, serta tidak lupa shalawat dan salam kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW sehingga dapat menyelesaikan seluruh rangkaian pelaksanaan prarancangan pabrik yang berjudul “Prarancangan Pabrik Kimia Isopropil Alkohol dari Propilen dan Air Melalui Proses *Indirect Hydration* dengan Kapasitas 22.500 ton/tahun.

Prarancangan pabrik merupakan salah satu syarat wajib yang harus ditempuh untuk menyelesaikan Program Sarjana di Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia. Prarancangan pabrik bertujuan untuk mendidik mahasiswa agar mampu menerapkan teori-teori yang diperoleh dikampus serta menyelesaikan permasalahan yang terjadi dilapangan dan dapat menjembatani antara sisi akademis dengan realita lapangan. Pada kesempatan ini penyusun menyampaikan terima kasih kepada:

1. Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya. Serta telah memberikan nikmat kesehatan, panjang umur, dan kemudahan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Kedua Orang tua kami, ibu dan ayah tercinta dan segenap keluarga kami tersayang yang telah mendoakan dan memberikan semangat

yang tidak pernah padam dalam mencari ilmu.

3. Bapak Dr. Suharno Rusdi selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Ir. Drs. Faisal RM, M.T.,Ph.D Selaku Pembimbing 1 dan Bapak Achmad Chafidz Mas Sahid, S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing 2 yang senantiasa sabar dalam membimbing mahasiswa bimbingannya.

Penyusun menyadari bahwa dalam penyusunan laporan ini masih banyak kekurangan, oleh karena itu saran serta kritikan yang membangun sangat penyusun harapkan. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi kita semua. *Amin Wassalamualaikum Wr. Wb.*

Yogyakarta, 4 September 2020

Penyusun

Primanita Winda Anggraeni

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iv
LEMBAR MOTTO.....	v
LEMBAR PERSEMBAHAN.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
ABSTRAK.....	xv
ABSTRACT	xvi
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Kapasitas Perancangan.....	2
1.3 Ketersediaan Bahan Baku.....	4
1.4 Tinjauan Pustaka.....	5
1.4.1 Isopropil Alkohol (IPA)	5
1.4.2 Metode Proses Pembuatan.....	6
BAB II.....	12
PERANCANGAN PRODUK.....	12
2.1. Spesifikasi Bahan.....	12
2.2 Spesifikasi Produk	13
2.3 Pengendalian Kualitas.....	13
2.3.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku	14
2.3.2 Pengendalian Proses Produksi	14
2.3.3 Pengendalian Kualitas Produk.....	15
BAB III.....	17
PERANCANGAN PROSES	17
3.1 Uraian Proses	17
3.1.1 Persiapan Bahan Baku.....	17
3.1.2 Tahap Reaksi	18
3.1.3 Tahap Penetralan Asam Sulfat.....	19
3.1.4 Tahap Pemurnian Hasil	19
3.2 Spesifikasi Alat Proses.....	21
3.2.1 Tangki penyimpanan	21

3.2.2	Tangki Akumulator (ACC-01).....	23
3.2.3	Silo	23
3.3	Alat Utama	24
3.3.1	Absorber (AB-01)	24
3.3.2	Reaktor (R-01).....	25
3.3.3	Reaktor (R-02).....	26
3.3.4	Netrallizer (N-01)	28
3.3.5	Decanter (DC-01)	29
3.3.6	Menara Distilasi (MD-01)	30
3.3.7	Rotary Dryer (RD-01)	31
3.4	Alat Kecil	32
3.4.1	Kompresor (CMP-01)	32
3.4.2	Expansion Valve (EV-01)	33
3.4.3	Kondensor (CD-01).....	33
3.4.4	Reboiler (RB-01)	35
3.4.5	Screw Conveyor (SC-01)	36
3.4.6	Filter (FL-01).....	36
3.4.7	Blower.....	37
3.4.8	Cooling Conveyor	37
3.4.9	Elevator	38
3.4.10	Cooler.....	40
3.4.11	Pompa.....	41
3.4.12	Heater	46
3.4.13	Heater Udara.....	47
3.5	Perencanaan Produksi	48
BAB IV.....		50
PERANCANGAN PABRIK		50
4.1	Lokasi Pabrik.....	50
4.1.1	Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik	51
4.1.2	Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik.....	53
4.2	Tata Letak Pabrik.....	54
4.2.1	Daerah administrasi /perkantoran ,laboratorium dan ruang kontrol	54
4.2.2	Daerah Proses dan Ruang Kontrol	55
4.2.3	Daerah Gudang	55
4.2.4	Daerah Utilitas dan Power Station	55
4.3	Tata Letak Peralatan Proses.....	57
4.4	Alir Proses dan Material.....	61
4.4.1	Neraca Massa.....	61

4.4.2	Neraca Panas	67
4.4.3	Diagram Alir Kualitatif dan Kuantitatif	69
4.5	Pelayanan Teknik (Utilitas)	71
4.5.1	Unit Penyediaan Air	71
4.5.1	Unit Pengolahan Air	72
4.5.2	Air Pembangkit Steam	77
4.5.3	Air pendingin	80
4.5.4	Air Sanitasi	82
4.5.6	Unit Pembangkit Listrik	83
4.5.7	Unit Penyediaan Udara Tekan	83
4.5.8	Unit Penyediaan Bahan Bakar	84
4.5.9	Unit Pengolahan Limbah	84
4.6	Spesifikasi Alat Utilitas	85
4.7	Organisasi Perusahaan	99
4.7.1	Struktur Organisasi	99
4.7.2	Bentuk Perusahaan	103
4.8	Pembagian Jam Kerja	105
4.9	Status Karyawan dan Sistem Upah	107
4.10	Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji	108
4.10.1	Penggolongan Jabatan dan Jumlah Karyawan	108
4.10.2	Jumlah Karyawan dan Sistem Gaji Pegawai	109
4.11	Analisa Ekonomi	114
4.11.1	Penaksiran Harga Peralatan	115
4.11.2	Dasar Perhitungan	117
4.11.3	Analisa Kelayakan	118
4.11.4	Hasil Perhitungan	121
4.11.5	Hasil Analisa Kelayakan	125
BAB V		129
PENUTUP		129
5.1	Kesimpulan	129
5.2	Saran	130

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Data Impor Isopropil Alkohol Di Indonesia	2
Tabel 1. 2 Pabrik Isopropil Alkohol (IPA) di luar negeri	4
Tabel 1. 3 Perusahaan, Lokasi, dan Kapasitas Produksi Propilen di Indonesia	4
Tabel 1. 4 Proses Pembanding metode	10
Tabel 2. 1 Spesifikasi Bahan Baku	12
Tabel 2. 2 Spesifikasi Bahan Pendukung	12
Tabel 2. 3 Spesifikasi Produk Utama	13
Tabel 2. 4 Spesifikasi Produk Samping	13
Tabel 3. 1 Spesifikasi Tangki Penyimpanan Bahan Baku dan Produk	21
Tabel 3. 2 Spesifikasi Cooler	40
Tabel 3. 3 Spesifikasi Pompa	41
Tabel 3. 4 Spesifikasi Pompa (Lanjutan)	42
Tabel 3. 5 Spesifikasi Pompa (Lanjutan)	43
Tabel 3. 6 Spesifikasi Pompa (Lanjutan)	44
Tabel 3. 7 Spesifikasi Pompa (Lanjutan)	45
Tabel 3. 8 Spesifikasi Heater	46
Tabel 4. 1 Perincian Luas Tanah Bangunan Pabrik	56
Tabel 4. 2 Neraca massa total	61
Tabel 4. 3 Neraca Massa Absorber	62
Tabel 4. 4 Neraca Massa Reaktor	63
Tabel 4. 5 Neraca Massa Reaktor (R-02)	64
Tabel 4. 6 Neraca Massa Netalizer (NT-01)	64
Tabel 4. 7 Neraca Massa Decanter	65
Tabel 4. 8 Neraca Massa Menara Distilasi (MD-01)	66
Tabel 4. 9 Neraca Massa Rotary Dryer (RD-01)	66
Tabel 4. 10 Neraca Panas Absorber (AB-01)	67
Tabel 4. 11 Neraca Panas Reaktor (R-01)	67
Tabel 4. 12 Neraca Panas Reaktor (R-02)	67
Tabel 4. 13 Neraca Panas Netralizer (NT-01)	68
Tabel 4. 14 Neraca Panas Decanter (DC-01)	68
Tabel 4. 15 Neraca Panas Menara Distilasi (MD-01)	68
Tabel 4. 16 Neraca Panas Rotary Dryer (RD-01)	68

Tabel 4. 17 Kebutuhan Air Pembangkit Steam.....	79
Tabel 4. 18 Kebutuhan Air Pendingin	82
Tabel 4. 19 Kebutuhan Air Domestik dan Service water.....	83
Tabel 4. 20 Spesifikasi Pompa Utilitas.....	94
Tabel 4. 21 Jadwal kerja masing-masing per kelompok.....	107
Tabel 4. 22 Jadwal kerja masing-masing per kelompok (lanjutan)	107
Tabel 4. 23 Penggolongan Jabatan	108
Tabel 4. 24 Jumlah Karyawan pada Masing-masing Bagian	110
Tabel 4. 25 Physical Plant Cost.....	121
Tabel 4. 26 Direct Plant Cost.....	122
Tabel 4. 27 Fixed Capital Investment	122
Tabel 4. 28 Direct Manufacturing Cost	122
Tabel 4. 29 Indirect Manufacturing Cost.....	123
Tabel 4. 30 Fixed Manufacturing Cost	123
Tabel 4. 31 Manufacturing Cost.....	123
Tabel 4. 32 Working Capital.....	123
Tabel 4. 33 General Expense	124
Tabel 4. 34 Total Production Cost.....	124
Tabel 4. 35 Fixed Cost.....	124
Tabel 4. 36 Variable Cost	124
Tabel 4. 37 Regulated Cost	125
Tabel 4. 38 Analisis Kelayakan	127

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4. 1 Peta Cilegon, Banten.....	50
Gambar 4. 2 Tata Letak Bangunan Pabrik	56
Gambar 4. 3 Tata Letak Alat Proses	60
Gambar 4. 4 Diagram Alir Kualitatif	69
Gambar 4. 5 Diagram Alir Kuantitatif	70
Gambar 4. 6 Diagram Utilitas	98
Gambar 4. 7 Struktur organisasi.....	102



ABSTRAK

Isopropil Alkohol memiliki peran cukup penting dalam dunia industri. Dalam industri farmasi digunakan sebagai pembersih tangan, *antiseptic*, *antibacterial*, dan *sterilizer* jarum akupunktur, Dalam Industri kimia *Isopropil alkohol* digunakan sebagai solvent, bahan tambahan dan sebagai produk antara, *isopropil alkohol* juga digunakan untuk produksi aseton. Indonesia merupakan negara pengimpor *Isopropil Alkohol* dengan kebutuhan yang relatif meningkat setiap tahunnya. Hal ini disebabkan karena Meningkatnya Permintaan *isopropil alkohol* yang tidak sebanding dengan jumlah produksi tiap tahunnya dalam negeri. Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dirancangnya pabrik *Isopropil Alkohol* dengan kapasitas 22.500 ton/tahun menggunakan bahan baku *Propilen* sebanyak 2.026,694 kg/jam dan Air sebanyak 1.021.454 kg/jam. Pabrik direncanakan berdiri pada tahun 2025 berlokasi di Cilegon, Banten. IPA dibuat dengan *Indirect Hydration Process* yaitu: penyerapan *propilen* menggunakan asam sulfat lalu hasilnya direaksikan dengan air. Pabrik ini beroperasi secara berkesinambungan selama 330 hari dalam setahun, dengan jumlah karyawan 132 orang. Proses produksi akan dioperasikan pada temperatur 65°C dan tekanan 10 atm menggunakan Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) dengan konversi reaksi 93%. Pabrik ini memerlukan Kebutuhan Air yang didapat dari Unit utilitas yang menyediakan keperluan seperti air pendingin, air proses, steam, listrik, bahan bakar, udara tekan dan lain-lain. Kebutuhan utilitas meliputi air sebanyak 201.514,05 kg/jam dan kebutuhan listrik sebesar 360,668 kW. Pabrik ini memerlukan modal tetap Rp8.263.416.790. modal kerja Rp.1.428.491.999.387. dan biaya produksi Rp11.052.250.487.049. Berdasarkan evaluasi ekonomi yang dilakukan, pabrik ini tergolong High risk dengan nilai Pay Out Time (POT) sebelum pajak adalah 1.4 tahun dan POT setelah pajak adalah 1.7 tahun, Return On Investment (ROI) sebelum pajak sebesar 61.87 % dan ROI setelah pajak sebesar 49.18 %, dan Discounted Cash Flow Rate (DCFR) sebesar 7.68% pertahun. Berdasarkan analisa ekonomi yang dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa pabrik *Isopropil Alkohol* dari *Propilen* dan Air dengan kapasitas 22.500 ton per tahun ini layak untuk didirikan dan dikaji lebih lanjut.

Kata Kunci : *Isopropil Alkohol, Propilen, Indirect Hydration*

ABSTRACT

Isopropyl alcohol has an important role in the industrial world. In the pharmaceutical industry it is used as a hand sanitizer, antiseptic, antibacterial, and acupuncture needle sterilizer. In the chemical industry Isopropyl alcohol is used as a solvent, an additive and as an intermediate product, isopropyl alcohol is also used for acetone production. Indonesia is an importing country for Isopropyl Alcohol with a relatively increasing need every year. This is due to the increasing demand for isopropyl alcohol which is not proportional to the amount of domestic production each year. Based on this background, an Isopropyl Alcohol factory with a capacity of 22,500 tons / year was designed using as much as 2.026,694 kg / hour of propylene as raw material and 1.021,454 kg / hour of water. The factory is planned to be established in 2025 located in Cilegon, Banten. IPA is made using the Indirect Hydration Process, namely: absorption of propylene using sulfuric acid and then the results are reacted with water. This factory operates continuously for 330 days a year, with 132 employees. The production process will be operated at a temperature of 65 °C and a pressure of 10 atm using a stirred tank flow reactor (RATB) with a reaction conversion of 93%. This plant requires Water Requirements which are obtained from utility units that provide necessities such as cooling water, process water, steam, electricity, fuel, compressed air and others. Utility needs include water as much as 201.514,05 kg / hour and electricity needs of 360.668 kW. This factory requires a fixed capital of IDR 8.263.416.790, a working capital of IDR 1.428.491.999.387., and a production cost of IDR 11.052.250.487.049. Based on the economic evaluation conducted, this factory is classified as High risk with the Pay Out Time (POT) value before tax is 1.4 years and POT after tax is 1.7 years, Return On Investment (ROI) before tax is 61.87% and ROI after tax is 49.18 %, and Discounted Cash Flow Rate (DCFR) is 7.68% per year. Based on the economic analysis conducted, it can be concluded that the Isopropyl Alcohol plant from Propylene and Water with a capacity of 22,500 tons per year is feasible to be built and studied further.

Keywords: Isopropyl Alcohol, Propylene, Indirect Hydration

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada masa ini tidak berlebihan jika industri kimia dapat dikatakan memegang peranan sangat penting di dalam peradaban manusia. Khususnya industri kimia dari tahun ke tahun mengalami peningkatan, dengan adanya peningkatan pembangunan pada sektor ini diharapkan dapat memberikan devisa bagi negara, menambah lapangan pekerjaan dan mengurangi ketergantungan impor produk terhadap negara lain. Pengembangan industri nasional diarahkan guna meningkatkan daya saing agar mampu masuk dalam pasar Internasional dan dapat mempertahankan pasar dalam negeri. Perkembangan industri kimia di Indonesia semakin bertambah seiring dengan tingginya konsumsi kebutuhan bahan kimia yang terus meningkat. Peningkatan kebutuhan dapat dipenuhi dengan membangun industri kimia yang baru. Salah satu jenis industri kimia yang dibutuhkan dengan produk *Isopropil Alkohol*. *Isopropil alkohol* dengan rumus kimia C_3H_7OH adalah alkohol sekunder yang juga dikenal dengan nama lain yaitu: *isopropil alkohol*, *2-propanol*, *2-hidroksil propan*, *sec-propanol*, dan sering disingkat dengan nama IPA.

Isopropil Alkohol merupakan cairan yang tidak berwarna, mudah menguap, dan mudah terbakar. *Isopropil alkohol* memiliki berbagai macam kegunaan, baik sebagai produk akhir maupun antara (*intermediate*). Beberapa contoh *isopropil alkohol* sebagai produk akhir yaitu, sebagai solvent, bahan tambahan dalam obat-obatan, bahan antiseptic dan sebagai produk antara, *isopropil alkohol* juga digunakan untuk produksi *aseton*, *metal isobutyl keton*, *metal isobutyl karbinol*, *isopropilamin*, dan *isopropil asetat* (Logsdon and Loke, 1996)

Untuk di Indonesia sendiri *Isopropil Alkohol* digunakan sebagai pelarut, terutama untuk pelarut minyak. *Isopropil alkohol* adalah bahan utama dalam aditif bahan bakar "pengereng gas". Dalam industri farmasi digunakan sebagai

pembersih tangan, *antiseptic*, *antibacterial*, dan *sterilizer* jarum akupunktur. *Isopropil Alkohol* juga dapat digunakan sebagai cairan pembersih peralatan elektronik seperti layar monitor dan DVD. Kebutuhan *Isopropil Alkohol* dalam negeri sangat tinggi, jumlah industri yang ada di dalam negeri belum cukup untuk memenuhi kebutuhan dan biasanya diperoleh dengan cara mengimpor dari negara lain. Sehingga pabrik *Isopropil Alkohol* perlu didirikan di Indonesia. Pendirian pabrik *Isopropil Alkohol* didalam negeri bertujuan untuk memenuhi kebutuhan pasar dalam negeri, sehingga dapat mengurangi angka impor *Isopropil*.

1.2 Kapasitas Perancangan

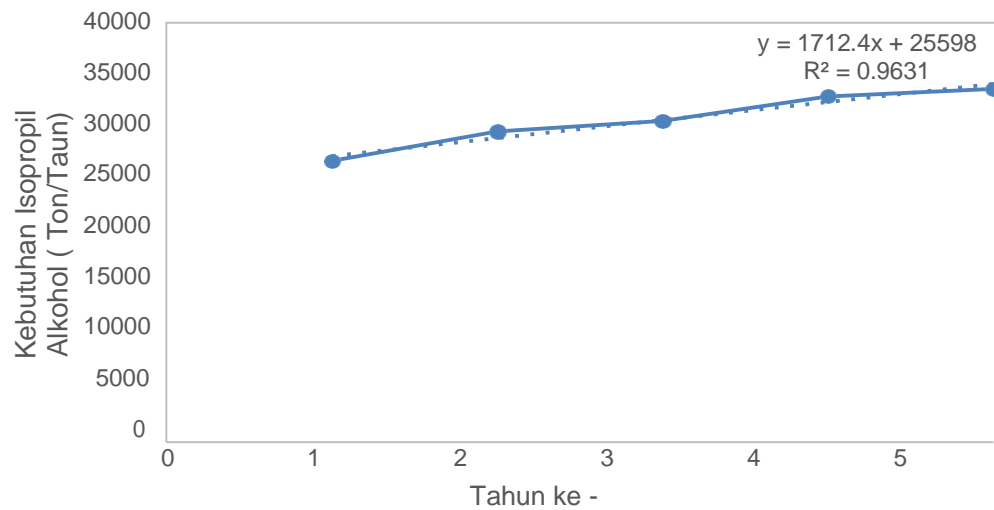
Peningkatan *Isopropil Alkohol* (IPA) dapat dilihat dari data impor yang meningkat. Data impor *isopropil alkohol* (IPA) Indonesia dari tahun 2014-2019 dapat dilihat pada Tabel 1.1 yang didapatkan dari Biro Pusat Statistik (BPS),2020

Tabel 1. 1 Data Impor Isopropil Alkohol Di Indonesia

No	Tahun	Impor (ton/tahun)	Ekspor (ton/tahun)	Selisih Impor – Ekspor
1	2014	26.307,24	18,527	26.288,713
2	2015	26.798,79	0,242	26.798,548
3	2016	29.610,43	0,07511	29.610,35489
4	2017	30.617,75	0,677	30.617,073
5	2018	33.010,5	40,0925	32.970,4075
6	2019	33.700,17	19,82427	33.680,34573

Sumber: Badan Pusat Statistik (BPS) 2019

Dari Table 1.1 di atas dapat digambarkan grafik kebutuhan impor *Isopropil Alkohol* (IPA) di Indonesia seperti dibawah ini:



Gambar 1. 1 Kebutuhan Isopropil Alkohol (IPA) di Indonesia

Dengan melihat data pada tabel dan gambar diatas, jika pabrik direncanakan pada tahun 2025 perkiraan kapasitas dapat dihitung dengan persamaan garis linear sebagai berikut :

Dari gambar 1.1 diperoleh persamaan garis linear

$$Y = 1.712,4 x + 25.598$$

Dimana :

Y = Kebutuhan Isopropil Alkohol (ton)

X = Tahun ke –

Dengan mensubstitusikan harga tahun ke-(X) = 11 ke persamaan di atas, maka diperoleh :

$$Y = 44.434,4 \text{ Ton/Tahun}$$

Diambil Y = 45000 Ton/Tahun

Tabel 1. 2 Pabrik Isopropil Alkohol (IPA) di luar negri

No	Produsen	Kapasitas (ton/tahun)
1	Crovell Biotech (hebei) co.,ltd	9600
2	Hefei TNJ Chemical Industry co.,ltd	9600
3	Jinan Shijitongda Chemical co,ltd	24000
4	Selena Zhou	36000
5	Xian Galaxy Chemicals co.,ltd	60000

Sumber : Guidchem 2020

Berdasarkan pada data impor *Isopropil Alkohol* (IPA) di Indonesia, maka pabrik direncanakan akan memproduksi IPA sebesar 22.500 ton/tahun. Diambil 50 % dari hasil persamaan yang didapat dari kapasitas yang telah ditentukan. Diharapkan dapat memenuhi kebutuhan *Isopropil Alkohol* (IPA) di Indonesia.

1.3 Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku berupa *propilen* yang digunakan telah diproduksi dengan kapasitas yang cukup besar oleh beberapa industri di Indonesia. Berikut data produsen, lokasi, dan kapasitas produksi *propilen* saat ini:

Tabel 1. 3 Perusahaan, Lokasi, dan Kapasitas Produksi Propilen di Indonesia

No	Perusahaan	Lokasi	Kapasitas
1	PT. Chandra Asri Petrochemical Tbk. (PT. CAP)	Anyer-Merak, Banten	230.000 Ton/Tahun
2	PT. Pertamina RU VI Balongan	Balongan, Jawa Barat	230.000 Ton/Tahun

Faktor-faktor yang mendorong untuk mendirikan Pabrik IPA di Indonesia sebagai berikut :

- a) Pabrik yang memproduksi IPA masih sangat sedikit di Indonesia.
- b) Mengurangi jumlah impor IPA dari luar negeri, sehingga dapat menghemat biaya dalam negeri.
- c) Meningkatkan pertumbuhan industri kimia di Indonesia dan mendukung program pemerintah dalam peningkatan industri hulu, guna mendukung industri hilir dalam menghadapi era pasar bebas.
- d) Memberikan lapangan pekerjaan baru sehingga mengurangi jumlah/tingkat pengangguran serta menambah tingkat perekonomian masyarakat Indonesia.

1.4 Tinjauan Pustaka

1.4.1 Isopropil Alkohol (IPA)

Isopropil alkohol (IUPAC nama 2-propanol), juga disebut *isopropanol*, adalah senyawa dengan rumus kimia C_3H_8O atau C_3H_7OH atau $CH_3CH(OH)CH_3$. Senyawa kimia yang tidak berwarna, mudah terbakar, dan memiliki aroma yang kuat. *Isopropil alkohol* merupakan contoh sederhana dari alkohol sekunder, dimana atom karbon alkohol melekat pada dua atom karbon lain, sehingga dapat ditampilkan sebagai $(CH_3)_2CHOH$ serta senyawa ini merupakan isomer struktural propanol yang memiliki berbagai macam kegunaan industri dan rumah tangga.

Isopropil alkohol mampu larut dalam air, alkohol, eter, dan kloroform. Senyawa kimia ini dapat melarutkan *etil selulosa*, *polivinil butiral*, banyak minyak, *alkaloid*, getah, dan resin alami (Doolite, 1954).

Namun senyawa ini tidak dapat larut dalam larutan garam. Berbeda dengan *etanol* atau *metanol*, *isopropil alkohol* dapat dipisahkan dari larutan air dengan menambahkan garam seperti *natrium klorida*, *natrium sulfat*, atau salah

satu dari beberapa garam anorganik lainnya, karena alkohol jauh lebih sedikit terlarut dalam larutan garam daripada air bebas garam atau *aquades* (Merck, 1983).

Isopropil alkohol membentuk *azeotrop* dengan air, yang memberikan titik didih 80,37 °C dan komposisi 87,7% berat (91 vol%) *isopropil alkohol*. Campuran alkohol air-isopropil telah tertekan titik lebur.

Senyawa kimia ini memiliki rasa sedikit pahit, dan tidak aman untuk diminum. Jika diinginkan kemurnian yang tinggi 99%-99.9% maka diperlukan proses pemurnian dengan *distilasi azeotrop*.

Kekentalan *isopropil alkohol* akan semakin tinggi dengan menurunnya suhu. Pada suhu di bawah -70 °C, *isopropil alkohol* menyerupai sirup *maple* yang kental. *Isopropil alkohol* memiliki absorbansi maksimum pada 205 nm dalam spektrum ultraviolet.

1.4.2 Metode Proses Pembuatan

Berdasarkan literatur *Encyclopedia Of Chemical Technology* (Longsdon and Ioke, 1996) proses pembuatan *Isopropil Alkohol* (IPA) dapat dilakukan melalui 2 proses yaitu sebagai berikut :

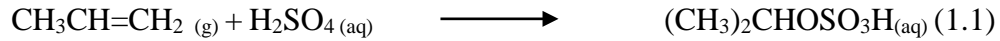
a) Proses hidrasi tidak langsung (*Indirect Hydration*)

Proses hidrasi tidak langsung terdiri dari 2 tahap reaksi, yaitu reaksi tahap 1 dan tahap 2. Hidrasi tidak langsung didasarkan pada reaksi dua langkah *propilen* dan *asam sulfat*, Pada langkah pertama, campur *sulfat ester* terutama *isopropil hidrogen sulfat*, ini kemudian di Hidrolisis membentuk Alkohol dan *Asam sulfat* (logsdon Journal, Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology.

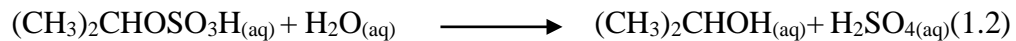
Copyright)

Tahap 1 : Esterifikasi *propilen* dan *asam sulfat* membentuk *isopropil*

hydrogen sulfat.



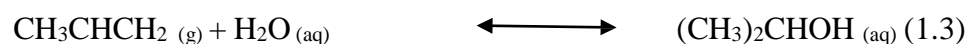
Tahap 2 : Hidrolisis *isopropil hydrogen sulfat* dan air membentuk *isopropil alkohol* dan *asam sulfat*.



Proses reaksi ini biasanya dilakukan dengan menggunakan dua reaktor yang berbeda. Proses pertama, mereaksikan *propilen* dalam absorber menggunakan katalis asam kuat (konsentrasi asam >80%) pada suhu 20-30 °C dan tekanan 0.7-2.8 Mpa. Proses kedua menggunakan katalis asam lemah (konsentrasi asam 60%-80%) untuk menghidrolisis *ester sulfat* pada suhu 60-65 °C pada tekanan 1.013 Mpa. Konversi terhadap *propilen* sebesar 98% dan selektivitas *isopropil alkohol* 98% dengan kemurnian produk *isopropil alkohol* 99% (Kirk and Othmer, 2000).

b) Proses hidrasi langsung (*direct hydration*)

Proses hidrasi langsung ini merupakan perkembangan dari proses hidrasi dalam pembuatan *isopropil alkohol* yang sebelumnya menggunakan asam sulfat. Pada proses ini *propilen* direaksikan dengan air dan ditambahkan suatu katalis untuk membentuk *isopropil alkohol*. Reaksi terjadi pada temperatur 120 – 180°C dan tekanan 40 – 200 bar. Dan proses ini secara komersial dibagi menjadi 3 macam yaitu proses hidrasi langsung fase gas, fase cair, dan fase cair-gas. Proses hidrasi langsung mengikuti persamaan sebagai berikut :



Dengan reaksi samping akan menghasilkan *diisopropil ether*,



a. Proses hidrasi langsung fase gas

Proses ini pertama kali dikenal pada tahun 1951 oleh ICI pada kondisi suhu dan tekanan yang sangat tinggi yaitu 230 – 290°C dan 20,3 – 25,3 MPa dengan katalis WO₃-ZnO. Kemudian pada tahun yang sama dikenalkan metode *Veba-Chemie*. Metode ini menggunakan proses *propilena* dan air diupkan setelah itu dilewatkan dalam bed bed reactor dengan katalis H₃PO₄. Kondisi operasinya adalah sebesar 240-260 °C dan 2,5 – 6,6 Mpa.

Pada proses ini *propilena* yang bereaksi hanya sekitar 5-6% dengan selektivitas isopropil alkohol 96% dan kemurnian *propilena* dibutuhkan sebesar 99%. *Propilena* yang sebagian besar tidak bereaksi di *Recycle*.

b. Proses hidrasi langsung fase cair.

Proses ini dikembangkan oleh Tokuyama Soda dengan menggunakan katalis asam lemah. Bahan baku *propilena* cair dan air dipanaskan, kemudian direaksikan dalam reactor dengan kondisi 270°C dan tekanan 20,3 Mpa. Katalis yang terlarut kemudian dipisahkan dan di *recycle*. Konversi yang dihasilkan terhadap *propilena* sebesar 60 -70% dengan selektivitas *isopropil alkohol* sebesar 98-99% dan kemurnian bahan baku *propilena* yang dibutuhkan 95%

c. Proses hidrasi langsung fase gas-cair

Proses ini dikembangkan oleh *Deutsche-Texaco* dengan menggunakan *trickle bed reactor (TBR)*, air dan gas *propilena* dimasukkan dari atas reactor tersebut dan mengalir kebawah melalui *ion-exchanger resin*. Reaksi

berlangsung pada kondisi suhu 130-160°C dan tekanan 8-10 Mpa, menghasilkan *isopropil alkohol* cair. *Propilena* yang terkonversi dari proses ini lebih dari 75% dengan selektivitas *isopropil alkohol* 92-93% dan kemurnian propilena yang dibutuhkan sebesar 92%. Selain *isopropil alkohol* terbentuk juga produk samping dari reaksi samping yaitu *diisopropil ether* (DIPE) (Pfeuffer, B. *etall*, 2009).



Tabel 1. 4 Proses Pembanding metode

Proses Pembanding	Hidrasi Tidak Langsung	Hidrasi Langsung		
		Fase Gas	Fase Cair-Gas	Fase Cair
Kemurnian bahan baku propilen (%wt)	99%	99%	92%	95%
Katalis	H ₂ SO ₄	WO ₃ -ZnO/H ₃ PO ₄	Ion-exchange resin	Aqueous silicotungstate
T dan P	Reaksi 1 : T=20-30 C P=0-0,7 Mpa Reaksi 2: T=60-65°C P=1.03 Mpa	WO ₃ -ZnO T=230-290 C P=20,3-25,3 Mpa H ₃ PO ₄ T=240-260 °C P=2,5-6,6 Mpa	T=130-160 °C P=8-10 Mpa	T=240-290 °C P=20,3 Mpa
Reaktor	RATB	Fixed-bed	Trickel-bed	
Konversi terhadap Propilen	93-98% PRO	5-6% PRO	75% PRO	60-70% PRO
Selektivitas	98%	96%	93%	98-99%

Kelebihan	-Selektivitas tinggi -Kemurnian bahan baku tinggi -T dan P operasi rendah	-Selektivitas tinggi - Kemurnian bahan baku propilen tinggi (99%)	-Selektivitas tinggi -Konversi tinggi -Masalah korosi dan lingkungan dapat dikurangi karena tidak menggunakan katalis asam kuat	-Selektivitas tinggi
Kekurangan	-H ₂ SO ₄ menyebabkan korosi tinggi	-Konversi rendah -Membutuhkan biaya operasional yang tinggi karena menggunakan alat yang tahan terhadap P tinggi	-Membutuhkan biaya operasional yang tinggi karena menggunakan alat yang tahan terhadap P tinggi	-Konversi rendah -Membutuhkan biaya operasional yang tinggi karena menggunakan alat yang tahan terhadap P tinggi

Berdasarkan perbandingan pada tabel 1.4, maka proses yang dipilih pada perancangan pabrik pembuatan *isopropil alkohol* dari *propilen* dan air adalah proses hidrasi tak langsung. Kelebihan proses ini Selektivitas tinggi, konversi tinggi, dan beroperasi pada suhu dan tekanan rendah dibanding hidrasi langsung.

BAB II

PERANCANGAN PRODUK

Untuk memenuhi kualitas produk sesuai target pada perancangan ini, maka mekanisme pembuatan *Isopropil Alkohol* (IPA) dirancang berdasarkan variabel utama yaitu : spesifikasi Bahan, spesifikasi Produk dan pengendalian kualitas.

2.1. Spesifikasi Bahan

Tabel 2. 1 Spesifikasi Bahan Baku

Spesifikasi	Bahan Baku	
	Propilen	Air
Rumus Molekul	C ₃ H ₆	H ₂ O
Wujud (25 °C dan 1 atm)	Gas	Cair
Berat Molekul (g.mol ⁻¹)	42,08	18,016
Kemurnian (%)	99,5	100
Densitas (kg/m ³)	1,81	0,999
Titik Didih (1 atm)	-47,6	99,98
Titik Lebur (25°C)	-185,2	0,0

(C₃H₆ PT. Chandra Asri Petrochemical)

Tabel 2. 2 Spesifikasi Bahan Pendukung

Spesifikasi	Bahan Pendukung	
	Asam Sulfat	Natrium Hidroksida
Rumus Molekul	H ₂ SO ₄	N _a OH
Wujud (25°C, 20°C dan 1 atm)	Cair	Cair
Berat Molekul (g.mol ⁻¹)	98	39,99
Kemurnian (%)	98 (2% air)	49 (51% air)
Densitas (kg/m ³)	1,843	2,13
Titik Didih (1 atm)	337	1390
Titik Lebur (25°C)	10,31	0,0

(H₂SO₄ PT Indonesian Acid Industry),
(NaOH PT Asahimas Chemical)

2.2 Spesifikasi Produk

Tabel 2. 3 Spesifikasi Produk Utama

Spesifikasi	Produk
	Isopropil Alkohol
Rumus Molekul	C ₃ H ₈ O
Wujud (25 °C dan 1 atm)	Gas
Berat Molekul (g.mol ⁻¹)	60,10
Kemurnian (%)	98
Densitas (kg/m ³)	0,8046
Viskositas	8,34
Titik Didih (25°C)	82,26
Titik Lebur (25°C)	-126

Tabel 2. 4 Spesifikasi Produk Samping

Spesifikasi	Produk
	Natrium Sulfat
Rumus Molekul	Na ₂ SO ₄
Wujud (25 °C dan 1 atm)	Padatan
Berat Molekul (g.mol ⁻¹)	142,04
Kemurnian (%)	99
Densitas (kg/m ³)	0,0026
Titik Didih (25°C)	1429
Titik Lebur (25°C)	884

2.3 Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas ialah upaya untuk mempertahankan nilai kualitas suatu produk. Pengendalian kualitas ini diperlukan agar produk yang dihasilkan sesuai dengan target yang diinginkan berdasarkan standar yang telah ditentukan. Pengendalian kualitas (*quality control*) pada pabrik isopropil alkohol ini meliputi pengendalian kualitas bahan baku, pengendalian kualitas proses dan pengendalian

kualitas produk.

2.3.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Pengendalian kualitas bahan baku bertujuan untuk mengetahui kualitas bahan baku yang akan digunakan. Pengendalian kualitas bahan baku sangat penting agar menghasilkan produk sesuai dengan target pasar. Uji yang dilakukan antara lain, uji densitas, kemurnian, kadar komposisi bahan baku

2.3.2 Pengendalian Proses Produksi

Pengendalian kualitas pada proses produksi bertujuan untuk menjaga produk yang dihasilkan. Pengendalian ini sudah harus dilakukan dari mulai bahan baku sampai menjadi produk. Pengawasan bukan hanya dilakukan dilaboratorium tetapi juga di alat control.

Pengawasan dan pengendalian terhadap jalannya operasi dilakukan dengan alat pengendalian yang terdapat pada *control room* atau ruang pengawasan, pengawasan dilakukan secara *automatic control* dengan menggunakan indikator. Apabila sinyal atau tanda yang diberikan yaitu nyala lampu, bunyi alarm dan sebagainya menyala, maka itu merupakan tanda terjadinya penyimpangan pada indicator yang telah di tetapkan dan di atur baik dari *flow rate* bahan baku atau produk, *level control*, dan *temperature control*.

Pengawasan yang dikontrol oleh alat ini berupa pengontrolan atau pengawasan terhadap kondisi operasi baik dari segi temperatur maupun tekanan. Alat control yang harus di atur pada kondisi tertentu yaitu antara lain:

a. Level Control

Level control adalah alat kontrol yang di pasang pada bagian atas tangki. Apabila belum sesuai dengan kondisi operasi yang di tetapkan maka tanda atau isyarat berupa suara atau lampu akan

menyala dan berbunyi.

b. Flow control

Flow control adalah alat kontrol yang dipasang pada aliran masuk bahan baku, dan aliran keluar proses.

c. Temperature control

Temperature control adalah alat kontrol yang dipasang didalam setiap alat proses yang digunakan. Apabila belum sesuai dengan kondisi operasi yang di tetapkan maka tanda atau isyarat berupa suara atau lampu akan menyala dan berbunyi.

Apabila pengendalian proses dilakukan suatu kerja pada satu harga tertentu supaya produk yang dihasilkan sesuai dan memenuhi standar, maka pengendalian mutu dilakukan untuk dapat mengetahui bahan baku atau produk sudah sesuai dengan spesifikasi yang telah di tentukan. Pengawasan dan pengendalian produksi dilakukan setelah perencanaan produksi disusun dan proses produksi dilakukan. Pengawasan ini dilakukan demi kelancaran proses dengan baik.

Kegiatan berjalannya proses produksi diharapkan dapat menghasilkan produk dengan mutu dan kualitas yang sesuai dengan standar, serta jumlah produksi sesuai dengan rencana pada waktu yang tepat sesuai dengan jadwal.

2.3.3 Pengendalian Kualitas Produk

Pengendalian kualitas pada produk diperlukan untuk menjaga mutu standard dari produk itu sendiri. Upaya yang dapat dilakukan untuk mendapatkan produk yang berkualitas yaitu dengan cara menjaga mutu dari

bahan baku, pengawasan serta pengendalian terhadap proses dengan cara mengadakan sistem control.



BAB III

PERANCANGAN PROSES

3.1 Uraian Proses

3.1.1 Persiapan Bahan Baku

a. Propilen

Propilen merupakan bahan baku utama yang diperoleh dengan cara membeli dari PT. Chandra Asri Cilegon , dalam bentuk gas dan disimpan dalam tangki *propilen* (T-02) dengan tekanan 8 atm dan suhu 30 °C. *propilen* dialirkan menuju Absorber (AB-01) dengan menggunakan Kompresor (K-01).

b. Asam sulfat

Bahan baku lainnya yaitu asam sulfat yang diperoleh dari PT. Indonesia Acids Industry Cilegon dalam bentuk cair dan disimpan dalam Tangki (T-01) dengan tekanan 10 atm dan suhu 30 °C. *Asam sulfat* dialirkan dengan menggunakan Pompa (P-01) menuju Absorber (AB-01) sebagai *absorben* dari *propilen*. Dengan tekanan 10 atm dan suhu 30 °C.

c. Air

Air juga merupakan bahan baku utama yang diperoleh dari unit utilitas dalam bentuk cair dengan tekanan 1 atm dan suhu 30 °C yang akan dipompakan menuju Heat Exchanger (HE-02) meggunakan pompa (P-03) sehingga suhu air menjadi 65 °C dan tekanan 10 atm . kemudian di alirkan ke dalam Reaktor (R-01).

d. Natrium Hidroksida

NaOH merupakan bahan pendukung untuk menetralkan *asam sulfat* sebelum masuk ke Menara Distilasi. Diperoleh dari PT. Asahimas Subentra Cilegon dalam bentuk cair dan disimpan dalam tangki (T-03) dengan tekanan 1 atm dan suhu 30 °C. NaOH akan di pompakan menuju Heat Exchanger (HE-03) dengan Pompa (P-09) sehingga suhu NaOH menjadi 50 °C dan tekanan 1 atm, kemudian dialirkan dengan pompa (P-10) ke dalam Netralizer (N-01).

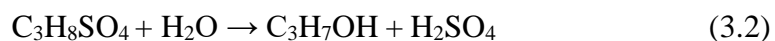
3.1.2 Tahap Reaksi

Reaksi pertama akan dilakukan dalam Absorber jenis Absorpsi Kimia, Karena Proses Penyerapan bahan baku ini disertai adanya reaksi kimia, inilah yang membedakannya dengan Absorpsi fisika. Dengan adanya reaksi kimia dalam Absorber ini meningkatkan Koefisien Perpindahan massa ($K_g a$) (Meldon,1999). Namun Kinetika kimia ini diabaikan dalam perancangan Desain Absorber.

Propilen berupa gas diserap menggunakan asam sulfat pada Absorber (AB-01) membentuk senyawa *isopropil sulfat*, penyerapan ini terjadi pada suhu lingkungan (± 30 °C) dan tekanan 10 atm. Proses terbentuknya *isopropil sulfat* dapat dilihat pada reaksi dibawah ini :



Isopropil sulfat yang diperoleh pada Absorber (AB-01) direaksikan dengan air didalam Reaktor (R-01) dan Reaktor (R-02), dengan waktu reaksi 1 jam, tekanan 10 atm dan suhu 65 °C. Proses terbentuknya *isopropil alkohol* dapat dilihat pada reaksi dibawah ini :



Reaksi ini merupakan reaksi eksotermis, sehingga untuk mempertahankan temperature diperlukan pendingin. Pendingin yang digunakan adalah *jacket*

cooler pada suhu 30 °C yang berada di selimut reaktor. Hasil reaksi dari Reaktor 2 berupa *Isopropil alkohol, Isopropil Sulfat, Asam Sulfat* dan Air yang dialirkan menuju Cooler (CL-01) menjadi 50°C kemudian, sebelum dimasukkan ke dalam Netralizer (N-01) digunakan expansion valve untuk menurunkan tekanan dari 10 atm menjadi 1 atm masuk kedalam Netralizer untuk menetralkan asam sulfat.

3.1.3 Tahap Penetralan Asam Sulfat

Larutan *asam sulfat* yang terbentuk dari proses dalam Reaktor akan dinetralkan menggunakan larutan NaOH 1atm, 30°C yang akan membentuk garam Na₂SO₄ pada Netralizer (N-01). Proses terbentuknya *natrium sulfat* dapat dilihat pada reaksi dibawah ini :



Hasil reaksi Netralizer (N-01) yang berupa cairan *Isopropil alkohol, isopropil Sulfat, Natrium Sulfat* dan air dialirkan menuju Cooler (CL-02) untuk menurunkan suhu menjadi 40°C, 1atm dimasukkan ke dalam Decanter (D-01) dengan menggunakan Pompa (P-12) untuk memisahkan *Natrium sulfat, Isopropil Sulfat*, dan Air dengan *Isopropil Alkohol*, sebelum dialirkan ke dalam Menara Distilasi (MD-01) untuk pemurnian hasil produk.

3.1.4 Tahap Pemurnian Hasil

Hasil keluaran Decanter (D-01) terbagi menjadi dua arus, arus atas C₃H₇OH dan H₂O dan arus bawah Na₂SO₄, C₃H₈SO₄ dan H₂O. Keluaran dari arus bawah berupa *slurry* diangkut menggunakan Screw Conveyor (SC-01) menuju Rotary Dryer untuk dijadikan Produk samping Na₂SO₄ , sedangkan arus

atas dialirkan ke Heat Exchanger (HE-04) untuk menaikkan suhu cairan dari 40 °C menjadi suhu 96,85 °C, cairan tersebut kemudian dialirkan ke dalam Menara Distilasi (MD-01) dengan menggunakan Pompa (P-015) sebagai umpan dengan suhu 96,85 °C dan tekanan 1 atm untuk memurnikan *isopropil alkohol*.

Dalam Menara distilasi (MD-01) hasil keluaran *isopropil alkohol* akan dipisah sebagai produk atas dengan kemurnian 98%, Tekanan 1 atm, 83,967°C , selanjutnya melalui proses kondensasi oleh Kondensor (CD-01) di embunkan kembali hasil atas dan ditampung sementara dalam Akumulator (ACC-01) dalam keadaan 1 atm, 72,286°C. Sebagian hasil atas Menara Distilasi dialirkan kembali menuju bagian atas Menara Distilasi sebagai *Refluks* untuk memenuhi kesetimbangan uap-cair dalam Menara, dan sebagian lagi akan dipompa menuju Cooler-03 untuk menurunkan suhu dari 72,286°C menjadi 30°C yang selanjutnya disimpan didalam Tangki *isopropil alkohol* (T-04) Sebagai Produk Utama.

Hasil bawah Menara Distilasi dengan menggunakan Reboiler (R-01) mendidihkan kembali cairan hasil bawah Menara Distilasi dari suhu 99,92°C menjadi 99,9679°C, Sebagian hasil reboiler di *Refluks* kedalam menara kembali untuk berlangsungnya Pemurnian produk *isopropil alkohol* dan sebagian lagi di alirkan dengan pompa(P-18) menuju Cooler (CL-04) untuk diturunkan suhu menjadi 30°C dan selanjutnya dialirkan dengan pompa (P-19) menuju Unit Pengolahan Limbah.

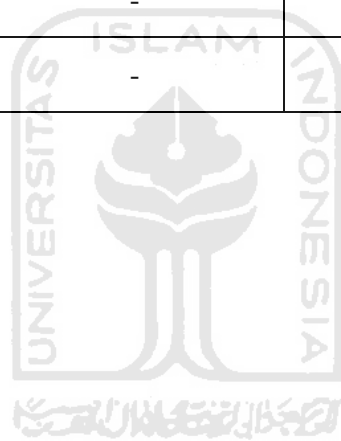
3.2 Spesifikasi Alat Proses

3.2.1 Tangki penyimpanan

Tabel 3. 1 Spesifikasi Tangki Penyimpanan Bahan Baku dan Produk

Spesifikasi Tangki	Tangki H ₂ SO ₄ (T-01)	Tangki C ₃ H ₆ (T-02)	Tangki C ₃ H ₆ (T-02)	Tangki C ₃ H ₇ OH (T-04)
Tugas	Menyimpan bahan baku larutan H ₂ SO ₄ dengan waktu tinggal 7 hari	Menyimpan C ₃ H ₆ dengan waktu tinggal 7 hari	Menyimpan NaOH selama 7 hari	Menyimpan C ₃ H ₇ OH selama 15 hari
Jenis	Tangki silinder vertical	Tangki Spherical	Tangki silinder vertical	Tangki silinder vertical
Fase	Cair	Gas	Cair	Cair
Bahan	Stainless Steel	Carbon Steel	Stainles Steel	Carbon Steel
Jumlah	1 buah	1 buah	3 buah	1 buah
Kondisi operasi	T = 30 °C P = 10 atm	T = 30 °C P = 8 atm	T = 30 °C P = 1 atm	T = 30 °C P = 1 atm
Volume (m ³)	516,8678	485,439	350,2520	615,4981
Dimensi Tangki				
Tebal Silinder (m)	0,0342	0,0258	0,0107	0,0191
Tinggi Silinder (m)	4,5232	-	3,9729	4,7943
Diameter Silinder (m)	12,0620	9,7508	10,5946	12,7850

Spesifikasi Tangki	Tangki H ₂ SO ₄ (T-01)	Tangki C ₃ H ₆ (T-02)	Tangki C ₃ H ₆ (T-02)	Tangki C ₃ H ₇ OH (T-04)
Tebal Head (m)	0,0342	-	0,0107	0,0191
Tinggi Head (m)	1,5609	-	1,4389	2,4373
Tinggi Total Tangki(m)	7,0473	-	6,9253	7,9237
Sudut Θ	14,3701	-	15,1053	19,5753



3.2.2 Tangki Akumulator (ACC-01)

Tugas : Menampung sementara hasil kondensasi Menara Distilasi

Jenis : Tangki Silinder Horizontal

Spesifikasi Dimensi :

- Diameter : 0,01619 m
- Tebal Shell : 0,022225 m

Dimensi Head

- Tipe Head : *Elliptical Dished Head*
- Tebal Head : 0,022225 m

Panjang total Acc : 0,6426 m

Kondisi Operasi

- Temperature : 72.28 °C
- Tekanan : 1 atm

Bahan : *Carbon steel*

3.2.3 Silo

Tugas : Menampung Produk Samping Na_2SO_4

Jenis : Silinder tegak dengan *Conical bottom* dengan *exhaust fan*

Bahan : Carbon Steel SA 283 Grade C

Kapasitas : 7298,0505 kg/jam

Spesifikasi Dimensi

- Diameter : 1,74 m

- Tinggi : 4,226 m
- Tebal Shell : 0,0047752 m

Jumlah : 1 buah

3.3 Alat Utama

3.3.1 Absorber (AB-01)

Fungsi : Menyerap C_3H_6 menggunakan solvent H_2SO_4

Menghasilkan $C_3H_8SO_4$

Tipe : Packed Tower (Menara Bahan Isian)

Jumlah : 1 buah

Bahan Konstruksi : *Stainless steel SA-167 Type 316*

Total Laju Alir masuk : 1,8645 kg/s

Tinggi Absorber : 4,524m

Kondisi operasi

- Tekanan : 10 atm
- Temperatur : 30°C

Desain packing

- Jenis : *Rasching rings*
- Tinggi : 1,4 m
- Tinggi : 4,52 m
- Diameter : 0,80 m

Dimensi head

- Bentuk : *Elliptical dished head*
- Tebal : 0,008 m

- Tinggi : 0,457 m

Dimensi shell

- Tebal shell : 0,009 m

3.3.2 Reaktor (R-01)

Fungsi : Mereaksikan $C_3H_8SO_4$ dengan H_2O menghasilkan C_3H_7OH

Tipe : RATB (Reaktor Alir Tangki Berpengaduk)

Bahan Konstruksi : *Stainless Stell SA 167 Type 316*

Jumlah : 1 buah

Konversi : 75 %

Waktu tinggal : 1 jam

Kondisi operasi

- Tekanan : 10 atm
- Temperatur : 65 °C

Spesifikasi Reaktor

- Volume : 0,640 m³
- Diameter : 0,934 m
- Tinggi Total : 1,358 m
- Tebal head : 0,133 in
- Tebal Shell : 0,125 in
- Diameter luar : 38 in
- Diameter dalam : 37,625 in
- Bentuk Head : *Torispherical dished head*

Spesifikasi Pengaduk

- Jenis : 6 flat blade turbin impeller
- Jumlah : 1 buah
- Diameter : 0,3185 m
- Daya motor : 5 Hp

Spesifikasi Baffle

- Jumlah : 4 Buah
- Lebar : 0,0541 m
- Tinggi : 0,7475 m

Spesifikasi Jacket

- Luas transfer panas : 8,7728 m²
- Tinggi jacket : 1,3588 m
- Tebal jacket : 0,0047 m

3.3.3 Reaktor (R-02)

- Fungsi : Mereaksikan $C_3H_8SO_4$ dengan H_2O Menghasilkan C_3H_7OH
- Tipe : RATB (Reaktor Alir Tangki Berpengaduk)
- Bahan Konstruksi : *Stainless Steel SA 167 Type 316*
- Jumlah : 1 buah
- Konversi : 93 %
- Waktu tinggal : 1 jam
- Kondisi operasi

- Tekanan : 10 atm
- Temperatur : 65 °C

Spesifikasi Reaktor

- Volume : 0,640 m³
- Diameter : 0,934 m
- Tinggi Total : 1,358 m
- Tebal head : 0,133 in
- Tebal Shell : 0,125 in
- Diameter luar : 38 in
- Diameter dalam : 37,625 in
- Bentuk Head : *Torispherical dished head*

Spesifikasi Pengaduk

- Jenis : 6 flat blade turbin impeller
- Jumlah : 1 buah
- Diameter : 0,3185 m
- Daya motor : 1/2 Hp

Spesifikasi Baffle

- Jumlah : 4 Buah
- Lebar : 0,0541 m
- Tinggi : 0,7475 m

Spesifikasi Jacket

- Luas transfer panas: 14,9366 m²

- Tinggi jaket : 1,3588 m
- Tebal jaket : 0,0047 m

3.3.4 Netrallizer (N-01)

Fungsi : Menetralisasi katalis H_2SO_4 dengan Bantuan NaOH menjadi Natrium Sulfat

Jenis : Tangki Silinder Tegak Berpengaduk

Jumlah : 1 buah

Bahan Konstruksi : *Stainless steel*

Kondisi operasi :

- Tekanan : 1 atm
- Suhu : 50 °C

Volume Netralizer : 3,0416 m³

Tinggi Total : 1,7834 m

Spesifikasi Silinder :

- Diameter *shell* : 1,4578 m
- Tinggi *shell* : 1,4578 m
- Tebal *shell* : 0,0040 m
- Volume *Shell* : 2,4321 m³

Spesifikasi Tutup

- Jenis tuutp : *Torispherical Dished Head*
- Volume *head* : 0,6095 m³
- Tinggi *Head* : 0,16 m

- Tebal *Head* : 0,0033 m

spesifikasi Pengaduk

- Jenis Pengaduk : Turbin 6 blade disk standar

- Diameter Pengaduk : 0,4859 m

- Tinggi Pengaduk : 0,0972 m

- Lebar Pengaduk : 0,1215 m

- Daya Pengaduk : 2,77 hp

Spesifikasi Jacket Pendingin

- Diameter *in Jacket* : 2,3276 m

- Diameter *out Jacket* : 2,3371 m

- Tinggi *Jacket* : 1,4578 m

- Tebal *Jacket* : 0,00324 m

- Bahan konstruksi : *Stainless steel SA-167 type 316*

3.3.5 Decanter (DC-01)

Tugas : Memisahkan Na_2SO_4 , $\text{C}_3\text{H}_8\text{SO}_4$ dan H_2O
dari $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$

Jenis alat : silinder horizontal decanter

Bahan konstruksi : *Stainless steel 316 AISI*

Kondisi operasi :

- Tekanan : 1 atm

- Suhu : 40°C

Waktu tinggal : 10 menit

Spesifikasi :

- Diameter	: 1,880 m
- Panjang	: 5,639 m
Tebal <i>shell</i>	: 0,0040 m
Tebal <i>head</i>	: 0,0038 m
Jumlah	: 1 unit

3.3.6 Menara Distilasi (MD-01)

Tugas : Memurnikan produk C_3H_7OH

Jenis alat : Distilasi *Sieve tray*

Bahan konstruksi : Carbon Steel

Jumlah : 1 Buah

Kondisi operasi :

1. Kondisi operasi umpan

Tekanan : 1 atm

Suhu *bubble point* : 96,8516 °C

Suhu *dew point* : 98,2105 °C

2. Kondisi operasi *distilat*

Tekanan : 1 atm

Suhu *bubble point* : 83,9671 °C

Suhu *dew point* : 72,2860 °C

3. Kondisi operasi *bottom*

Tekanan : 1 atm

Suhu *bubble point* : 99,9229 °C

- Suhu *dew point* : 99,9679 °C

Dimensi plate

- Diameter atas : 1,1756 m
- Diameter bawah : 0,8060 m

1. Enriching Section

- Plate : 11
- Plate Spacing : 0,30 m

2. Stripping Section

- Plate : 22
- Plate spacing : 0,30

Dimensi Head

- Tipe : *Torispherical flanged and dishead head*
- Tebal head atas : 0,0038 m
- Tebal head bawah : 0,0035 m
- Material : *Carbon Steel SA 283 grade C*

Dimensi shell

- Tebal shell atas : 0,0042 m
- Tebal shell bawah : 0,0038 m
- Tinggi Total Menara : 13,4896 m

3.3.7 *Rotary Dryer (RD-01)*

Tugas : Mengurangi Kandungan $C_3H_8SO_4$ dan H_2O
dalam Na_2SO_4

Jenis alat : *Rotary Dryer*

Bahan konstruksi : *Stainless steel SA-302*

Kondisi operasi :

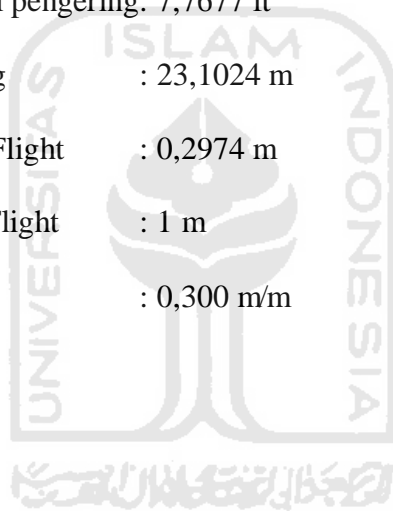
- Tekanan : 1 atm
- Suhu : 100°C

Waktu tinggal : 0,3579 jam

Spesifikasi :

- Diameter : 2,9742 m
- Dimensi pengering: 7,7677 ft
- Panjang : 23,1024 m
- Tinggi Flight : 0,2974 m
- Offset Flight : 1 m
- Slope : 0,300 m/m

Power : 30 hp



3.4 Alat Kecil

3.4.1 Kompresor (CMP-01)

Fungsi : Menaikan tekanan gas Tangki propilen (T-02)
dari 8 atm ke 10 atm

Tipe : Centrifugal compressor

Bahan : Carbon steel

Power : 1 Hp

Kondisi Operasi

- Tekanan masuk : 8 atm

- Tekanan keluar : 10 atm
- Temperatur masuk : 30 °C
- Temperatur keluar : 30°C

3.4.2 Expansion Valve (EV-01)

Fungsi : Menurunkan tekanan dari Reaktor (R-02) menuju Netralizer (N-01) dengan tekanan 10 atm menjadi 1 atm.

Jenis : Globe Valve Half Open

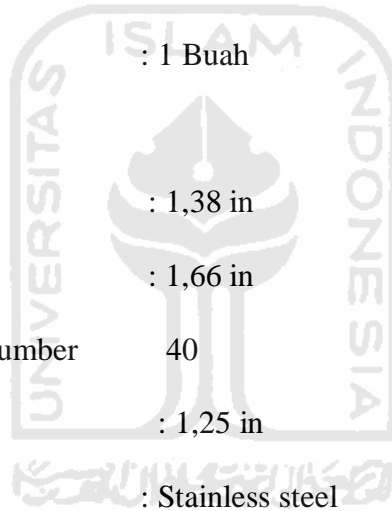
Jumlah : 1 Buah

Ukuran pipa :

- ID : 1,38 in
- OD : 1,66 in
- Schedule Number 40

- IPS : 1,25 in

Bahan : Stainless steel



3.4.3 Kondensor (CD-01)

Fungsi : Mengembunkan hasil keluaran atas dari menara distilasi (MD-01) pada suhu 83,967 °C

Jenis alat : *Double pipe*

Bahan konstruksi : *Stainless Steel*

Jumlah : 1 unit

Kebutuhan pendingin : 57.806,05875kg/jam

Luas transfer panas : 5,35 ft²

Kondisi operasi

Hot fluid :

- T in : 83,967 °C

- T out : 72,2860 °C

Cold fluid :

- T in : 30 °C

- T out : 50 °C

Spesifikasi *Annulus* :

- OD : 6,625 in

- ID : 6,065 in

- *Pressure drop* : 0,6345 psi

Spesifikasi *Inner pipe* :

- OD : 4,5 in

- ID : 4,026 in

- *Pressure drop* : 1,1913 psi

UD : 2 Btu/jam.ft².°F

Dirt factor : 0,4786

Jumlah hairpin : 1

Required length : 5,0686 lin ft

Surface actual : 1,055 ft

3.4.4 Reboiler (RB-01)

Fungsi : Menguapkan cairan hasil bawah MD-01

Jenis : Kettle reboiler (Double pipe)

Jumlah : 1 buah

Kondisi operasi

- Hot fluid : 374 °C

- Cold fluid :

T in : 99,9229 °C

T out : 99,9679 °C

Spesifikasi Annulus

- Fluida : Bottom dari MD-01

- IPS 4

- OD : 4,5 in

- ID : 4,026 in

- Sch.No 40

- Pressure drop : 0,17 psi

Spesifikasi Inner pipe

- Fluida : Steam

- IPS 2

- OD : 2,38 in

- ID : 2,067 in

- Sch.No 40

- Pressure drop : 5,4593 psi

UD	: 100 Btu/ft ² .°F.jam
Dirt factor	: 0,0014
Jumlah hairpin	: 1 buah
Required length	: 23,1574 lin ft
Surface actual	:12,5513 ft ² /lin ft

3.4.5 Screw Conveyor (SC-01)

Fungsi : Mengangkut Natrium sulfat Na₂SO₄ dari Decanter (DC-01) menuju Rotary Dryer (RD-01)

Jenis : Horizontal Screw Conveyor

Spesifikasi :

- Kapasitas : 8.486,5646 kg/jam
- Diameter : 0,1016 m
- Panjang : 14,7645 ft
- Daya : ¼ Hp

Jumlah : 1 Unit

3.4.6 Filter (FL-01)

Fungsi : Menyaring debu yang terbawa pada udara yang diumpankan menuju HE udara

Jenis alat : *Bag house Filter*

Bahan konstruksi : *Carbon steel*

Kondisi operasi

- Tekanan : 1 atm
- Suhu : 30 °C

Spesifikasi

- *Diameter bag* : 0,32 m
- *Panjang bag* : 0,63 m
- Jumlah : 1 buah

3.4.7 Blower

- Fungsi : Mengalirkan Udara Menuju *Rotary Dryer*
- Jenis : Blower Centrifugal
- Bahan Konstruksi : Carbon stell
- Laju alir massa udara : 22.023,89 kg/jam
- Kondisi Operasi
- Tekanan : 1 atm
 - Suhu : 30 °C
- Power : $\frac{3}{4}$ Hp

3.4.8 Cooling Conveyor

- Fungsi : Menurunkan Suhu Keluaran Rotary Dryer
- Jenis alat : Horizontal screw conveyor – Rotary Cutoff Valve
- Bahan konstruksi : *Carbon steel SA 283 Grade*
- Kapasitas : 7.961,5097kg/jam
- Kondisi operasi
- Tekanan : 1 atm
 - Suhu in : 50 °C

- Suhu out : 30 °C

Spesifikasi

- Panjang : 25 m
- Diameter *shaft* : 0,0508 m
- Diameter umpan : 0,2286 m
- Diameter *Flight* : 0,254 m
- Kecepatan putaran : 55 rpm

Power : 0,5 Hp

3.4.9 Elevator

Fungsi : Mengangkut Na_2SO_4 dari Cooling Conveyor (CLC-01) menuju Silo (SL-01)

Jenis alat : Bucket Elevator

Bahan konstruksi : *Carbon steel*

Kapasitas : 6.634,59144 kg/jam

Jumlah bucket : 19 bucket

Waktu tinggal 1 bucket : 0,01703 mnt/bucket

Kondisi operasi

- Tekanan : 1 atm
- Suhu : 30 °C

Spesifikasi

- Panjang : 0,1524 m
- Lebar : 0,1016 m

- Kedalaman : 0,10795 m
- Tinggi : 7,62 m

Power : 2 1/2 Hp



3.4.10 Cooler

Tabel 3. 2 Spesifikasi Cooler

Spesifikasi Cooler	Cooler (CL-01)	Cooler (CL-02)	Cooler (CL-03)	Cooler (CL-04)
Tugas	Mendinginkan larutan keluaran Reaktor (R-02) menuju Netrallizer (N-01) dari suhu 65°C ke suhu 50°C.	Mendinginkan larutan keluaran Netralizer (NT-01) menuju Decanter (DC-01) dari suhu 50°C ke suhu 40°C.	Mendinginkan keluaran hasil Accumulator (ACC-01) menuju Tangki penyimpanan IPA (T-04) dari suhu 72,28 °C ke suhu 30 °C.	Mendinginkan keluaran hasil bawah Menara Distilasi (MD-01) menuju Unit Pengolahan Limbah dari suhu 99,9924 °C ke suhu 30 °C.
Jenis	<i>Double pipe</i>	<i>Double pipe</i>	<i>Double pipe</i>	<i>Shell and Tube</i>
Jumlah	1 buah	1 buah	1 buah	1 buah
Kebutuhan air Pendingin	11.938,74729 kg/jam	18.723,26821 kg/jam	17.631,74803 kg/jam	75.860,4814 kg/jam
Dimensi	<p><i>Annulus : Fluida panas</i> IPS : 2 ID : 2,469 in OD : 0,753 in <i>Inner pipe : air (cold fluid)</i> IPS : 1 1/4 ID : 1,38 in OD : 0,435 in</p>	<p><i>Annulus : Fluida panas</i> IPS : 2 ½ ID : 2,88 in OD : 2,469 in <i>Inner pipe : air (cold fluid)</i> IPS : 1 ¼ ID : 1,66 in OD : 1,38 in</p>	<p><i>Annulus : Fluida panas</i> IPS : 2 ID : 2,38 in OD : 2,067 in <i>Inner pipe : air (cold fluid)</i> IPS : 1 ¼ ID : 1,66 in OD : 1,38 in</p>	<p><i>Tube :</i> OD : 1 ¼ BWG : 18 ID _t : 1,15 in Pitch : 1 9/16 Bentuk : Triangular pitch <i>Shell :</i> ID _s : 23 ¼ in Pass : 1</p>
Luas transfer Panas	58,4934 ft ²	78,4321 ft ²	88,2150 ft ²	503,7139 ft ²
Bahan	<i>Stainless Steel</i>	<i>Stainless steel</i>	<i>Carbon steel</i>	<i>Carbon steel</i>

3.4.11 Pompa

Tabel 3. 3 Spesifikasi Pompa

Spesifikasi Pompa	Pompa (P-01)	Pompa (P-02)	Pompa (P-03)	Pompa (P-04)
Tugas	Menaikkan tekanan mengalirkan umpan H ₂ SO ₄ dari Tangki (T-01) menuju Absorber (AB-01).	Mengalirkan umpan hasil dari Absorber (AB-01) menuju Heater (HE-01).	Mengalirkan hasil keluaran Heater (HE-01) menuju Reaktor (R-01).	Mengalirkan umpan H ₂ O menuju Heater (HE-02).
Jenis	Pompa Sentrifugal single stage	Pompa Sentrifugal single stage	Pompa Sentrifugal single stage	Pompa Sentrifugal single stage
Jumlah	1 buah	1 buah	1 buah	1 buah
Kapasitas	13,5440 gpm	42,6841 gpm	44,8775 gpm	5,2762 gpm
Ukuran pipa	IPS : 1 ½ in ID : 1,610 in OD : 1,90 in Sch N : 40 Flow area pipe : 2,04 in ²	IPS : 2 ½ in ID : 2,469 in OD : 2,88 in Sch N : 40 Flow area pipe : 4,79 in ²	IPS : 2 ½ in ID : 2,469 in OD : 2,88 in Sch N : 40 Flow area pipe : 4,79 in ²	IPS : 1 in ID : 1,049 in OD : 1,32 in Sch N : 40 Flow area pipe : 0,864 in ²
Total head	3,6403 m	2,2249 m	1,1998 m	2,1486 m
Power	1/4 Hp	1/6 Hp	1/12 Hp	1/20 Hp
Bahan	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial steel</i>	<i>Commercial steel</i>

Tabel 3. 4 Spesifikasi Pompa (Lanjutan)

Spesifikasi Pompa	Pompa (P-05)	Pompa (P-06)	Pompa (P-07)	Pompa (P-08)
Tugas	Menaikkan tekanan mengalirkan keluaran H ₂ O keluaran dari Heater (HE-02) menuju Reaktor (R-01)	Mengalirkan keluaran Reaktor (R-01) menuju Reaktor (R-02).	Mengalirkan keluaran Reaktor (R-02) menuju Cooler (CL-01).	Mengalirkan keluaran Cooler (CL-01) menuju Expansion valve (EV-01).
Jenis	Pompa Sentrifugal single stage	Pompa Sentrifugal single stage	Pompa Sentrifugal single stage	Pompa Sentrifugal single stage
Jumlah	1 buah	1 buah	1 buah	1 buah
Kapasitas	5,4512 gpm	31,8311 gpm	28,6070 gpm	28,2204 gpm
Ukuran pipa	IPS : 1 in ID : 1,049 in OD : 1,32 in Sch N : 40 Flow area pipe : 0,864 in ²	IPS : 2 in ID : 2,067 in OD : 2,38 in Sch N : 40 Flow area pipe : 3,35 in ²	IPS : 2 in ID : 2,067 in OD : 2,38 in Sch N : 40 Flow area pipe : 3,35 in ²	IPS : 2 in ID : 2,067 in OD : 2,38 in Sch N : 40 Flow area pipe : 3,35 in ²
Total head	96,3138 m	2,2521 m	2,1910 m	67,6930 m
Power	1 ½ Hp	1/4 Hp	1/4 Hp	7 ½ Hp
Bahan	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial steel</i>	<i>Commercial steel</i>	<i>Commercial steel</i>

Tabel 3. 5 Spesifikasi Pompa (Lanjutan)

Spesifikasi Pompa	Pompa (P-09)	Pompa (P-10)	Pompa (P-11)	Pompa (P-12)
Tugas	Mengalirkan umpan NaOH dari Tangki (T-03) menuju Heater (HE-03).	Mengalirkan keluaran Heater (HE-03) menuju Netralizer (NT-01).	Mengalirkan keluaran Netralizer (NT-01) menuju Cooler (CL-02).	Mengalirkan keluaran Cooler (CL-02) menuju Decanter (DC-01).
Jenis	Pompa Sentrifugal single stage	Pompa Sentrifugal single stage	Pompa Sentrifugal single stage	Pompa Sentrifugal single stage
Jumlah	1 buah	1 buah	1 buah	1 buah
Kapasitas	27,6452 gpm	27,9084 gpm	80,5721 gpm	79,8282 gpm
Ukuran pipa	IPS : 2 in ID : 2,067 in OD : 2,38 in Sch N : 40 Flow area pipe : 3,35 in ²	IPS : 2 in ID : 2,067 in OD : 2,38 in Sch N : 40 Flow area pipe : 3,35 in ²	IPS : 3 in ID : 3,068 in OD : 3,5 in Sch N : 40 Flow area pipe : 7,38 in ²	IPS : 3 in ID : 3,068 in OD : 3,5 in Sch N : 40 Flow area pipe : 7,38 in ²
Total head	2,2318 m	2,1750 m	2,2378 m	5,2795 m
Power	1/4 Hp	1/4 Hp	1/8 Hp	1/4Hp
Bahan	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial steel</i>	<i>Commercial steel</i>

Tabel 3. 6 Spesifikasi Pompa (Lanjutan)

Spesifikasi Pompa	Pompa (P-13)	Pompa (P-14)	Pompa (P-15)	Pompa (P-16)
Tugas	Mengalirkan keluaran Decanter (DC-01) menuju Heater (HE-04).	Mengalirkan keluaran Heater (HE-04) menuju Menara Distilasi (MD-01)	Mengalirkan keluaran Accumulator (ACC-01) menuju Cooler (CL-03).	Mengalirkan keluaran Cooler (CL-03) menuju Tangki C ₃ H ₇ OH (T-04).
Jenis	Pompa Sentrifugal single stage	Pompa Sentrifugal single stage	Pompa Sentrifugal single stage	Pompa Sentrifugal single stage
Jumlah	1 buah	1 buah	1 buah	1 buah
Kapasitas	46,7637 gpm	49,8193 gpm	20,1913 gpm	19,0683 gpm
Ukuran pipa	IPS : 2 ½ in ID : 2,469 in OD : 2,88 in Sch N : 40 Flow area pipe : 4,79 in ²	IPS : 2 ½ in ID : 2,469 in OD : 2,88 in Sch N : 40 Flow area pipe : 4,79 in ²	IPS : 2 in ID : 2,067 in OD : 2,38 in Sch N : 40 Flow area pipe : 3,35 in ²	IPS : 2 in ID : 2,067 in OD : 2,38 in Sch N : 40 Flow area pipe : 3,35 in ²
Total head	5,7780 m	13,9572 m	4,0999 m	8,6245 m
Power	1/2 Hp	1 Hp	1/6 Hp	1/3 Hp
Bahan	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial steel</i>	<i>Commercial steel</i>	<i>Commercial Steel</i>

Tabel 3. 7 Spesifikasi Pompa (Lanjutan)

Spesifikasi Pompa	Pompa (P-17)	Pompa (P-18)
Tugas	Mengalirkan keluaran hasil bawah Menara Distilasi (MD-01) menuju Cooler (CL-04).	Mengalirkan keluaran Cooler (CL-04) menuju Unit Pengolahan Limbah.
Jenis	Pompa Sentrifugal single stage	Pompa Sentrifugal single stage
Jumlah	1 buah	1 buah
Kapasitas	29,9036 gpm	27,9319 gpm
Ukuran pipa	IPS : 2 in ID : 2,067 in OD : 2,38 in Sch N : 40 Flow area pipe : 3,35 in ²	IPS : 2 in ID : 2,067 in OD : 2,38 in Sch N : 40 Flow area pipe : 3,35 in ²
Total head	2,2136 m	2,1866 m
Power	1/6 Hp	1/6 Hp
Bahan	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial steel</i>

3.4.12 Heater

Tabel 3. 8 Spesifikasi Heater

Spesifikasi Alat	<i>Heater-01 (HE-01)</i>	<i>Heater-02 (HE-02)</i>	<i>Heater-03 (HE-03)</i>	<i>Heater-4 (HE-04)</i>
Tugas	Memanaskan hasil keluaran Absorber (AB-01) dari suhu 30°C menjadi 65°C	Memanaskan H ₂ O masuk Reaktor (R-01) dari suhu 30°C menjadi 65°C	Memanaskan larutan NaOH dari Tangki (T-03) menuju Netralizer (NT-01) dari suhu 30°C menjadi 50°C	Memanaskan larutan keluaran dari Decanter (D-01) menuju Menara Distilasi (MD-01) dari suhu 40°C menjadi 96,828°C
Jenis Alat	<i>Double pipe heat exchanger</i>	<i>Double pipe heat exchanger</i>	<i>Double pipe heat exchanger</i>	<i>Double pipe heat exchanger</i>
Bahan Konstruksi	<i>Stainless Steel</i>	<i>Stainless Steel</i>	<i>Stainless Steel</i>	<i>Stainless Steel</i>
Kebutuhan <i>Steam</i>	412,5083 kg/jam	164,1207 kg/jam	536,0874 kg/jam	2.216,2350 kg/jam
Luas Transfer Panas	19,6959 ft ²	6,5231 ft ²	47,3230 ft ²	137,9182 ft ²
Spesifikasi <i>Annulus</i>	IPS : 2 in	IPS : 2 ½ in	IPS : 3 in	IPS : 2 ½ in
	ID : 0,1722 in	ID : 0,2057 in	ID : 0,2556 in	ID In : 0,2057
	OD : 0,1983 in	OD : 0,24 in	OD : 0,2916 in	OD : 0,24 in
	<i>Pressure drop</i> : 2,7738 psi	<i>Pressure drop</i> : 0,0029 psi	<i>Pressure drop</i> : 0,0177 psi	<i>Pressure drop</i> : 0,1513 Psi
Spesifikasi <i>Inner Pipe</i>	IPS : 1 ¼ in	IPS : 1 ¼ in	IPS : 2 in	IPS : 1 ¼ in
	ID : 0,115 in	ID : 0,115 in	ID : 0,1983 in	ID : 0,115 in
	OD : 0,1383 in	OD : 0,1383 in	OD : 0,1722 in	OD : 0,1383 in
	<i>Pressure drop</i> : 0,3418 psi	<i>Pressure drop</i> : 0,0814 psi	<i>Pressure drop</i> : 2,0248 psi	<i>Pressure drop</i> : 2,0177 Psi
Jumlah	1 unit	1 unit	1 unit	1 unit

3.4.13 Heater Udara

Fungsi : Menaikkan temperature udara dari suhu 30°C menjadi 130°C sebelum masuk Rotary Dryer (RD-01)

Jenis alat : *Double pipe*

Bahan konstruksi : *Carbon steel*

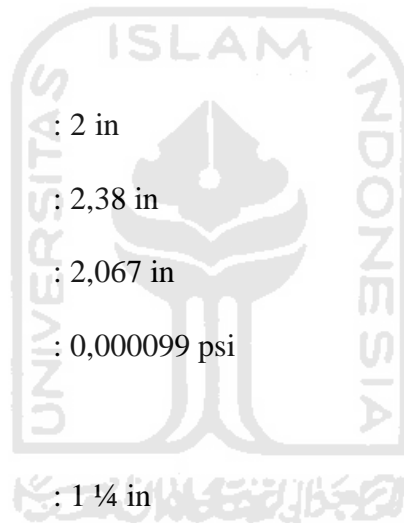
Kebutuhan steam : 20,0156 kg/jam

Luas transfer panas : 5,42053 ft²

Spesifikasi

- Annulus
 - IPS : 2 in
 - OD : 2,38 in
 - ID : 2,067 in
 - *Pressure drop* : 0,000099 psi
- Inner pipe
 - IPS : 1 ¼ in
 - OD : 1,66 in
 - ID : 1,38 in
 - *Pressure drop* : 0,7465 psi

Jumlah : 1 unit



3.5 Perencanaan Produksi

Ada dua hal yang perlu diperhatikan dalam menyusun rencana produksi, yaitu faktor eksternal dan faktor internal. Faktor eksternal adalah faktor yang menyangkut kemampuan pasar terhadap jumlah produk yang dihasilkan, sedangkan faktor internal merupakan faktor yang berada dalam kekuasaan pimpinan perusahaan dan kemampuan pabrik.

a.) 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:

- Rencana produksi sesuai dengan kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai kemampuan pasar dengan mempertimbangkan untung dan rugi.
- Rencana produksi tetap dengan mempertimbangkan bahwa kelebihan produksi disimpan dan dipasarkan tahun berikutnya.
- Mencari daerah pemasaran yang tepat.

b.) Kemampuan pabrik

Pada umumnya pabrik ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain :

1. Material (bahan baku)

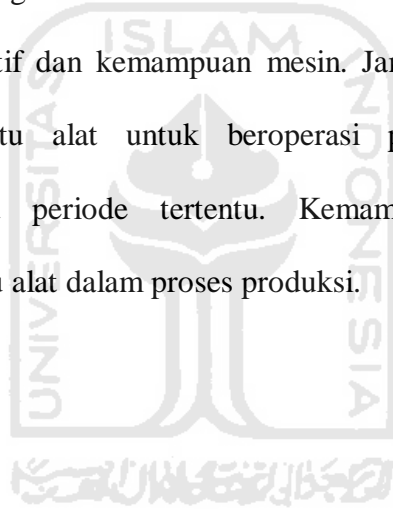
Dengan menggunakan material yang memenuhi kualitas dan kuantitas maka akan tercapai target produksi yang diinginkan.

2. Manusia (tenaga kerja)

Kurang terampilnya tenaga kerja yang ada dapat menimbulkan kerugian pabrik, maka dari itu perlu dilakukan pelatihan atau training pada karyawan agar keterampilannya meningkat dan semakin baik.

3. Mesin (peralatan)

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

41 Lokasi Pabrik

Penentuan lokasi pabrik sangat berpengaruh terhadap pendirian suatu pabrik untuk kelangsungan operasi pabrik. Ada beberapa pertimbangan yang menjadi dasar dalam menentukan lokasi pabrik, antara lain : lokasi pabrik dengan sumber bahan baku dan bahan pendukung , lokasi pabrik dengan pasar penunjang , transportasi , tenaga kerja dan kemungkinan pengembangan pabrik dimasa mendatang. Hal utama yang harus diperhatikan adalah lokasi suatu pabrik harus mencakup dasar pertimbangan yang telah di tentukan, sehingga mempunyai biaya produksi dan distribusi seminimal mungkin , dapat memberikan keuntungan, serta memiliki kemungkinan yang baik untuk dikembangkan. Berdasarkan pertimbangan di atas, maka ditentukan pendirian pabrik *Isopropil Alkohol* ini direncanakan berlokasi di daerah Cilegon, Banten, Indonesia.



Gambar 4. 1 Peta Cilegon, Banten

4.1.1 Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik

Faktor-faktor primer yang dapat mempengaruhi pemilihan lokasi pabrik adalah sebagai berikut:

1. Letak Pasar

Sumber bahan baku merupakan salah satu faktor penting yang dipertimbangkan dalam mempengaruhi pemilihan lokasi pabrik.

Untuk mendapatkan kemudahan akses dan menekan biaya penyediaan bahan baku, dengan pertimbangan tersebut maka diambil bahan baku *propilen* yang di peroleh dari pabrik

PT.Chandra Asri Petrochemical Tbk.

2. Sumber Bahan Baku

Pemasaran merupakan hal yang sangat mempengaruhi kelayakan proses untuk mengetahui pasar yang tepat bagi produk dan penempatannya. Pemasaran hasil produksi dapat dilakukan melalui jalur darat maupun jalur laut. Dengan pemasaran yang tepat akan menghasilkan laba dari penjualan dan menjamin kelangsungan proyek. Konsep pemasaran produk *Isopropil Alkohol* (IPA) yang bertujuan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, agar nantinya tidak perlu mengimpor *Isopropil Alkohol*. Strategi pemasaran merupakan dasar yang dijadikan patokan awal 4P diantaranya adalah *product* (Produk), *price* (harga), *place* (Tepat) dan *promotion* (Promosi) yang disatukan untuk mendapatkan respon yang diinginkan di pasar.

3. Fasilitas Transportasi

Sarana transportasi untuk keperluan pengangkutan bahan baku dan pemasaran produk dapat ditempuh melalui jalur darat maupun laut. Pelabuhan dapat dijadikan tempat berlabuh untuk kapal yang mengangkut bahan baku maupun produk. Dengan tersedianya sarana baik darat maupun laut maka diharapkan kelancaran kegiatan proses produksi, serta kelancaran pemasaran baik pemasaran domestik maupun internasional.

4. Utilitas

Pabrik ini memerlukan air yang relatif banyak baik untuk alat pendingin, steam dan keperluan lainnya . penyediaan air untuk utilitas mudah dan murah karena kawasan pabrik dekat dengan laut.

5. Tenaga Kerja

Faktor tenaga kerja merupakan hal yang penting dalam industri kimia. Kebutuhan tenaga kerja dapat dipenuhi dari daerah disekitar pabrik maupun di luar lokasi pabrik. Jumlah dan keterampilan tenaga kerja harus sesuai dengan kriteria perusahaan. Selain itu, perlu dipertimbangkan gaji minimum di daerah tersebut, jumlah waktu kerja, adanya industri lain di daerah tersebut, keanekaragaman keterampilan, pendidikan masyarakat sekitar dan lain-lain.

6. Keadaan Geografis dan Iklim

Lokasi pabrik memiliki iklim cukup baik, seperti daerah lain di Indonesia yang beriklim tropis dengan suhu berkisar 20-35 °C

4.1.2 Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik

Faktor penunjang berpengaruh dalam kelancaran proses produksi pabrik, faktor-faktor yang mejadi penunjang meliputi :

1. Perizinan

Lokasi pabrik dipilih di daerah kawasan industri, sehingga memudahkan dalam hal perizinan pendirian pabrik. Pengaturan tata letak pabrik merupakan bagian yang penting dalam proses pendirian pabrik, hal-hal yang perlu diperhatikan antara lain :

- a. Area pemanfaatan seefisien mungkin.
- b. Pengoperasian , pengontrolan , pengangkutan dan pemindahan maupun perbaikan semua peralatan proses dapat dilakukan dengan mudah dan aman.
- c. Transportasi yang baik dan efisien.
- d. Segi keamanan kerja terpenuhi.

2. Perluasan area pabrik

Perluasan pabrik dan penambahan bangunan di masa mendatang harus sudah masuk dalam pertimbangan awal. Sehingga sejumlah area

khusus yang akan direncanakan sudah harus dipersiapkan sebagai perluasan pabrik bila suatu saat dimungkinkan pabrik menambah peralatan untuk menambah kapasitas atau kemungkinan memerlukan ruangan yang dibutuhkan.

3. Prasarana dan Fasilitas

Prasarana seperti jalan dan transportasi lainnya harus tersedia, demikian juga fasilitas sosial seperti sarana kesehatan, pendidikan, ibadah, hiburan, Bank dan perumahan sehingga dapat meningkatkan kesejahteraan dan taraf hidup.

4. Faktor keamanan

Sangat diperlukan untukantisipasi bahaya kebakaran, ledakan, asap dan gas beracun. Maka perencanaan *lay out* selalu diusahakan jauh dari sumber yang dapat menyebabkan terjadinya bahaya.

42 Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik adalah tempat dari bagian – bagian pabrik yang meliputi tempat peralatan, tempat penyimpanan bahan baku dan produk, bekerjanya karyawan , dan sarana lain seperti utilitas , taman dan tempat parkir. Secara garis besar *Lay Out* pabrik dibagi menjadi beberapa daerah utama,yaitu :

42.1 Daerah administrasi /perkantoran ,laboraturium dan ruang kontrol

Merupakan pusat kegiatan administrasi pabrik yang mengatur

kelancaran operasi. Laboraturium dan ruang kontrol sebagai pusat pengendalian proses, kualitas dan kuantitas bahan yang akan di proses serta produk yang akan dijual.

4.2.2 Daerah Proses dan Ruang Kontrol

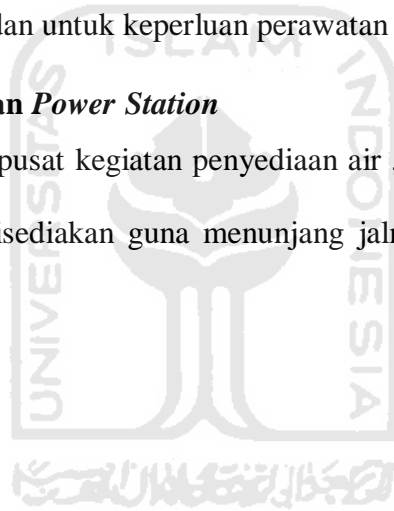
Merupakan daerah tempat alat-alat proses diletakkan dan proses berlangsung. Ruang kontrol sebagai pusat pengendalian berlangsungnya proses.

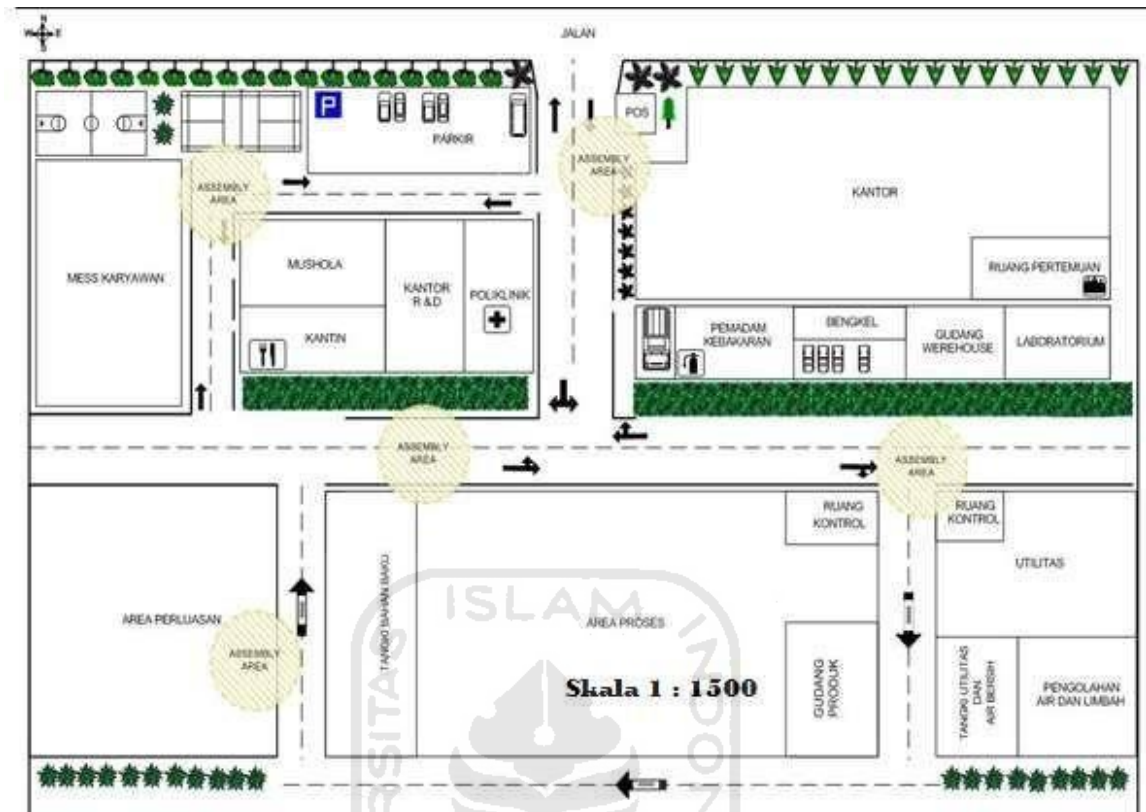
4.2.3 Daerah Gudang

Merupakan daerah untuk penampungan bahan-bahan yang diperlukan dalam proses oleh pabrik dan untuk keperluan perawatan peralatan proses.

4.2.4 Daerah Utilitas dan *Power Station*

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





Gambar 4. 2 Tata Letak Bangunan Pabrik

Tabel 4.1 Perincian Luas Tanah Bangunan Pabrik

No	Lokasi	luas, m ²
		m ²
1	Area Proses	900
2	Area Utilitas	450
3	Ruang Kontrol	80
4	Perkantoran	480
5	Laboratorium	100
6	Gedung Peralatan / Suku Cadang	250
7	Bengkel	250
8	Unit Pembangkit Listrik	300
9	Unit Pemadam Kebakaran	150
10	Perpustakaan	80
11	Poliklinik	200
12	Mess Karyawan	400

13	Kantin	100
14	Tempat Ibadah	100
15	Pos Keamanan	50
16	Parkir	300
17	Taman	900
18	<i>Jalan</i>	800
19	Area Perluasan	1800
20	Area Pengolahan Limbah	300
21	6 Toilet	120
Luas Tanah		3890.00
Luas Bangunan		12000.00
Total		12000.00

43 Tata Letak Peralatan Proses

Tata letak peralatan adalah tempat kedudukan alat-alat yang digunakan dalam proses produksi. Tata letak alat-alat proses harus dirancang sedemikian rupa sehingga kelancaran produksi bisa terjamin dan karyawan akan mendapatkan kepuasan kerja sehingga semangat kerja bisa ditingkatkan demikian juga produktivitas kerjanya. Dalam perancangan tata letak peralatan proses pada pabrik ada beberapa hal yang harus dipertimbangkan, yaitu :

1. Aliran bahan baku

Pengaliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikan keuntungan ekonomis yang besar serta menunjang kelancaran dan keamanan produksi. Perlu diperhatikan elevasi pipa diatas tanah, perlu dipasang pada ketinggian 3 m atau lebih. Untuk pemipaan pada permukaan tanah diatur sedemikian rupa, sehingga tidak mengganggu lalu lintas pekerja.

2. Lalu lintas alat berat

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

3. Aliran udara

Aliran udara di dalam dan disekitar area proses perlu diperhatikan supaya lancar. Hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya stagnansi udara pada suatu tempat yang dapat menyebabkan akumulasi bahan kimia yang berbahaya, sehingga dapat membahayakan keselamatan para pekerja. Di samping itu perlu diperhatikan arah hembusan angin.

4. Pencahayaan

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

5. Lalu lintas manusia dan kendaraan

Dalam perancangan tata letak peralatan, perlu diperhatikan agar pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah agar apabila terjadi gangguan pada alat proses dapat segera diperbaiki, selain itu keamanan pekerja selama menjalankan tugasnya juga perlu diprioritaskan.

6. Pertimbangan ekonomi

Dalam penempatan alat-alat proses pada pabrik diusahakan agar dapat

menekan biaya operasi dan menjamin kelancaran serta keamanan proses produksi pabrik sehingga dapat menguntungkan dari segi ekonomi.

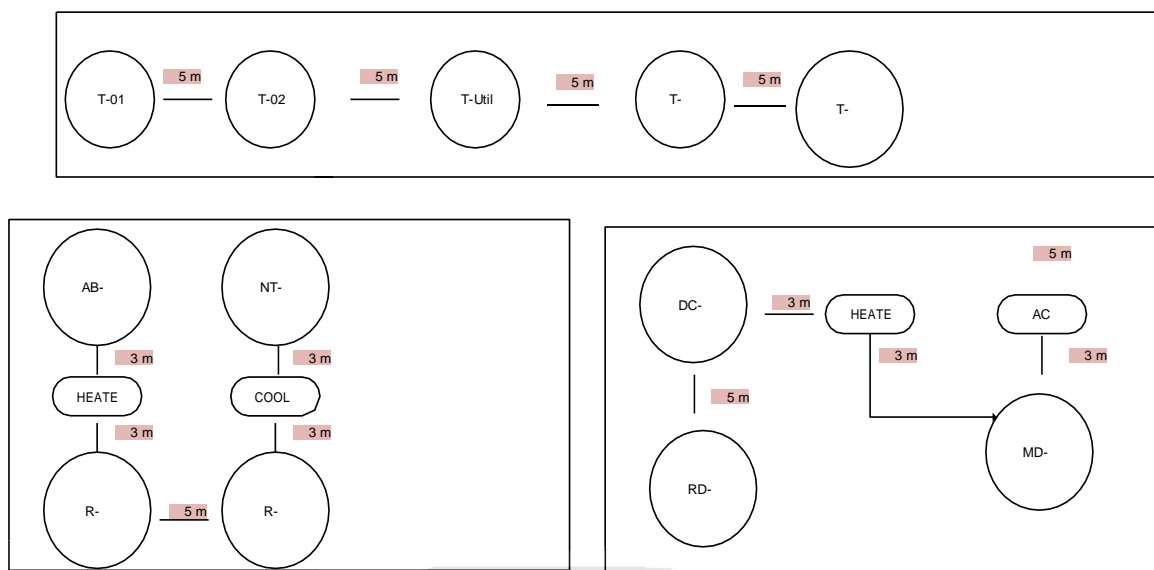
7. Jarak antar alat proses

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

Tata letak alat-alat proses harus dirancang sedemikian rupa sehingga:

- Kelancaran proses produksi dapat terjamin.
- Dapat mengefektifkan penggunaan luas lantai.
- Biaya *material handling* menjadi rendah dan menyebabkan turunnya pengeluaran untuk kapital yang tidak penting.
- Jika tata letak peralatan proses sedemikian rupa sehingga urutan proses produksi lancar, maka perusahaan tidak perlu untuk membeli alat angkutan yang biayanya mahal.
- Karyawan mendapat kepuasan kerja

Jika karyawan mendapat kepuasan kerja, maka akan membawa dampak meningkatnya semangat kerja yang akhirnya meningkatkan produktifitas kerja.



Gambar 4. 3 Tata Letak Alat Proses



44 Alir Proses dan Material

4.4.1 Neraca Massa

a. Neraca Massa Total

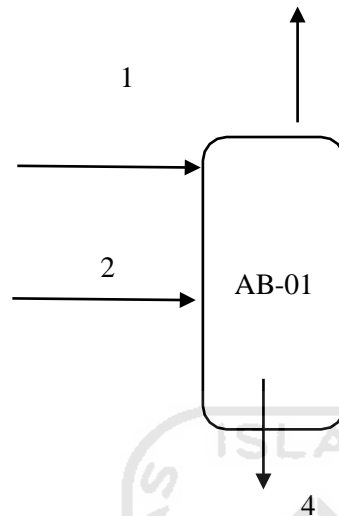
Neraca massa total dapat di tabulasikan dengan tabel berikut:

Tabel 4. 2 Neraca massa total

Komponen	Laju Alir (kg/jam)															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14 (Udara)	15	16
H ₂ SO ₄	4.657,662			23,288		3.499,068	4.576,560									
C ₃ H ₆		2.026,69 4	40,534													
C ₃ H ₈		10,669	10,669													
H ₂ O	17,459			17,459	1021,454	400,50	202,597	3.888,455	5772	5.447,303	324,936	108,946	5.338,3 5 7		321,686	3,249
C ₃ H ₈ SO ₄				6.620,533		1.655,133	115,859		115,859		115,859				115,859	
C ₃ H ₇ OH						2.128,029	2.787,717		2.787,717	2.787,717		2.731,96 3	55,754			
NaOH								3.735,967								
Na ₂ SO ₄									6.631,342		6.631,342					6.631,342
Udara														450,56		
Total	4.675,121	2.037,36 3	51,203	6.661,28	1021,454	7.682,73	7.682,73	7.624,422	15.306,91 8	8.235,02	7.072,137	2.840,90 9	5.394,111	450,56	437,546	6.634,591

b. Neraca Massa Per Alat

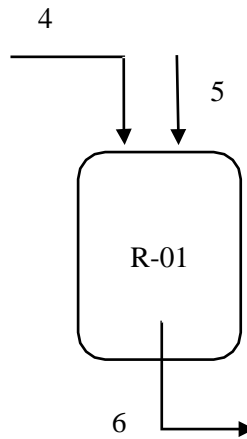
• Absorber (AB-01)



Tabel 4. 3 Neraca Massa Absorber

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)	
	1	2	3	4
H ₂ SO ₄	4.657,66 2	-	-	23,288
C ₃ H ₆	-	2.026,69 4	40,534	-
C ₃ H ₈	-	10,669	10,669	-
H ₂ O	17,459	-	-	17,459
C ₃ H ₈ SO ₄	-	-	-	6.620,53 3
Total	4.675,12 1	2.037,363	51,203	6.661,28 0
	6.712,484		6.712,484	

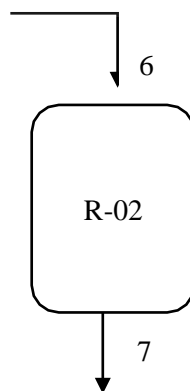
- **Reaktor RATB (R-01)**



Tabel 4. 4 Neraca Massa Reaktor

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)
	4	5	
H ₂ SO ₄	23,288	-	3.499,068
C ₃ H ₈ SO ₄	6.620,533	-	1.655,133
H ₂ O	17,459	1.021,454	400,50
C ₃ H ₇ OH		-	2.128,029
Total	6.661,280	1.021,454	7.682,734
	7.682,734		7.682,734

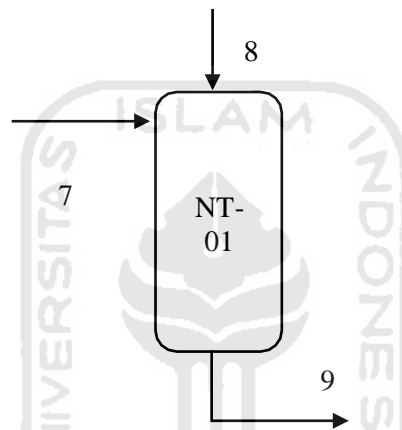
- **Reaktor RATB (R-02)**



Tabel 4. 5 Neraca Massa Reaktor (R-02)

Komponen	Input (kg/jam)	Ouput (kg/jam)
	6	7
H ₂ SO ₄	3.499,068	4.576,560032
C ₃ H ₈ SO ₄	1.655,133	115,8593314
H ₂ O	400,504	202,5974389
C ₃ H ₇ OH	2.128,029	2.787,717382
Total	7.682,734	7.682,734

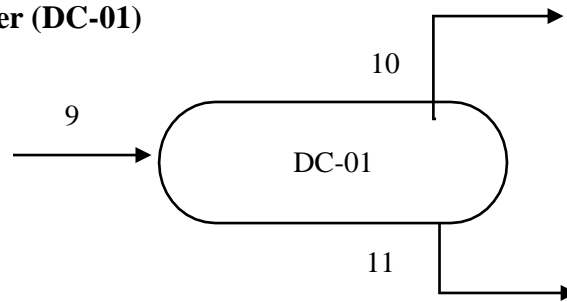
- Netalizer (NT-01)



Tabel 4. 6 Neraca Massa Netalizer (NT-01)

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)
	7	8	
H ₂ SO ₄	4.576,560	-	-
C ₃ H ₈ SO ₄	115,859	-	115,859
H ₂ O	202,597	3.888,45584	5772
C ₃ H ₇ OH	2.787,717	-	2.787,717
NaOH	-	3.735,967	-
Na ₂ SO ₄	-	-	6.631,342
Total	7.682,734	7.624,422	15.307,157
	15.307,157		15.307,157

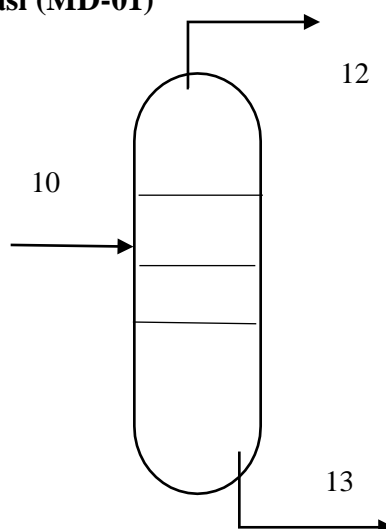
- Decanter (DC-01)



Tabel 4. 7 Neraca Massa Decanter

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	9	10	11
C ₃ H ₈ SO ₄	115,859	-	115,859
H ₂ O	5.772,239	5.447,303	324,936
C ₃ H ₇ OH	2.787,717	2.787,717	-
Na ₂ SO ₄	6.631,342	-	6.631,342
Total	15.307,157	8.235,020	7.072,137
	15.307,157	15.307,157	

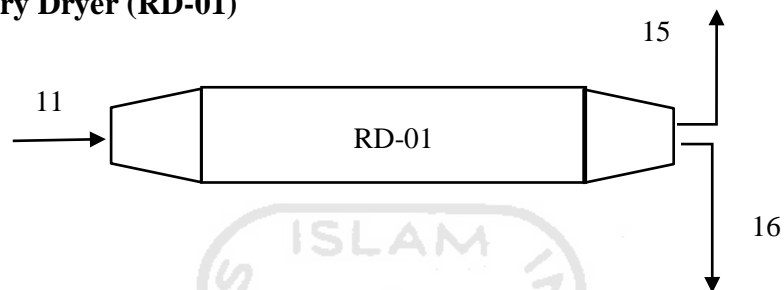
- Menara Distilasi (MD-01)



Tabel 4. 8 Neraca Massa Menara Distilasi (MD-01)

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)	
	11	14		11
Udara	-	450,56	Udara	-
C ₃ H ₈ SO ₄	115,859	-	C ₃ H ₈ SO ₄	115,859
H ₂ O	324,936	-	H ₂ O	324,936

A. Rotary Dryer (RD-01)



Tabel 4. 9 Neraca Massa Rotary Dryer (RD-01)

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	10	12	13
H ₂ O	5.447,303	108,946	5.338,357
C ₃ H ₇ OH	2.787,717	2.731,963	55,754
Total	8.235,020	2.840,9	5.394,111
		8.235,020	

4.4.2 Neraca Panas

1. Absorber (AB-01)

Tabel 4. 10 Neraca Panas Absorber (AB-01)

Arus	Input	Output
1	33.713,949	
2	15.855,417	
3		3.374,764
4		256.924,658
Panas reaksi	210.730,056	
Total	260.299,42	260.299,421
Total	260.299	260.299

2. Reaktor (R-01)

Tabel 4. 11 Neraca Panas Reaktor (R-01)

Arus	Input	Output
4	256.924,658	
5	170.789,511	
6		362.416,262
Panas reaksi	569.660,531	
Sub total	997.374,700	362.416,2618
Beban pendingin		634.958,438
Total	997.374,700	997.374,700

3. Reaktor (R-02)

Tabel 4. 12 Neraca Panas Reaktor (R-02)

Arus	Input	Output
7	584.815,034	
8		392.721,277
Panas reaksi	348.446,171	
Sub total	933.261,205	392.721,2773
Beban pendingin		540.539,928
Total	933.261,205	933.261,205

4. Netralizer (NT-01)

Tabel 4. 13 Neraca Panas Netralizer (NT-01)

Arus	Input	Output
6	392.721,277	
7	379.218,221	
8		645.101,034
Panas reaksi	34.909,628,698	
Sub total	35.681,568,196	645.101,034
Beban pendingin		35.036,467,162
Total	35.681,568,196	35.681,568,196

5. Decanter (DC-01)

Tabel 4. 14 Neraca Panas Decanter (DC-01)

Arus	Input	Output
8	496.401,999	
9		116.602,994
10		2.239,141,726
Q pemanas	1.859,342,722	
Total	2.355,744,720	2.355,744,720

6. Menara Distilasi (MD-01)

Tabel 4. 15 Neraca Panas Menara Distilasi (MD-01)

Arus	Input	Output
10	2.239,141,726	
11		23.337,767,273
12		30.851,614,349
Q pemanas	51.950,239,896	
Total	54.189,381,623	54.189,381,623

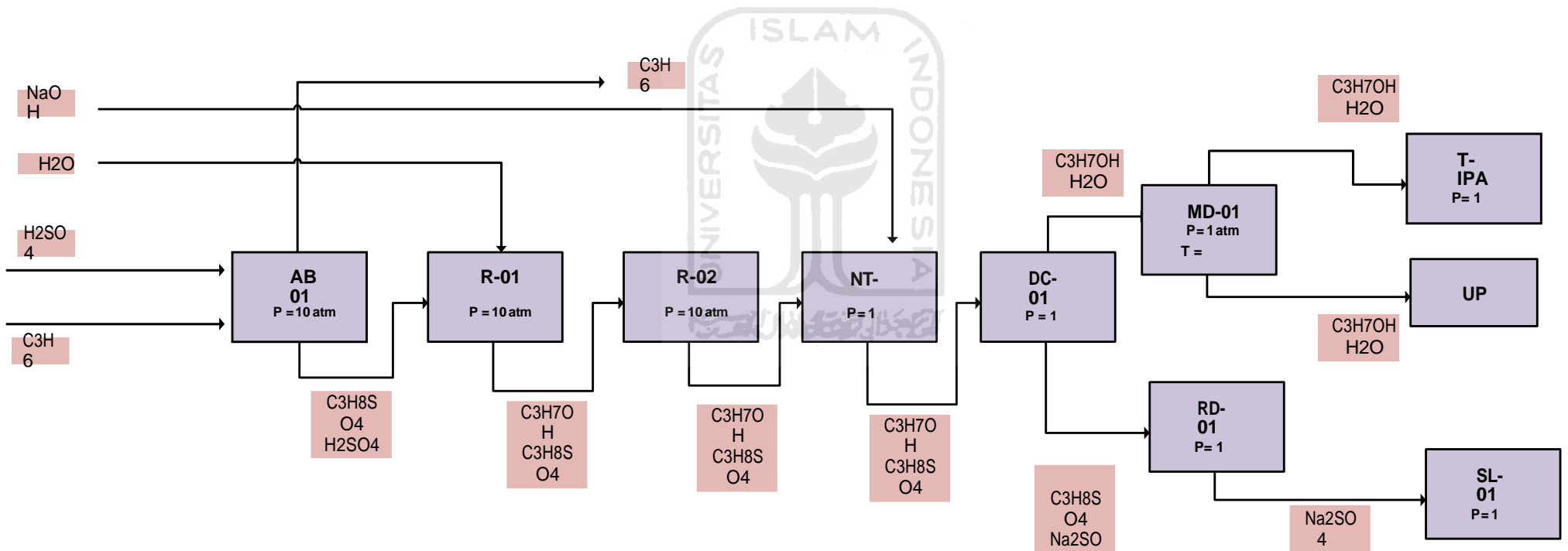
7. Rotary dryer (RD-01)

Tabel 4. 16 Neraca Panas Rotary Dryer (RD-01)

Arus	Input	Output
Padatan	23.535,83687	38.851,3562
Udara	83.609,90116	68.294,38183
Total	107.145,738	107.145,738

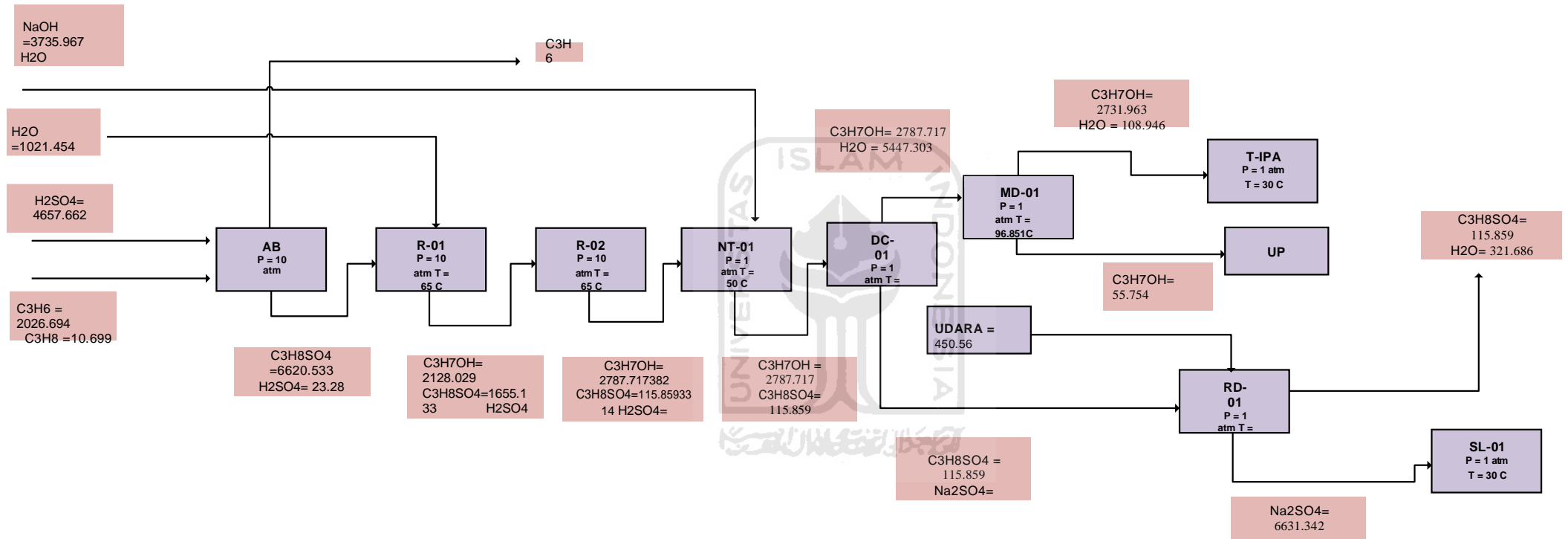
4.4.3 Diagram Alir Kualitatif dan Kuantitatif

DIAGRAM KUALITATIF



Gambar 4. 4 Diagram Alir Kualitatif

DIAGRAM KUANTITATIF



Gambar 4. 5 Diagram Alir Kuantitatif

45 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
2. Pengolahan Air (*Water Treatment System*)
3. Unit Pembangkit Steam (*Steam Generation System*)
4. Unit Air Pendingin
5. Unit Pembangkit Listrik (*Power Plant System*)
6. Unit Penyedia Udara Instrumen (*Instrument Air System*)

45.1 Unit Penyediaan Air

Untuk memenuhi kebutuhan air suatu pabrik pada umumnya menggunakan air sumur, air sungai, air danau maupun air laut sebagai sumbernya. Dalam perancangan pabrik IPA ini, sumber air yang digunakan berasal dari air Laut Banten Adapun penggunaan air laut sebagai sumber air dengan pertimbangan sebagai berikut:

1. Air Laut merupakan sumber air yang kontinuitasnya relatif tinggi, sehingga kendala kekurangan air dapat dihindari.
2. Jumlah air Laut lebih memungkinkan untuk memenuhi

kebutuhan pabrik.

3. Letak Laut berada tidak jauh dari lokasi pabrik.

4.5.1 Unit Pengolahan Air

Untuk menjamin kelangsungan penyediaan air, maka di lo

dibangun fasilitas penampungan air (*water intake*) yang juga merupakan tempat pengolahan awal air laut. Pengolahan ini meliputi penyaringan sampah dan kotoran yang terbawa bersama air. Selanjutnya air dipompakan ke lokasi pabrik untuk diolah dan digunakan sesuai dengan keperluannya. Pengolahan air di pabrik terdiri dari beberapa tahap, yaitu :

1. Tahap Pemisahan Kotoran Awal

Untuk menghilangkan padatan-padatan dalam air, maka air dimasukkan ke dalam bak pengendap air laut (bak sedimentasi) untuk menghilangkan padatan yang ada.

2. *Clarifier*

Klarifikasi merupakan proses penghilangan kekeruhan di dalam air. Air dari bak pengendap dialirkan ke dalam *clarifier* setelah diinjeksikan larutan alum $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ yang berfungsi sebagai koagulan. Reaksi koagulasi yang terjadi adalah (Culp *et. al.*, 1978) :



Setelah pencampuran yang disertai pengadukan maka akan terbentuk flok-flok yang akan mengendap ke dasar *clarifier* karena gaya gravitasi,

sedangkan air jernih akan keluar melimpah (*overflow*) yang selanjutnya akan masuk ke penyaring pasir (*sandfilter*) untuk penyaringan. Pemakaian larutan soda abu umumnya hingga 30 ppm terhadap jumlah air yang akan diolah (Trisnadi, 2009). Berdasarkan hasil perhitungan jumlah alum yang dibutuhkan sebesar 0,46774 kg/jam dan soda abu yang diperlukan sebesar 0,46774 kg/jam.

3. Filtrasi

Proses filtrasi berfungsi untuk memisahkan partikel-partikel, kotoran yang masih terikat bersama air. Bagian bawah alat penyaring dilengkapi dengan *strainer* sebagai penahan. Selama pemakaian, daya saring *sand filter* akan menurun. Untuk itu diperlukan regenerasi secara berkala dengan cara pencucian balik (*back washing*).

Material yang digunakan dalam medium filtrasi dapat bermacam-macam seperti pasir, antrasit (*crushed anthracite coal*), karbon aktif granular (*Granular Activated Carbon* atau GAC), karbon aktif serbuk (*Powdered Activated Carbon* atau PAC) dan batu garnet. Penggunaan yang paling umum dipakai di Afrika dan Asia adalah pasir dan gravel sebagai bahan filter utama, sebab tipe lain cukup mahal (Kawamura, 1991).

Setelah melalui *sand filter*, air dipompakan ke *reservoir* sebelum didistribusikan untuk berbagai kebutuhan. Untuk air proses, air laboratorium, air umpan boiler dan air pendingin masih diperlukan pengolahan lebih lanjut, yaitu proses *softener* dan deaerasi. Untuk air sanitasi dilakukan penambahan air dengan kaporit untuk membunuh

kuman-kuman di dalam air. Khusus untuk air minum, setelah dilakukan penambahan kaporit diteruskan ke penyaring air (*water treatment system*) sehingga air yang keluar merupakan air sehat dan memenuhi syarat-syarat air minum. Penambahan kaporit biasanya sebanyak 2 ppm dari air yang diolah (Gardon,1968). Berdasarkan hasil perhitungan jumlah kaporit yang digunakan sebesar 0,01016 kg/jam.

4. Desalinasi

Desalinasi adalah proses yang menghilangkan kadar garam berlebih dalam air laut untuk mendapatkan air yang dapat digunakan untuk kebutuhan sehari-hari. Metode yang digunakan dalam desalinasi adalah metode reverse osmosis yang telah banyak digunakan diberbagai industri. Metode ini menggunakan membrane semi permeabel yang berfungsi sebagai alat pemisah berdasarkan sifat fisiknya. Hasil pemisahan berupa retentate atau disebut konsentrat (bagian dari campuran yang tidak melewati membran) dan permeate (bagian dari campuran yang melewati membran). ;Proses pemisahan pada membran merupakan perpindahan materi secara selektif yang disebabkan oleh gaya dorong berupa perbedaan tekanan

5. Demineralisasi

Fungsi dari Demineralisasi untuk mnegambil semua ion yang terkandung di dalam air. Air yg telah mengalami proses ini disebut air demin. Untuk itu perlu dilakukan proses demineralisasi. Alat demineralisasi dibagi atas:

a. Penukar Kation (*Cation Exchanger*)

Penukar kation berfungsi untuk mengikat logam-logam alkali dan mengurangi kesadahan air yang digunakan. Proses yang terjadi adalah pertukaran antara kation Ca, Mg dan kation lain yang larut dalam air dengan kation dari resin. Resin yang digunakan bertipe *greendsand* (Fe-silika) dengan spesifikasi kapasitas penyerapan 0,5-2 grek/L dengan tinggi bed minimum 24 in, dirancang untuk bekerja dengan siklus 12 jam, terdiri dari 11 jam operasi dan 1 jam regenerasi. Reaksi yang terjadi :



Untuk regenerasi dipakai HCl dengan reaksi :



Berdasarkan hasil perhitungan dibutuhkan HCl sebanyak

0,0952 kg/jam.

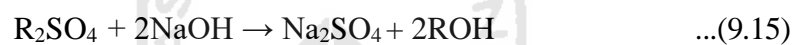
b. Penukar Anion (*Anion Exchanger*)

Penukar anion berfungsi untuk menukar anion yang terdapat

dalam air dengan ion hidroksida dari resin. Resin ini merupakan jenis *acrylic based* dengan kapasitas penyerapan 0,35-0,7 grek/L dan tinggi bed minimum 30 in dan dirancang untuk bekerja dengan siklus 12 jam, terdiri dari 11 jam operasi dan 1 jam regenerasi. Reaksi yang terjadi :



Untuk regenerasi dipakai larutan NaOH dengan reaksi:



Berdasarkan hasil perhitungan dibutuhkan NaOH sebanyak 18,2964 kg/jam.

6. Deaerasi

Deaerator berfungsi untuk menghilangkan gas terlarut yang keluar dari alat penukar ion (*ion exchanger*) dan kondensat bekas sebelum dikirim sebagai air umpan ketel sebab gas-gas tersebut dapat menyebabkan kerak (*scale*) pada *tube boiler*. Proses pada *deaerator* juga diinjeksikan bahan kimia berupa hidrazin (N_2H_4) yang berfungsi membantu mengikat oksigen yang terkandung dalam air sehingga lebih mudah dihilangkan. Jumlah hidrazin yang dibutuhkan sebanyak 0,01384 kg/jam. Hasil dari pengolahan ini air umpan *boiler* diasumsikan sudah

memenuhi persyaratan yang mengacu pada standar yang ditetapkan yakni SNI 7268-2009.

4.5.2 Air Pembangkit Steam

Bahan baku pembuatan *steam* adalah air umpan *boiler*. *Steam* yang dibutuhkan dalam proses ini pada tekanan 4,76 atm dan suhu 374°C. Zat-zat yang terkandung dalam air umpan *boiler* dapat menyebabkan kerusakan pada *boiler*. Berikut adalah zat-zat yang dapat merusak *boiler*:

- a. Kadar zat terlarut (*soluble matter*) yang tinggi
- b. Zat padat terlarut (*suspended solid*)
- c. Garam-garam kalsium dan magnesium
- d. Zat organik (*organic matter*)
- e. Silika, sulfat, asam bebas dan oksida

Syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh air umpan *boiler* :

- a. Tidak boleh membentuk kerak dalam *boiler*. Kerak dalam *boiler* akan menyebabkan :
 - Isolasi terhadap panas sehingga proses perpindahan panas terhambat.
 - Kerak yang terbentuk dapat pecah sewaktu-waktu, sehingga dapat menimbulkan kebocoran karena *boiler* mendapat tekanan yang kuat.

b. Tidak boleh membentuk buih (berbusa)

Busa disebabkan oleh adanya *solid matter*, *suspended matter* dan kebasaan yang tinggi. Kesulitan yang dihadapi dengan adanya busa diantaranya :

- Kesulitan pembacaan tinggi *liquid* dalam *boiler*
- Buih dapat menyebabkan percikan yang kuat yang mengakibatkan adanya solid-solid yang menempel dan mengakibatkan terjadinya korosi dengan adanya pemanasan lebih lanjut.

Untuk mengatasi hal ini, perlu adanya pengontrolan terhadap adanya kandungan lumpur, kerak dan alkalinitas air umpan *boiler*.

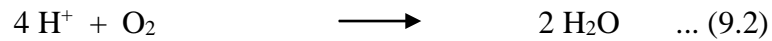
c. Tidak boleh menyebabkan korosi pada pipa

Korosi pada pipa *boiler* disebabkan oleh keasaman (pH rendah), minyak dan lemak, bikarbonat dan bahan organik, serta gas-gas H₂S, SO₂, NH₃, CO₂, O₂ yang terlarut dalam air. Reaksi elektrokimia antara besi dan air akan membentuk lapisan pelindung anti korosi pada permukaan baja, yaitu :



Tetapi jika terdapat oksigen dalam air, maka lapisan hidrogen yang terbentuk akan bereaksi dengan oksigen membentuk air. Akibat hilangnya lapisan pelindung tersebut terjadilah korosi

menurut reaksi :



Adanya bikarbonat dalam air akan menyebabkan terbentuknya CO_2 , karena pemanasan dan adanya tekanan. CO_2 yang terjadi bereaksi dengan air menjadi *asam karbonat*. *Asam karbonat* akan bereaksi dengan metal dan besi membentuk garam bikarbonat. Dengan adanya pemanasan (kalor), garam bikarbonat ini membentuk CO_2 lagi. Reaksi yang terjadi :



Unit pembangkit steam bertujuan untuk mencukupi kebutuhan steam pada proses produksi, yaitu dengan menyediakan ketel uap (Boiler).

Kebutuhan Steam (Perancangan dibuat overdesign 20%) : $1,2 \times 7147,17$
 $\text{kg/jam} = 8.576,5731 \text{ kg/jam}$

Tabel 4. 17 Kebutuhan Air Pembangkit Steam

Alat	Kode	Jumlah (kg/jam)
Heat Exchanger 01	HE-01	412,5083
Heat Exchanger 02	HE-02	164,1207
Heat Exchanger 03	HE-03	536,08
Heat Exchanger 04	HE-04	2.217,1491

Reiboler-01	RB-01	3.797,27056
Heat Exchnger Rotary	HE-05	20,0156

4.5.3 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.

Air yang telah digunakan untuk mendinginkan suatu alat proses, temperatur akan naik sesuai dengan kondisi operasi alat tersebut. Untuk itu diperlukan alat yang digunakan mendinginkan air tersebut untuk dapat digunakan kembali, yaitu dengan *cooling tower*.

Air pendingin setelah dipakai, diperalatan akan mengalami kenaikan suhu. Untuk menghemat pemakaian air pendingin maka sistem air pendingin dilakukan dalam suatu sistem sirkulasi dengan menurunkan suhunya di *cooling tower*.

Cooling tower merupakan suatu menara yang terdiri dari kerangka kayu. Air yang diturunkan suhunya dipercikan dengan udara yang ditiupkan oleh fan. Kontak udara dengan air akan menguapkan sebagian air tersebut, dan berarti suhu air akan turun kembali dan siap digunakan untuk pendingin kembali. Pada pra perancangan ini dipilih jenis *Induceed draft cooling tower* karena effisiensinya tinggi, dengan laju alir umumnya 1-5 galon/menit ft² dan kecepatan linier udara 4- 7 ft/dt dan jenis ini merupakan jenis yang paling banyak dipakai pabrik.

Fan terletak pada bagian atas dari *cooling tower*. Udara luar dihisap dengan *blower*, sehingga terjadi kekosongan dalam rancangan menara tersebut langsung bisa diisi udara pengganti dengan sendirinya. Karena udara masuk dengan kontinyu maka kontak dengan air dapat berlangsung dengan baik. Yang harus diperhatikan pada air pendingin antara lain:

- a. *Hardness*, yang memberikan efek pembentukan kerak.
- b. Besi, penyebab korosi kedua.
- c. Silika, penyebab kerak.
- d. Minyak, penyebab terganggunya *film corrosion inhibitor*, *heat transfer* koefisien yang menurun dapat menjadi makanan mikroba yang bisa menyebabkan terbentuknya endapan

Tabel 4. 18 Kebutuhan Air Pendingin

Nama Alat	Kode	Jumlah (kg/jam)
Reaktor 01	R-01	681,257
Reaktor 02	R-02	526,3217017
Netralizer 01	NT-01	28.467,10449
Condensor 01	CD-01	2.735,6649
Cooler 01	CL-01	11.938,75
Cooler 02	CL-02	18.723,27
Cooler 03	CL-03	17.631,74803
Cooler 04	CL-04	75.860,4814
Total		156.501,5927

4.5.4 Air Sanitasi

Air sanitasi digunakan untuk keperluan kantor dan rumah tangga perusahaan, yaitu air minum, mandi, mencuci, laboratorium dan lain-lain.

Air sanitasi yang digunakan harus memenuhi syarat-syarat tertentu :

1. Syarat fisik

- Suhu normal di bawah suhu udara luar
- Warna jernih
- Tidak berasa
- Tidak berbau

2. Syarat kimia

- Tidak mengandung zat organik maupun anorganik

- Tidak beracun
- Tidak mengandung bakteri-bakteri terutama bakteri patogen Perkiraan pemakaian air sanitasi untuk berbagai kebutuhan sebagai berikut:

Tabel 4. 19 Kebutuhan Air Domestik dan Service water

Keterangan	Jumlah (kg/jam)
Kebutuhan air domestic	3.896
Kebutuhan air service water	708

4.5.6 Unit Pembangkit Listrik

Unit ini sebagai penyedia kebutuhan listrik yang meliputi :

- Listrik untuk keperluan alat proses : 22,6660 Kw
- Listrik untuk keperluan alat utilitas : 173,0024 Kw
- Listrik untuk keperluan Ac : 15 Kw
- Listrik untuk keperluan penerangan : 100 Kw
- Listrik untuk keperluan laboratorium & bengkel : 40 Kw
- Listrik untuk keperluan instrument : 10 Kw

Total kebutuhan listrik yaitu 360,6684 Kw dengan generator efisiensi sebesar 80% maka total kebutuhan listrik sebesar 450,8355 Kw.

4.5.7 Unit Penyediaan Udara Tekan

Unit ini menyediakan udara tekan untuk pemakaian alat *Pneumatic control*. Total kebutuhan udara tekan diperkirakan 37 m³/jam.

4.5.8 Unit Penyediaan Bahan Bakar

Bahan bakar digunakan untuk keperluan pembakaran pada boiler dan diesel untuk generator pembangkit listrik. Bahan bakar boiler menggunakan minyak solar sebanyak 417,32 kg/jam. Bahan bakar generator menggunakan minyak solar sebanyak 44 kg/jam.

4.5.9 Unit Pengolahan Limbah

Limbah dari suatu pabrik harus diolah sebelum dibuang ke badan air atau atmosfer, karena limbah tersebut mengandung bermacam-macam zat yang dapat membahayakan alam sekitar maupun manusia. Demi kelestarian lingkungan hidup, maka setiap pabrik harus mempunyai unit pengolahan limbah. Sumber limbah cair pabrik meliputi:

1. Limbah cair hasil pencucian peralatan Pabrik

Limbah ini diperkirakan mengandung kerak dan kotoran-kotoran yang melekat pada peralatan pabrik.

2. Limbah Domestik

Limbah ini mengandung bahan organik sisa pencernaan yang berasal dari kamar mandi di lokasi pabrik, serta limbah dari kantin berupa limbah padat dan limbah cair.

3. Limbah Laboratorium

Limbah yang berasal dari laboratorium ini mengandung bahan-bahan kimia yang digunakan untuk menganalisa mutu bahan baku yang dipergunakan dan mutu produk yang dihasilkan, serta yang dipergunakan untuk penelitian dan pengembangan proses.

46 Spesifikasi Alat Utilitas

1. Screening / saringan (FU-01)

Fungsi : Menyaring kotoran-kotoran seperti daun, ranting, dan sampah yang berukuran besar dari air laut sebelum disaring lebih lanjut.

Kapasitas air : 260.427,77 kg/jam

Diameter Lubang : 0,01 m

Panjang : 3,048 m

Lebar : 2,4384 m

2. Reservoir / Sedimentasi (RS-01)

Fungsi : Mengendapkan kotoran dan lumpur yang terbawa dari air laut dengan proses sedimentasi.

Kapasitas air : 247.406 kg/jam

Tinggi : 6,6730 m

Panjang : 13,3460 m

Lebar : 13,3460 m

3. Bak koagulasi dan flokulasi (BU-01)

Fungsi : mengendapkan kotoran yang berupa dispersi koloid dalam air dengan menambahkan koagulan, untuk menggumpalkan kotoran.

Jenis pengaduk : Marine propeller 3 blade

Volume Bak	: 282,0433 m ³
Diameter	: 7,1091 m
Tinggi	: 7,1091 m
Diameter impeller	: 2,3697 m
Lebar baffle	: 0,2370 m
Jumlah impeller	: 1
Daya motor	: 2 Hp

4. Tangki larutan alum (TU-01)

Fungsi	: Menyiapkan dan menyimpan larutan alum 5% untuk 1 minggu operasi.
Volume bak	: 282,0433 m ³
Diameter	: 1,1546 m
Tinggi	: 2,3092 m

5. Reverse osmosis (SW)

Fungsi	: Menyaring molekul besar dan ion ion suatu larutan dengan cara memberikan tekanan pada larutan.
Permeate volumetris	: 108,8175 m ³ /jam
Area per elements	: 29,729 – 40,8773 m ²
Area pressure vessel	: 300-100 m ²

Number of membran : 6
 Number of housing : 20
 A per elements used : 60,4542 m²
 Area per pressure vessel: 362,7253 m²

6. Reverse osmosis (BW)

Fungsi : Menyaring molekul besar dan ion ion suatu larutan dengan cara memberikan tekanan pada larutan.

Permeate volumetris : 87,05407 m³/jam
 Area per elements : 29,729 – 40,8773 m²
 Area pressure vessel : 300-100 m²
 Number of membran : 6
 Number of housing : 8
 A per elements used : 51,8179 m²
 Area pressure vessel : 310,9074 m²

7. Sand Filter (F-01)

Fungsi : Menampung hasil dari reverse osmosis dan menyaring partikel-partikel halus yang ada dalam air laut.

Kecepatan penyaringan : 0,0089 ft³/ft².s
 Tinggi lapisan pasir (L) : 1,0944 m
 Luas permukaan (A) : 233,4910 ft²

Volume bak penyaringan: 28,4886 m³

Tinggi : 1,9240 m

Panjang : 3,8480 m

Lebar : 3,8480 m

8. Bak Penampung Sementara (BU-04)

Fungsi : Menampung sementara raw water setelah disaring di sand filter.

Volume : 241,8169 m³

Tinggi : 3,9247 m

Panjang : 7,8494 m

Lebar : 7,8494 m

9. Tangki Klorinasi (TU-02)

Fungsi : Mencampur klorin dalam bentuk kaporit ke dalam air untuk kebutuhan rumah tangga

Volume Total : 4,6752 m³

Kebutuhan kaporit : 0,0280 kg

Diameter : 1,8126 m

Tinggi : 1,8126 m

10. Tangki Kaporit (TU-03)

Fungsi : Menampung kebutuhan kaporit selama 1

minggu yang akan dimasukkan kedalam tangki

Klorinasi

Volume : 0,0102983 m³

Diameter : 0,2358 m

Tinggi : 0,2358 m

11. Tangki Air Bersih (TU-04)

Fungsi : Menampung air untuk keperluan kantor dan rumah tangga

Kapasitas : 3,8960 m³/jam

Volume Tangki : 112, 2046 m³

Diameter : 5,2285 m

Tinggi : 5 m

12. Tangki Service Water (TU-05)

Fungsi : Menampung air untuk keperluan layanan umum

Kapasitas : 0,7080 m³/jam

Volume tangki : 20,3904 m³

Diameter : 2,9615 m

Tinggi : 2,9615 m

13. Tangki Air Bertekanan (TU-06)

Fungsi : Menampung air bertekanan untuk keperluan layanan umum

Kapasitas : 0,7080 m³/jam

Volume tangki : 20,3904 m³

Diameter : 2,9615 m

Tinggi : 3 m

14. Bak Air Pendingin (BU-05)

Fungsi : Menampung kebutuhan air pendingin

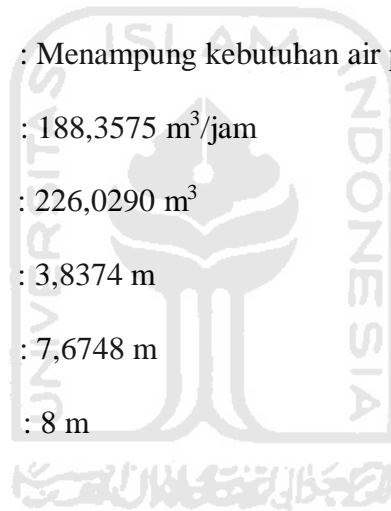
Kapasitas : 188,3575 m³/jam

Volume bak : 226,0290 m³

Tinggi : 3,8374 m

Panjang : 7,6748 m

Lebar : 8 m



15. Cooling Tower (CT-01)

Fungsi : Mendinginkan air pendingin setelah digunakan

Kapasitas : 188,3575 m³/jam

Luas tower : 318,5481 ft²

Panjang : 5,4400 m

Lebar : 5,4400 m

Tinggi : 2,4094 m

16. Blower cooling tower (BL-01)

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

Kebutuhan udara : 4.390,771,3274ft³/jam

Daya : 25 Hp

17. Mixed Bed (TU-07)

Fungsi : Menghilangkan kesadahan air yang disebabkan oleh kation seperti Ca dan Mg, serta anion seperti Cl,SO₄, dan NO₃

Kapasitas : 8,5526 m³/jam

Volume : 0,8886 m³

Luas penampang : 12,5519 ft²

Diameter : 1,2188 m

Tinggi : 0,9144 m

Tebal : 0,0079375 m

18. Tangki NaCl (TU-08)

Fungsi : Menampung / menyimpan larutan NaCl yang akan digunakan untuk meregenerasi karbon exchanger.

Volume tangki : 3,5584 m³

Diameter : 1,6550 m

Tinggi : 1,6550 m

19. Tangki Air Demin (TU-09)

Fungsi	: Menampung air bersih hasil ion exchanger untuk keperluan proses dan make-up steam.
Kapasitas	: 8,5526 m ³ /jam
Volume tangki	: 246,3136 m ³
Diameter	: 6,7953 m
Tinggi	: 7 m

20. Deaerator (De-01)

Fungsi	: Menghilangkan gas CO ₂ dan O ₂ yang terikat dalam feed water yang menyebabkan kerak pada reboiler.
Kapasitas	: 8,5526 m ³ /jam
Volume tangka	: 10,2631 m ³
Diameter	: 2,3558 m
Tinggi	: 2 m

21. Tangki N₂H₄ (TU-10)

Fungsi	: Menyimpan larutan N ₂ H ₄
Kebutuhan N ₂ H ₄	: 0,2566 kg/jam
Volume tangki	: 10,4321 m ³
Diameter	: 2,3686 m

Tinggi : 2,3686 m



22. Pompa Utilitas

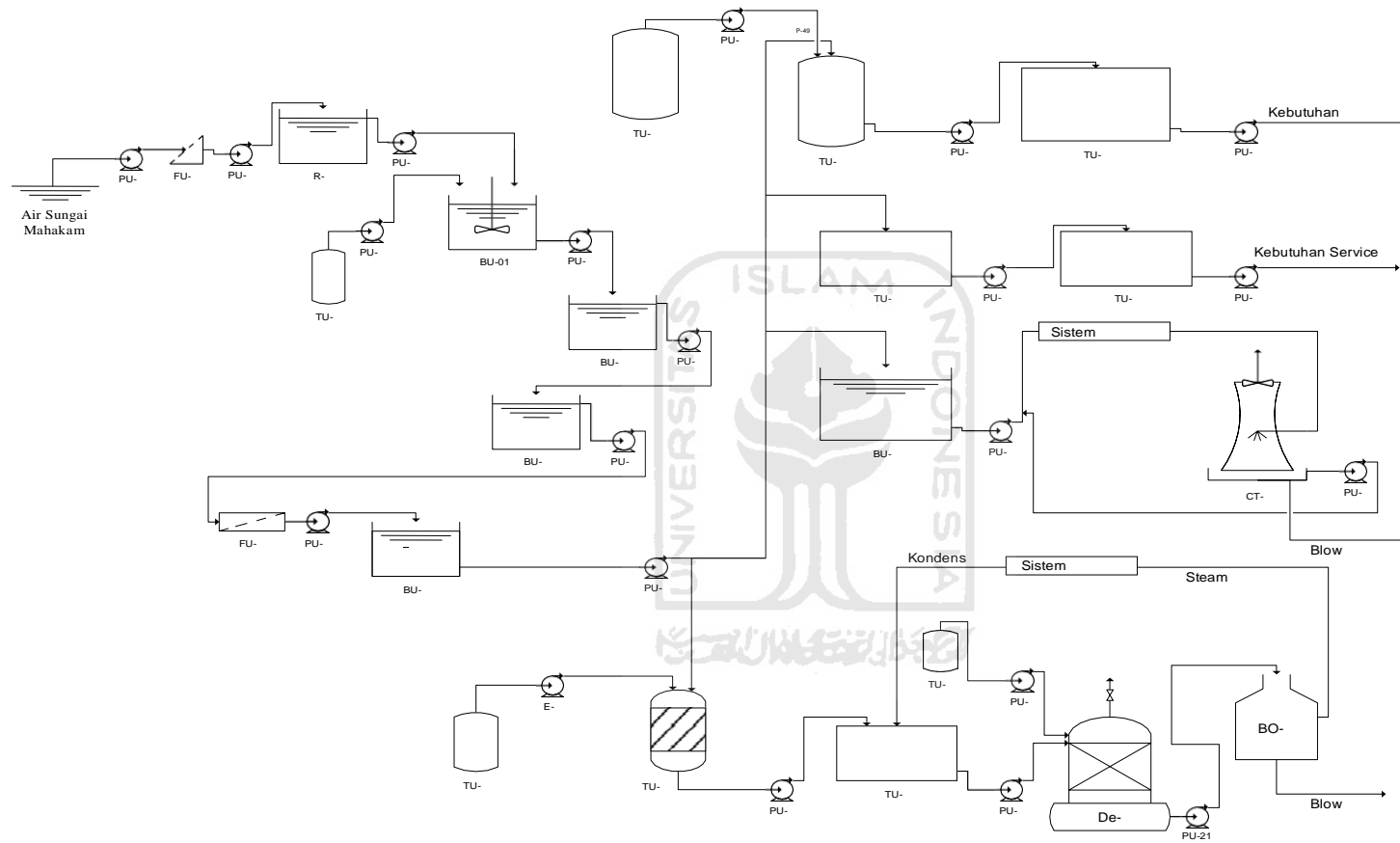
Tabel 4. 20 Spesifikasi Pompa Utilitas

Nama alat	Fungsi	Jenis	Kapasitas (gpm)	Daya (Hp)	Jumlah (unit)
Pompa Utilitas (PU-01)	Mengalirkan air dari Laut menuju Screening	Centrifugal Pump	1.345,8318	15	1
Pompa Utilitas (PU-02)	Mengalirkan air laut dari screening ke Reservoir / Seimentasi (R-01)	Centrifugal Pump	1.278,5402	20	1
Pompa Utilitas (PU-03)	Mengalirkan air dari Bak Reservoir (R-01) menuju Bak Koagulasi dan Flokulasi (BU-01)	Centrifugal Pump	1.214,6132	15	1
Pompa Utilitas (PU-04)	Mengalirkan air dari Tangki Alum (TU-01) menuju ke Bak Koagulasi dan Flokulasi (BU-01)	Centrifugal Pump	0,00604903	0,5	1
Pompa Utilitas	Mengalirkan air dari Bak Koagulasi dan	Centrifugal Pump	1.214,6132	20	1

(PU-05)	Flokulasi menuju Reverse osmosis (SW) BW				
Pompa Utilitas (PU-06)	Mengalirkan air dari Reverse Osmosis menuju bak penampung filter tank	Centrifugal Pump	1.096,1884	15	1
Pompa Utilitas (PU-07)	Mengalirkan air dari filter tank (F-01) menuju ke bak Penampung Sementara (BU-04)	Centrifugal Pump	1.041,3790	10	1
Pompa Utilitas (PU-08)	Mengalirkan air dari Bak Penampung Sementara (BU-04) menuju ke area kebutuhan air	Centrifugal Pump	20,1336	1/2	1
Pompa Utilitas (PU-09)	Mengalirkan Kaporit dari Tangki Kaporit (TU-03) menuju Tangki Klorinasi (TU-02)	Centrifugal Pump	0,0001	0,5	1
Pompa Utilitas (PU-10)	Mengalirkan air dari tangki klorinasi (TU-02) ke tangki air bersih (TU-04)	Centrifugal Pump	20,1336	0,5	1

Pompa Utilitas (PU-11)	Mengalirkan air dari tangki bersih menuju area domestic	Centrifugal Pump	20,1336	0,5	1
Pompa Utilitas (PU-12)	Mengalirkan air dari Tangki air servis (TU-05) Menuju ke Tangki Air bertekanan (TU-06)	Centrifugal Pump	3,6588	0,5	1
Pompa Utilitas (PU-13)	Mengalirkan air dari tangki air bertekanan (TU-06) menuju ke area kebutuhan servis	Centrifugal Pump	3,6588	0,5	1
Pompa Utilitas (PU-14)	Mengalirkan air dari bak air dingin (BU-05) menuju ke Cooling tower (CT-01)	Centrifugal Pump	973,3889	5	1
Pompa Utilitas (PU-15)	Mengalirkan air dari bak air dingin (BU-05) menuju ke Cooling tower (CT-01) menuju recycle dari bak air dingin (BU-05)	Centrifugal Pump	973,3889	0,5	1
Pompa Utilitas (PU-16)	Mengalirkan air dari tangki penampung NaCl (TU-08) ke mixed bed (TU-07)	Centrifugal Pump	0,1946	3	1

Pompa Utilitas (PU-17)	Mengalirkan air dari mixed bed (TU-07) menuju ke Tangki air Demin (TU-09)	Centrifugal Pump	44,1977	1	1
Pompa Utilitas (PU-18)	Mengalirkan air dari tangki air demin (TU-09) menuju ke Tangki Deaerator (De-01)	Centrifugal Pump	44,1977	0,5	1
Pompa Utilitas (PU-19)	Mengalirkan Larutan Hydrazine dari tangki N ₂ H ₄ (TU-10) ke tangki deaerator (De-01)	Centrifugal Pump	0,0014	0,5	1
Pompa Utilitas (PU-20)	Mengalirkan air dari deaerator (De-01) menuju ke Boiler (Bo-01)	Centrifugal Pump	44,1977	1	1



Gambar 4. 6 Diagram Utilitas

47 Organisasi Perusahaan

4.7.1 Struktur Organisasi

Salah satu faktor yang menunjang kemajuan perusahaan adalah struktur organisasi yang diaplikasikan dalam perusahaan tersebut. Struktur organisasi berhubungan erat dengan jalannya aliran komunikasi dan tanggung jawab serta akan memberikan manfaat sebagai berikut :

1. Menjelaskan dan menjernihkan persoalan mengenai pembatasan tugas, tanggung jawab, hak, wewenang dan lain-lain.
2. Sebagai bahan orientasi untuk pejabat dan para calon penanam modal.
3. Penempatan pegawai yang tepat sesuai dengan kebutuhan.
4. Memindahkan penyusunan program dan pengembangan manajemen.
5. Memudahkan pengaturan kembali langkah kerja dan prosedur kerja yang terbukti kurang lancar.

Terdapat beberapa macam struktur organisasi yang sering diaplikasikan dalam suatu perusahaan atau badan usaha antara lain :

a. Struktur organisasi lini

Struktur lini biasanya paling sedikit mempunyai tiga fungsi dasar yaitu produksi, pemasaran dan keuangan. Fungsi ini tersusun dalam suatu organisasi dimana rantai perintah jelas dan mengalir ke bawah melalui tingkatan-tingkatan manajerial. Individu-individu dalam departemen-

departemen melaksanakan kegiatan utama perusahaan. Setiap orang mempunyai hubungan pelaporan hanya dengan satu atasan, sehingga ada kesatuan perintah.

b. Struktur organisasi fungsional

Staf fungsional memiliki hubungan terkuat dengan saluran-saluran lini. Bila dilimpahkan wewenang fungsional oleh manajemen puncak, seorang staf fungsional mempunyai hak memerintah satuan lini sesuai kegiatan fungsional.

c. Struktur organisasi *line and staff*

Staff merupakan individu atau kelompok dalam struktur organisasi yang fungsi utamanya memberikan saran dan pelayanan kepada fungsi lini. Karyawan staff tidak secara langsung terlibat dalam kegiatan utama organisasi, posisi staff ditambahkan untuk memberikan saran dan pelayanan departemen lini dan membantu mencapai tujuan organisasi dengan lebih efektif.

Untuk mendapatkan suatu sistem organisasi yang baik sesuai dengan karakter perusahaan yang bersangkutan, maka perlu diperhatikan beberapa azas yang dapat dijadikan pedoman, antara lain :

1. Perumusan tujuan perusahaan dengan jelas
2. Pendelegasian wewenang
3. Pembagian tugas kerja yang jelas
4. Kesatuan perintah dan tanggung jawab

5. Sistem pengontrol atas pekerjaan yang telah dilaksanakan

6. Organisasi perusahaan yang fleksibel

Berpedoman pada azas-azas di atas, struktur organisasi yang akan digunakan adalah sistem *line and staff*. Dalam sistem ini, garis kekuasaan lebih sederhana dan praktis. Demikian pula kebalikan dalam pembagian tugas kerja seperti yang terdapat dalam sistem organisasi fungsional. Sehingga seorang karyawan hanya akan bertanggung jawab kepada seorang atasan saja. Sedangkan untuk mencapai kelancaran produksi maka perlu dibentuk Staff Ahli yang terdiri atas orang-orang yang ahli dalam bidangnya. Staff Ahli memberi bantuan pemikiran dan nasehat kepada tingkat pengawas, demi tercapainya tujuan perusahaan.

Seperti yang tersirat dalam namanya ada dua kelompok orang-orang yang berpengaruh dalam menjalankan organisasi tipe *line and staff* ini, yaitu :

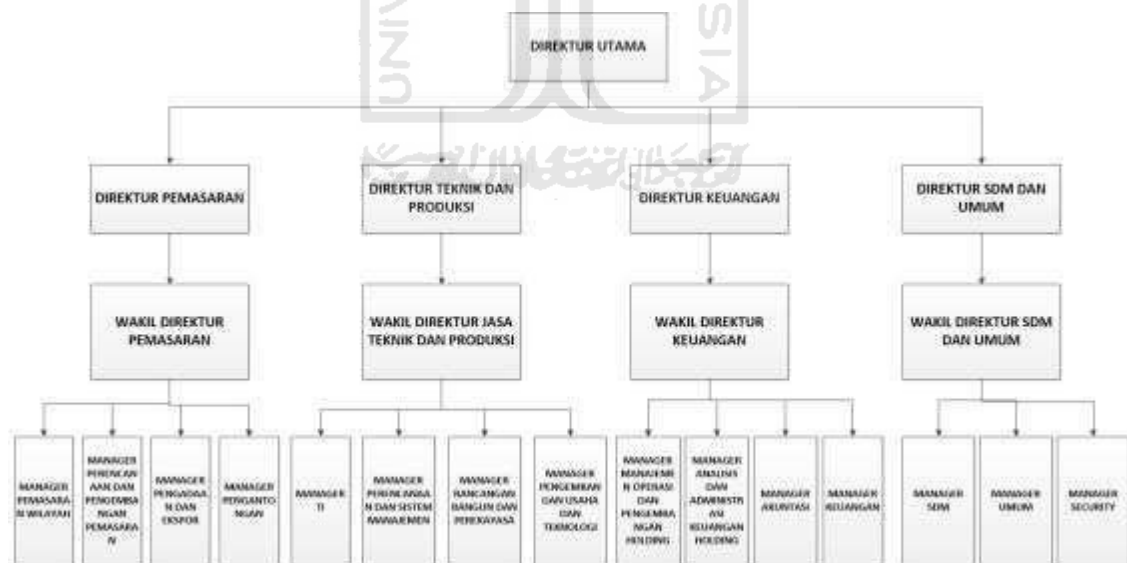
- a. Kelompok yang berfungsi sebagai garis atau line yaitu orang-orang yang melaksanakan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan.
- b. Kelompok yang berfungsi sebagai staff yaitu orang-orang yang melakukan tugasnya dengan keahlian yang dimilikinya, dalam hal ini berfungsi untuk memberikan saran-saran kepada unit operasional.

Kelebihan organisasi *line and staff* adalah :

- a. Pembagian tugas yang jelas antara kelompok lini yang melaksanakan

- tugas pokok dan kelompok staff yang melaksanakan tugas penunjang.
- b. Bakat yang berbeda-beda dari anggota organisasi dapat berkembang menjadi spesialisasi.
 - c. Koordinasi mudah dijalankan dalam setiap kelompok kerja golongan karyawan.
 - d. Penerapan prinsip *“the right man on the right place doing the right job on the right time”* lebih mudah dijalankan.

Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan dalam melaksanakan tugas sehari-harinya diwakili oleh dewan komisaris, sedangkan tugas untuk menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh seorang direktur perusahaan beserta bawahannya. Bagan dan struktur organisasi dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4. 7 Struktur organisasi

4.7.2 Bentuk Perusahaan

Penting bagi pengusaha untuk menentukan jenis perusahaan apa yang akan didirikan. Hal tersebut sangat berhubungan erat dengan eksistensi dan kesuksesan perusahaan tersebut. Bila ditinjau dari badan hukum, bentuk perusahaan digolongkan menjadi :

- *Perusahaan perseorangan*, pemilik modal satu orang, pemilik tunggal ini bertanggung jawab penuh terhadap maju mundurnya perusahaan.
- *Persekutuan Firma*, merupakan perusahaan dengan modal bersama. Modal dikumpulkan dari dua orang atau lebih, tanggung jawab diatur menurut perjanjian, didirikan dengan akta notaris.
- *Persekutuan Komanditer (CV = Commanditaire Venootshaps)* terdiri dari dua orang atau lebih yang terdiri dari sekutu aktif (orang yang menjalankan perusahaan) dan sekutu pasif (orang yang hanya menyertakan modalnya dan bertanggung jawab sebatas modal yang dimasukkan saja).
- *Perseroan Terbatas*, merupakan perusahaan yang memperoleh modal dari penjualan saham, dimana tiap sekutu turut mengambil bagian sebanyak satu saham atau lebih. Saham adalah surat berharga yang dikeluarkan oleh perusahaan atau PT tersebut dan orang yang memiliki saham berarti telah menyetor modal ke perusahaan yang berarti pula ikut memiliki

perusahaan. Pemegang saham bertanggung jawab sebesar modal yang dimiliki. Pemegang saham bertanggung jawab sebesar modal yang dimiliki.

Berdasarkan uraian tersebut, maka pabrik n-Butil Oleat yang akan didirikan direncanakan mempunyai :

Bentuk perusahaan	: Persero Terbatas (PT)
Lapangan produksi	: Industri n-Butil Oleat
Kapasitas	: 15.000 ton/tahun
Status permodalan	: Penjualan saham
Lokasi	: Gresik, Jawa Timur

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

1. Kemudahan mendapatkan modal. Penjualan saham merupakan sumber pendapatan modal yang besar dan mudah dilaksanakan.
2. Tanggung jawab pemegang saham terbatas, sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pimpinan perusahaan.
3. Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain, pemilik perusahaan adalah para pemegang saham dan pengurus perusahaan adalah direksi beserta staffnya yang diawasi oleh Dewan Komisaris.
4. Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin, karena tidak

terpengaruh dengan berhentinya pemegang saham.

5. Kepemilikan dapat berganti-ganti dengan jalan memindahkan hak milik dengan cara menjual saham kepada orang lain.
6. Efisiensi dari manajemen. Para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli dan tepat sebagai Dewan Komisaris dan Manajer.
7. Mudah mendapatkan tambahan modal dengan jaminan perusahaan yang ada untuk memperluas volume usaha.
8. Lapangan usaha lebih luas. Suatu Perseroan Terbatas dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat, sehingga PT dapat memperluas usahanya.

48 Pembagian Jam Kerja

Dalam kegiatan operasi pabrik beroperasi selama 24 jam secara kontinyu setiap hari selama 330 hari dalam setahun dan sekitar 35 hari per tahun digunakan untuk *turn around*. Pembagian sistem kerja dibagi 2 kelompok yaitu :

- Kelompok pegawai *non-shift*
- Kelompok *shift*

Untuk melaksanakan jalannya perusahaan, jam kerja pegawai diatur sebagai berikut :

a. Pada saat pabrik beroperasi

- Kelompok pegawai *non shift*

Kelompok kerja ini merupakan karyawan yang tidak langsung menangani proses produksi, yang termasuk kelompok ini adalah

tingkat Kepala Seksi ke atas, Staff seksi dan semua karyawan bagian umum.

Adapun waktu kerja kelompok ini adalah sebagai berikut.

Hari Senin s/d Kamis : pukul 08.00 s/d 17.00 WIB, istirahat
pukul 12.00 s/d 13.00 WIB

Hari Jumat : pukul 07.00 s/d 17.00 WIB, istirahat
pukul 11.30 s/d 13.30 WIB

Hari Sabtu dan Minggu : libur

- Kelompok pegawai *shift*

Kelompok kerja ini merupakan tenaga yang secara langsung menangani produksi yang terdiri dari 4 regu dan bekerja secara bergiliran. Masing-masing *shift* bekerja 8 jam dalam 1 hari dan selama 6 hari dalam 1 minggu, dengan pengaturan *shift* sebagai berikut :

- Shift I : jam 07.00 s/d 15.00
- Shift II : jam 15.00 s/d 23.00
- Shift III : jam 23.00 s/d 07.00

Karyawan yang terkena sisten *shift* ini bekerja selama enam hari dan dua hari libur. Pembagian jam kerja enam hari ini adalah dua hari kerja pada *shift* P, dua hari kerja pada *shift* S, dan dua hari kerja pada *shift* M. Karyawan yang terkena sistem *shift* dibagi menjadi empat kelompok, yaitu kelompok I, II, III, dan IV. Pembagian waktu kerja *shift* antara keempat kelompok ini dapat dilihat pada Tabel 8.1. Untuk hari besar (hari libur nasional), karyawan kantor

diliburkan. Sedangkan karyawan pabrik tetap masuk sesuai dengan jadwal dan dihitung sebagai lembur (*overtime*) dengan perhitungan gaji yang tersendiri.

Tabel 4. 21 Jadwal kerja masing-masing per kelompok

Grup	Tanggal														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
I	P	P	S	S	M	M			P	P	S	S	M	M	
II	S	S	M	M			P	P	S	S	M	M			P
III	M	M			P	P	S	S	M	M			P	P	S
IV			P	P	S	S	M	M			P	P	S	S	M

Tabel 4. 22 Jadwal kerja masing-masing per kelompok (lanjutan)

Grup	Tanggal														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
I		P	P	S	S	M	M			P	P	S	S	M	M
II	P	S	S	M	M			P	P	S	S	M	M		
III	S	M	M			P	P	S	S	M	M			P	P
IV	M			P	P	S	S	M	M			P	P	S	S

49 Status Karyawan dan Sistem Upah

Pada pabrik ini sistem upah karyawan berbeda-beda, tergantung dari status karyawan dan tingkat pendidikan serta keahlian karyawan.

Menurut status karyawan dibedakan menjadi tiga bagian sebagai berikut :

1. Karyawan Tetap

Karyawan tetap adalah karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan surat keputusan (SK) direksi dan

mendapat gaji bulanan sesuai kedudukan, keahlian dan masa kerja.

2. Karyawan Harian

Karyawan harian adalah karyawan yang diangkat dan diberhentikan direksi tanpa surat keputusan (SK) direksi dan mendapat upah harian yang dibayar tiap akhir pekan.

3. Karyawan borongan

Karyawan borongan adalah karyawan yang digunakan oleh pabrik bila diperlukan saja. Karyawan ini menerima upah borongan untuk suatu pekerjaan selama kurun jangka waktu tertentu yang ditentukan menurut kebijaksanaan perusahaan.

4.10 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji

4.10.1 Penggolongan Jabatan dan Jumlah Karyawan

Penggolongan jabatan pada perusahaan *Isopropil Alkohol*

ini adalah sebagai berikut :

Tabel 4. 23 Penggolongan Jabatan

No	Jabatan	Pendidikan Minimum
1	Direktur Utama	Sarjana
2	Direktur Teknik dan Produksi	S-1 Teknik
3	Direktur Keuangan dan Umum	S-1 Ekonomi
4	Staff Ahli	S-1 (umum)
5	Ka. Bag Umum	S-1 (umum)
6	Ka. Bag. Pemasaran	S-1 Ekonomi
7	Ka. Bag. Keuangan	S-1 Ekonomi
8	Ka. Bag. Teknik	S-1 Teknik Mesin/Elektro
9	Ka. Bag. Produksi	S-1 Teknik Kimia/Industri
10	Ka. Bag. Litbang	S-1 Teknik Kimia

11	Ka. Sek. Personalia	S-1 (umum)
12	Ka. Sek. Humas	S-1 (umum)
13	Ka. Sek. Keamanan	S-1 (umum)
14	Ka. Sek. Pembelian	S-1 Ekonomi
15	Ka. Sek. Pemasaran	S-1 Ekonomi
16	Ka. Sek. Administrasi	S-1 Ekonomi
17	Ka. Sek. Kas/Anggaran	S-1 Ekonomi
18	Ka. Sek. Proses	S-1 Teknik Kimia
19	Ka. Sek. Pengendalian	S-1 Teknik Kimia
20	Ka. Sek. Laboratorium	S-1 MIPA Kimia
21	Ka. Sek. Utilitas	S-1 Teknik Kimia
22	Ka. Sek. Pengembangan	S-1 Teknik Kimia
23	Ka. Sek. Penelitian	S-1 Teknik Kimia
24	Karyawan Personalia	STM/SMA
25	Karyawan Humas	STM/SMA
26	Karyawan Keamanan	STM/SMA
27	Karyawan Pembelian	D-3 Ekonomi
28	Karyawan Pemasaran	D-3 Ekonomi
29	Karyawan Administrasi	D-3 Ekonomi
30	Karyawan Kas/Anggaran	D-3 Ekonomi
31	Karyawan Proses	SMK Analis
32	Karyawan Pengendalian	SMK Analis
33	Karyawan Laboratorium	SMK Analis
34	Karyawan Pemeliharaan	STM/SMA
35	Karyawan Utilitas	SMK Analis
36	Karyawan K3	SMK Analis
37	Karyawan Litbang	STM/SMA
38	Karyawan UPL	STM/SMA
39	Karyawan Pretreatment	STM/SMA
40	Operator	STM/SMA
41	Sekretaris	S-1 (umum)
42	Dokter	S-1 Kedokteran
43	Paramedis	S-1 Kedokteran
44	Sopir	STM/SMA
45	Bengkel	STM/SMA
46	Cleaning Service	STM/SMA

4.10.2 Jumlah Karyawan dan Sistem Gaji Pegawai

Jumlah karyawan harus ditentukan dengan tepat dengan cara menghitung

jumlah karyawan proses berdasarkan jumlah peralatan dan jumlah karyawan proses per unit per regu, dan rincian karyawan yang lain ditentukan, sehingga semua pekerjaan yang ada dapat diselenggarakan dengan baik dan efektif.

Sedangkan sistem gaji pegawai dibagi menjadi 3 golongan yaitu :

1. Gaji Bulanan

Gaji ini diberikan kepada pegawai tetap dan besarnya gaji sesuai dengan peraturan perusahaan.

2. Gaji Harian

Gaji ini diberikan kepada karyawan tidak tetap atau buruh harian.

3. Gaji Lembur

Gaji ini diberikan kepada karyawan yang bekerja melebihi jam kerja yang telah ditetapkan dan besarnya sesuai dengan peraturan perusahaan.

Tabel 4. 24 Jumlah Karyawan pada Masing-masing Bagian

No	Jabatan	Jumlah	Gaji per Bulan (Rp)	Total Gaji (Rp)
1	Direktur Utama	1	Rp 25.000.000	Rp 25.000.000
2	Direktur Teknik dan Produksi	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
3	Direktur Keuangan dan Umum	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
4	Staff Ahli	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
5	Ka. Bag Umum	1	Rp 17.000.000	Rp 17.000.000
6	Ka. Bag. Pemasaran	1	Rp 17.000.000	Rp 17.000.000
7	Ka. Bag. Teknik	1	Rp 17.000.000	Rp 17.000.000
8	Ka. Bag. Produksi	1	Rp 17.000.000	Rp 17.000.000
9	Ka. Bag. Keuangan	1	Rp 9.000.000	Rp 9.000.000
10	Ka. Bag. Litbang	1	Rp 9.000.000	Rp 9.000.000

11	Ka. Sek. Kas Anggaran	1	Rp 9.000.000	Rp 9.000.000
12	Ka. Sek. Proses	1	Rp 9.000.000	Rp 9.000.000
13	Ka. Sek. Keamanan	1	Rp 6.000.000	Rp 6.000.000
14	Ka. Sek. Pembelian	1	Rp 6.500.000	Rp 6.500.000
15	Ka. Sek. Pemasaran	1	Rp 7.500.000	Rp 7.500.000
16	Ka. Sek. Administrasi	1	Rp 7.500.000	Rp 7.500.000
17	Ka. Sek. Personalia	1	Rp 6.500.000	Rp 6.500.000
18	Ka. Sek. Humas	1	Rp 6.500.000	Rp 6.500.000
19	Ka. Sek. Pengendalian	1	Rp 8.000.000	Rp 8.000.000
20	Ka. Sek. Laboratorium	1	Rp 8.000.000	Rp 8.000.000
21	Ka. Sek. Utilitas	1	Rp 7.500.000	Rp 7.500.000
22	Ka. Sek. Pengembangan	1	Rp 6.500.000	Rp 6.500.000
23	Ka. Sek. Penelitian	1	Rp 6.500.000	Rp 6.500.000
24	Karyawan Personalia	2	Rp 5.000.000	Rp 10.000.000
25	Karyawan Humas	3	Rp 5.000.000	Rp 15.000.000
26	Karyawan Keamanan	4	Rp 5.000.000	Rp 20.000.000
27	Karyawan Pembelian	3	Rp 5.000.000	Rp 15.000.000
28	Karyawan Pemasaran	2	Rp 5.000.000	Rp 10.000.000
29	Karyawan Administrasi	2	Rp 5.000.000	Rp 10.000.000
30	Karyawan Kas/Anggaran	2	Rp 5.000.000	Rp 10.000.000
31	Karyawan Proses	7	Rp 6.000.000	Rp 42.000.000
32	Karyawan Pengendalian	4	Rp 5.000.000	Rp 20.000.000
33	Karyawan Laboratorium	4	Rp 5.000.000	Rp 20.000.000
34	Karyawan Pemeliharaan	4	Rp 5.000.000	Rp 20.000.000
35	Karyawan Utilitas	5	Rp 5.000.000	Rp 25.000.000
36	Karyawan K3	5	Rp 5.000.000	Rp 25.000.000
37	Karyawan Litbang	3	Rp 5.000.000	Rp 15.000.000
38	Karyawan UPL	5	Rp 4.300.000	Rp 20.000.000
40	Operator	45	Rp 7.000.000	Rp 315.000.000
41	<i>Librarian</i>	1	Rp 4.300.000	Rp 4.300.000
42	Dokter	2	Rp 7.000.000	Rp 14.000.000
43	Perawat	4	Rp 5.000.000	Rp 20.000.000
44	Sopir	4	Rp 4.000.000	Rp 16.000.000

45	Bengkel	2	Rp 4.300.000	Rp 8.600.000
46	Cleaning Service	5	Rp 3.000.000	Rp 15.000.000
Total		132	Rp 367.600.000	

Salah satu faktor dalam meningkatkan efektifitas kerja pada perusahaan ini adalah kesejahteraan bagi karyawan. Kesejahteraan sosial yang diberikan oleh perusahaan kepada karyawan antara lain berupa :

1. Tunjangan

- a. Tunjangan berupa gaji pokok yang diberikan berdasarkan golongan karyawan yang bersangkutan.
- b. Tunjangan jabatan yang diberikan berdasarkan jabatan yang dipegang oleh karyawan.
- c. Tunjangan lembur yang diberikan kepada karyawan yang bekerja diluar jam kerja berdasarkan jumlah jam kerja.
- d. Tunjangan Hari Raya yang diberikan kepada seluruh karyawan setiap setahun sekali yang besarnya sejumlah 1 bulan gaji.

2. Pemberian Cuti

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

3. Pakaian Kerja

Pakaian kerja diberikan kepada setiap karyawan sejumlah tiga pasang untuk setiap tahunnya.

4. Pengobatan

- a. Perusahaan memberikan fasilitas Poliklinik yang berada di areal pabrik. Poliklinik ini berfungsi sebagai pertolongan pertama pada karyawan selama jam kerja. Untuk menangani kecelakaan berat, baik akibat kerja maupun bukan yang menimpa karyawan dan keluarganya, perusahaan menunjuk rumah sakit rujukan untuk menanganinya. Selain itu perusahaan juga bekerjasama dengan beberapa rumah sakit.
- b. Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit yang diakibatkan kecelakaan kerja ditanggung perusahaan sesuai dengan undang-undang yang berlaku.
- c. Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit tidak diakibatkan kecelakaan kerja diatur berdasarkan kebijaksanaan perusahaan.

5. Asuransi Tenaga Kerja (ASTEK)

ASTEK diberikan oleh perusahaan bila jumlah karyawannya lebih dari 10 orang atau dengan gaji karyawan Rp. 1.000.000,00/bulan.

6. Pendidikan

Perusahaan menyediakan beasiswa bagi anak-anak karyawan yang berprestasi disekolahnya. Selain itu perusahaan mengembangkan sumber daya manusia melalui pelatihan, pendidikan, pembinaan dan pemantapan budaya perusahaan. Kegiatan ini bertujuan untuk memberikan kesempatan belajar pada karyawan untuk

mengembangkan diri sesuai dengan kemampuan yang dimilikinya.

7. Peralatan *Safety*

Untuk menjaga keselamatan kerja karyawan pabrik, diberikan peralatan *safety* berupa *safety helmet*, *safety shoes*, masker, *goggle*, *glove* dan alat-alat *safety* lainnya. Selain itu perusahaan juga menyediakan fasilitas untuk kemudahan bagi karyawan dalam melaksanakan aktivitas selama di pabrik, antara lain :

- Penyediaan mobil dan sopir untuk kegiatan operasional maupun bus untuk transportasi antar jemput karyawan.
- Kantin untuk memenuhi kebutuhan konsumsi bagi karyawan. Untuk makan siang dan makan malam ditanggung oleh perusahaan.
- Sarana peribadatan, seperti masjid di areal pabrik.

411 Analisa Ekonomi

Analisa ekonomi dilakukan untuk mengetahui apakah pabrik yang dirancang akan menguntungkan atau tidak. Dari segi ekonomi, suatu pabrik dikatakan sehat jika dapat memenuhi kewajiban finansial kedalam dan keluar serta dapat mendatangkan keuntungan yang layak bagi perusahaan dan pemiliknya. Kewajiban finansial kedalam ini terdiri dari berbagai macam beban pembiayaan operasi seperti bahan baku, bahan penunjang peralatan, gaji/upah karyawan, penyediaan piutang dagang. sedangkan kewajiban finansial keluar terutama terdiri dari pembayaran pinjaman bank serta bunganya.

Untuk itu pada perancangan Pabrik Isopropil Alkohol ini dibuat evaluasi

atau penilaian yang ditinjau dengan metode :

- a. *Percent Return on Investment* (ROI)
- b. *Pay Out Time* (POT)
- c. *Break Even Point* (BEP)
- d. *Shut Down Point* (SDP)
- e. *Discounted Cash Flow Rate* (DCFR)

Untuk menunjang faktor-faktor di atas perlu diadakan penafsiran terhadap beberapa hal yaitu :

1. Investasi Modal Total (*Total Capital Investment*)
2. Biaya Pengeluaran Umum (*General Expense*)
3. Total Penjualan
4. Perkiraan Laba atau Rugi Usaha

Dasar perhitungan :

Kapasitas Produksi = 22.500 ton /tahun

Satu Tahun Operasi = 330 hari

Pabrik Beroperasi = Tahun 2025.

4.11.1 Penaksiran Harga Peralatan

Harga peralatan proses selalu mengalami perubahan setiap tahun tergantung pada kondisi ekonomi yang ada. Untuk mengetahui harga peralatan yang ada saat ini, dapat ditaksir dari harga alat tahun lalu berdasarkan indeks harga. Persamaan pendekatan yang digunakan untuk memperkirakan harga peralatan yang ada pada saat sekarang adalah (Aries, 1955) :

$$E_y = E_x \frac{N_y}{N_x} \quad \dots(10.1)$$

Keterangan :

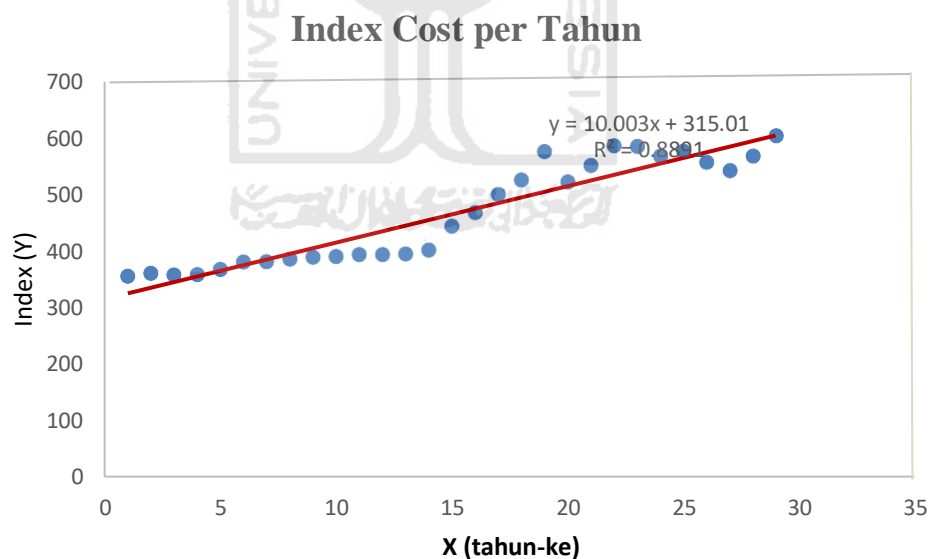
E_y = Harga alat pada tahun pemesanan

E_x = Harga alat pada tahun referensi

N_y = Nilai indeks tahun pabrik berdiri

N_x = Nilai indeks tahun referensi

Harga indeks tahun 2025 diperkirakan secara garis besar dengan persamaan regresi linear, dengan menggunakan data indeks dari tahun 1987 sampai 2018.



4.8 Gambar Index Cost Per Tahun

Persamaan yang diperoleh adalah $y = 10,003x + 315,01$

Dengan menggunakan persamaan diatas dapat dicari harga indeks pada tahun perancangan, dalam hal ini pada tahun 2025 yaitu sebesar 675,15. Harga-harga alat lainnya diperhitungkan pada tahun evaluasi. Selain itu, harga alat dan lainnya ditentukan juga dari referensi buku Peters &

Timmerhaus pada tahun 1990 dan Aries Newton pada tahun 1955. Maka harga alat pada tahun evaluasi dapat dicari dengan persamaan:

$$Ex = Ey \frac{Nx}{Ny}$$

Dalam hubungan ini:

- Ex : Harga pembelian pada tahun 2024
 Ey : Harga pembelian pada tahun referensi (1990)
 Nx : Indeks harga pada tahun 2024
 Ny : Indeks harga pada tahun referensi (1990)

4.11.2 Dasar Perhitungan

A. Capital Investment

Capital Investment adalah banyaknya pengeluaran – pengeluaran yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas – fasilitas pabrik dan untuk mengoperasikannya.

Capital investment terdiri dari :

a. *Fixed Capital Investment*

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

b. *Working Capital Investment*

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

B. Manufacturing Cost

Manufacturing Cost merupakan jumlah *Direct*, *Indirect*, dan *Fixed Manufacturing Cost*, yang bersangkutan dalam pembuatan produk.

Menurut Aries dan Newton (Tabel 23), *Manufacturing Cost* meliputi:

a. *Direct Cost*

Direct Cost adalah pengeluaran yang berkaitan langsung dengan pembuatan produk.

b. *Indirect Cost*

Indirect Cost adalah pengeluaran – pengeluaran sebagai akibat tidak langsung karena operasi pabrik.

c. *Fixed Cost*

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

C. General Exspense

General Expense atau pengeluaran umum meliputi pengeluaran – pengeluaran yang berkaitan dengan fungsi perusahaan yang tidak termasuk *manufacturing cost*

4.113 Analisa Kelayakan

Studi kelayakan dari pabrik isopropyl alcohol dari propilen dan air ini dapat dilihat dari parameter – parameter ekonomi. Beberapa cara yang digunakan untuk menyatakan kelayakan adalah:

A. *Return on Investment* (ROI):

Return On Investmen digunakan sebagai sebuah pertimbangan penting karena ROI menunjukkan seberapa cepat pengembalian investasi berdasarkan pada keuntungan.

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

Keuntungan atau profit dihitung berdasarkan *annual sales* (Sa) dan *total manufacturing cost*. *Finance* akan dihitung sebagai komponen yang berisikan pengembalian utang selama pembangunan pabrik. *Finance* akan berkontribusi terhadap *cash flow* dari pabrik ini. Pabrik dengan resiko rendah mempunyai minimum ROI *before tax* sebesar 11% sedangkan pabrik dengan resiko tinggi mempunyai nilai minimum ROI *before tax* sebesar 44%.

B. *Pay Out Time* (POT)

Pay Out Time (POT) adalah

- a. 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.
- b. Waktu minimum teoritis yang dibutuhkan untuk pengembalian modal tetap yang ditanamkan atas dasar keuntungan setiap tahun ditambah dengan penyusutan.
- c. Waktu pengembalian modal yang dihasilkan berdasarkan keuntungan yang diperoleh. Perhitungan ini diperlukan untuk mengetahui dalam berapa tahun investasi yang telah dilakukan akan kembali.
- d. Pabrik dengan resiko rendah mempunyai nilai POT maksimal 5 tahun, sedangkan pabrik dengan resiko tinggi mempunyai nilai POT maksimal 2 tahun.

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

C. Break Even Point (BEP)

Break Even Point (BEP) adalah

- a. Titik impas produksi (suatu kondisi dimana pabrik tidak mendapatkan keuntungan maupun kerugian).
- b. 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.
- c. Kapasitas produksi pada saat *sales* sama dengan *total cost*. Pabrik akan rugi jika beroperasi dibawah BEP dan akan untung jika beroperasi diatas BEP.
- d. Nilai BEP pada umumnya memiliki nilai berkisar 40% - 60%

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

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

D. *Shut Down Point* (SDP)

Shut Down Point adalah

- a. Suatu titik atau saat penentuan suatu aktivitas produksi dihentikan. Penyebabnya antara lain *variable cost* yang terlalu tinggi, atau bias juga karena keputusan manajemen akibat tidak ekonomisnya suatu aktivitas produksi (tidak menghasilkan *profit*)
- b. Persen kapasitas minimal suatu pabrik dapat mencapai kapasitas produk yang diharapkan dalam setahun. Apabilan tidak mampu mencapai persen minimal kapasitas tersebut dalam satu tahun maka pabrik harus berhenti beroperasi atau tutup.
- c. Level produksi di mana biaya untuk melanjutkan operasi pabrik akan lebih mahal daripada biaya untuk menutup pabrik dan membayar *Fixed Cost*.
- d. Merupakan titik produksi dimana pabrik mengalami kebangkrutan sehingga pabrik harus berhenti atau tutup.

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

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

Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFRR) adalah

- a. Analisa kelayakan ekonomi dengan menggunakan DCFRR dibuat dengan menggunakan nilai mata uang yang berubah terhadap waktu dan dirasakan atau investasi yang tidak kembali pada akhir tahun selama umur pabrik.
- b. Laju bunga maksimal dimana suatu proyek dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada bank selama umur pabrik.

- c. Merupakan besarnya perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahun, didasarkan atas investasi yang tidak kembali pada setiap akhir tahun selama umur pabrik.
- d. Asumsi yang digunakan dalam perhitungan DCFRR adalah
- Umur ekonomis pabrik yaitu 10 tahun
 - *Annual profit* dan *taxes* konstan setiap tahun
 - Depresiasi sama setiap tahun

Persamaan untuk menentukan DCFRR:

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

Dimana:

FC : *Fixed capital*

WC : *Working capital*

SV : *Salvage value*

C : *Cash flow*

: *profit after taxes + depresiasi + finance*

n : Umur pabrik

i : Nilai DCFRR

4.114 Hasil Perhitungan

Pendirian pabrik Isopropil Alkohol ini memelurkan perencanaan keuangan dan analisis yang baik untuk meninjau apakah layak atau tidaknya pabrik ini didirikan. Hasil perhitungan disajikan pada tabel-tabel di bawah.

Tabel 4. 25 *Physical Plant Cost*

No	<i>Capital Investment</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Purchased Equipment cost</i>	Rp 23.970.898.785	\$ 1.633.229
2	<i>Delivered Equipment Cost</i>	Rp 5.992.724.696	\$ 408.307
3	Instalasi cost	Rp 4.262.457.630	\$ 290.417
4	Pemipaan	Rp 6.086.427.114	\$ 14.691

5	Instrumentasi	Rp 4.016.650.166	\$ 273.670
6	Insulasi	Rp 1.069.973.087	\$ 72.601
7	Listrik	Rp 2.397.089.878	\$ 163.323
8	Bangunan	Rp 4.279.000.000	\$ 291.545
9	<i>Land & Yard Improvement</i>	Rp 2.838.500.000	\$ 193.398
<i>Physical Plant Cost (PPC)</i>		Rp 54.913.721.356	\$ 3.741.481

Tabel 4. 26 *Direct Plant Cost*

No	<i>Capital Investment</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Teknik dan Konstruksi	Rp 10.982.744.271	\$ 748.296
<i>Total (DPC + PPC)</i>		Rp 65.896.465.627	\$ 4.489.778

Tabel 4. 27 *Fixed Capital Investment*

No	<i>Capital Investment</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Total DPC + PPC	Rp 65.896.465.627	\$ 4.489.778
2	Kontraktor	Rp 2.635.858.625	\$ 179.591
3	Biaya tak terduga	Rp 6.589.646.563	\$ 448.978
<i>Fixed Capital Investment (FCI)</i>		Rp 75.121.970.814.	\$ 5.118.346

Tabel 4. 28 *Direct Manufacturing Cost*

No	<i>Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Raw Material</i>	Rp 7.375.683.548.701	\$ 502.533.457
2	<i>Labor</i>	Rp 9.624.000.000.00	\$ 655.720
3	<i>Supervision</i>	Rp 962.400.000	\$ 65.572
4	<i>Maintenance</i>	Rp 1.502.439.416	\$ 102.367
5	<i>Plant Supplies</i>	Rp 225.365.912	\$ 15.355
6	<i>Royalty and Patents</i>	Rp 110.987.252.805.30	\$ 7.561.383
7	<i>Utilities</i>	Rp 34.658.913.587	\$ 2.361.444
<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>		Rp 7.533.643.920.173	\$ 513.295.900

Tabel 4. 29 *Indirect Manufacturing Cost*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Payroll Overhead</i>	Rp 1.443.600.000	\$ 98.358
2	<i>Laboratory</i>	Rp 962.400.000	\$ 65.572
3	<i>Plant Overhead</i>	Rp 5.293.200.000.	\$ 360.646
4	<i>Packaging and Shipping</i>	Rp 554.936.262.027	\$ 37.809.925
<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>		Rp 562.635.462.777	\$38.334.500

Tabel 4. 30 *Fixed Manufacturing Cost*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Depreciation</i>	Rp 6.009.757.665	\$ 409.468
2	<i>Propertu taxes</i>	Rp 1.502.439.416	\$ 102.367
3	<i>Insurance</i>	Rp 751.219.708	\$ 51.183
<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>		Rp 8.263.416.790	\$ 563.018

Tabel 4. 31 *Manufacturing Cost*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	Rp 7.533.382.686.846	\$ 513.295.900
2	<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	Rp 562.635.462.777	\$ 38.334.500
3	<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	Rp 8.263.416.790	\$ 563.018
<i>Manufacturing Cost (MC)</i>		Rp 8.104.542.799.739	\$ 552.193.418

Tabel 4. 32 *Working Capital*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Raw Material Inventory</i>	Rp 156.453.893.457	\$ 10.659.801
2	<i>In Process Inventory</i>	Rp 13.507.571.333	\$ 920.322
3	<i>Product Inventory</i>	Rp 189.105.998.661	\$ 12.844.513

4	<i>Extended Credit</i>	Rp 258.970.255.962	\$ 17.644.631
5	<i>Available Cash</i>	Rp 810.454.279.974	\$ 55.219.342
<i>Working Capital (WC)</i>		Rp 1.428.491.999.387	\$ 97.328.609

Tabel 4. 33 *General Expense*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Administration</i>	Rp 486.272.567.984	\$ 33.131.605
2	<i>Sales expense</i>	Rp 1.782.999.415.943	\$ 121.482.552
3	<i>Research</i>	Rp 648.363.423.979	\$ 44.175.473
4	<i>Finance</i>	Rp 30.072.279.404	\$ 2.048.939
<i>General Expense (GE)</i>		Rp 2.947.707.687.310	\$ 200.838.570

Tabel 4. 34 *Total Production Cost*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Manufacturing Cost</i>	Rp 8.104.542.799.738.	\$ 552.193.418
2	<i>General Expenses</i>	Rp 2.947.707.687.309	\$ 200.838.570
<i>Total Production Cost (TPC)</i>		Rp 11.052.250.487.048	\$ 733.031.988

Tabel 4. 35 *Fixed Cost*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Depreciation</i>	Rp 6.009.757.665	\$ 409.468
2	<i>Property taxes</i>	Rp 1.502.439.416	\$ 102.367
3	<i>Insurance</i>	Rp 751.219.708	\$ 51.183
<i>Fixed Cost (Fa)</i>		Rp 8.263.416.790	\$ 563.018

Tabel 4. 36 *Variable Cost*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Raw material</i>	Rp 7.375.683.548.701	\$ 502.533.457

2	<i>Packaging & shipping</i>	Rp 343.102.634	\$ 23.377
3	<i>Utilities</i>	Rp 34.658.913.587	\$ 2.361.444
4	<i>Royalties and Patents</i>	Rp 110.987.252.555	\$ 7.561.985
<i>Variable Cost (Va)</i>		Rp 7.521.672.817.478	\$ 512.480.263

Tabel 4. 37 *Regulated Cost*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Labor cost</i>	Rp 9.624.000.000.00	\$ 655.720
2	<i>Plant overhead</i>	Rp 5.293.200.000.	\$ 360.646
3	<i>Payroll overhead</i>	Rp 1.443.600.000	\$ 98.358
4	<i>Supervision</i>	Rp 962.400.000	\$ 65.572
5	<i>Laboratory</i>	Rp 926.500.000	\$ 65.572
6	<i>Administration</i>	Rp 486.272.567.984	\$ 33.131.605
7	<i>Finance</i>	Rp 30.072.279.404	\$ 2.048.939
8	<i>Sales expense</i>	Rp 1.782.999.415.943	\$ 121.482.552
9	<i>Research</i>	Rp 648.363.423.979	\$ 44.175.473
10	<i>Maintenance</i>	Rp 1.502.439.416	\$ 102.367
11	<i>Plant supplies</i>	Rp 225.365.912	\$ 15.355
<i>Regulated Cost (Ra)</i>		Rp 2.967.721.092.639	

4.115 Hasil Analisa Kelayakan

Penjualan :

1. Isopropil Alkohol

Produksi = 22.500.000 kg/tahun

Harga Jual = Rp 30.087.85/kg

Total Penjualan = Rp 676.976.625.000/tahun

2. Natrium Sulfat

Produksi = 52.520,55,64

Harga Jual = 198.433.04/kg

Total Penjualan = 10.421.748.630.530 / tahun

Pajak = 20 %

Zakat = 2,5 %

Biaya Zakat = Rp 232.373.842

Biaya Pajak = Rp 9.294.953.696.

Keuntungan setelah pajak = Rp 36.947.440.943

A. *Return on Investment (ROI)*

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

ROI sebelum pajak = 61,87 %

ROI setelah pajak = 49,18%

B. *Pay Out Time (POT)*

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

POT sebelum pajak = 1,4 tahun

POT setelah pajak = 1,7 tahun

C. *Break Even Point (BEP)*

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

BEP = 59,92 %

D. *Shut Down Point (SDP)*

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

SDP = 28,36 %

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

Umur pabrik = 10 tahun

FCI = Rp 75.121.970.814

Working Capital = Rp 1.428.491.999.387

Salvage Value (SV) = Rp 6.009.757.665.

Cash flow (CF) = Annual Profit + Depresiasi + Finance
= Rp 67.020.129.815

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

$$R = S$$

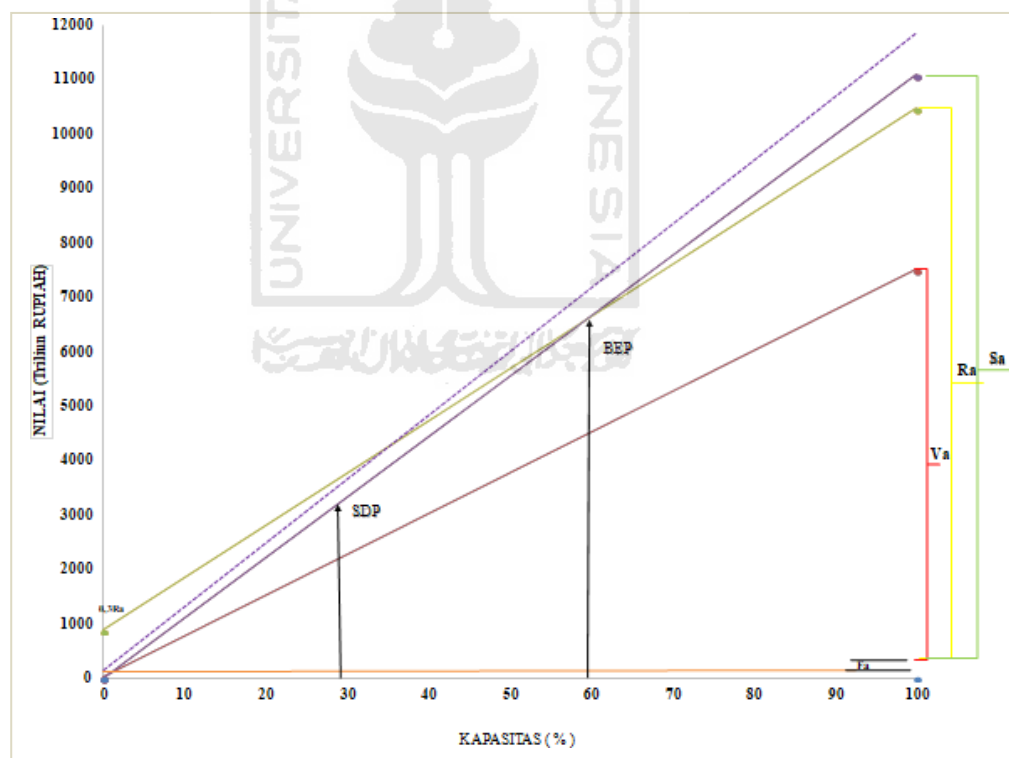
Dengan *trial & error* diperoleh nilai $i = 7,68 \%$

Tabel 4. 38 Analisis Kelayakan

Parameter	Terhitung	Persyaratan	Kriteria
ROI sebelum pajak	61,87%	- Pabrik High Risk Minimal 44 % - Pabrik Low Risk Minimal 11%	Memenuhi (Karena, Pabrik yang didirikan termasuk High Risk, ditinjau dari Bahan baku yang digunakan)
POT sebelum pajak	1,4tahun	-Pabrik High Risk Maksimal 2 tahun -Pabrik Low Risk Maksimal 5	Memenuhi (Karena, Pabrik yang didirikan termasuk High Risk, ditinjau dari Bahan

		Tahun	baku yang digunakan)
BEP	59,92 %	40-60%	Memenuhi
DCFRR	7,68 %	<i>Interest</i> = 1,5 x bunga simpanan bank (6 %)	Memenuhi

Hasil Kalkulasi Kelayakan ekonomi pendirian pabrik Isopropil Alkohol dari Propilen dan Air dapat dipahami melalui Grafik *Break Even Point* Berikut.



4.9 Gambar Grafik *Break Even Point*

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan prarancangan pabrik *Isopropil Alkohol* melalui proses Hidrasi tak langsung dari *Propilen* dan Air dengan kapasitas

22.500 ton/tahun akan didirikan pada tahun 2025 guna memenuhi kebutuhan pasar di Indonesia. Dalam perancangan pabrik IPA ini diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan pertimbangan terhadap peningkatan kebutuhan *Isopropil Alkohol* maka direncanakan pabrik pembuatan *Isopropil Alkohol* dengan kapasitas 22.500 ton/tahun berbahan baku propilen 2.037,36 kg/jam dan air 1.021,454 kg/jam yang diharapkan untuk pemenuhan kebutuhan nasional.
2. Berdasarkan pertimbangan terhadap penyediaan bahan baku, pemasaran bahan baku dan lingkungan maka pabrik direncanakan akan didirikan di daerah Banten, Jawa Barat.
3. Pabrik *Isopropil alkohol* dengan kapasitas 22.500 ton/tahun membutuhkan utilitas berupa :
 - Air = 201.514,05 kg/jam
 - Bahan bakar Generator = 44 kg/jam
 - Bahan Bakar Boiler = 220,7090 kg/jam
 - Listrik = 360.668,4 kW

4. Hasil evaluasi ekonomi pabrik *Isopropil Alkohol* melalui proses Hidrasi tak langsung dengan kapasitas 22.500 ton/tahun adalah sebagai berikut :

- ROI (*Return Of Infestment*) sebelum pajak : 61,87 %
- ROI (*Return Of Infestment*) setelah pajak : 49,18%
- POT (*Pay Out Time*) sebelum pajak : 1,4 tahun
- POT (*Pay Out Time*) setelah pajak : 1,7 tahun
- BEP (*Break Even Point*) : 59,92 %
- SDP (*Shut Down Point*) : 28,36%
- DCFR (*Discounted Cash Flow Rate*) : 7,68%

Dari analisa hasil ekonomi di atas maka dapat diambil kesimpulan bahwa prarancangan pabrik Isopropil Alkohol dengan melalui proses Hidrasi tak langsung dengan kapasitas 22.500 ton/tahun ini layak untuk didirikan karena 4 faktor yaitu ROI, POT, BEP, dan SDP sudah memenuhi syarat standard kelayakan.

5.2 Saran

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

1. Optimasi dalam pemilihan alat proses, alat penunjang atau pendukung, serta bahan baku perlu di perhatikan sehingga keuntungan yang diperoleh dapat lebih di maksimalkan.
2. Perancangan pabrik kimia tidak lepas dari produksi limbah, sehingga

diharapkan dengan berkembangnya pabrik-pabrik kimia dapat lebih ramah lingkungan.

3. Produk *Isopropil Alkohol* dapat direalisasikan sebagai sarana untuk memenuhi kebutuhan di masa yang akan datang dengan jumlah yang semakin meningkat.



DAFTAR PUSTAKA

Aries, R.S. and Newton, R.D., 1955, "Chemical Engineering Cost Estimation", New York: McGraw Hill Book Company, Inc.

Biro Pusat Statistik, "*Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia, Impor Menurut Jenis Barang dan Negeri Asal*", Jakarta

Brown, G.G., 1950, "Unit Operations", New York: John Wiley and Sons, Inc.

Brownell, L.E. and Young, E.H., 1959, "Process Equipment Design", New York: John Wiley and Sons, Inc.

Coulson, J. M., & Richardson, J. F., 2005, "Chemical Engineering Design", Vol. 6, 4th Ed., Oxford: Elsevier Butterworth-Heinemann.

Kern, D.Q., 1950, Process Heat Transfer, New York: McGraw Hill Book Company, Inc.

Kirk and Othmer, 1982, Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology, Vol.17, Canada: John Wiley and Sons, Inc.

McCabe, W.L., Smith, J.C., and Harriot, P., 1985, Unit Operations of Chemical Engineering, 4 ed., New York: McGraw Hill Book Company, Inc.

Perry, R.H., & Green, D.W., 1999, Perry's chemical engineers' handbook, 7th ed, Tokyo: McGraw Hill, Co.

Sciencelab.com, Inc., 2013b. Material safety data sheet: Isopropil Alcohol MSDS. Texas: Sciencelab.com, Inc

Sciencelab.com, Inc., 2013b. Material safety data sheet: Sodium Sulphatae MSDS. Texas: Sciencelab.com, Inc

Walas, S. M., 1990, Chemical process equipment, New York: Butterworth-Heinemann

Yaws, C. L., 1999, Chemical properties handbook, New York: McGraw Hill Book Company

LAMPIRAN-LAMPIRAN



The logo of Universitas Islam Indonesia is a watermark in the background. It features a central emblem with a stylized flower or leaf design, topped with a crescent moon and a star. The emblem is enclosed in a rounded rectangular border. The text 'UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA' is written around the border, and there is Arabic calligraphy at the bottom.

LAMPIRAN A
Perhitungan Reaktor

Lampiran A

Reaktor (R-01)

Tugas : Mereaksikan *isopropil sulfat* dengan air menjadi *isopropil alkohol*

Jenis : Reaktor Alir Berpengaduk

Kondisi : Tekanan = 10 atm

Suhu = 65 °C

Tujuan :

1. Menentukan konversi dan waktu tinggal
2. Optimasi reaktor
3. Perancangan reaktor
4. Menghitung neraca massa
5. Menghitung neraca panas

Digunakan reaktor jenis Reaktor Alir Tangki Berpengaduk, karena :

- Reaksi berjalan dengan fase cair-cair
- Harga alat relatif lebih murah
- Perawatan dan pembersihan alat lebih muda
- Konstruksi lebih sederhana

1. Mencari Harga Konstanta Kecepatan Reaksi

Neraca massa bahan masuk reaktor :

Komponen	Input (Kg/jam)	Output (Kg/jam)	Berat Jenis (Kg/liter)
C ₃ H ₈ SO ₄	6.620,533	1.655,133	0,786978624
H ₂ SO ₄	23,288	3.499,068	1,783351465
H ₂ O	1.038,913	400,50	0,990035644
C ₃ H ₇ OH		2128,029	0.764664296
Total	7.682,734	7.682,734	

Kecepatan Volumetrik Umpan (F_v)

$$F_v = \frac{6620,533}{0,786978} + \frac{1038,91}{0,990035} + \frac{23,288}{1,783351}$$

$$= 9475,0236 \text{ liter/jam}$$

$$FA_0 = \frac{6620,533}{140} = 47,2895 \text{ Kmol/jam}$$

$$FB_0 = \frac{1038,913}{18} = 57,7173 \text{ Kmol/jam}$$

$$CA_0 = \frac{FA_0}{F_v} = \frac{47,2895}{9475,0236} = 0,004990 \text{ kmol/l}$$

$$CB_0 = \frac{FB_0}{F_v} = \frac{57,7173}{9475,0236} = 0,006091 \text{ kmol/l}$$

Menentukan harga k

$$(-r_A) = k C_A C_B$$

$$\text{dimana, } C_A = C_{A0} (C_{A0} - X_A)$$

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

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

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

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

$$V = \frac{F_V C_{A0} X_A}{(-r_A)}$$

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

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

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

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

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

dimana,

$$M = \frac{C_{B0}}{C_{A0}} = 1,22$$

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

$$= \frac{0,93}{((1 * 0,004990) * (1 - 0,93) * (0,006091 / 0,004990 - 0,93))}$$

$$= 9,1630 \text{ m}^3/\text{kmol.jam}$$

2. Menentukan Dimensi Reaktor

Volume shell perbandingan D:H = 1 (Brownell & Young 1959)

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

$$V = \frac{9398,3267 \text{ L/jam} \cdot 0,004990 \text{ kmol/L} \cdot 0,75}{(9163,0091521/\text{kmol.jam} \cdot 0,004990 \text{ kmol/l} \cdot (1-0,75) \cdot 0,006091 \text{ kmol/l})} = 0,5338 \text{ m}^3$$

Over Design = 20 %

$$V = 1,2 \cdot 0,5338$$

$$= 0,6405 \text{ m}^3$$

Diameter shell

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

$$= \sqrt[3]{\frac{4 \cdot 0,6405}{3,14}}$$

$$D = 0,9334 \text{ m}$$

$$= 36,7906 \text{ in}$$

$$= 3,0658 \text{ ft}$$

$$H = 0,9334 \text{ m}$$

$$= 36,7906 \text{ in}$$

$$= 3,0658 \text{ ft}$$

V dish

$$V \text{ dish} = 0,000049D^3$$



$$= 0,000049 \cdot 3,0658^3$$

$$= 0,0014 \text{ ft}^3$$

Sf berkisar antara 1,5 sampai dengan 2,5 in , maka dipilih :

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

$$= 0,1249 \text{ ft}$$

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

$$= (3,14/4) \cdot (3,0658^2) \cdot (0,1249)$$

$$= 0,9223 \text{ ft}^3$$

Volume head

$$\text{Volume head} = V_{dish} + V_{sf}$$

$$= 0,0014 + 0,9223$$

$$= 0,9237 \text{ ft}^3$$

$$= 0,0261 \text{ m}^3$$

$$= 1596,2430 \text{ in}^3$$



$$\text{Volume reaktor} = V_{shell} + 2 \cdot V_{head}$$

$$= 0,6405 \text{ m}^3 + (2 \cdot 0,0261 \text{ m}^3)$$

$$= 0,6928 \text{ m}^3$$

3. Menghitung Tebal Tangki

Untuk menghitung tebal tangki/shell (ts) dipergunakan persamaan

Brownell page 254 eq (13.1), yaitu :

$$t_s = \frac{Pr_i}{FE - 0,6P} + C$$

dimana,

t_s = tebal shell/dinding, in

P = tekanan design, psia

r_i = jari-jari dalam shell, in

F = maksimum allowable stress = 18.750psi

E = efisiensi pengelasan = 80 %

C = faktor korosi = 0,125 in

Tinggi cairan

$$\text{Volume cairan} = h \text{ cairan} \cdot (\pi, D^2/4)$$

$$0,5338 = h \text{ cairan} \cdot (3,14 \cdot (0,9344^2))/4$$

$$h \text{ cairan} = 0,7787 \text{ m}$$

P hidrostatik

$$P_h = \rho \cdot g \cdot h$$

$$= 817,4576 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 0,7787 \text{ m}$$

$$= 6238,5080 \text{ pa}$$

$$= 0,9048 \text{ psi}$$

$$P_{\text{design}} = (1 + \text{Faktor kelonggaran}) (P_h + P_o)$$

Dimana,

Faktor kelonggaran = 20 %

$$P_h = P \text{ hidrostatik}$$

$$P_o = P \text{ lingkungan}$$

$$= 1 \text{ atm}$$

$$= 14,696 \text{ psi}$$

$$P \text{ design} = (1+0,2) \cdot (0,9048+14,696)$$

$$= 18,7209 \text{ psi}$$

Tipe sambungan yang dipakai adalah single welded but joint. (Brownell & Young tabel 13.2 p 254) diperoleh $E = 80 \%$, tekanan yang diijinkan untuk bahan konstruksi Stainless steel 18.750 psi , faktor korosi 0,125 (Tabel 6 Timmerhaus 1991 Pg 542)

Sehingga ,

$$t_s = \frac{((18,7209 \cdot (0,5 \cdot 0,9344))}{((18750 \cdot 0,8) - (0,6 \cdot 18,7209))) + 0,125}$$

$$= 0,1255 \text{ in}$$

Dipilih ukuran standar :

$$T_s = 3/16 \text{ in}$$

$$= 0,1875 \text{ in}$$

Dipilih tebal dinding reaktor 3/16 in.

4. Menghitung Tebal Head

Jenis head dipilih torispherical dished head sehingga persamaan untuk menghitung tebal head diperoleh dari (p 256 eq 13.12 brownell & young)

$$P = P_{\text{design}} - P_{\text{lingkungan}}$$

$$= 18,7209 - 14,696$$

$$= 4,0249 \text{ psi}$$

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

$$= 36,7906 + 2 \cdot 0,1875$$

$$= 37,1656 \text{ in}$$

$$= 0,9440 \text{ m}$$

$$W = \frac{1}{4} (3 + \sqrt{\frac{r}{icr}})$$

didapat $r = 36 \text{ in}$ dan $icr = 2,375 \text{ in}$ (Tabel

Young 1959 pg 90)

$$= (1/4) \cdot (3 + ((0,8/2,375)^{1/2}))$$

$$= 1,7233 \text{ in}$$

5.7 Brownell &

$$th = \frac{P \cdot r \cdot w}{2 \cdot f \cdot E - 0,2P} + C$$

$$= \frac{(4,0249 \cdot 36 \cdot 1,7233)}{((2 \cdot 187500,8) - (0,2 \cdot 4,0249))} + 0,125$$

$$= 0,1332 \text{ in}$$

Dipilih ukuran standar :

$$th = 3/16 \text{ in}$$

$$= 0,1875 \text{ in}$$

Jadi dipilih tebal head raktor 3/16 in.

5. Menghitung Tinggi Reaktor Total

$$\begin{aligned}ID &= OD - 2ts \\ &= 38 - (2 \cdot 0,1875) \\ &= 37,625 \text{ in} \\ &= 0,9556 \text{ m}\end{aligned}$$

Untuk $t_h = 3/16$ in diperoleh standart straight flanged (Sf) = 1,5 – 2 in,

dipilih Sf = 1,5 in (table 5,6 brownell & young)

$$a = \frac{ID}{2} = \frac{37,625}{2} = 18,8125 \text{ in}$$

$$AB = a - icr = 18,8125 - 2,375 = 16,4375 \text{ in}$$

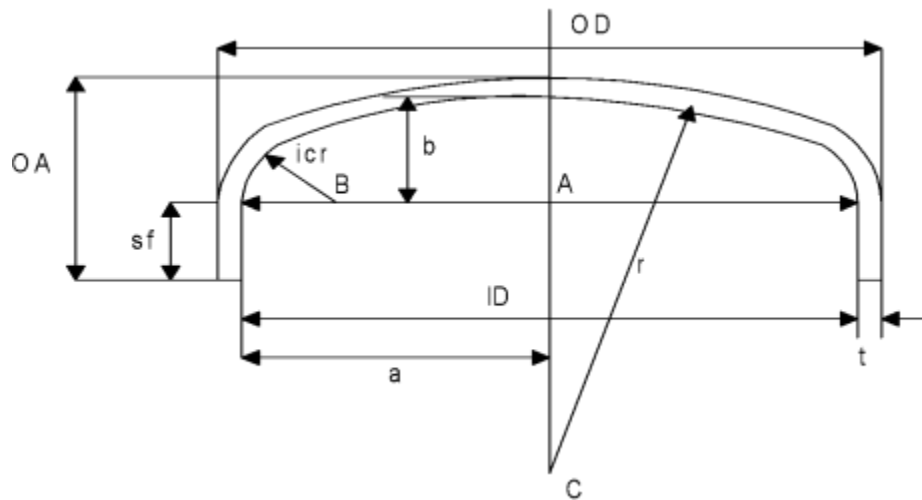
$$BC = r - icr = 36 - 2,375 = 33,625 \text{ in}$$

$$AC = \sqrt{(BC)^2 - (AB)^2} = \sqrt{33,625^2 - 16,4375^2} = 29,3334 \text{ in}$$

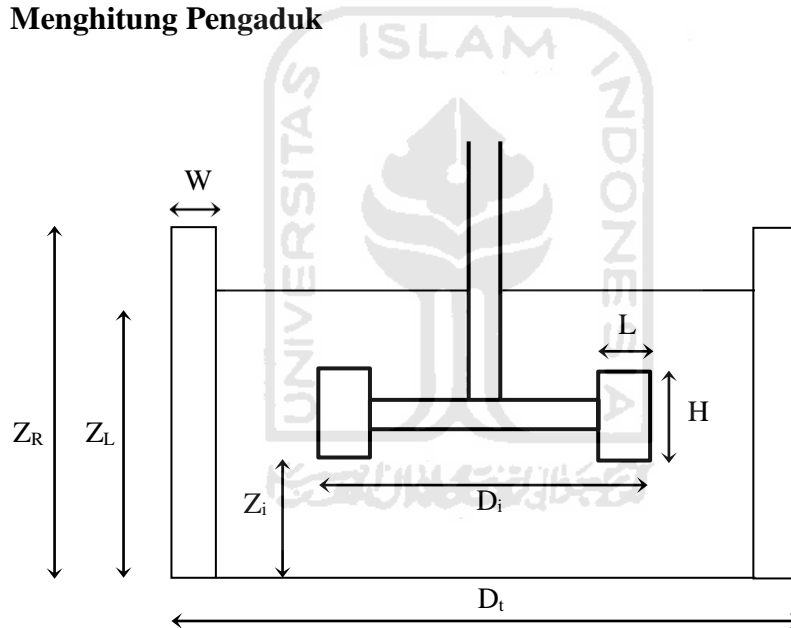
$$b = r - AC = 36 - 29,3334 = 6,6665 \text{ in}$$

$$\begin{aligned}h_{\text{Head}} &= t_h + b + sf = 0,1875 + 6,6665 + 1,5 = 8,3540 \text{ in} \\ &= 0,2121 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}h_{\text{Reaktor}} &= 2 \cdot h_{\text{Head}} + h_{\text{shell}} = (2 \cdot 0,2121) + 0,9344 = 1,3588 \text{ m} \\ &= 53,4988 \text{ in}\end{aligned}$$



6. Menghitung Pengaduk



Dari persamaan Yaws 1999 Chapter 22 Tabel 22-1 page 78, diperoleh :

$$\begin{aligned} \mu_{camp} &= \mu_{C_3H_8SO_4} \cdot x_{C_3H_8SO_4} + \mu_{H_2O} \cdot x_{H_2O} + \mu_{H_2SO_4} \cdot x_{H_2SO_4} \\ &= 0,253319 \cdot 0,861741 + 0,426191 \cdot 0,135226 + 7,494974 \cdot 0,003031 \\ &= 0,298647 \text{ cP} \end{aligned}$$

Dimensi pengaduk

Dari Brown 'Unit Operation p 507 untuk tipe pengaduk turbin dengan 6

buah flate blade, dipergunakan rumus :

$$\frac{Dt}{Di} = 3$$

dimana, Dt = diameter tangki

Di = diameter pengaduk

Diameter pengaduk (Di)

$$Di = 1/3 \times Dt = 1/3 \times 0,955675 \text{ m} = 0,318558 \text{ m}$$

Lebar pengaduk (L)

$$L = 0,25 Di = 0,25 \times 0,318558 \text{ m} = 0,079639 \text{ m}$$

Lebar baffle (W)

$$W/Di = 0,17$$

$$W = W/Di \cdot Di = 0,054154 \text{ m}$$

Jarak pengaduk dengan dasar tangki (Zi)

$$\frac{Zi}{Di} = 0,75 - 1,3$$

dipilih 0,75, maka

$$Zi = 0,75 Di = 0,75 \times 0,318558 \text{ m} = 0,238918 \text{ m}$$

Menentukan jumlah pengaduk yang dipakai

$$\rho \text{ campuran} = 51,032246 \text{ lb/ft}^3$$

$$= 817,457661 \text{ kg/m}^3$$

$$= 0,817457 \text{ kg/l}$$

$$\rho \text{ air} = 1000, \text{kg/m}^3$$

Menghitung Jumlah impeller

Tinggi cairan dalam reaktor = 0,860107 m

$WELH = h_{\text{cairan}} \cdot sg = 0,860107 \cdot 0,825685 = 0,710177 \text{ m}$

$$Sg = \frac{\rho_{\text{cairan}}}{\rho_{\text{air}}} = \frac{0,817457}{0,990035} = 0,825685$$

$$\text{Jumlah pengaduk} = \frac{WELH}{D} = \frac{0,710177 \cdot 3,28084}{0,9556 \cdot 3,28084} = 0,74$$

Maka didapatkan jumlah pengaduk = 1 buah

Putaran pengaduk

$$\frac{WELH}{2 DI} = \left(\frac{\pi \cdot DI \cdot N}{60} \right)^2$$

$$N = \frac{60}{\pi \cdot DI} \sqrt{\frac{WELH}{2 DI}}$$

$N = 193,0286 \text{ rpm}$

$$= 193,0286/60$$

$$= 3,2171 \text{ rps}$$

Standar speed = 320 rpm

$$= 320/60$$

$$= 5,333 \text{ rps}$$

Menghitung power pengaduk

$$Re = \frac{N \times Di^2 \times \rho}{\mu}$$

$$= \frac{5,333 \cdot 817,457661 \cdot 0,318558^2}{0,298647 / 1000}$$



$$= 1481434,877$$

Re > 2100 aliran turbulen

Dari fig 477 Brown pg 507 , didapatkan nilai Po 7

$$P = \frac{Po N^3 Di^5 \rho}{Gc}$$

Dimana :

P = daya pengaduk

Np = power number

ρ = densitas campuran

Di = diameter pengaduk

gc = gravitasi = 9,8 m/s²

$$P = \frac{7.5,33^3 \cdot 0,3185^5 \cdot 817,4576}{9,8}$$

$$= 290,5883 \text{ ft.lbf/s}$$

$$= \frac{290,5883}{0,102,745,7}$$

$$= 3,8204 \text{ Hp}$$



Dari Peter fig 14.38 Efisiensi motor didapat 84 %

$$\text{Daya Motor} = \frac{3,8204}{0,84}$$

$$= 4,5481 \text{ Hp}$$

Standar nema = 5 Hp

Kebutuhan air pendingin = 618,2566 kg/jam

$$= 1.363,0086 \text{ lb/jam}$$

Menghitung luas transfer panas

$$\Delta T_{LMTD} = \frac{\Delta T_2 - \Delta T_1}{\ln \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}}$$

Fluida panas :

- Suhu masuk reaktor = 65°C
= 149F
- Suhu keluar reaktor = 65°C
= 149F

Fluida dingin :

- Suhu pendingin masuk = 30°C
= 86 F
- Suhu pendingin keluar = 50°C
= 122 F

$$\Delta T_1 = 149 - 86 = 63 \text{ F}$$

$$\Delta T_2 = 149 - 122 = 27 \text{ F}$$

$$\Delta T_{LMTD} = 42,4880 \text{ F}$$

Untuk viskositas campuran $\mu < 0,5$ cp berdasarkan Tabel.8 Kern hal:840 (Light organic) UD = 75 – 150 Btu/jam.ft².°F , diambil harga UD = 150 Btu/jam.ft².°F

$$\mu_{\text{Camp}} = 0,2986 \text{ cP}$$

$$Q = 634958,438 \text{ kj/jam}$$

$$= 601824,4022 \text{ Btu/jam}$$

$$A = 601824,4022 / (150 * 42,4880)$$

$$= 94,430468 \text{ ft}^2$$

$$= 8,7728 \text{ m}^2$$

Menghitung luas selubung reaktor

A = Luas selimut reaktor + luas penampang bawah reaktor

$$\begin{aligned} A &= (3,14)(38 \cdot 0,0833) \cdot (1,3588 \cdot 0,0833) + ((3,14/4) \cdot (38 \cdot 0,0833)) \\ &= 52,1774 \text{ ft}^2 \\ &= 15,9036 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Karena luas transfer panas lebih kecil dari luas selalu , Maka dipilih jaket pendingin

$$\text{Jumlah air pendingin} = 618,2566 \text{ kg/jam}$$

$$= 0,6182 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Asumsi jarak jaket = 3 in

Diameter dalam jaket (D1) = diameter dalam + (2 x tebal dinding)

$$D1 = 36,7905 + 2 \cdot 0,1875$$

$$= 37,1656 \text{ in}$$

$$= 0,9440 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi jaket} = \text{Tinggi reaktor} = 1,358868 \text{ m}$$

$$D2 = D1 + (2 \cdot \text{Jarak jaket})$$

$$= 37,1656 + (2 \cdot 3)$$

$$= 43,1656 \text{ in}$$

$$= 1,1019 \text{ m}$$

Tebal dinding jaket (tj)

$$H \text{ jaket} = 1,3588 \text{ m}$$

$$P_h = 0,9048 \text{ psi}$$

$$P \text{ design} = 18,7220$$

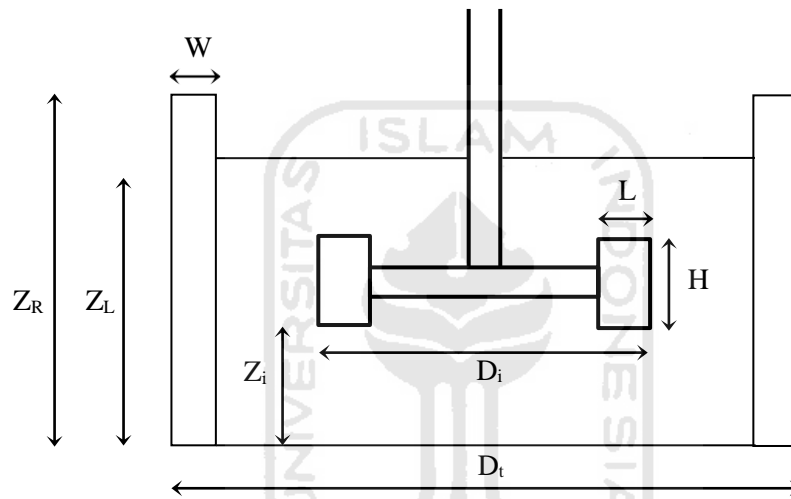
$$t_j = \frac{18,7209 \cdot 37,1656}{(18750,0,8z \cdot -06^*)} + 0,125 \text{ in}$$

$$= 0,1872$$

Standar nema 0,1875

Reaktor 2

7. Menghitung Pengaduk



Dari persamaan Yaws 1999 Chapter 22 Tabel 22-1 page 78, diperoleh :

$$\begin{aligned} \mu_{\text{camp}} &= \mu_{\text{H}_2\text{SO}_4} \cdot x_{\text{H}_2\text{SO}_4} + \mu_{\text{C}_3\text{H}_8\text{SO}_4} \cdot x_{\text{C}_3\text{H}_8\text{SO}_4} + \mu_{\text{H}_2\text{O}} \cdot x_{\text{H}_2\text{O}} \\ &\quad + \mu_{\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}} \cdot x_{\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}} \\ &= 7,4949 \cdot 0,4554 + 0,2533 \cdot 0,2154 + 0,4261 \cdot 0,0521 + 0,6739 \cdot 0,2769 \\ &= 3,6770 \text{ cP} \end{aligned}$$

Dimensi pengaduk

Dari Brown 'Unit Operation p 507 untuk tipe pengaduk turbin dengan 6

buah flate blade, dipergunakan rumus :

$$\frac{D_t}{D_i} = 3$$

dimana, D_t = diameter tangki

D_i = diameter pengaduk

Diameter pengaduk (D_i)

$$D_i = 1/3 \times D_t = 1/3 \times 0,955675 \text{ m} = 0,318558 \text{ m}$$

Lebar pengaduk (L)

$$L = 0,25 D_i = 0,25 \times 0,318558 \text{ m} = 0,079639 \text{ m}$$

Lebar baffle (W)

$$W/D_i = 0,17$$

$$W = W/D_i \cdot D_i = 0,054154 \text{ m}$$

Jarak pengaduk dengan dasar tangki (Z_i)

$$\frac{Z_i}{D_i} = 0,75 - 1,3$$

dipilih 0,75, maka

$$Z_i = 0,75 D_i = 0,75 \times 0,318558 \text{ m} = 0,238918 \text{ m}$$

Menentukan jumlah pengaduk yang dipakai

$$\begin{aligned} \rho \text{ campuran} &= 77,7339 \text{ lb/ft}^3 \\ &= 1245,1769 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$= 1,245176 \text{ kg/l}$$

$$\rho \text{ air} = 1000, \text{kg/m}^3$$

Menghitung Jumlah impeller

$$\text{Tinggi cairan dalam reaktor} = 0,860107 \text{ m}$$

$$\text{WELH} = h_{\text{cairan}} \cdot s_g = 0,860107 \cdot 1,257709 = 1,081765 \text{ m}$$

$$Sg = \frac{\rho_{cairan}}{\rho_{air}} = \frac{1,245176}{0,990035} = 1,257709$$

$$\text{Jumlah pengaduk} = \frac{WELH}{D} = \frac{1,0817 \cdot 3,28084}{0,9556 \cdot 3,28084} = 1,13$$

Maka didapatkan jumlah pengaduk = 1 buah

Putaran pengaduk

$$\frac{WELH}{2 DI} = \left(\frac{\pi \cdot DI \cdot N}{60} \right)^2$$

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

$$\begin{aligned} N &= 238,2344 \text{ rpm} \\ &= 238,2344 / 60 \\ &= 3,9705 \text{ rps} \end{aligned}$$

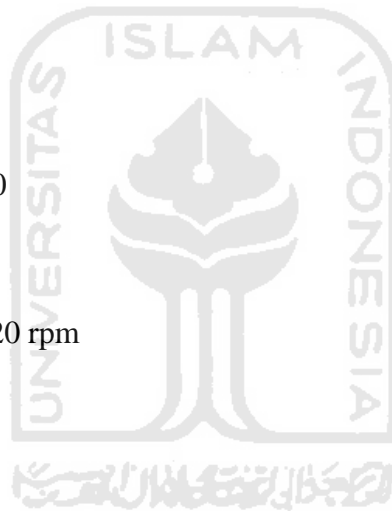
$$\begin{aligned} \text{Standar speed} &= 320 \text{ rpm} \\ &= 320 / 60 \\ &= 5,333 \text{ rps} \end{aligned}$$

Menghitung power pengaduk

$$\begin{aligned} \text{Re} &= \frac{N \times Di^2 \times \rho}{\mu} \\ &= \frac{5,333 \cdot 1245,1769 \cdot 0,318558^2}{3,67701/1000} \\ &= 183278,7181 \end{aligned}$$

Re > 2100 aliran turbulen

Dari fig 477 Brown pg 507 , didapatkan nilai Po 7



$$P = \frac{PoN^3Di^5\rho}{Gc}$$

Dimana :

P = daya pengaduk

Np = power number

ρ = densitas campuran

Di = diameter pengaduk

gc = gravitasi = 9,8 m/s²

$$P = \frac{7,5,33^3 \cdot 0,3185^5 \cdot 1245,1769}{9,8}$$

$$= 27,632711 \text{ ft.lbf/s}$$

$$= \frac{27,632711}{0,102,745,7}$$

$$= 0,363294 \text{ Hp}$$

Dari Peter fig 14.38 Efisiensi motor didapat 80 %

$$\text{Daya Motor} = \frac{0,363294}{0,8}$$

$$= 0,45411 \text{ Hp}$$



Standar nema = 1/2 Hp

Kebutuhan air pendingin = 618,2566 kg/jam

$$= 1363,0086 \text{ lb/jam}$$

Menghitung luas transfer panas

$$\Delta T_{LMTD} = \frac{\Delta T_2 - \Delta T_1}{\ln \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}}$$

Fluida panas :

- Suhu masuk reaktor = 65°C
= 149F
- Suhu keluar reaktor = 65°C
= 149F

Fluida dingin :

- Suhu pendingin masuk = 30°C
= 86 F
- Suhu pendingin keluar = 50°C
= 122 F

$$\Delta T_1 = 149 - 86 = 63 \text{ F}$$

$$\Delta T_2 = 149 - 122 = 27 \text{ F}$$

$$\Delta T_{LMTD} = 42,4880 \text{ F}$$

Untuk viskositas campuran $\mu < 0,5$ cp berdasarkan Tabel.8 Kern hal:840 (Light organic) UD = 75 – 150 Btu/jam.ft².°F , diambil harga UD = 75 Btu/jam.Ft².°F

$$\mu_{\text{Camp}} = 3,6770 \text{ cP}$$

$$Q = 540539,928 \text{ kJ/jam}$$
$$= 512332,933 \text{ Btu/jam}$$

$$A = 512332,933 / (75 * 42,48801004)$$
$$= 160,7772585 \text{ ft}^2$$
$$= 14,9366894 \text{ m}^2$$

Menghitung luas selubung reaktor

A = Luas selimut reaktor + luas penampang bawah reaktor

$$A = (3,14)(3,1654) \cdot (4,458231391) + ((3,14/4) \cdot (3,1654^2))$$
$$= 52,1774 \text{ ft}^2$$

$$= 15,9036 \text{ m}^2$$

Karena luas transfer panas lebih kecil dari luas selubung , Maka dipilih jaket pendingin

$$\begin{aligned} \text{Jumlah air pendingin} &= 5,26 \times 10^{-2} \text{ kg/jam} \\ &= 5,26 \times 10^{-1} \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

Asumsi jarak jaket = 3 in

Diameter dalam jaket (D1) = diameter dalam + (2 x tebal dinding)

$$D1 = 36,7905 + 2 \cdot 0,1875$$

$$= 37,1656 \text{ in}$$

$$= 0,9440 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi jaket} = \text{Tinggi reaktor} = 1,358868 \text{ m}$$

$$D2 = D1 + (2 \cdot \text{Jarak jaket})$$

$$= 37,1656 + (2 \cdot 3)$$

$$= 43,1656 \text{ in}$$

$$= 1,0964 \text{ m}$$

Tebal dinding jaket (tj)

$$H \text{ jaket} = 1,3588 \text{ m}$$

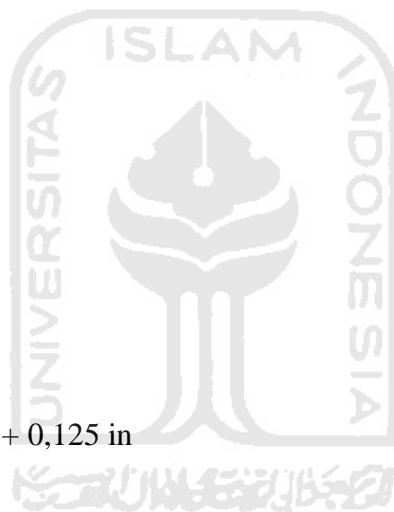
$$P_h = 0,9048 \text{ psi}$$

$$P \text{ design} = 18,7220$$

$$t_j = \frac{18,7209 \cdot 37,1656}{(18750 \cdot 0,8z \cdot -06 \cdot 18,720)} + 0,125 \text{ in}$$

$$= 0,171499 \text{ in}$$

Standar nema 0,1875




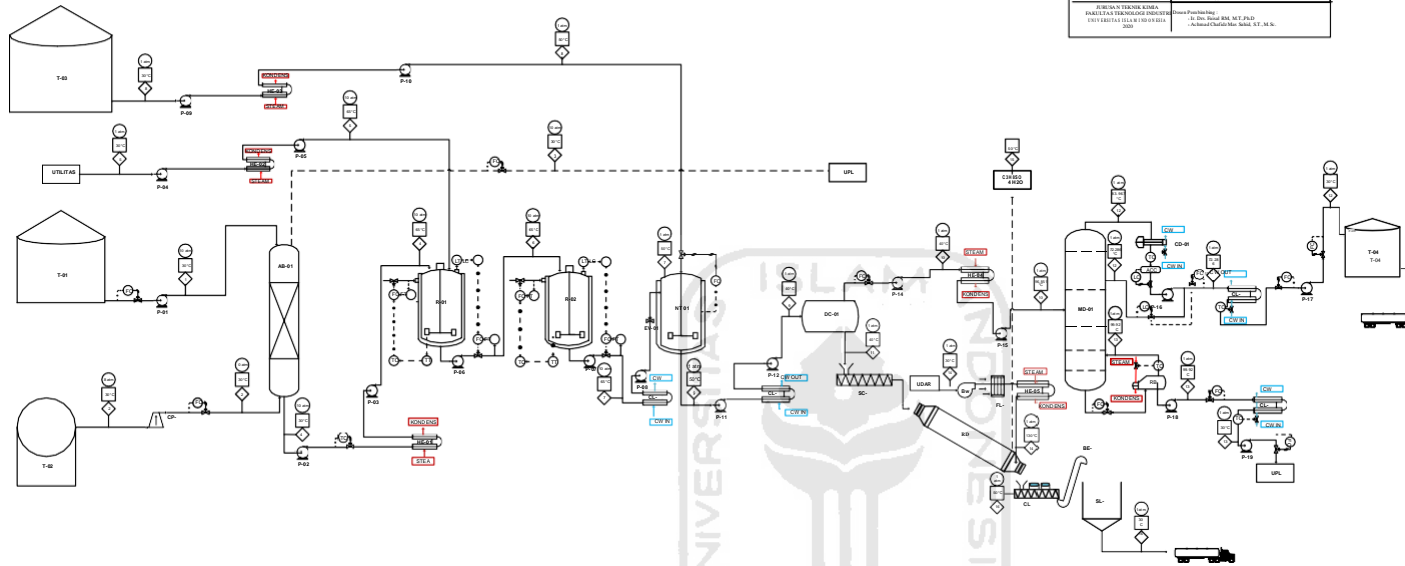
LAMPIRAN B

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM PEMBUATAN ISOPROPIL ALKOHOL









**PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PRA RANCANGAN PABRIK ISOPROPIL ALKOHOL DARI PROPILEN DAN AIR
KAPASITAS 22.500 TON/TAHUN**

 UNIVERSITAS INDONESIA FAKULTAS TEKNIK KIMIA INSTITUT TEKNIK KIMIA JENDELA BARU NO 9 DETA 1601	PROJEK PENGALAMAN KERJA PRA RANCANGAN PABRIK ISOPROPIL ALKOHOL DARI PROPILEN DAN AIR KAPASITAS 22.500 TON/TAHUN Disusun Oleh : 1. Chandra (1602206)
	Dosen Pembimbing : 1. Ir. Drs. Sidiq HAN, M.T., Ph.D. 2. Ahmad Chandra HAN, M.T., M.S.



KOMPOSISI	kgw/HR															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
MSD	463360			23168		346016	4782608									
DMR		205659	60169													
DMR		91689	91689													
MSD	17459			17459	1021454	40010	20238740	8884158	9772	547203	304188	108346	838267	251486	3289	
DMRMSD			662633			165119	11546921		115469					115469		
DMRTO						212809	2787779		278777	278777		273183	85756			
MSD																
MSD									801342		601342				601342	
UDAR													4010	4010		
TOTAL	475121	203363	51208	664128	1021454	768273	7682731840	76244284	15361918	82552	7072137	384009	594111	4510	884106	6034591

KETERANGAN	
AB	= ABSORBER
AC	= AQUEOUS SOL
BE	= BEKAS PERSAMAAN
BO	= BLOK SUHU
CO	= CONDENSER
DI	= DISTRIBUSI
DS	= DEKANTER
EV	= EXPANSION VALVE
FL	= FILTER BAG
FR	= FRACTIONATOR
MD	= MENARA DISTILASI
MS	= METER
PA	= PUMP
PS	= PRESSURIZER
RE	= REAKTOR
SC	= SILINDRIS CONDENSER
SE	= SEPARATOR
T-01	= TANGKAI
TC	= TEMPERATURE CONTROL
FC	= FLOW RATE CONTROL
TC	= TEMPERATURE CONTROL
TT	= TRANSMITTER TEMPERATURE
LC	= LEVEL CONTROL

KETERANGAN	
	= NOMOR ALIR
	= TEKANAN ATM
	= TEMPERATURUR °C
	= CONTROL VALVE
	= PNEUMATIC
	= ELECTRIC

LAMPIRAN C

KARTU KONSUL



KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN

1. Nama Mahasiswa : Primanita
No. Mhs : 16521226
2. Nama Mahasiswa : Winda Angraeni
No. Mhs : 16521235
- Judul Prarancangan)* : Isoporpil Alkohol Melalui Proses Indirect Hydration Dari Popilen dan Air dengan kapasitas 22.500 Ton/tahun

Mulai Masa Bimbingan : 01 April 2020

Batas Akhir Bimbingan : 28 September 2020

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
	27/12- 2019	Pengajuan Judul	
	23/01- 2020	Pengajuan Judul	
	29 /01- 2020	Bimbingan Kapasitas	
	3 /02- 2020	Bimbingan Bab 1-2	
	16/06- 2020	Bimbingan Bab 3	
	10 /08- 2020	Bimbingan Bab 4	
	7 /09- 2020	Bimbingan Bab 5	
	7/09- 2020	Tandatanganan Pengesahan	

Dosen Pembimbing 1,



Faisal R. M., Ir. Drs., M.T.,

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN

1. Nama Mahasiswa : Primanita
No. Mhs : 16521226
3. Nama Mahasiswa : Winda Angraeni
No. Mhs : 16521235
Judul Prarancangan)* : Isoporpil Alkohol Melalui Proses Indirect Hydration Dari Popilen dan Air dengan kapasitas 22.500 Ton/tahun

Mulai Masa Bimbingan : 01 April 2020

Batas Akhir Bimbingan : 28 September 2020

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
	23/01-2020	Pengajuan judul	
	27 /01-2020	Bimbingan menentukn kapasitas	
	11/04-2020	Bimbingan Perhitungan Alat	
	5/06-2020	Bimbingan Perhitungan Alat	
	21/08- 2020	Tambahan Alat Besar	
	1 /09-2020	Revisi Naskah	
	5/09- 2020	Revisi Naskah	
	8/09- 2020	Revisi Naskah	
	8/09- 2020	Tandatanganan Pengesahan	

Dosen Pembimbing 2,



Achmad Chafidz M. S., S.T.,

