

**PRARANCANGAN PABRIK AMIL ALKOHOL DARI
PENTANA DENGAN KAPASITAS 10.000 TON/TAHUN**

PERANCANGAN PABRIK

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



Oleh :

Nama : Ricky Ramadhan

Nama : Gunawan Shafareza H.

NIM : 18521071

NIM : 18521105

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

YOGYAKARTA

2022

LEMBAR PERSYARATAN KEASLIAN HASIL PERANCANGAN PABRIK

Saya yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Ricky Ramadhan

Nama : Gunawan Shafareza H.

NIM : 18521071

NIM : 18521105

Yogyakarta, 19 Oktober 2022

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.



Ricky Ramadhan



Gunawan Shafareza Hidayat

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PRARANCANGAN PABRIK AMIL ALKOHOL DARI PENTANA

DENGAN KAPASITAS 10.000 TON/TAHUN

PERANCANGAN PABRIK

Oleh :

Nama : Ricky Ramadhan

Nama : Gunawan Shafareza H.

NIM : 18521071

NIM : 18521105

Yogyakarta, 19 Oktober 2022

Pembimbing I

Pembimbing II



Farham H. M. Saleh, Dr., Ir., MSIE.

Lilis Kistriyani, S.T., M.Eng.

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PRARANCANGAN PABRIK AMIL ALKOHOL DARI PENTANA

DENGAN KAPASITAS 10.000 TON/TAHUN

PERANCANGAN PABRIK

Oleh :

Nama : Ricky Ramadhan

Nama : Gunawan Shafareza H.

NIM : 18521071

NIM : 18521105

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,

Tim Penguji,

Farham H. M. Saleh, Dr., Ir., MSIE.

Ketua

Dr. Ariany Zulkania, S.T., M.Eng.

Anggota I

Venitalitya Alethea SA, S.T., M.Eng.

Anggota II

14/11/2022

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Kimia

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



Dr. Ifa Puspasari, S.T., M.Eng., Ph.D

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakaatuh

Alhamdulillah *Alamin*, puji syukur kehadiran Allah Subhanahu Wata'ala yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Prarancangan Pabrik Amil Alkohol dari Pentana dan Klorin dengan Kapasitas 10.000 Ton/Tahun” dengan baik.

Penulisan laporan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana (S1) Teknik Kimia di Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.

Pada Kesempatan ini penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini secara langsung maupun tidak langsung, yang terhormat :

1. Allah SWT karena atas segala kehendak-Nya, penulis diberi kesehatan, kesabaran, dan kemampuan untuk dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.
2. Kedua orang tua yang selalu mendo'akan kami serta memberikan dukungan serta motivasi kepada kami untuk mengerjakan serta menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Hari Purnomo, Prof., Dr., Ir., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

4. Ibu Dr. Ifa Puspasari selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
5. Bapak Farham H. M. Shaleh, Dr., Ir., MSIE selaku Dosen Pembimbing I dan Ibu Lilis Kistriyani, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing II yang selalu sabar dalam membimbing kami dan memberikan semangat kepada kami untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Teman-teman seperjuangan Angkatan 2018 yang selalu memberikan semangat.
7. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan dalam menyelesaikan penyusunan naskah laporan ini.

Penulis berusaha semaksimal mungkin dalam menyusun laporan Tugas Akhir ini agar dapat bermanfaat bagi pembaca dan penulis pada khususnya. Penulis menyadari masih terdapat banyak kekurangan dalam penulisan laporan Tugas Akhir ini. Akhir kata penulis berharap laporan penelitian ini dapat bermanfaat bagi semua pihak khususnya mahasiswa Teknik Kimia. Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 19 Oktober 2022

Penyusun

LEMBAR PERSEMBAHAN

Alhamdulillah Rabbil 'Alamin, Ya Allah, Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya kepada saya sehingga saya mendapatkan kesempatan untuk menuntut ilmu dan dapat menyelesaikan studi saya di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.

Terima kasih kepada kedua orang tua saya Bapak Nurahanu dan Ibu Harni serta kakak saya Mba Dita Pristiya Handayani, dan kedua adik saya Helza Azizzah dan juga Lutfia Oktaviani yang selalu memanjatkan doa tiada henti, serta memberi dukungan dan dorongan motivasi serta kasih sayang yang tidak ada habisnya. Mohon maaf jika mas belum bisa memberikan yang terbaik untuk keluarga, tetapi mas tidak akan pernah menyerah dan selalu berusaha serta berdoa agar dapat menjadi anak yang berguna bagi keluarga, agama dan bangsa.

Terima kasih kepada Bapak Farham H. M. Shaleh, Dr., Ir., MSIE selaku Dosen Pembimbing I dan Ibu Lilis Kistriyani, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing II yang selalu sabar dalam membimbing kami dan memberikan semangat kepada kami untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini. Terima kasih atas waktu, ilmu, dan bimbingannya selama ini sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Serta kepada dosen-dosen Teknik Kimia yang telah memberikan ilmunya.

Terima kasih kepada patner saya Gunawan Shafareza Hidayat yang bukan hanya sebagai patner, tetapi teman sepermainan juga. Maafkan saya jika saya kadang suka menunda-nunda mengerjakan TA. Terima kasih selalu sabar dan kuat

dalam menghadapi saya yang kurang bisa bangun pagi. Semoga kita sukses bersama-sama di masa depan nanti, dan ketika kita berpisah akan dipertemukan lagi dalam keadaan sukses dan sehat selalu.

Terima kasih juga untuk teman-teman Teknik Kimia 2018. Kepada teman pertama kuliah saya Viky dan juga almarhum Zaenal yang selalu mendorong saya dalam memperoleh ilmu dan selalu menemani saya selama di Jogja. Kemudian kepada Diskusi TA (Benny, Rifky, Fachrul, Visral, Qory, Yogi, Rausyan, Kiki, Farrel, Faros dan Fikar) sebagai tempat berbincang dan berbagi cerita mengenai tugas akhir. Terutama kepada Benny yang selalu saya tanya tentang tugas akhir. Kemudian kepada teman-teman satu bimbingan (Rizka, Amany, Gerald, dan Fajar) yang dapat bercerita dan berkeluh kesah tentang kesulitan dalam mengerjakan tugas akhir. Kemudian kepada Nadia sebagai tempat *healing* ketika saya lelah dan ingin menyerah terima kasih telah mensupport saya kembali. Semoga apa yang kita cita-citakan dapat terwujud dimasa depan nanti *Aamiin*.

Ricky Ramadhan

Alhamdulillah Rabbil 'Alamin, Ya Allah, Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya kepada saya untuk bisa mencari berkah didalam menuntut ilmu dan dapat menyelesaikan pembelajaran akhir di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.

Terimakasih kepada kedua orang tua saya Bapak Tukaryadi dan Ibu Sri Surati, serta kakak-kakak saya Mas Alif Hidayat dan Mbak Fatma Kharunia Hidayati yang telah memberikan doa, dorongan, motivasi dan kasih sayang yang sangat luar biasa. Hanya ada kata terimakasih yang dapat membalas untuk saat ini karena telah berjuang dan berkorban dari segi materiil atau immaterial demi masa depan anak yang lebih baik serta selalu berbakti, bermanfaat, dan dapat membahagiakan suatu hari nanti.

Terimakasih kepada Bapak Farham H. M. Shaleh, Dr., Ir., MSIE selaku Dosen Pembimbing I dan Ibu Lilis Kistriyani, S.T., M.Eng. Selaku Dosen Pembimbing II yang selalu sabar dalam membimbing kami dan mendorong kami agar menyelesaikan tugas akhir ini serta memberikan ilmu yang sangat bermanfaat kepada kami dan berharap ilmu yang diberikan bisa bermanfaat juga untuk orang lain.

Terimakasih juga kepada partner seperjuangan dalam pembuatan TA yaitu Ricky Ramadhan yang selalu sabar menghadapi saya. Maafkan juga saat saya menunda-nunda pengerjaan dan selalu ngeyel. Terimakasih juga selalu sabar dan kuat saat menghadapi saya yang tidak bisa tidur sampai larut malam. Semoga kita

sukses dikemudian hari dan ketika berpisah dan bertemu lagi kami dapat bertemu dalam keadaan sukses dan sehat.

Terimakasih juga kepada Reni Yuliyanti selaku pacar saya yang sudah menemani, membantu, memberikan support serta menasihati dan marah-marah ketika saya sering malas-malasan dalam mengerjakan prarancangan pabrik ini sehingga saya dapat menyelesaikannya.

Terimakasih juga kepada teman pertama kuliah saya yaitu Vicky dan almarhum Zaenal yang selalu mensupport saya. Dan terimakasih juga kepada teman-teman kontrakan sebelah (Fahrul, Rifki, Visral, Yogi, Rausyan, Faros, Fikar) yang selalu memberikan bantuan, support, dan hiburan disela-sela pengerjaan TA dengan cara berkaroke, walaupun saya tau suara mereka jelek tapi itu salah satu cara menghibur dikala jenuh. Dan kontrakan saya Kontrakan Mbuh Apa (Beni, Rifky, Faiz, dan Sultan) yang selalu mensupport, membantu dan sering menghibur dengan guyonan aneh mereka. Serta teman-teman Teknik Kimia yang selalu meluangkan waktu untuk sama-sama berproses, mensupport, membantu, serta menghibur dikala pengerjaan tugas akhir yang terasa jenuh. Semoga yang menjadi mimpi-mimpi kita bisa terwujud dikemudian hari (Aamiin).

Gunawan Shafareza Hidayat

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSYARATAN KEASLIAN HASIL	i
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iii
KATA PENGANTAR	iv
LEMBAR PERSEMBAHAN	vi
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
DAFTAR LAMBANG/NOTASI/SINGKATAN	xviii
ABSTRAK.....	xx
ABSTRACT.....	xxi
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Penentuan Kapasitas Produk	2
1.2.1 Supply	3
1.2.2 Demand.....	5
1.3 Tinjauan Pustaka	7
1.3.1 Proses Produksi Amil Alkohol	8
1.3.2 Pemilihan Proses.....	11
1.4 Tinjauan Kinetika dan Termodinamika.....	12
1.4.1 Tinjauan Termodinamika.....	12
1.4.2 Kinetika Reaksi.....	17
BAB II.....	19
PERANCANGAN PRODUK	19
2.1 Spesifikasi Produk.....	19

2.1.1 Amil Alkohol	19
2.2 Spesifikasi Bahan	20
2.2.1 Pentana.....	20
2.2.2 Klorin	21
2.2.3 Natrium Hidroksida	21
2.3 Pengendalian Kualitas	22
2.3.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku.....	23
2.3.2 Pengendalian Proses Produksi	23
2.3.3 Pengendalian Kualitas Produk.....	25
BAB III	27
PERANCANGAN PROSES	27
3.1 Diagram Alir Proses dan Material.....	27
3.2 Uraian Proses.....	29
3.2.1 Persiapan Bahan Baku dan Bahan Pendukung	29
3.2.2 Proses Reaksi Klorinasi	30
3.2.3 Proses Reaksi Hidrolisis	31
3.2.4 Proses Pemisahan dan Penyimpanan	31
3.3 Spesifikasi Alat.....	32
3.3.1 Spesifikasi Reaktor	32
3.3.2 Spesifikasi Alat Pendukung dan Pemisah.....	35
3.3.3 Spesifikasi Tangki Penyimpanan.....	36
3.3.4 Spesifikasi Alat Transportasi	37
3.3.5 Spesifikasi Alat Penukar Panas.....	39
3.4 Neraca Massa	42
3.4.1 Neraca Massa Total	42
3.4.2 Neraca Massa Alat	43
3.5 Neraca Panas	45
3.5.1 Neraca Panas Total	45
3.5.2 Neraca Panas Alat.....	45
BAB IV	47
PERANCANGAN PABRIK.....	47

4.1 Lokasi Pabrik.....	47
4.1.1 Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik.....	48
4.1.2 Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik.....	50
4.2 Tata Letak Pabrik	52
4.3 Tata Letak Alat Proses.....	54
4.4 Organisasi Perusahaan.....	56
4.4.1 Struktur Perusahaan	56
4.4.2 Jam Kerja Karyawan.....	65
BAB V.....	68
UTILITAS.....	68
5.1 Unit Penyediaan dan Pengelolaan Air.....	68
5.1.1 Unit Penyediaan Air.....	68
5.1.2 Unit Pengolahan Air	73
5.2 Unit Pembangkit Steam (<i>Steam Generator System</i>).....	76
5.3 Unit Pembangkit Listrik	77
5.4 Unit Penyedia Udara Tekan	81
5.5 Unit Penyedia Bahan Bakar	81
5.6 Unit Pengolahan Limbah atau Air Buangan.....	81
5.7 Spesifikasi Alat Utilitas	83
6.1 Penaksiran Harga Alat.....	94
6.2 Dasar Perhitungan	98
6.3 Komponen Biaya.....	98
6.4 Analisa Keuntungan	103
6.5 Analisa Risiko Pabrik.....	104
6.6 Analisa Kelayakan.....	104
BAB VII.....	110
PENUTUP.....	110
7.1 Kesimpulan.....	110
7.2 Saran	112
DAFTAR PUSTAKA	xxiv
LAMPIRAN A	xxvii

PERANCANGAN REAKTOR-01	xxvii
LAMPIRAN B	xliii
PERANCANGAN REAKTOR-02	xliii
LAMPIRAN C	lix
<i>PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM (PEFD)</i>	lix
LAMPIRAN D	xxvii
KARTU KONSULTASI PRARANCANGAN PABRIK	xxvii



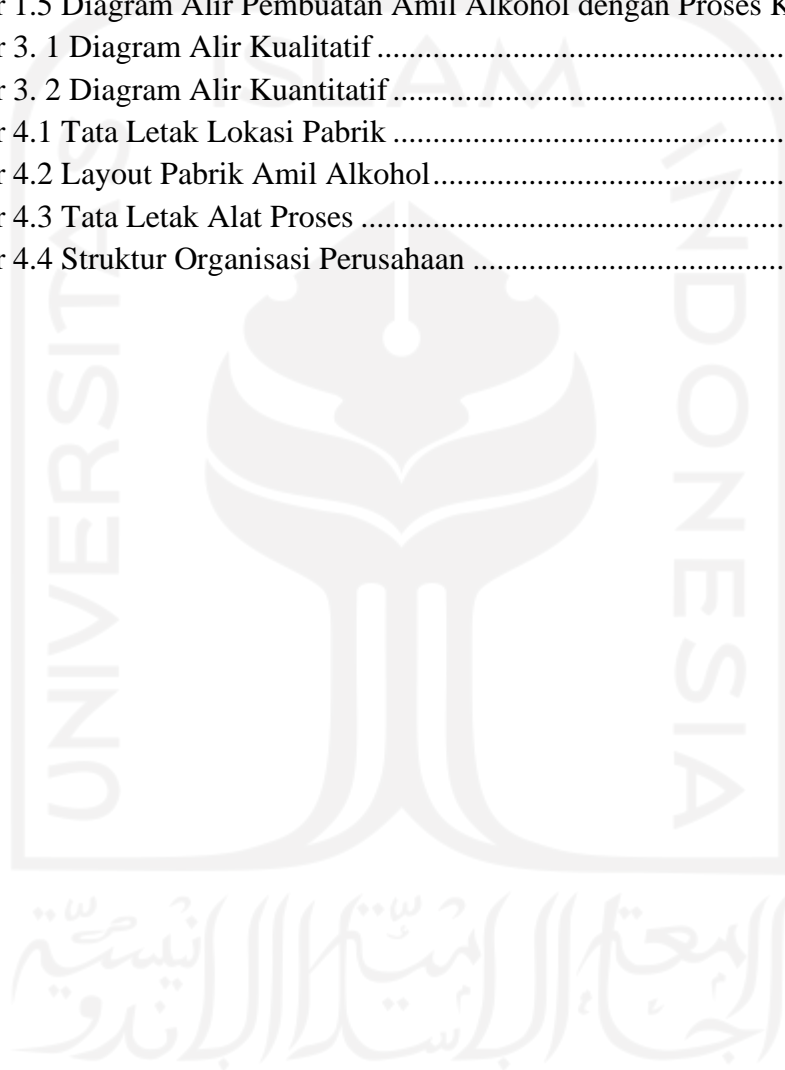
DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Data Impor Amil Alkohol di Indonesia	3
Tabel 1.2 Data Konsumsi Amil Alkohol.....	5
Tabel 1.3 Kapasitas Pabrik Amil Alkohol	6
Tabel 1.4 Perusahaan Luar Negeri yang Memproduksi Pentana	7
Tabel 1.5 Perusahaan yang Memproduksi Klorin.....	7
Tabel 1.6 Perusahaan yang Memproduksi NaOH.....	7
Tabel 1.7 Perbandingan Macam-macam Proses Pembuatan Amil Alkohol	11
Tabel 1.8 Nilai ΔH_{fo} Masing-masing Komponen	13
Tabel 1.9 ΔG° Masing-masing Komponen.....	14
Tabel 1.10 Data Kinetika Reaksi Hidrolisis.....	18
Tabel 3.1 Spesifikasi Tangki Penyimpanan	36
Tabel 3.2 Spesifikasi Pompa	37
Tabel 3.3 Spesifikasi Kompresor	38
Tabel 3.4 Spesifikasi <i>Expansion Valve</i>	38
Tabel 3.5 Spesifikasi <i>Heater</i> (HE-01).....	39
Tabel 3.6 Spesifikasi <i>Heater</i> (HE-02).....	39
Tabel 3.7 Spesifikasi <i>Heater</i> (HE-03).....	40
Tabel 3.8 Spesifikasi <i>Heater</i> (HE-04).....	40
Tabel 3.9 Spesifikasi <i>Cooler</i> (CL-01).....	41
Tabel 3.10 <i>Condensor Partial</i> (CDP-01).....	42
Tabel 3.11 Neraca Massa Total.....	42
Tabel 3.12 Neraca Massa Reaktor 01	43
Tabel 3.13 Neraca Massa <i>Condensor Parsial</i> 01	43
Tabel 3.14 Neraca Massa Separator 01	43
Tabel 3.15 Neraca Massa Reaktor 02	44
Tabel 3.16 Neraca Massa Dekanter 01	44
Tabel 3.17 Neraca Panas Total.....	45
Tabel 3.18 Neraca Panas Reaktor 01	45
Tabel 3.19 Neraca Panas <i>Condensor Partial</i> 01	45
Tabel 3.20 Neraca Panas Separator 01	46
Tabel 3.21 Neraca Panas Reaktor 02	46
Tabel 3.22 Neraca Panas Dekanter 01	46
Tabel 4.1 Luas Tanah Bangunan Pabrik	53
Tabel 4.2 Jumlah Tenaga Kerja dan Sistem Penggajian	63
Tabel 4.3 Jadwal Jam Kerja Karyawan <i>Non-shift</i>	65
Tabel 4.4 Jadwal Jam Kerja Karyawan <i>Shift</i>	66
Tabel 4.5 Sistem <i>Shift</i> Karyawan	67
Tabel 5.1 Kebutuhan Air Domestik	69

Tabel 5.2 Kebutuhan Air Pendingin	69
Tabel 5.3 Kebutuhan Air Untuk Steam.....	70
Tabel 5.4 Kebutuhan Listrik Untuk Alat Proses	78
Tabel 5.5 Kebutuhan Listrik Untuk Utilitas.....	78
Tabel 5.6 Total Kebutuhan Listrik	80
Tabel 5.7 Spesifikasi Alat Tranportasi Cairan Utilitas	83
Tabel 5.8 Spesifikasi Bak Utilitas.....	86
Tabel 5.9 Spesifikasi Tangki Utilitas	87
Tabel 5.10 Spesifikasi <i>Screneer</i> Utilitas	88
Tabel 5.11 Spesifikasi <i>Cooling Tower</i> Utilitas	88
Tabel 5.12 Spesifikasi <i>Kation Exchanger</i> Utilitas	89
Tabel 5.13 Spesifikasi <i>Anion Exchanger</i> Utilitas	89
Tabel 5.14 Spesifikasi <i>Reverse Osmosis</i> Utilitas	90
Tabel 5.15 Spesifikasi <i>Daerator</i> Utilitas	90
Tabel 5.16 Spesifikasi <i>Blower Cooling Tower</i>	91
Tabel 6.1 Indeks Harga Alat Pada Tahun 1991-2015	95
Tabel 6.2 Harga Alat Proses.....	96
Tabel 6.3 Harga alat Utilitas	97
Tabel 6.4 <i>Physical Plant Cost (PPC)</i>	99
Tabel 6.5 <i>Direct Plant Cost (DPC)</i>	99
Tabel 6.6 <i>Fixed Capital Investment (FCI)</i>	99
Tabel 6.7 <i>Working Capital Investment (WCI)</i>	100
Tabel 6.8 <i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	101
Tabel 6.9 <i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	102
Tabel 6.10 <i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	102
Tabel 6.11 <i>Total Manufacturing Cost</i>	102
Tabel 6.12 <i>General Expenses</i>	103
Tabel 6.13 <i>Total Production Coat</i>	103
Tabel 6.14 <i>Annual Fixed Manufacturing Cost (Fa)</i>	106
Tabel 6.15 <i>Annual Regulated Expenses (Ra)</i>	107
Tabel 6.16 <i>Annual Variable Value (Va)</i>	107
Tabel 6.17 <i>Annual Sales Value (Sa)</i>	107

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Kurva Grafik Impor Amil Alkohol	4
Gambar 1.2 Struktur Molekul Amil Alkohol.....	8
Gambar 1.3 Diagram Alir Pembuatan Amil Alkohol dengan Proses Fusel Oil	8
Gambar 1.4 Diagram Alir Pembuatan Amil Alkohol dengan Proses Oxo	9
Gambar 1.5 Diagram Alir Pembuatan Amil Alkohol dengan Proses Klorinasi ...	10
Gambar 3. 1 Diagram Alir Kualitatif	27
Gambar 3. 2 Diagram Alir Kuantitatif	28
Gambar 4.1 Tata Letak Lokasi Pabrik	49
Gambar 4.2 Layout Pabrik Amil Alkohol.....	52
Gambar 4.3 Tata Letak Alat Proses	55
Gambar 4.4 Struktur Organisasi Perusahaan	56



DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A	xxvii
PERANCANGAN REAKTOR-01	xxvii
LAMPIRAN B	xliii
PERANCANGAN REAKTOR-02	xliii
LAMPIRAN C	lix
<i>PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM (PEFD)</i>	lix
LAMPIRAN D	xxvii
KARTU KONSULTASI PRARANCANGAN PABRIK	xxvii



DAFTAR LAMBANG/NOTASI/SINGKATAN



T	: <i>Temperature, °C</i>
D	: Diameter, m
H	: Tinggi, m
P	: Tekanan, psia
μ	: Viskositas, cP
ρ	: Densitas, kg/m ³
Q	: Kebutuhan Kalor, Kj/Jam
A	: Luas Penampang, m ²
V	: Volume, m ³
T	: Waktu, jam
M	: Massa, Kg
Fv	: Laju Volumetrik, m ³
Π	: Jari-jari, in
P	: <i>Power motor, Hp</i>
Ts	: Tebal <i>shell</i> , in
ΔP_T	: <i>Pressure drop</i> , psia
ID	: <i>Inside diameter</i> , in
OD	: <i>Outside diameter</i> , in
Th	: Tebal <i>Head</i> , in
Re	: Bilangan Reynold
Di	: Diameter pengaduk, m

ZL	: Tinggi cairan, m
Wb	: Lebar <i>baffle</i> , m
Zi	: Jarak pengduk dari tangki, in
F	: <i>Allowable Stress</i> , psia
E	: Efisiensi pengelasan
Icr	: Jari-jari sudut dalam, in
W	: Tinggi pengaduk, m
N	: Kecepatan putaran, rpm
Ud	: Koefisien transfer panas dalam keadaan kotor, Btu/jam ft ² °F
Uc	: Koefisien transfer panas dalam keadaan bersih, Btu/jam ft ² °F
Rd	: Faktor pengotor
Cp	: Kapasitas Panas, Btu/lb °F
K	: Konduktivitas termal, Btu/jam ft ² °F
JH	: <i>Heat transfer factor</i>
hi	: <i>Inside film coefficient</i> , Btu/jam ft ² °F
ho	: <i>Outside film coefficient</i> , Btu/jam ft ² °F
LMTD	: <i>Long mean temperature different</i> , °F
k	: Konstanta kinetika reaksi, 1/waktu
Wf	: Total <i>head</i> , in
ΔH	: Entalpi, KJ/Jam
Th	: Tebal <i>head</i> , in

ABSTRAK

Amil alkohol merupakan senyawa yang banyak digunakan sebagai pelarut aktif pada beberapa resin sintesis, pada industri farmasi, kosmetik, cat, dan tinta cetak. Kebutuhan amil alkohol diperkirakan akan selalu meningkat setiap tahunnya. Pabrik amil alkohol direncanakan berdiri di Citangkil, Kota Cilegon, Banten dengan kapasitas 10.000 ton/tahun. Pabrik ini beroperasi secara *kontinyu* selama 303 hari, 24 jam per hari, dan membutuhkan karyawan sebanyak 160 orang. Metode pembuatan amil alkohol menggunakan proses klorinasi secara kontinyu. Langkah pertama gas pentana dengan gas klorin di tangka berbeda diumpankan menuju reaktor *fixed bed* dan beroperasi pada tekanan 5,5 atm dan suhu 300°C secara eksotermis. Keluaran reaktor diumpankan ke dalam *condenser partial*. Keluaran dari *condenser partial* yaitu gas dan cair selanjutnya diumpankan menuju *separator*. Keluaran bawah separator diumpankan ke reaktor *Continuous Stirred Tank Reactor* (CSTR) dan direaksikan dengan natrium hidroksida dan beroperasi pada tekanan 1 atm dan suhu 120°C secara eksoterm. Keluaran diumpankan menuju dekanter. Keluaran atas dekanter dengan fase cair mempunyai kemurnian produk 95% dengan impuritis air dan amil klorida diumpankan menuju tangki penyimpanan amil alkohol. Untuk mencapai kapasitas produksi 10.000 ton/tahun dibutuhkan bahan baku pentana 8.217,1584 ton/tahun, klorin 8.075,5488 ton/tahun, natrium hidroksida 4.464,0288 ton/tahun, dan raschig ring 661,73 kg. Utilitas yang dibutuhkan yaitu 674.045,555 ton/tahun air pendingin, 3.539,07576 ton/tahun steam, 767,3744 kW listrik, 16,0480 L/jam bahan bakar. Hasil analisis menunjukkan bahwa pabrik amil alkohol ini memiliki tingkat resiko tinggi (*high risk*) dengan pajak sebesar 45,96%, *Return on Investment* (ROI) 44%, *Pay Out Time* (POT) maksimal sebesar 2 tahun, dan *Break Even Point* (BEP) sebesar 40-60%. Hasil evaluasi ekonomi pabrik amil alkohol ini menunjukkan biaya produksi sebesar Rp.2.333.626.458.971,47, biaya penjualan Rp.2.663.785.115.184,33, keuntungan sebelum pajak Rp.330.158.656.213, ROI sebelum pajak sebesar 57,45%, POT sebelum pajak 1,48 tahun. BEP sebesar 40,42%, *Shut Down Point* (SDP) sebesar 24,34%, dan *Discounted Cash Flow Rate of Return* (DCFRR) sebesar 22,17%. Berdasarkan parameter-parameter kelayakan tersebut maka pabrik ini layak untuk didirikan dan menarik untuk dikaji lebih lanjut.

Kata-kata Kunci : amil alkohol, *continuous stirred tank reactor*, *fixed bed reactor*, klorin, klorinasi, pentana

ABSTRACT

Amyl alcohol is a compound that is widely used as an active solvent in several synthetic resins, in the pharmaceutical, cosmetic, paint, and printing ink industries. The need for amyl alcohol is expected to increase every year. The amyl alcohol factory is planned to be established in Cilangkil, Cilegon City, Banten with a capacity of 10,000 tons/year. This factory operates continuously for 303 days, 24 hours per day, and requires 160 employees. The method of making amyl alcohol uses a continuous chlorination process. The first step is pentane gas with chlorine gas in different tanks is fed to a fixed bed and operates at a pressure of 5.5 atm and a temperature of 300°C exothermically. The reactor output is fed into the partial condenser. The output of partial condenser, namely gas and liquid, is then fed to the separator. The bottom output of the separator is fed to the Continuous Stirred Tank Reactor (CSTR) reactor and is reacted with sodium hydroxide and operates at a pressure of 1 atm and an exothermic temperature of 120°C. The output is fed to the decanter. The output of the decanter with a liquid phase having a product purity of 95% with water impurities and amyl chloride fed to the amyl alcohol storage tank. To achieve a production capacity of 10,000 tons/year, the raw materials are pentane 8,217.1584 ton/year, chlorine 8,075.5488 ton/year, sodium hydroxide 4,464.0288 ton/year, and raschig ring 661.73 kg. The utilities required are 674,045.555 ton/year cooling water, 3,539.07576 ton/year steam, 767,3744 kW electricity, 16.0480 L/hour fuel. The results of the analysis show that this amyl alcohol factory has a high level of risk (high risk) with a tax of 45.96%, Return on Investment (ROI) 44%, Pay Out Time (POT) a maximum of 2 years, and Break Even Point (BEP) by 40-60%. The results of the economic evaluation of the amyl alcohol factory show that production costs are Rp.2,333,626,458,971.47, selling costs are Rp.2,663,785,115,184.33, profit before tax Rp.330,158,656,213, ROI before tax is 57.45%, POT before tax 1.48 years. BEP is 40.42%, Shut Down Point (SDP) is 24.34%, and Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFRR) is 22.17%. Based on these feasibility parameters, this factory is feasible to be established and interesting for further study.

Keywords : amyl alcohol, continuous stirred tank reactor, fixed bed reactor, chlorine, chlorination, pentane

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring perkembangan zaman, pembangunan industri pada Indonesia terus mengalami perkembangan di segala bidang. Tentunya peningkatan yang pesat baik secara kualitatif dan kuantitatif juga terjadi pada industri kimia, yang berdampak akan kebutuhan bahan-bahan kimia di Indonesia yang terus meningkat. Untuk mencapai tujuan tersebut, pemerintah menekankan pada pembangunan di sektor industri. Secara garis besar, pembangunan dibagi menjadi dua, yaitu pembangunan material dan pembangunan spiritual. Pada saat ini pembangunan material sedang difokuskan pada sektor industri kimia sebagai landasan industrialisasi di negara kita. Pembangunan industri diarahkan untuk menuju kemandirian perekonomian nasional, meningkatkan daya saing dan meningkatkan pangsa pasar di dalam negeri dan luar negeri. Pembangunan industri juga bertujuan untuk memperkuat struktur perekonomian nasional dengan keterkaitan yang kuat dan saling mendukung antar sektor, meningkatkan daya tahan perekonomian nasional, memperluas lapangan kerja dan kesempatan usaha sekaligus mendorong berkembangnya kegiatan di berbagai sektor pembangunan lainnya. Namun, kebutuhan dari berbagai bahan kimia masih bergantung pada impor dari luar negeri China dan India. Amil Alkohol adalah salah satu bahan kimia yang banyak diimpor oleh Indonesia.

Kebutuhan amil alkohol mengacu pada data statistik industri yang dikeluarkan oleh Badan Pusat Statistika, permintaan terhadap amil alkohol di Indonesia mempunyai grafik fluktuatif. Kebutuhan rata-rata terhadap amil alkohol

per tahunnya yaitu sekitar 22992.8794 ton dari tahun 2017-2021. Menurut McKetta (1977) Amil Alkohol ($C_5H_{12}O$) merupakan bahan kimia yang banyak dibutuhkan untuk berbagai proses industri diantaranya sebagai pelarut, extracting agent, dan bahan aditif dalam pembuatan pelumas. Banyak kegunaan dari amil alkohol antara lain dalam industri farmasi, kosmetik, cat, penambangan minyak, dan pembuatan amil asetat. Keunggulan dari amil alkohol adalah sifatnya yang tidak berbahaya bagi lingkungan atau dikenal dengan istilah non hazardous air pollutant.

Berdasarkan uraian diatas, Amil Alkohol merupakan kebutuhan yang masih diperkirakan akan semakin terus meningkat setiap tahunnya mengingat banyak industri yang membutuhkan pelarut organik dalam prosesnya. Selama ini kebutuhan akan Amil Alkohol selalu dipenuhi melalui kegiatan impor. Pendirian pabrik Amil Alkohol di indonesia selain untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri juga akan diproyeksikan untuk ekspor. Dengan didirikannya pabrik Amil Alkohol ini diharapkan mampu memberikan keuntungan sebagai berikut mengurangi ketergantungan impor, membantu pabrik-pabrik di indonesia yang menggunakan bahan baku Amil Alkohol, menambah devisa Negara, mengembangkan penguasaan teknologi dan membuka lapangan pekerjaan baru bagi penduduk sehingga menurunkan angka pengangguran. Berdasarkan pertimbangan di atas dan dengan melihat kebutuhan dan peluang pasar maka pendirian pabrik Amil Alkohol di Indonesia dipandang cukup strategis.

1.2 Penentuan Kapasitas Produk

Amil Alkohol merupakan senyawa kimia yang cukup penting dalam industri karena kegunaanya yang bisa menjadi pelarut atau sebagai bahan antara untuk

industri kimia sebagai solvent, bahan coating, tinta (printing ink), dan sebagai pelarut pada industri farmasi, kosmetik dan cat, serta bahan baku dalam pembuatan amil asetat. Dalam perancangan suatu pabrik, kapasitas produksi mempunyai peran penting karena dalam penentuan kapasitas produksi dapat menghasilkan laba yang maksimal dengan biaya minimal dari jumlah dan jenis produk.

Kapasitas produksi suatu pabrik merupakan hal yang perlu dipertimbangkan pada saat perancangan pabrik. Semakin besar peluang kapasitas produksi dari suatu pabrik, maka pabrik yang didirikan akan menguntungkan. Penentuan kapasitas yang harus diperhatikan antara lain berdasarkan analisa supply dan demand yang meliputi prediksi data impor dan produksi, data ekspor, dan data konsumsi kebutuhan produk dimasa yang akan datang dengan menggunakan metode regresi linear.

1.2.1 Supply

a. Impor

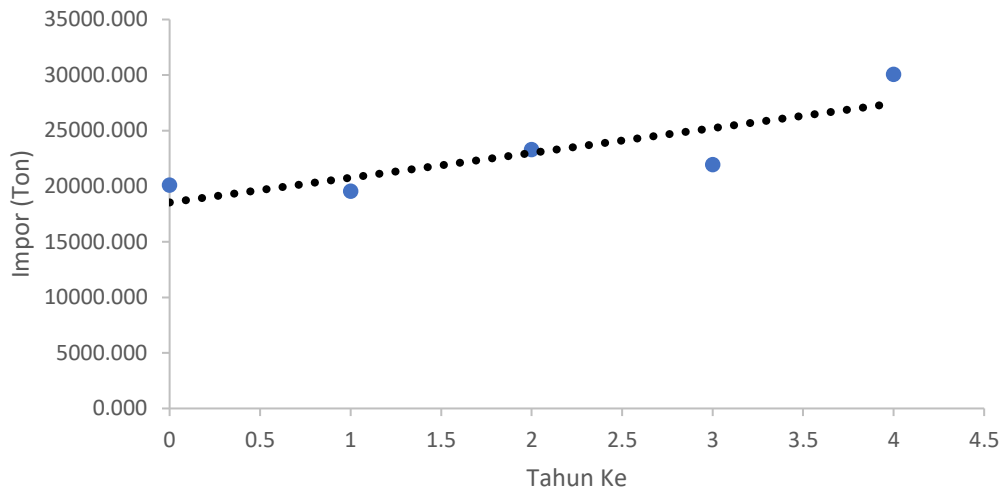
Pemilihan kapasitas produksi amil alkohol di Indonesia untuk 5 tahun terakhir mulai dari tahun 2017 sampai tahun 2021 di dapat dari data sebagai berikut :

Tabel 1.1 Data Impor Amil Alkohol di Indonesia

Tahun	Ton
2017	20.109,73
2018	19.557,068
2019	23.300,289
2020	21.933,64
2021	30.063,64

Sumber : bps.go.id

Dari data di atas, dibuat grafik hubungan antara tahun dan jumlah amil alkohol yang di impor ke Indonesia



Gambar 1.1 Kurva Grafik Impor Amil Alkohol

Dari grafik diatas berlaku suatu persamaan linear, yaitu :

$$Y = 2228,4X + 18536$$

Pabrik ini direncanakan akan beroperasi pada tahun 2026. Prediksi impor amil alkohol pada tahun tersebut adalah sebanyak 38.591,6 ton/tahun. Pabrik amil alkohol ini bertujuan untuk memenuhi permintaan dalam negeri karena kebutuhan amil alkohol dalam negeri dipenuhi dengan cara impor.

b. Produksi

Berdasarkan website di Kemenperin dan Kemendag, di Indonesia belum ada pendirian pabrik amil alkohol. Sehingga, data produksi amil alkohol di Indonesia tidak ada. Berdasarkan data produksi dan data impor pada tahun 2026 yang telah diketahui, maka dapat ditentukan nilai supply dari amil alkohol di Indonesia, adalah:

$$\begin{aligned} \text{Supply} &= \text{Impor} \\ &= 38.591,6 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

1.2.2 Demand

Demand dapat didefinisikan sebagai jumlah keseluruhan dari barang dan jasa yang ingin dibeli atau diminta oleh konsumen, atau individu dalam waktu tertentu pada berbagai macam tingkat harga.

a. Konsumsi

Data konsumsi amil alkohol berdasarkan konsumsi amil alkohol di pabrik yang memproduksi cat, kosmetik, dan pelumas. Data konsumsi ditunjukkan dalam tabel berikut.

Tabel 1.2 Data Konsumsi Amil Alkohol

Nama Pabrik	Kapasitas (Ton/Tahun)	Sumber
PT Avia Avian	28.600	https://avianbrands.com/
Viva Cosmetic	15.458	https://vivacosmetic.com/
PT Nebula Lubemask Indonesia	14.473	https://nebulalubricants.com/

Data konsumsi amil alkohol diasumsikan sampai 2026 kapasitas tetap. Berdasarkan jumlah keseluruhan konsumsi amil alkohol di pabrik, maka konsumsi tahun 2026 sebesar 58.531 ton/tahun.

b. Ekspor

Berdasarkan data statistic yang diterbitkan oleh Badan Pusat Statistik (BPS), tidak ada data ekspor amil alkohol karena pabrik yang memproduksi amil alkohol di Indonesia belum ada.

Berdasarkan data konsumsi dan ekspor di Indonesia pada tahun 2026, maka dapat ditentukan nilai demand dari amil alkohol di Indonesia adalah:

Demand = Konsumsi
= 58.531 ton/tahun

Berdasarkan proyeksi *supply* dan *demand* pada tahun 2026, maka peluang amil alkohol dapat ditentukan kapasitas perancangan pabrik sebagai berikut:

Peluang = *Demand - Supply*
= (58.531-38.591,6) ton/tahun
= 19.939,4 - 50%
= 9.969,7 ton/tahun

Kapasitas minimum beberapa pabrik amil alkohol yang telah berdiri di China disajikan pada tabel berikut:

Tabel 1.3 Kapasitas Pabrik Amil Alkohol

Nama Industri	Kapasitas (Ton/Tahun)
Beijing Huamaoyvan Fragrance Flavor Co., Ltd	6.000
Zhengzhou Yibang Industri Co., Ltd	8.000
Shandong Dianmei International Trade Co., Ltd	12.000

Dengan mempertimbangkan kapasitas pabrik amil alkohol di luar negeri yang sudah berdiri, maka peluang kapasitas pabrik sebesar 10.000 ton/tahun. Dengan demikian kapasitas pabrik 10.000 ton/tahun layak untuk didirikan.

Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan Amil Alkohol yaitu Pentana dan Klorin. Untuk bahan baku Pentana, mengingat bahan baku tersebut tidak ada yang memproduksi di dalam negeri sehingga dapat mengimpor dari luar negeri. Berikut adalah negara yang memproduksi dan mengekspor pentana di dunia:

Tabel 1.4 Perusahaan Luar Negeri yang Memproduksi Pentana

Nama Industri	Lokasi	Kapasitas (Ton/Tahun)
Qingdao Eastchem Inc	Cina	40.000
Haihang Inc	Cina	20.000
Shangdong Yuean Chemical Industry	Cina	500.000

Untuk bahan baku Klorin dapat diperoleh di Indonesia dan berikut adalah industri-industri produsen Klorin di Indonesia:

Tabel 1.5 Perusahaan yang Memproduksi Klorin

Nama Industri	Lokasi	Kapasitas (Ton/Tahun)
PT. Asahimas Chemical	Cilegon	28.600
PT. Sulfindo Adiusaha	Banten	300.000

Untuk bahan baku Natrium Hidroksida dapat diperoleh di Indonesia, berikut adalah industri-industri produsen NaOH di Indonesia:

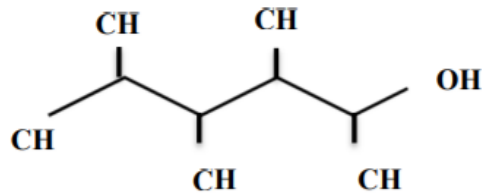
Tabel 1.6 Perusahaan yang Memproduksi NaOH

Nama Industri	Lokasi	Kapasitas (Ton/Tahun)
PT. Asahimas Chemical	Cilegon	700.000
PT. Sulfindo Adiusaha	Banten	215.000
PT. Soda Sumatera	Medan	6.400

1.3 Tinjauan Pustaka

Amil Alkohol ($C_5H_{11}OH$) atau yang biasa dikenal dengan pentanol adalah senyawa organik rantai tunggal yang terdiri dari berat molekul sebesar 88,15. Amil Alkohol mempunyai 8 isomer, salah satu isomernya berfasa padat pada suhu dan tekanan ruang yaitu 2,2-Dimethylpropan-1-ol. Sedangkan tujuh isomer yang lain pada suhu dan tekanan ruang merupakan cairan yang tidak berwarna, mempunyai

bau agak tajam, dan larut dengan pelarut organik (Kirk dan Othmer, 1978). Amil alkohol merupakan bahan kimia yang berbahaya dalam tingkat moderat saat dibakar atau dipanaskan karena volatilitasnya yang rendah dan massa jenis uapnya yang tinggi (McKetta, 1992)

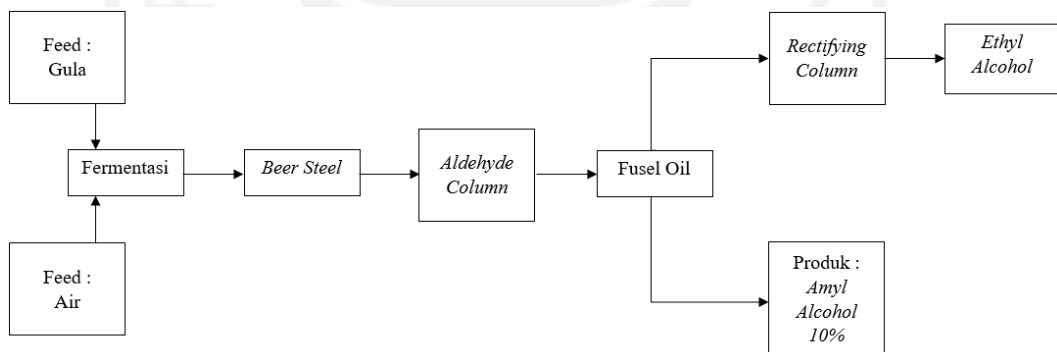


Gambar 1.2 Struktur Molekul Amil Alkohol

1.3.1 Proses Produksi Amil Alkohol

Proses produksi Amil Alkohol dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu:

a. Fraksinasi dari minyak fusel oil

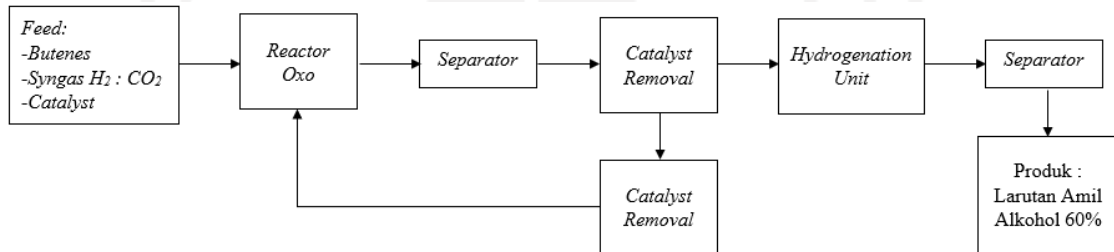


Gambar 1.3 Diagram Alir Pembuatan Amil Alkohol dengan Proses Fusel Oil

Minyak fusel diperoleh sebagai produk sampingan dari fermentasi karbohidrat untuk menghasilkan alkohol. Komposisi minyak fusel tergantung pada komposisi bahan fermentasi, tetapi sebagian besar terdiri dari Amil Alkohol dan butil alkohol. Minyak tersebut diolah secara kimiawi dan dimurnikan dengan distilasi. Dalam hal ini, total produksi amil alkohol dari minyak fusel kurang dari 10% (McKetta, 1992).

b. Proses Oxo

Proses oxo dimulai dengan produksi aldehid dengan mereaksikan olefin dengan karbon monoksida dan hidrogen dengan katalis tertentu, biasanya turunan kobalt, pada suhu tinggi (150-180°C) dan tekanan 340 atm. Selanjutnya aldehid dihidrogenasi untuk mendapatkan campuran alkohol (Kirk dan Othmer, 1978).



Gambar 1.4 Diagram Alir Pembuatan Amil Alkohol dengan Proses Oxo

Proses hidrogenasi valeraldehid adalah salah satu dari langkah proses oxo. Setelah pembentukan valeraldehid dengan langkah hidroformilasi butena, valeraldehid dihidrogenasi dengan menggunakan katalis pada tekanan 0,3-24 MPa dan suhu 50-250°C (Kirk dan Othmer, 1978).



Konversi yang diperoleh dapat mencapai 95% terhadap butena. dengan selektifitas pembentukan Amil Alkohol sebesar 60%.

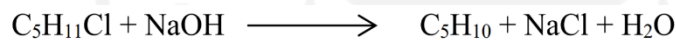
c. Proses Klorinasi

Proses komersial kedua yang dilakukan adalah proses klorinasi yang berevolusi pada tahun 1930-an (McKetta, 1992).

Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :

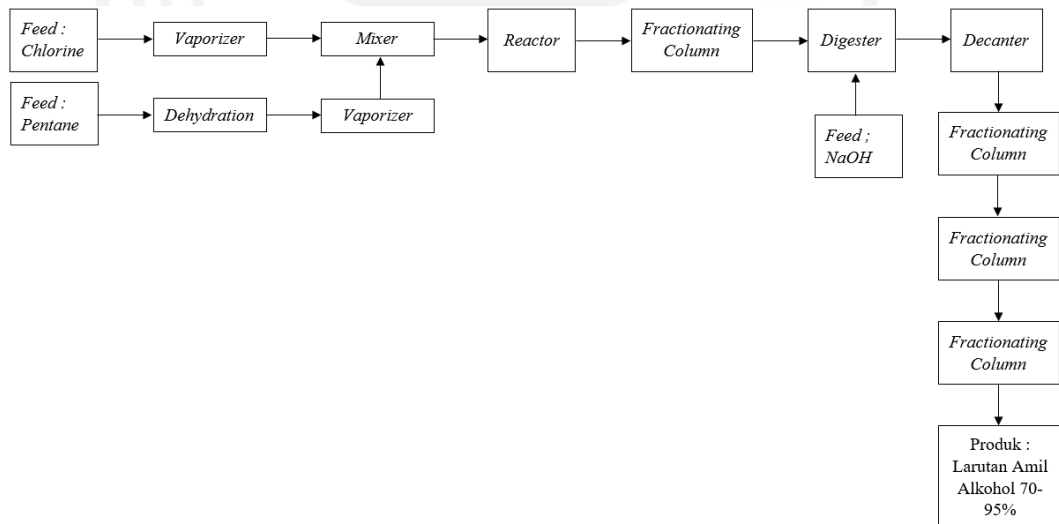


Pentana dalam gas alam direaksikan dengan klorin untuk menghasilkan amil klorida. Reaksi antara amil klorida dengan NaOH membentuk amil alkohol dilakukan pada suhu operasi 180°C dengan tekanan 10 atm. Katalis asam oleat digunakan untuk membantu reaksi berjalan dengan baik dan reaksi bersifat eksotermis. Selain reaksi primer, terjadi reaksi samping berupa pembentukan amilena (C₅H₁₀), seperti berikut:



Konversi total amil klorida adalah 95% dengan selektifitas pembentukan

Amil Alkohol sebesar 60-70%.



Gambar 1.5 Diagram Alir Pembuatan Amil Alkohol dengan Proses Klorinasi

1.3.2 Pemilihan Proses

Tabel 1.7 Perbandingan Macam-macam Proses Pembuatan Amil Alkohol

Tinjauan	Macam Proses		
	<i>Fusel Oil Process</i>	<i>Oxo Process</i>	<i>Chlorination</i>
Temperature	20-35 °C	100-300 °C	120-300 °C
Tekanan	1 atm	100-200 atm	1-14 atm
Bahan Baku	Karbohidrat dan bakteri (Fermentasi), bahan mudah didapatkan	Butana, hidrogen dan karbon monoksida (didapatkan dengan impor dari luar negeri)	- Pentana didapatkan dengan impor dari luar negeri - Klorin, NaOH dan HCl dapat disuplai dari industri produsen bahan kimia di Indonesia
Yeild	15 %	50 %	60 %
Sifat	Non korosif	Korosif	Tingkat korosifitas rendah
Biaya	Biaya produksi relatif murah (prospek keuntungan cukup)	Biaya produksi cukup mahal dan (prospek keuntungan kecil)	Biaya produksi relatif murah (prospek keuntungan besar)

Pada pendirian pabrik Amil Alkohol dari Pentana ini dipilih dengan Proses Klorinasi dengan pertimbangan sebagai berikut :

1. Kemurnian Amil alkohol yang dihasilkan cukup tinggi.
2. Biaya produktif relatif murah maka dapat memberikan prospek keuntungan yang besar.

3. Sifat dari proses klorinasi yang memiliki tingkat korosifitas yang rendah sehingga tidak memerlukan biaya yang mahal untuk perawatan alat-alat industri.
4. Proses klorinasi berlangsung dalam operasi temperatur dan tekanan yang cukup dan tidak terlalu tinggi.

1.3.3 Kegunaan Amil Alkohol

Amil Alkohol banyak sekali digunakan pada dunia industri, sehingga banyak pula kegunaan yang terdapat dalam bahan tersebut. Beberapa kegunaan pada Amil Alkohol:

1. Pelarut aktif beberapa resin sintesis

Resin sintesis biasa digunakan untuk berbagai kebutuhan komersial, misalnya bahan pakaian, bahan bangunan, peralatan rumah tangga dan elektronik.

2. Pelarut bahan coating dan tinta cetak (printing ink)

Pelarut bahan coating dan tinta cetak (printing ink) merupakan pemakaian yang cukup besar dari senyawa Amil Alkohol.

3. Amil Alkohol juga digunakan sebagai pelarut pada industri farmasi, kosmetik, cat, penambangan minyak, sebagai inhibitor dan pembuatan amil asetat.

1.4 Tinjauan Kinetika dan Termodinamika

1.4.1 Tinjauan Termodinamika

- a. Panas Pembentukan Standar (ΔH_f°)

Tinjauan secara termodinamika ditujukan untuk mengetahui sifat reaksi (endotermis / eksotermis) dan reaksi berlangsung secara spontan atau tidak

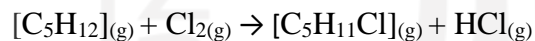
spontan, serta arah reaksi (reversible / irreversible). Penentuan sifat reaksi eksotermis atau endotermis dapat ditentukan dengan perhitungan panas pembentukan standar (ΔH_f°).

Ditinjau dari segi termodinamika dengan harga harga (ΔH_f°) masing-masing komponen berdasarkan Yaws,1976 dan Software Aspen Plus V8.8 dapat dilihat pada Tabel 1.8 berikut :

Tabel 1.8 Nilai ΔH_f° Masing-masing Komponen

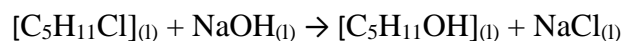
Komponen	ΔH_f° (kJ/mol)
C ₅ H ₁₂	-146,44
Cl ₂	0
C ₅ H ₁₁ Cl	-174,89
HCl	-92,3
NaOH	-425,6
C ₅ H ₁₁ OH	-302,38
NaCl	-411,2

Reaksi Klorinasi



$$\begin{aligned} \Delta H_r^\circ (298 \text{ K}) &= \sum \Delta H_f^\circ \text{ produk} - \sum \Delta H_f^\circ \text{ reaktan} \\ &= (-174,89 + (-92,3)) - (-146,44 + 0) \\ &= -120,75 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

Reaksi Hidrolisis



$$\Delta H_r^\circ (298 \text{ K}) = \sum \Delta H_f^\circ \text{ produk} - \sum \Delta H_f^\circ \text{ reaktan}$$

$$= (-302,38 + (-411,2)) - (-146,44 + (-425,6))$$

$$= -113,09 \text{ kJ/mol}$$

Karena harga ΔH_r yang dihasilkan bernilai negatif maka reaksi bersifat eksotermis (Yaws, 1976).

b. Energi Bebas Gibbs (ΔG°_f)

Perhitungan energi bebas gibbs (ΔG°_f) digunakan untuk meramalkan arah reaksi kimia cenderung spontan atau tidak. ΔG°_f bernilai positif (+) menunjukkan bahwa reaksi tersebut tidak dapat berlangsung secara spontan, sehingga dibutuhkan energi tambahan dari luar yang cukup besar. Sedangkan ΔG°_f bernilai negatif (-) menunjukkan bahwa reaksi tersebut dapat berlangsung secara spontan dan hanya sedikit membutuhkan energi. Menurut Yaws (1976) berikut merupakan harga ΔG°_f masing-masing komponen dapat dilihat pada Tabel 1.9 berikut ini:

Tabel 1.9 ΔG°_f Masing-masing Komponen

Komponen	ΔG°_f (Kj/mol)
C ₅ H ₁₂	-8,37
Cl ₂	0
C ₅ H ₁₁ Cl	-37,4
HCl	-95,3
NaOH	-379,5
C ₅ H ₁₁ OH	-149,75
NaCl	-384,1

Reaksi Klorinasi

$$\Delta G^\circ(298^\circ K) = \sum \Delta G^\circ_f \text{ produk} - \sum \Delta G^\circ_f \text{ reaktan}$$

$$= (-37,4 + (-95,3)) - (-8,37 - 0)$$

$$= -124,33 \text{ kJ/mol}$$

Konstanta kesetimbangan (K_1) pada suhu 298 °K dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\ln K_1 = \frac{-\Delta G^\circ}{RT} \quad (1.1)$$

Dengan menghitung menggunakan persamaan (1.1) maka didapatkan :

$$\begin{aligned} &= \frac{-(-124,33)}{8,314 \times 298} \\ &= 50,1821945 \\ K_1 &= e^{50,1821945} \\ K_1 &= 6,22086 \cdot 10^{21} \end{aligned}$$

Pada suhu reaksi 30°C (303°K), besarnya konstanta kesetimbangan (K_2) dapat dihitung dengan persamaan:

$$\ln \frac{K_2}{K_1} = \left[-\frac{\Delta H}{R} \right] \left[\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right] \quad (1.2)$$

Dengan menghitung menggunakan persamaan (1.2) maka didapatkan :

$$\begin{aligned} \ln \frac{K_2}{6,22086 \cdot 10^{21}} &= \left[-\frac{\Delta H}{R} \right] \left[\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right] \\ \ln \frac{K_2}{6,22086 \cdot 10^{21}} &= \left[-\frac{-120,75}{8,314} \right] \left[\frac{1}{303} - \frac{1}{298} \right] \\ \ln \frac{K_2}{6,22086 \cdot 10^{21}} &= -0,000804245 \\ \frac{K_2}{6,22086 \cdot 10^{21}} &= e^{-0,000804245} \end{aligned}$$

$$\frac{K_2}{6,22086 \cdot 10^{21}} = 0,999196079$$

$$K_2 = 6,2158 \cdot 10^{21}$$

Reaksi Hidrolisis

$$\begin{aligned} \Delta G^\circ(298^\circ\text{K}) &= \sum \Delta G^\circ f \text{ produk} - \sum \Delta G^\circ f \text{ reaktan} \\ &= (-149,75 + (-384,1)) - (-37,4 + (-379,5)) \\ &= -116,95 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

Konstanta kesetimbangan (K_1) pada suhu 298°K dapat dihitung dengan persamaan (1.1) maka didapatkan :

$$\begin{aligned} &= \frac{-(-116,95)}{8,314 \times 298} \\ &= 47,20347179 \\ K_1 &= e^{47,20347179} \\ K_1 &= 3,16379 \cdot 10^{20} \end{aligned}$$

Pada suhu reaksi 30°C (303°K), besarnya konstanta kesetimbangan (K_2) dapat dihitung dengan persamaan (1.2) maka didapatkan :

$$\begin{aligned} \ln \frac{K_2}{3,16379 \cdot 10^{20}} &= \left[-\frac{\Delta H}{R} \right] \left[\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right] \\ \ln \frac{K_2}{3,16379 \cdot 10^{20}} &= \left[-\frac{-113,09}{8,314} \right] \left[\frac{1}{303} - \frac{1}{298} \right] \\ \ln \frac{K_2}{3,16379 \cdot 10^{20}} &= -0,000753226 \end{aligned}$$

$$\frac{K_2}{3,16379 \cdot 10^{20}} = e^{-0,000753226}$$

$$\frac{K_2}{3,16379 \cdot 10^{20}} = 0,999247058$$

$$K_2 = 3,16141 \cdot 10^{20}$$

Karena harga ΔG°_f pada kedua reaksi bernilai negatif, maka reaksi dapat berlangsung secara spontan dan bersifat irreversible karena nilai K positif (+).

1.4.2 Kinetika Reaksi

Sebelum mengetahui rancangan reaktor, maka perlu mencari data kinetika pada reaksi klorinasi dan reaksi hidrolisis. Berdasarkan referensi jurnal *Kinetics of reactions of chlorine atoms*, 2002 dan Ayres 1990, dimana didalam jurnal diketahui data nilai A (Faktor *Pre-exponential*) dan nilai Ea (Energi Aktivasi) persamaan Arrhenius dan transfer massa nya diabaikan, sehingga untuk mencari konstanta kinetika reaksi digunakan persamaan berikut:

$$k = Ae^{\frac{-E_a}{RT}} \text{ atau } \ln k = \frac{-E_a}{RT} + \ln A \quad (1.3)$$

Keterangan:

k = konstanta laju reaksi

A = *factor pre-exponential*

Ea = energi aktivitas (J/mol)

R = konstanta gas (J/mol.K)

T = suhu (K)

Dalam pembuatan amil alkohol terdapat dua tahapan reaksi yang terjadi. Reaksi pertama yaitu reaksi klorinasi dan yang kedua yaitu reaksi hidrolisis. Untuk nilai konstanta laju reaksi pada reaksi klorinasi sudah diketahui langsung nilai konstantanya pada jurnal Kinetics of reactions of chlorine atoms, 2002. Nilai konstantanya yaitu sebagai berikut:

$$k_1 = 3,97 \pm 0,36 \text{ cm}^3/\text{mol.s}$$

Untuk mencari nilai konstanta laju reaksi pada reaksi hidrolisis didapatkan dari Ayres,1990 dituliskan sebagai berikut:

Tabel 1.10 Data Kinetika Reaksi Hidrolisis

A	$2,21 \cdot 10^{10}$	1/s
E	118058,8	J/mol
R	8,314	J/K.mol

Dengan menggunakan persamaan (1.3) maka didapatkan :

$$k_2 = 2,21 \cdot 10^{10} \exp\left(\frac{-118058,8}{8,314}\right)$$

BAB II

PERANCANGAN PRODUK

2.1 Spesifikasi Produk

2.1.1 Amil Alkohol

- Sifat-sifat fisis:

Rumus molekul	: $C_5H_{12}O$
Berat molekul	: 88,15 g/mol
Densitas (25°C)	: 0,809 g/ml
Titik didih	: 138°C
Titik lebur	: -78,6°C
Viskositas (25°C)	: 3,441 cP
Kemurnian	: 95 %
Kelarutan dalam air (20°C)	: 21 g/l
<i>Specific gravity</i>	: 0,811
Fase	: Liquid

- Sifat-sifat kimia:

1. Cairan dan uap mudah terbakar
2. Bersifat higroskopis (menyerap kelembaban)
3. Bahaya dekomposisi menjadi karbon monoksida dan karbon dioksida
4. Bahan kimia yang berbahaya dalam tingkat moderat saat dibakar atau dipanaskan karena volatilitasnya yang rendah
5. Stabil pada suhu kamar

6. Penyimpanan pada wadah yang tertutup, jauhkan dari panas dan sumber api, simpan di tempat sejuk dan kering (berventilasi yang baik)
7. Media pemadam kebakaran yaitu dengan bahan kimia kering (kebakaran kecil) dan busa alkohol, semprotan air atau kabut (kebakaran besar)
8. Non-compatible dengan senyawa oksidator kuat, asam kuat dan basa kuat
9. Berbahaya untuk kesehatan (bersifat toxic)

(Sumber : MSDS Amyl Alcohol)

2.2 Spesifikasi Bahan

2.2.1 Pentana

- Sifat-sifat Fisis:

Rumus molekul	: C_5H_{12}
Berat molekul	: 72,15 g/mol
Densitas (20°C)	: 0,625 g/ml
Titik didih	: 36,1°C
Titik lebur	: -130°C
Viskositas (25°C)	: 0,224 cP
Kemurnian	: 99 %
Kelarutan dalam air (20°C)	: 0,36 g/l
<i>Specific gravity</i>	: 0,626
Fase	: Gas

- Sifat-sifat Kimia:

1. Reaktif dengan oksigen (mudah terbakar)
2. Korosif terhadap plastik, karet dan coating

3. Berbahaya untuk kesehatan (toxic)

(Sumber : MSDS Pentane)

2.2.2 Klorin

- Sifat-sifat Fisis:

Rumus molekul	: Cl ₂
Berat molekul	: 70,9 g/mol
Densitas (20°C)	: 1,4 g/ml
Titik didih	: -34°C
Titik lebur	: -101°C
Viskositas (20°C)	: 13,3 cP
Kemurnian	: 99 %
Kelarutan dalam air (20°C)	: 7,41 g/l
<i>Specific gravity</i>	: 1.41
Fase	: Gas

- Sifat-sifat Kimia:

1. Senyawa halogen
2. Sangat mudah terbakar
3. Sedikit larut dalam air
4. Mudah bereaksi dengan senyawa organik

(Sumber : MSDS Chlorine)

2.2.3 Natrium Hidroksida

- Sifat-sifat Fisis:

Rumus Molekul	: NaOH
---------------	--------

Berat Molekul	: 40 g/mol
Densitas (20°C)	: 2,13 g/ml
Titik didih	: 1390°C
Titik lebur	: 318°C
Viskositas (25°C)	: 0,997 cP
Kemurnian	: 50%
Kelarutan dalam air (20°C)	: 1090 g/l
<i>Specific gravity</i> (20°C)	: 1,52
Fase	: Liquid

- Sifat-sifat Kimia:

1. Sangat basa dan mudah terionisasi membentuk ion natrium dan hidroksida
2. Keras, rapuh dan menunjukkan pecahan hablur
3. Bila dibiarkan diudara akan cepat menyerap karbondioksida dan lembab
4. NaOH membentuk basa kuat bila dilarutkan dalam air

(Sumber : MSDS Natrium Hidroksida)

2.3 Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas merupakan teknik yang sangat bermanfaat agar suatu perusahaan dapat mengetahui kualitas produknya sebelum dipasarkan kepada konsumen. Teknik dalam pengendalian kualitas merupakan suatu teknik yang dapat membantu suatu perusahaan dalam mengetahui kelayakan dan kualitas produk berdasarkan batas-batas control yang telah ditentukan. Dengan mengimplementasikan pengendalian kualitas, perusahaan akan memiliki beberapa keuntungan. Diantaranya adalah perusahaan dapat meningkatkan kualitas produk

yang akan dihasilkan guna mendapatkan suatu produk dengan hasil maksimal, meningkatkan produktivitas dengan mengurangi produk yang cacat pada saat produksi, menghilangkan biaya yang tidak perlu pada saat proses produksi, mengantisipasi ketidaksesuaian dalam proses produksi sehingga produk yang akan dihasilkan akan tetap sesuai dengan standar dan spesifikasi yang telah ditentukan atau diinginkan oleh perusahaan, serta dapat meningkatkan profit yang didapatkan oleh perusahaan.

2.3.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Menurut Hanggana (2006), bahan baku adalah sesuatu yang digunakan untuk membuat barang jadi, bahan pasti menempel menjadi satu dengan barang jadi. Dalam sebuah perusahaan bahan baku memiliki arti yang sangat penting, karena menjadi modal terjadinya proses produksi sampai hasil produksi.

Pengendalian kualitas dari bahan baku bertujuan untuk mengetahui kualitas bahan baku yang digunakan, apakah sudah sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan untuk proses produksi. Pengendalian kualitas bahan baku dilakukan sebelum proses produksi dengan cara melakukan pengujian terhadap kualitas bahan baku berupa kalsium karbonat dan HCl agar bahan yang digunakan dapat diproses di dalam pabrik. Pengujian yang dilakukan diantaranya: uji viskositas, densitas, kadar komposisi komponen, volatilitas, dan kemurnian bahan baku.

2.3.2 Pengendalian Proses Produksi

Alat ukur dan instrumentasi merupakan bagian penting dalam mengendalikan proses produksi. Dengan adanya sistem tersebut maka bagian-bagian penting dari pabrik yang memerlukan pengawasan rutin dapat dikontrol dengan baik.

Instrumentasi memiliki 3 fungsi utama, yaitu sebagai alat pengukur, alat analisa, dan alat kendali. Selain digunakan untuk mengetahui kondisi operasi, instrumentasi juga berfungsi untuk mengatur variabel proses, baik secara manual maupun secara otomatis untuk memperingatkan operator akan kondisi yang kritis dan berbahaya. Instrumentasi harus ada dan harus berfungsi sebagaimana mestinya sesuai dengan kebutuhan dimana instrumentasi tersebut ditempatkan. Instrumentasi merupakan salah satu factor yang sangat menentukan mutu dari suatu hasil produksi. Pengendalian proses produksi pabrik ini meliputi aliran dan alat sistem kontrol.

A. Aliran Sistem Kontrol

1. Aliran pneumatis (aliran udara tekan) digunakan untuk valve dari controller ke actuator.
2. Aliran electric (aliran listrik) digunakan untuk suhu dari sensor ke controller.
3. Aliran mekanik (aliran Gerakan/perpindahan level) digunakan untuk flow dari sensor ke controller.

B. Alat Sistem Kontrol

1. Sensor, digunakan untuk identifikasi variabel-variabel proses. Alat yang digunakan manometer untuk sensor aliran fluida, tekanan dan level, thermocouple untuk sensor suhu.
2. Controller meliputi Level Control (LC), Temperature Control (TC), Pressure Control (PC), Flow Control (FC).
 - a. Level Control (LC)

Level Control berfungsi untuk mengetahui dan mengendalikan tinggi cairan dalam suatu alat sehingga tidak melebihi batas maksimum yang diizinkan. Secara umum LC digunakan dalam suatu alat yang berupa kolom atau vessel. LC dihubungkan dengan control valve pada aliran keluar kolom atau vessel.

b. Temperature Control (TC)

Temperature Control berfungsi untuk mengetahui dan mengendalikan suhu operasi suatu alat berdasarkan suhu operasi yang ditetapkan.

c. Pressure Control (PC)

Pressure Control berfungsi untuk mengetahui dan mengendalikan tekanan operasi berdasarkan tekanan operasi suatu alat yang ditetapkan. PC sangat dibutuhkan pada system yang menggunakan aliran steam atau gas. PC dihubungkan dengan control valve pada aliran keluaran steam atau gas.

d. Flow Control (FC)

Flow Control berfungsi untuk mengetahui dan mengendalikan debit aliran dari suatu bahan yang akan masuk ke suatu proses atau alat.

3. Actuator digunakan untuk memanipulasi agar variabelnya sama dengan variabel controller. Alat yang harus digunakan automatic control valve dan manual hand valve.

2.3.3 Pengendalian Kualitas Produk

Kualitas dari produk yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh proses-proses sebelumnya. Untuk memperoleh mutu produk standar, maka diperlukan bahan

yang berkualitas, pengawasan serta pengendalian yang baik terhadap proses yang ada sehingga didapatkan produk yang berkualitas dan sesuai dengan kebutuhan di pasaran.

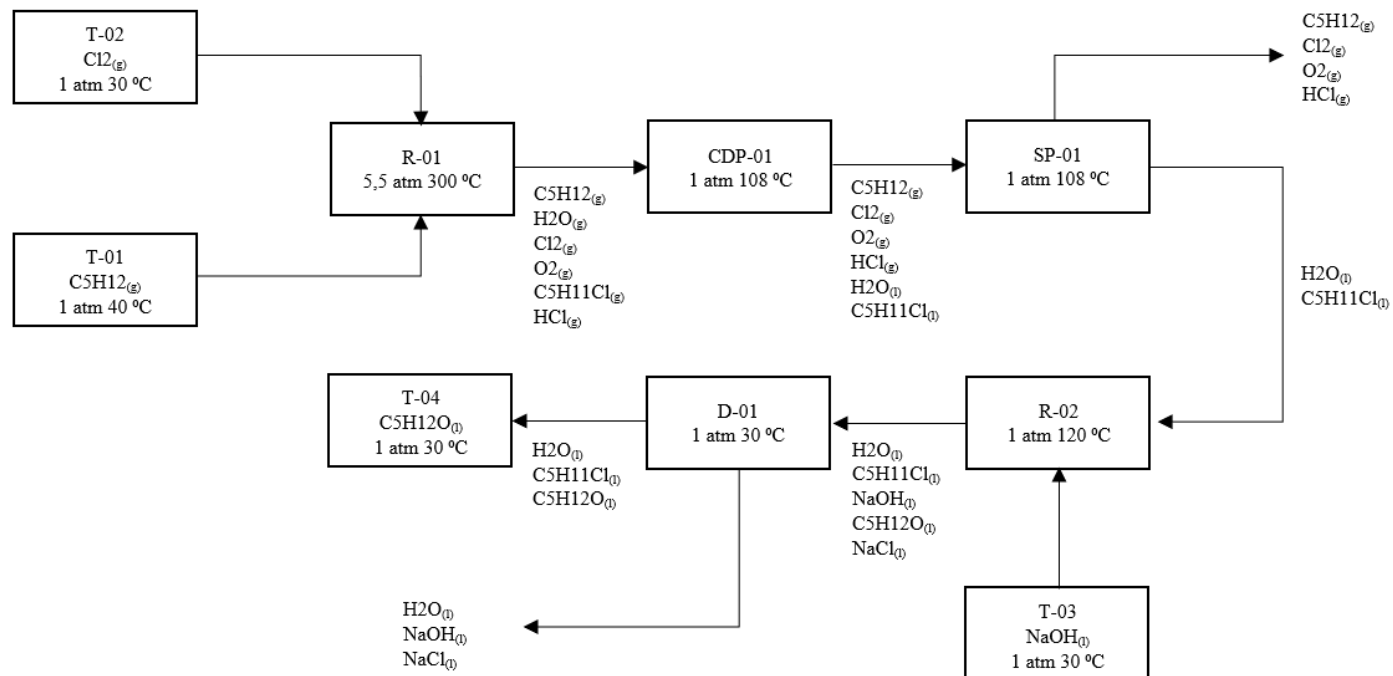


BAB III

PERANCANGAN PROSES

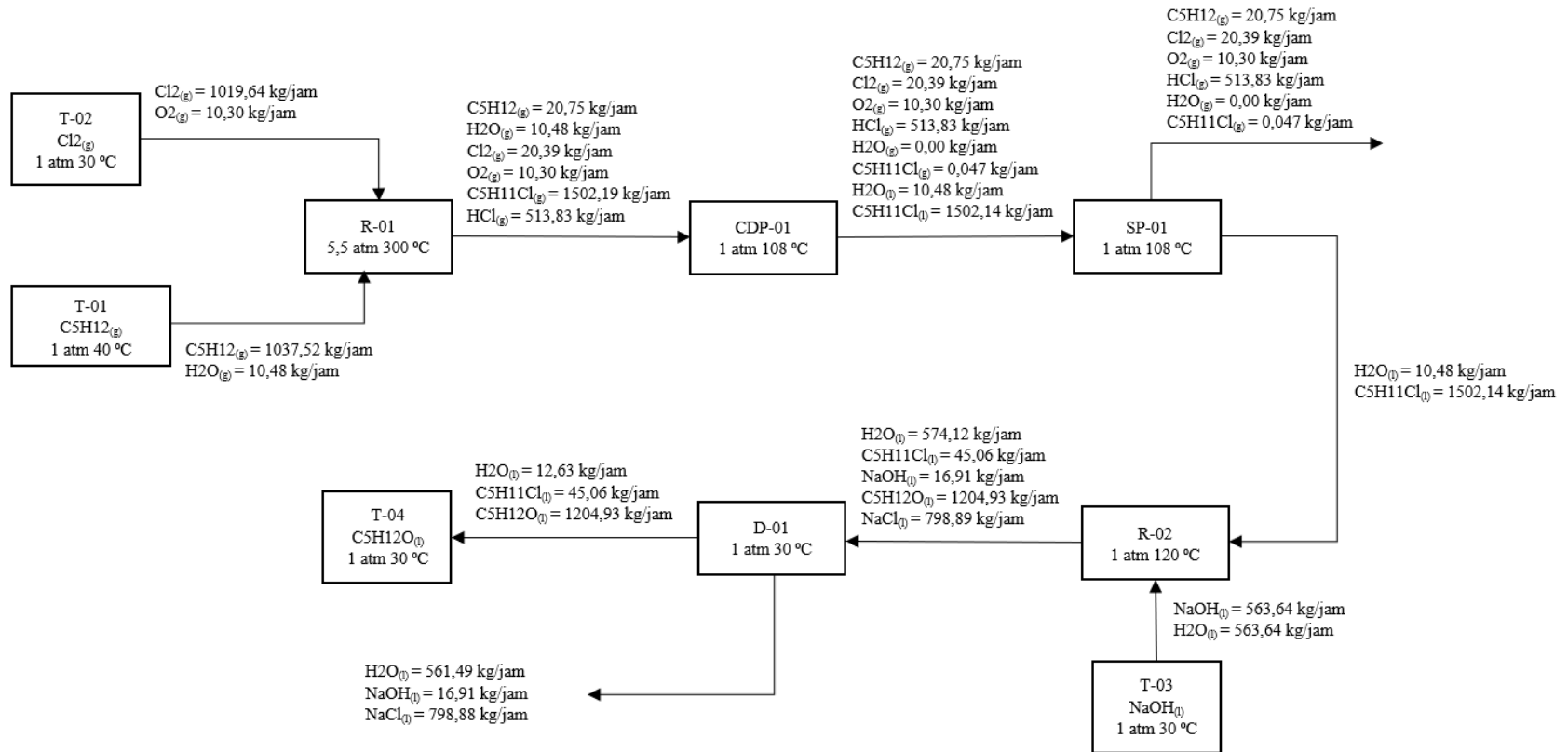
3.1 Diagram Alir Proses dan Material

Diagram Alir Kualitatif



Gambar 3. 1 Diagram Alir Kualitatif

Diagram Alir Kuantitatif



Gambar 3. 2 Diagram Alir Kuantitatif

3.2 Uraian Proses

Pabrik pembuatan *Amyl Alcohol* ini diproduksi dengan kapasitas 10.000 ton/tahun. Pada prosesnya pabrik ini mempunyai dua proses reaksi, dimana pada reaksi pertama dibutuhkan bahan baku berupa pentana dan klorin untuk membentuk amil klorida. Sedangkan pada reaksi kedua dibutuhkan bahan baku natrium hidroksida untuk direaksikan dengan amil klorida yang telah berbentuk sehingga menghasilkan produk berupa *Amyl Alcohol*. Pabrik ini akan beroperasi selama 24 jam perhari dalam 330 hari selama 1 tahun. Secara keseluruhan proses yang terjadi dapat digolongkan menjadi tiga tahap, yaitu :

1. Persiapan bahan baku dan bahan pembantu
2. Proses reaksi klorinasi
3. Proses reaksi hidrolisis
4. Proses pemisahan

3.2.1 Persiapan Bahan Baku dan Bahan Pendukung

1. Pentana (C_5H_{12})

Pentana yang digunakan merupakan pentana dengan kemurnian 99%. Pentana disimpan di dalam Tangki *Sperychal* (T-01) dengan fase gas pada suhu 40 °C dan tekanan 1 atm. Gas pentana dialirkan menuju reaktor klorinasi (R-01) menggunakan kompresor (K-01). Sebelum masuk reaktor klorinasi (R-01) gas pentana dipanaskan terlebih dahulu dengan menggunakan heater (HE-01).

2. Klorin (Cl₂)

Bahan baku klorin (Cl₂) dengan kemurnian 99% disimpan dalam Tangki *Sperychal* (T-02) dengan fase gas pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm. Gas klorin dialirkan menuju reaktor klorinasi (R-01) menggunakan compressor (K-02). Sebelum masuk ke reaktor klorinasi (R-01) dipanaskan menggunakan heater (HE-02).

3. Natrium Hidroksida (NaOH)

Bahan baku *Natrium Hiroxide* (NaOH) dengan kemurnian 50% disimpan dalam tangka penyimpanan (T-03) dengan fase cair. Pada suhu 30 °C dan tekanan 1 atm. Cairan NaOH dialirkan menuju reaktor hidrolisis (R-02) dengan menggunakan pompa. Sebelum masuk ke reaktor hidrolisis (R-02) senyawa tersebut dipanaskan menggunakan heater (HE-04).

3.2.2 Proses Reaksi Klorinasi

Gas pentana dan gas klorin diumpankan ke dalam reaktor klorinasi (R-01). Pada reaktor klorinasi (R-01) terjadi reaksi klorinasi antara pentana dengan klorin pada suhu 300 °C dan tekanan 5,5 atm dengan berlangsung secara eksotermis dan bersifat spontan. Jenis reaktor yang digunakan yaitu Reaktor *Fixed Bed Multitube* yang dilengkapi dengan jaket pendingin sebagai penstabil suhu reaktor dan penyerap panas. Hasil keluaran dari reaktor klorinasi (R-01) berupa amil klorida dialirkan menuju *Condensor Partial* (CDP-01) untuk diturunkan temperaturnya menjadi 108 °C menggunakan *Expansion Valve* (EV-01). Di *expansion valve* (EV-01) juga terjadi penurunan tekanan menjadi 1 atm selanjutnya hasil keluaran dari kondensor parsial (CDP-01) dialirkan menuju Separator (SP-01) untuk

memisahkan fase cair dengan gas. Selanjutnya fase gas diumpankan menuju UPL dengan menggunakan blower dan untuk fase cair dengan senyawa amil klorida dan air diumpankan menuju reaktor hidrolisis (R-02).

3.2.3 Proses Reaksi Hidrolisis

Hasil keluaran dari separator (SP-01) yang berupa fase cair diumpankan menuju reaktor hidrolisis dengan menggunakan pompa dan melewati *heater* (H-03) untuk menaikkan suhu menjadi 120 °C. Kemudian direaksikan menggunakan NaOH 50% yang sebelumnya dialirkan menggunakan pompa dan melewati *heater* (H-04) untuk menaikkan suhu menjadi 120 °C. Reaktor yang digunakan yaitu Reaktor Alir Pipa Berpengaduk (RATB) dengan tekanan 120 °C dan tekanan 1 atm yang dilengkapi dengan koil pendingin sebagai penstabil suhu reaktor dan penyerap panas.

3.2.4 Proses Pemisahan dan Penyimpanan

Amil alkohol yang dihasilkan dari (R-02) dialirkan menggunakan pompa (P-03) menuju *Decanter* (D-01) untuk proses pemisahan. Dekanter dipilih karena Amil Alkohol tidak larut terhadap NaCl dan NaOH. Di dekanter terjadi pemisahan antara densitas rendah dialirkan keatas dan densitas tinggi dialirkan kebawah untuk menuju ke UPL dengan menggunakan pompa. Sedangkan densitas rendah diumpankan ke tangka penyimpanan amil alkohol (T-04) kemurnian 95% dengan menggunakan pompa (P-04) pada suhu 30 °C dan tekanan 1 atm.

3.3 Spesifikasi Alat

3.3.1 Spesifikasi Reaktor

a. Reaktor 1

Spesifikasi Umum

Kode	: R-01
Fungsi	: Untuk mereaksikan pentana dengan klorin menjadi amil klorida
Jenis/Tipe	: <i>Reactor Fixed Bed</i>
Mode Operasi	: Kontinyu
Jumlah	: 1
Harga	: Rp 4.037.490.640,46

Kondisi Operasi

Suhu	: 300 °C
Tekanan	: 5,5 atm
Kondisi Proses	: Isothermal

Konstruksi dan Material

Bahan Konstruksi	: <i>Stainless Steel 316</i>
Diameter (ID) <i>Shell</i>	: 1,34 m
Tebal <i>Shell</i>	: 0,3256 in
Tinggi Total	: 4,1732 m
Jenis Head	: <i>Hemispherical Dished Head</i>

Spesifikasi Khusus

Katalis	: Rasching Cincin Baja Karbon
Jumlah Tube	: 80 buah
Susunan Tube	: Triangular

a. Reaktor 2

Spesifikasi Umum

Kode	: R-02
Fungsi	: Untuk mereaksikan amil klorida dengan natrium hidroksida menjadi amil alkohol
Jenis/Tipe	: <i>Continous Stirred Tank Reactor (CSTR)</i>
Mode Operasi	: Kontinyu
Jumlah	: 3
Harga	: Rp 13.271.008.446,94
Kondisi Operasi Suhu	: 120 °C
Tekanan	: 1 atm
Kondisi Proses	: Isothermal

Konstruksi dan Material

Bahan Konstruksi	: <i>Stainless Steel 316</i>
Diameter (ID) shell	: 2,0361 m
Tebal shell	: 0,1875 in
Tinggi total	: 3,5074 m
Jenis head	: <i>Torispherical Flanged & Dished Head</i>

Insulasi

Bahan	: Air Pendingin
Konduktivitas Panas	: 0,3315 Btu/Jam. ft ² .F
Tebal isolasi	: 0,1875 in

Spesifikasi Khusus

Tipe pengaduk	: <i>Marine Proppeller 3 Blade</i>
Diameter pengaduk	: 0,6787 m
Kecepatan pengadukan	: 155 rpm
Power pengadukan	: 7,5 hP
Jumlah baffle	: 4
Lebar baffle	: 0,0679 m
Mode transfer panas	
• U _D	: 75 Btu/Jam. ft ² .F
• Luas area transfer panas	: 24,7467 m ²
• Dimensi koil	:
▪ NPS	: 6 in
▪ Schedule number	: 40
▪ Panjang total	: 3,9438 m
▪ Jumlah lilitan	: 1 lilitan
▪ Tinggi tumpukan koil	: 0,1683 m

3.3.2 Spesifikasi Alat Pendukung dan Pemisah

a. Separator-01

Kode	: SP-01
Fungsi	: Untuk memisahkan komponen gas dan komponen cair dari keluaran condensor parsial
Jenis	: Silender vertikal
Material	: <i>Stainless Steel 316</i>
Kondisi Operasi	: 108 °C 1 atm
Jenis Head	: <i>Torispherical dished heads</i>
Tebal Shell	: 0,0048 m
Tinggi Head	: 0,1194 m
Tinggi	: 1,9157 m
Harga	: Rp 113.474.351,64

b. Dekanter-01

Kode	: D-01
Fungsi	: Untuk memisahkan fase ringan dan fase berat yang keluar dari reaktor CSTR dengan prinsip perbedaan densitas dan kelarutannya
Jenis	: Silender horizontal
Material	: <i>Stainless Steel 316</i>
Kondisi	: 30 °C 1 atm

Tinggi : 1,2420 m

Diameter : 0,6210 m

Tebal Shell : 0,1875 in

Tebal Head : 0,1875 in

Harga : Rp 1.284.822.497,55

3.3.3 Spesifikasi Tangki Penyimpanan

Tabel 3.1 Spesifikasi Tangki Penyimpanan

Tangki	T-01	T-02
Fungsi	Menyimpan kebutuhan pentana (C_5H_{12}) untuk proses produksi	Menyimpan kebutuhan klorin (Cl_2) untuk proses produksi
Lama Penyimpanan	30 Hari	7 Hari
Fasa	Gas	Gas
Jumlah Tangki	1 Buah	1 Buah
Jenis Tangki	Tangki Spherical	Tangki Spherical
Kondisi Operasi	Suhu : 40 C Tekanan : 1 atm	Suhu : 30 C Tekanan : 1 atm
Bahan Kontruksi	<i>Stainless Steel 316</i>	<i>Stainless Steel 316</i>
Volume (m^3)	693,4556	650,0410
Diameter (m)	25,7398	24,9210
Kapasitas Tangki (kg)	1047,9992	1029,9428
Harga (Rupiah)	10.953.715.768,02	10.579.396.826,14

Tabel 3.1 Spesifikasi Tangki Penyimpanan

Tangki	T-03	T-04
Fungsi	Menyimpan kebutuhan natrium hidroksida ($NaOH$) untuk proses produksi	Menyimpan produk utama amil alkohol ($C_5H_{11}OH$)
Lama Penyimpanan	7 hari	7 hari
Fasa	Cair	Cair
Jumlah Tangki	1 Buah	1 Buah

Tabel 3.1 Spesifikasi Tangki Penyimpanan (lanjutan)

Jenis Tangki	Tangki Silinder tegak dengan dasar <i>flat bottom</i> dan atap berbentuk <i>torispherical roof</i>	Tangki Silinder tegak dengan dasar <i>flat bottom</i> dan atap berbentuk <i>torispherical roof</i>
Kondisi Operasi	Suhu : 30 C Tekanan : 1 atm	Suhu : 30 C Tekanan : 1 atm
Bahan Kontruksi	<i>Stainless Steel 316</i>	<i>Stainless Steel 316</i>
Volume (m ³)	687,9272	633,1843
Kapasitas Tangki (kg)	352128	424242
Diameter (m)	10,67	10,67
Tinggi (m)	7,3803	7,3803
Jumlah <i>Course</i>	3	3
Harga (Rupiah)	8.689.939.057,52	8.228.720.725,07

3.3.4 Spesifikasi Alat Transportasi

1. Pompa

Tabel 3.2 Spesifikasi Pompa

Spesifikasi	Pompa			
Bahan	Cair	Cair	Cair	Cair
Kode	P-01	P-02	P-03	P-04
Fungsi	Memompa umpan dari SP-01 menuju R-02	Memompa umpan dari T-03 menuju R-02	Memompa umpan dari R-02 menuju D-01	Memompa umpan dari D-01 menuju T-04
Viskositas	0,2543 cP	1161,9564 cP	20,0507 cP	2,8750 cP
Kapasitas	2,2913 m ³ /jam	0,9226 m ³ /jam	2,7942 m ³ /jam	1,8640 m ³ /jam
<i>Pump Head</i>	3,655 m	4,051 m	1,380 m	4,342 m
Suhu Fluida	108 °C	30 °C	120 °C	30 °C
<i>Submersibility</i>	<i>Immersed</i>	<i>Immersed</i>	<i>Immersed</i>	<i>Immersed</i>
Jenis Pompa	<i>Centrifugal Single Stage</i>	<i>Centrifugal Single Stage</i>	<i>Centrifugal Single Stage</i>	<i>Centrifugal Single Stage</i>
Daya Motor	0.083 HP	0.083 HP	0.125 HP	0.83 HP
<i>Material Construction</i>	<i>Stainless Steel 316</i>	<i>Stainless Steel 316</i>	<i>Stainless Steel 316</i>	<i>Stainless Steel 316</i>
Harga (Rupiah)	144.588.286,76	107.983.657,20	159.230.138,59	144.588.286,76

2. Kompresor

Tabel 3.3 Spesifikasi Kompresor

Spesifikasi	Kompresor	
Kode	K-01	K-02
Fungsi	Menaikkan tekanan T-01 dari 1 atm menjadi 5,5 atm untuk diumpankan ke R-01	Menaikkan tekanan T-02 dari 1 atm menjadi 5,5 atm untuk diumpankan ke R-01
Jenis	<i>Centrifugal Multistage</i>	<i>Centrifugal Multistage</i>
Material	<i>Stainless Steel 316</i>	<i>Stainless Steel 316</i>
Kondisi Operasi		
T	40 °C	30 °C
Pin	1 atm	1 atm
Pout	5,5 atm	5,5 atm
Daya	0,2227 HP	0,0902 HP
Harga	Rp 979.173.840,73	Rp 979.173.840,73

3. Expansion Valve

Tabel 3.4 Spesifikasi *Expansion Valve*

Spesifikasi	Expansion Valve
Bahan	Gas
Fungsi	Menurunkan tekanan R-01 dari 5,5 atm menjadi 1 atm untuk diumpankan ke SP-01
Jenis	Globe Valve Open
Kondisi Operasi	
T	300 °C
Pin	5,5 atm
Pout	1 atm
Ukuran Pipa	
ID	6,065 in
OD	6,625 in
IPS	6
Luas	28,9 in ²
Panjang Ekuivalen	170 ft
Daya	8,48093416 HP
Jumlah	1 buah
Harga	Rp 40.210.185,57

3.3.5 Spesifikasi Alat Penukar Panas

a. Heater (HE-01)

Tabel 3.5 Spesifikasi Heater (HE-01)

Fungsi	Memanaskan umpan dari T-01 menuju R-01	
Jenis	Double Pipe	
Tipe	Steam	
Kondisi Operasi		
	Annulus	Tube
Suhu Masuk	40 °C	350 °C
Suhu Keluar	300 °C	350 °C
Tekanan	5,5 atm	5,5 atm
Beban Panas	590875,8069 Btu/jam	
Mechanical Design		
	Annulus	Inner Pipe
Panjang	15 ft	
Hairpin	8 buah	
ID	3,0680 in	2,0670 in
OD	3,5000 in	2,0670 in
a	0,0204 ft ²	0,0233 ft ²
Pressure Drop	0,0447 psi	0,000543 psi
Rd	0,0036 Btu/Jam Ft ² F	
Harga	Rp 360.555.601,17	

b. Heater (HE-02)

Tabel 3.6 Spesifikasi Heater (HE-02)

Fungsi	Memanaskan umpan T-02 menuju R-01	
Jenis	Double Pipe	
Tipe	Steam	
Kondisi Operasi		
	Annulus	Tube
Suhu Masuk	30 °C	350 °C
Suhu Keluar	300 °C	350 °C
Tekanan	5,5 atm	5,5 atm
Beban Panas	132379,8258 Btu/jam	
Mechanical Design		
	Annulus	Tube
Panjang	12 ft	
Hairpin	14 buah	
ID	2,0670 in	1,3800 in

Tabel 3.6 Spesifikasi *Heater* (HE-02) (lanjutan)

OD	2,3800 in	1,6800 in
a	0,0079 ft ²	0,0104 ft ²
Pressure Drop	0,1264 psi	0,000250 psi
Rd	0,0043 Btu/Jam Ft ² F	
Harga	Rp 305.648.656,83	

c. Heater (HE-03)

Tabel 3.7 Spesifikasi *Heater* (HE-03)

Fungsi	Memanaskan umpan SP-01 menuju R-02	
Jenis	Double Pipe	
Tipe	Steam	
Kondisi Operasi		
	Annulus	Tube
Suhu Masuk	108 °C	150 °C
Suhu Keluar	120 °C	150 °C
Tekanan	1 atm	1 atm
Beban Panas	34025,5751 Btu/jam	
Mechanical Design		
	Annulus	Tube
Panjang	12 ft	
Hairpin	3 buah	
ID	2,067 in	1,38 in
OD	2,38 in	1,66 in
a	0,00827 ft ²	0,0104 ft ²
Pressure Drop	4,0131 psi	0,000001 psi
Rd	0,0236 Btu/Jam Ft ² F	
Harga	Rp 380.688.147,42	

d. Heater (Heater-04)

Tabel 3.7 Spesifikasi *Heater* (HE-04)

Fungsi	Memanaskan umpan T-03 menuju R-02	
Jenis	Double Pipe	
Tipe	Steam	

Tabel 3.9 Spesifikasi *Heater* (HE-04) (lanjutan)

Kondisi Operasi		
	Annulus	Tube
Suhu Masuk	30 °C	150 °C
Suhu Keluar	120 °C	150 °C
Tekanan	1 atm	1 atm
Beban Panas	305681,3619 Btu/jam	
Mechanical Design		
	Annulus	Tube
Panjang	15 ft	
Hairpin	4 buah	
ID	3,068 in	2,07 ft
OD	3,50 in	2,38 ft
a	0,02043 ft ²	0,0233 ft ²
Pressure Drop	0,3278 psi	0,000009 psi
Rd	0,0185 Btu/Jam Ft ² F	
Harga	Rp 532.597.360,10	

e. *Cooler* (CL-01)Tabel 3.10 Spesifikasi *Cooler* (CL-01)

Fungsi	Mendinginkan umpan dari R-02 menuju D-01	
Jenis	Double Pipe	
Tipe	Air Pendingin	
Kondisi Operasi		
	Annulus	Tube
Suhu Masuk	25 °C	120 °C
Suhu Keluar	40 °C	30 °C
Tekanan	1 atm	1 atm
Beban Panas	568304,5910 Btu/jam	
Mechanical Design		
	Annulus	Tube
Panjang	20 ft	
Hairpin	5 buah	
ID	4,026 in	3,07 in
OD	4,50 in	3,50 in
A	0,02158 ft ²	0,0513 ft ²
Pressure Drop	1,40513 psi	0,00111 psi
Rd	0,0092 Btu/Jam Ft ² F	
Harga	Rp 704.639.119,03	

f. Condensor Partial (CDP-01)

Tabel 3.11 Condensor Partial (CDP-01)

Fungsi	Menurunkan suhu produk keluaran dari R-01 menuju SP-01	
Kode	CDP-01	
Jumlah	1 Unit	
Tipe	Shell and Tube Heat Exchanger	
Material	Stainless Steel 316	
Spesifikasi		
Uc	3.33	Btu/jam.ft ² .F
Ud	5.7623	Btu/jam.ft ² .F
Rd	0.0126	Btu/jam.ft ² .F
Tube		
Number of Tubes	56 buah	
Length	24 ft	7,3152 m
OD	0,75	0,01905 m
BWG	18	
Shell		
ID	10 in	0,254 m
Passes	1	
Harga	Rp 2.941.181.985,14	

3.4 Neraca Massa

3.4.1 Neraca Massa Total

Tabel 3.12 Neraca Massa Total

Komponen	Input (kg/jam)			Ouput (kg/jam)		
	Arus 1	Arus 2	Arus 7	Arus 6	Arus 9	Arus 10
C5H12	1037,519176			20,75038352		
H2O	10,47999168		563,6388051	0,000442167	561,4877508	12,6306038
Cl2		1019,64342		20,39286841		
O2		10,29942849		10,29942849		
C5H11Cl				0,047377358		45,06430788
HCl				513,8283713		
NaOH			563,6388051		16,90916415	
C5H11OH						1204,931351
NaCl					798,8775777	
Total	3205,219627			3205,219627		

3.4.2 Neraca Massa Alat

1. Reaktor 01 (R-01)

Tabel 3.13 Neraca Massa Reaktor 01

Komponen	Input (kg/jam)		Ouput (kg/jam)
	Arus 1	Arus 2	Arus 3
C5H12	1037,519176		20,75038352
H2O	10,47999168		10,47999168
Cl2		1019,64342	20,39286841
O2		10,29942849	10,29942849
C5H11Cl			1502,190973
HCl			513,8283713
Total	2077,942017		2077,942017

2. Condensor Parsial 01 (CDP-01)

Tabel 3.14 Neraca Massa Condensor Parsial 01

Komponen	Input (kg/jam)	Ouput (kg/jam)
	Arus 3	Arus 4
C5H12	20,75038352	20,75038352
H2O	10,47999168	10,47999168
Cl2	20,39286841	20,39286841
O2	10,29942849	10,29942849
C5H11Cl	1502,190973	1502,190973
HCl	513,8283713	513,8283713
Total	2077,942017	2077,942017

3. Separator 01 (SP-01)

Tabel 3.15 Neraca Massa Separator 01

Komponen	Input (kg/jam)	Ouput (kg/jam)	
	Arus 4	Arus 5	Arus 6
C5H12	20,75038352	0	20,75038352
H2O	10,47999168	10,47954951	0,000442167
Cl2	20,39286841	0	20,39286841

Tabel 3.15 Neraca Massa Separator 01 (lanjutan)

O ₂	10,29942849	0	10,29942849
C ₅ H ₁₁ Cl	1502,190973	1502,143596	0,047377358
HCl	513,8283713	0	513,8283713
Total	2077,942017	2077,942017	

4. Reaktor 02 (R-02)

Tabel 3.16 Neraca Massa Reaktor 02

Komponen	Input (kg/jam)		Ouput (kg/jam)
	Arus 5	Arus 7	Arus 8
C ₅ H ₁₁ Cl	1502,143596		45,06430788
H ₂ O	10,47954951	563,6388051	574,1183546
NaOH		563,6388051	16,90916415
C ₅ H ₁₁ OH			1204,931351
NaCl			798,8775777
Total	2639,900756		2639,900756

5. Dekanter 01 (D-01)

Tabel 3.17 Neraca Massa Dekanter 01

Komponen	Input (kg/jam)	Ouput (kg/jam)	
	Arus 8	Arus 9	Arus 10
C ₅ H ₁₁ Cl	45,06430788		45,06430788
H ₂ O	574,1183546	561,4877508	12,6306038
NaOH	16,90916415	16,90916415	
C ₅ H ₁₁ OH	1204,931351		1204,931351
NaCl	798,8775777	798,8775777	
Total	2639,900756	2639,900756	

3.5 Neraca Panas

3.5.1 Neraca Panas Total

Tabel 3.18 Neraca Panas Total

Alat	Q Masuk(kj/jam)	Q Keluar (kj/jam)
Reaktor-01	401364548,496	401364548,496
Condensor Partial-01	813140,176	813140,176
Separator-01	1771780,486	1771780,486
Reaktor-02	6866118,295	6866118,295
Dekanter-01	32714,511	32714,511
Total	410.848.301,9632	410.848.301,9632

3.5.2 Neraca Panas Alat

a. Reaktor 01 (R-01)

Tabel 3.19 Neraca Panas Reaktor 01

Komponen Energi	Q Masuk (kj/jam)	Q Keluar (kj/jam)
H1	792840,780	-
H2	-	813140,176
ΔHR	400571707,716	-
Q Pendinginan	-	400551408,319
Total	401364548,496	401364548,496

b. Condensor Partial 01 (CDP-01)

Tabel 3.20 Neraca Panas Condensor Partial 01

Komponen	Q Masuk(kj/jam)	Q Keluar (kj/jam)
Qin	813140,176	
Qout Gas		-92901,406
Qout Cair		233369,011
Pendingin		672672,572
Total	813140,176	813140,176

c. Separator 01

Tabel 3.21 Neraca Panas Separator 01

Komponen	Q Masuk (kj/jam)	Q Keluar (kj/jam)
Qin Gas	1538411,475	
Qin Cair	233369,011	
Qout Gas		1538411,475
Qout Cair		233369,011
Total	1771780,486	1771780,486

d. Reaktor 02

Tabel 3.22 Neraca Panas Reaktor 02

Komponen Energi	Q Masuk (kj/jam)	Q Keluar (kj/jam)
H1	609728,303	-
H2	-	3645565,673
ΔHR	6256389,991	-
Q Pendinginan	-	3220552,622
Total	6866118,295	6866118,295

e. Dekanter 01

Tabel 3.23 Neraca Panas Dekanter 01

Komponen Energi	Q Masuk (kj/jam)	Q Keluar (kj/jam)
H1	32714,511	
H2		32714,511
TOTAL	32714,511	32714,511

BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

Tata letak peralatan dan fasilitas merupakan salah satu bagian terpenting untuk memperkirakan biaya secara akurat sebelum mendirikan pabrik dalam suatu perancangan pabrik yang meliputi fasilitas bangunan, jenis dan jumlah peralatan, desain sarana pemipaan dan kelistrikan. Hal ini akan memberikan informasi yang dapat diandalkan terhadap biaya bangunan dan tanah sehingga dapat diperoleh perhitungan biaya lebih terperinci dan spesifik sebelum mendirikan suatu pabrik.

4.1 Lokasi Pabrik

Pemilihan dan penentuan letak suatu pabrik sangat penting dalam perencanaan pabrik dan akan mempengaruhi kemajuan serta kelangsungan suatu industri. Hal tersebut menyangkut faktor produksi dan besarnya keuntungan yang dihasilkan serta perluasan di masa yang akan datang. Ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam menentukan lokasi pabrik secara tepat karena akan memberikan dampak yang signifikan dalam segi teknis maupun segi ekonomis. Faktor utama adalah pabrik tidak hanya dibangun dengan production cost dan operating cost yang minimum, tetapi tersedianya ruang untuk perluasan pabrik juga menjadi hal yang harus dipertimbangkan.

Lokasi pabrik harus menjamin biaya transportasi dan produksi yang seminimal mungkin, disamping beberapa faktor lain yang harus diperhatikan diantaranya adalah pengadaan bahan baku, utilitas, dan faktor penunjang lain-lain. Oleh karena itu pemilihan dan penentuan lokasi pabrik yang tepat merupakan salah

satu faktor yang sangat penting dalam suatu perencanaan pabrik. Ada dua jenis faktor yang dapat mempengaruhi penentuan lokasi pabrik yaitu faktor primer dan faktor sekunder.

4.1.1 Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik

Faktor primer merupakan faktor yang secara langsung dapat mempengaruhi proses produksi dan distribusi. Faktor primer yang berpengaruh secara langsung dalam pemilihan lokasi pabrik meliputi :

1. Ketersediaan bahan baku
2. Sarana utilitas yang memadai
3. Transportasi dan distribusi yang lancar
4. Pemasaran yang potensial
5. Penyediaan tenaga kerja (SDM)
6. Keadaan iklim yang stabil

Dengan memperhatikan faktor-faktor yang dipertimbangkan di atas, maka lokasi yang cukup potensial dan memenuhi syarat untuk lokasi pendirian pabrik Amil Alkohol direncanakan akan berdiri di Kecamatan Warnasari, Kelurahan Citangkil, Kota Cilegon, Provinsi Banten.



Gambar 4.1 Tata Letak Lokasi Pabrik

Daerah tersebut dipilih sebagai lokasi terbaik untuk mendirikan pabrik Amil Alkohol, hal ini dipertimbangkan karena beberapa hal berikut:

1. Ketersediaan dan Kedekatan dengan Bahan Baku

Bahan baku yang diperoleh melalui impor menentukan lokasi yang dipilih berdekatan dengan pelabuhan dikarenakan bahan baku Pentana berasal di Qingdao Eastchem Inc yang terletak di China serta bahan baku Klorin dan Natrium Hidroksida berasal dari PT. Asahimas Chemical yang terletak di Kota Cilegon.

2. Sarana Utilitas yang Memadai

Lokasi ini mempunyai sarana utilitas yang memadai karena terletak berdekatan dengan laut.

3. Transportasi dan Distribusi yang Lancar

Pendirian pabrik di lokasi tersebut dilakukan dengan pertimbangan kemudahan sarana transportasi darat dan laut yang mudah dijangkau karena Cilegon berada dalam jalur transportasi Merak-Jakarta yang merupakan pintu

gerbang pulau Jawa dan Sumatera, sehingga transportasi darat dari sumber bahan baku dan pasar tidak lagi menjadi masalah. Bandara Soekarno- Hatta juga dapat dijangkau dengan mudah, sehingga semakin mempermudah pengiriman produk. Angkutan darat dengan jalan raya yang cukup lancar dapat dilalui oleh kendaraan besar dan kecil. Pelabuhan PT Indonesia II cabang Banten yang ada cukup memadai untuk pengangkutan melalui laut, sehingga dapat mengangkut bahan baku maupun produk

4. Pemasaran yang Potensial

Lokasi pabrik termasuk lokasi kawasan industri di wilayah Banten dan Jabodetabek, sehingga memudahkan dalam hal pemasaran produk.

5. Penyediaan Tenaga Kerja (SDM)

Sebagai kawasan industri, daerah ini merupakan salah satu tujuan para pencari kerja. Tenaga kerja yang dibutuhkan mudah untuk didapatkan, baik tenaga berpendidikan tinggi, menengah maupun tenaga terampil yang siap pakai, karena dari tahun ke tahun tenaga kerja semakin meningkat.

6. Keadaan Iklim yang Stabil

Daerah Cilegon, Banten merupakan suatu daerah yang terletak di daerah kawasan industri dan cukup dekat dengan pelabuhan. Temperature udara normal daerah tersebut sekitar 25-30°C, sehingga kemungkinan operasi pabrik dapat berjalan dengan lancar.

4.1.2 Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik

Faktor sekunder merupakan faktor yang secara tidak langsung berperan dalam proses operasional pabrik. Akan tetapi berpengaruh dalam

kelancaran proses operasional dari pabrik itu sendiri. Faktor-faktor sekunder meliputi :

1. Perluasan Area Unit

Pendirian pabrik harus mempertimbangkan rencana perluasan pabrik tersebut dalam jangka waktu 10 atau 20 tahun ke depan, karena apabila suatu saat nanti akan memperluas area pabrik tidak kesulitan dalam mencari lahan perluasan. Di sekitar lokasi yang dipilih masih cukup lumayan luas tanah-tanahkosong sehingga di prediksi dalam waktu 10-20 tahun kedepan masih tersedia lahan apabila terdapat perluasan area pabrik.

2. Lingkungan masyarakat sekitar

Sikap masyarakat sekitar cukup terbuka dan mendukung dengan berdirinya pabrik baru. Hal ini disebabkan akan tersedianya lapangan pekerjaan bagi mereka, sehingga terjadi peningkatan kesejahteraan masyarakat setelah pabrik-pabrik didirikan. Selain itu pendirian pabrik ini tidak akan mengganggu keselamatan dan keamanan masyarakat di sekitarnya karena dampak sudah dipertimbangkan sebelum pabrik berdiri.

3. Biaya dan Perizinan Tanah

Lokasi pabrik merupakan kawasan industri yang ditetapkan pemerintah dan berada dalam teritorial Negara Indonesia sehingga secara geografis pendirian pabrik di kawan tersebut tidak bertentangan dengan kebijakan pemnerintah. Sehingga memudahkan perijinan dalam pendirian pabrik.

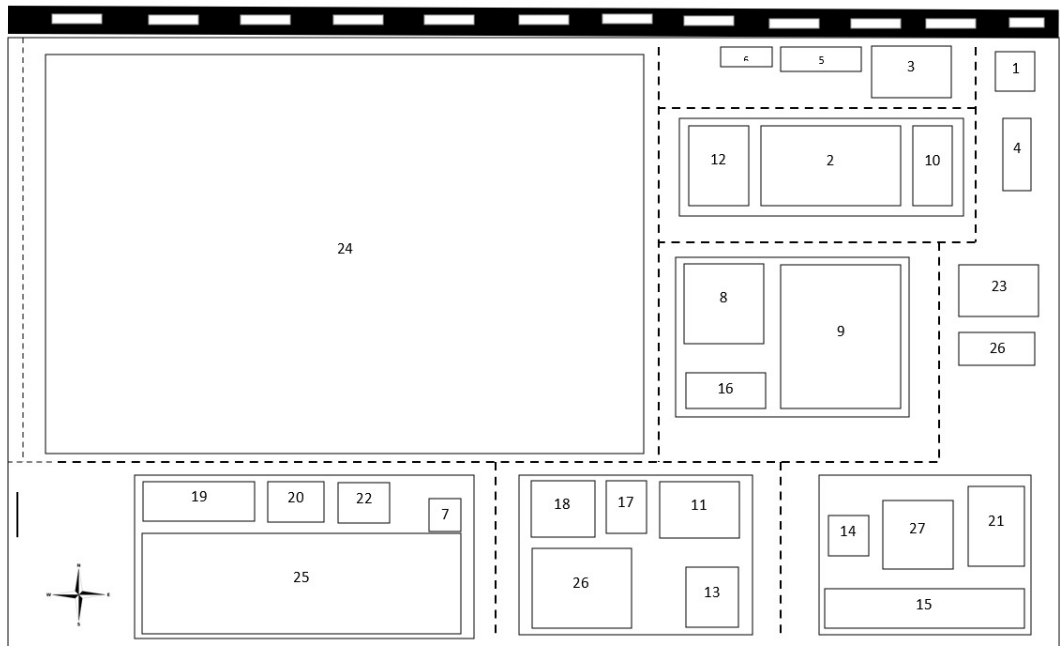
Adapun faktor-faktor lain meliputi:

- Segi Keamanan kerja terpenuhi

- Tanah yang tersedia untuk lokasi pabrik masih cukup luas dan dalam harga yang terjangkau
- Pengoperasian, pengontrolan, pengangkutan, pemindahan maupun perbaikan semua peralatan proses dapat dilakukan dengan mudah dan aman.

4.2 Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik adalah bagian penting untuk mendapatkan keselamatan dan efisiensi, sehingga bagian-bagian pabrik yang meliputi kantor, area proses dan penyimpanan bahan harus diperhatikan letaknya. Berikut Gambar 4.2 yang merupakan layout tata letak pabrik:



Skala 1 : 1000

Gambar 4.2 Layout Pabrik Amil Alkohol

Adapun Tabel 4.1 merupakan perincian luas tanah bangunan pabrik sebagai berikut:

Tabel 4.1 Luas Tanah Bangunan Pabrik

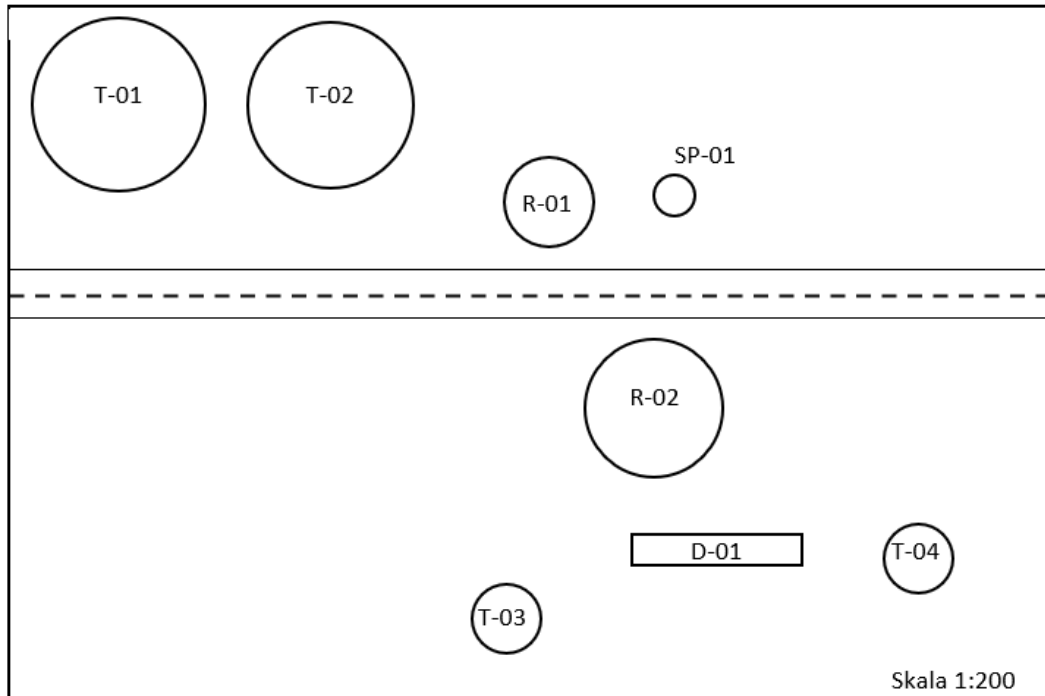
No	Lokasi	Panjang (m)	Lebar (m)	Luas (m ²)
1	Pos Keamanan	10	10	100
2	Kantor Utama	35	20	700
3	Parkir Karyawan	20	13	260
4	Parkir Tamu	7	18	126
5	Parkir Direksi	14	5	70
6	Parkir Sepeda	13	4	52
7	Power Plant	4	3	12
8	Masjid	20	20	400
9	Area Mess	30	36	1.080
10	Kantin	10	20	200
11	Kantor Teknik dan Produksi	20	14	280
12	Gedung Serba Guna	15	20	300
13	Laboratorium	13	15	195
14	Area Timbang Truk	10	10	100
15	Area Parkir Truk	50	10	500
16	Poliklinik	20	9	180
17	Perpustakaan	10	13	130
18	Unit Pemadam Kebakaran	16	14	224
19	Control Room	28	10	280
20	Control Utilitas	14	10	140
21	Bengkel	14	20	280
22	Unit Pengolahan Limbah	13	10	130
23	Gudang Peralatan	20	13	260
24	Area Proses	150	100	15.000
25	Area Utilitas	80	25	2.000
26	Taman 1	25	20	500
27	Taman 2	10	5	50
28	Daerah perluasan	100	50	5.000
29	Jalan	50	40	2.000
Total Luas Tanah	821	557	30.549	
Total Luas Bangunan				22.999
Total		53.548		

4.3 Tata Letak Alat Proses

Tata letak alat-alat proses diusahakan selesai dengan urutan kerja dan fungsi masing-masing alat. Dalam perancangan layout peralatan proses ada beberapa hal yang perlu diperhatikan :

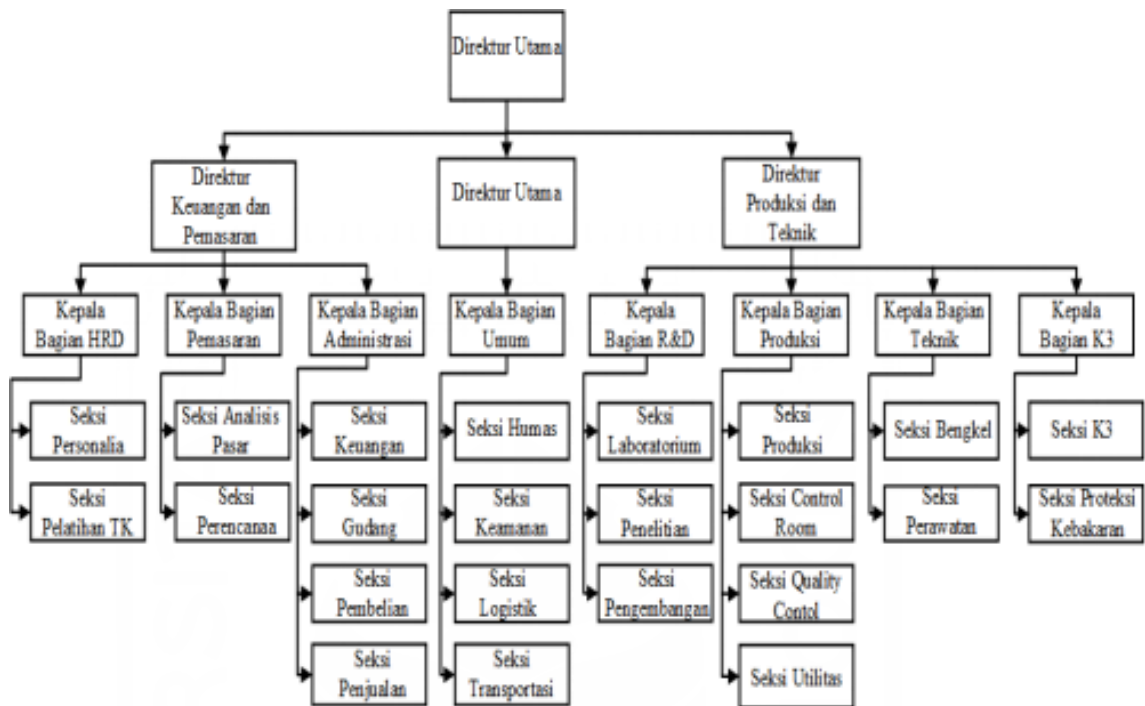
1. Aliran bahan baku dan produk Aliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikan keuntungan nilai ekonomi yang tinggi. Semakin dekat penempatan bahan baku dan produk dengan jalur transportasi, semakin efisiendana yang dikeluarkan.
2. Aliran udara Aliran udara di dalam dan di sekitar area proses diperhatikan supaya lancar.
3. Cahaya Penerangan seluruh pabrik harus memadai, terutama pada tempat-tempat proses yang berbahaya atau beresiko.
4. Tata letak alat proses Penempatan alat-alat proses yang tepat akan mempercepat jalannya proses sehingga menjamin kelancaran proses produksi.
5. Kelancaran lalu lintas Kelancaran lalu lintas barang dan manusia juga berpengaruh terhadap jalannya proses produksi.
6. Tata letak area proses Penempatan alat-alat proses pada pabrik diusahakan agardapat menekan biaya operasi dan menjamin kemana produksi pabrik sehinggadapat menguntungkan dari segi ekonomi.
7. Jarak antar alat proses Untuk alat produksi yang mudah meledak atau terbakar letaknya dijauhkan dari peralatan yang lain, sehingga apabila terjadi ledakan atau kebakaran tidak membahayakan peralatan lain.

Tata letak alat proses terdapat gambar 4.3 sebagai berikut:



Gambar 4.3 Tata Letak Alat Proses

4.4 Organisasi Perusahaan



Gambar 4.4 Struktur Organisasi Perusahaan

4.4.1 Struktur Perusahaan

Bentuk perusahaan yang dipilih adalah Perseroan Terbatas (PT) yang berbentuk badan hukum. Badan hukum ini disebut perseroan sebab modal terdiri dari penjualan saham dan bank. Perseroan terbatas harus didirikan memakai akte autentik. Bentuk perusahaan ini dipimpin oleh direksi yang terdiri dari seorang direktur utama dan dibantu oleh direktur lainnya. Direktur dipilih oleh rapat umumanggota, yang dipilih menjadi direktur tidak selalu orang yang memiliki saham, dapat juga orang lain. Pekerjaan direksi sehari-hari diawasi oleh rapat umum para pemilik saham. Untuk memperlancar koordinasi perusahaan, perlu dibuat struktur organisasi perusahaan sehingga pembagaaian tugas dan wewenang pada masing-masing karyawan dapat berjalan dengan baik. Dengan

berbentuk perseroan terbatas, kekuasaan tertinggi ditangan Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS) yang memiliki hak untuk menunjuk dewan direksi sebagai penanggung jawab kegiatan perusahaan sehari-hari. Adapun dasar-dasar pertimbangan pemilihan perusahaan perseroan terbatas adalah sebagai berikut:

1. Kontinuitas perusahaan sebagai badan hukum lebih terjamin sebab tidak tergantung pada pemegang saham, di mana pemegang saham dapat berganti-ganti.
2. Pemegang saham mempunyai tanggung jawab yang terbatas terhadap adanya hutang-hutang perusahaan, sehingga resiko pemegang saham hanya terbatas sampai modal yang disetorkan.
3. Dapat memperluas lapangan usaha, karena lebih mudah memperoleh tambahan modal dengan menjual saham-saham baru.
4. Mudah memindahkan hak pemilik dengan menjual saham kepada orang lain.
5. Manajemen dan sosialisasi yang lebih memungkinkan pengelolaan sumber sumber modal secara efisien.
6. Pemegang saham melalui rapat umum pemegang saham dapat memilih direktur yang cakap dan berkualitas untuk menjalankan perusahaan.

Tugas, wewenang dan tanggung jawab masing – masing jabatan adalah sebagai berikut :

1. Dewan Direksi
 - a. Direktur Utama

Tugas : Melaksanakan fungsi pimpinan dan penanggung jawab tertinggi perusahaan, memimpin semua kegiatan pabrik secara keseluruhan, menentukan dan menerapkan system kerja dan arah kebijaksanaan perusahaan serta bertanggungjawab terhadap kelangsungan pabrik.

Pendidikan : Sarjana Teknik Kimia (S1)

Jumlah : 1 orang

b. Direktur Produksi dan Teknik

Tugas : Bertanggungjawab terhadap kebijaksanaan perusahaan dalam bidang produksi dan bidang teknologi yang secara langsung mendukung proses produksi secara kualitas dan kuantitas.

Pendidikan : Sarjana Teknik Kimia / Teknik Mesin / Teknik Elektro / Teknik Industri (S1)

Jumlah : 1 orang

c. Direktur Umum

Tugas : Bertanggungjawab terhadap kebijaksanaan perusahaan dalam bidang hubungan masyarakat, keamanan, transportasi, dan logistik.

Pendidikan : Sarjana Ekonomi / Hukum / Komunikasi (S1)

Jumlah : 1 orang

d. Direktur Keuangan dan Pemasaran

Tugas : Bertanggungjawab terhadap kebijaksanaan perusahaan dalam bidang perencanaan dan pengelolaan lalu lintas keuangan, pemasaran, dan auditing.

Pendidikan : Sarjana Ekonomi / Akuntansi / Manajemen (S1)

Jumlah : 1 orang

2. Kepala Bagian

a. Kepala Bagian Umum

Tugas : Bertugas dan bertanggungjawab terhadap kelangsungan kebijakan yang berhubungan dengan hubungan masyarakat, keamanan, transportasi, dan logistik.

Jumlah : 1 orang

Membawahi : 1 orang kepala seksi hubungan masyarakat

1 orang kepala seksi keamanan

1 orang kepala seksi transportasi

1 orang kepala seksi logistik

b. Kepala Administrasi

Tugas : Bertugas dan bertanggungjawab terhadap kelangsungan segala administrasi, keuangan, pembelian, dan penjualan.

Jumlah : 1 orang

Membawahi : 1 orang kepala seksi keuangan
1 orang kepala seksi gudang
1 orang kepala seksi pembelian
1 orang kepala seksi penjualan

c. Kepala Bagian Pemasaran

Tugas : Bertugas dan bertanggungjawab terhadap kelangsungan segala Analisa pasar dan perencanaan.

Jumlah : 1 orang

Membawahi : 1 orang kepala seksi analisa pasar
1 orang kepala seksi perencanaan

d. Kepala Bagian HRD

Tugas : Bertugas dan bertanggungjawab terhadap kelangsungan segala recruitment pegawai, personalia, dan pelatihan TK.

Jumlah : 1 orang

Membawahi : 1 orang kepala seksi personalia
1 orang kepala seksi pelatihan TK

e. Kepala Bagian R&D

Tugas : Bertugas dan bertanggungjawab terhadap kelangsungan segala penelitian, laboratorium, beserta pengembangan.

Jumlah : 1 orang

Membawahi : 1 orang kepala seksi laboratorium
1 orang kepala seksi penelitian
1 orang kepala seksi pengembangan

f. Kepala Bagian Produksi

Tugas : Bertugas dan bertanggungjawab terhadap kelangsungan segala proses produksi, ruang control, quality control, beserta kebutuhan utilitas.

Jumlah : 1 orang

Membawahi : 1 orang kepala seksi produksi
1 orang kepala seksi ruang control
1 orang kepala seksi *quality control*

1 orang kepala seksi Utilitas

g. Kepala Bagian Teknik

Tugas : Bertugas dan bertanggungjawab terhadap kelangsungan segala keteknikan seperti bengkel dan perawatan.

Jumlah : 1 orang

Membawahi : 1 orang kepala seksi bengkel
1 orang kepala seksi perawatan

h. Kepala Bagian K3

Tugas : Bertugas dan bertanggungjawab terhadap kelangsungan segala K3 dan proteksi kebakaran.

Jumlah : 1 orang

Membawahi : 1 orang kepala seksi K3
1 orang kepala seksi proteksi kebakaran

Jumlah tenaga kerja disesuaikan dengan kebutuhan agar pekerjaan dapat diselesaikan secara efektif. Berikut Tabel 4.2 merupakan rician jumlah tenaga kerja dan sistem penggajiannya.

Tabel 4.2 Jumlah Tenaga Kerja dan Sistem Penggajian

No.	Jabatan	Jumlah	Gaji/Bulan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Direktur Utama	1	60.000.000	60.000.000
2	Sekretaris Direktur Utama	1	25.000.000	25.000.000
3	Staff Direktur Utama	1	15.000.000	15.000.000
4	Direktur Prouksi & Teknik	1	35.000.000	35.000.000
5	Staff Direktur Prouksi & Teknik	1	15.000.000	15.000.000
6	Direktur Keuangan & Pemasaran	1	35.000.000	35.000.000
7	Staff Direktur Keuangan & Pemasaran	1	15.000.000	15.000.000
8	Direktur Umum	1	35.000.000	35.000.000
9	Staff Direktur Umum	1	15.000.000	15.000.000
10	Kepala Bagian Produksi dan Logistik	1	25.000.000	25.000.000
11	Kepala Bagian Teknik	1	25.000.000	25.000.000
12	Kepala Bagian Pengembangan Proses & Teknologi	1	25.000.000	25.000.000
13	Kepala Bagian Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3)	1	25.000.000	25.000.000
14	Kepala Bagian Keuangan	1	25.000.000	25.000.000
15	Kepala Bagian Pemasaran	1	25.000.000	25.000.000
16	Kepala Bagian Umum	1	25.000.000	25.000.000
17	Kepala Bagian Personalia	1	25.000.000	25.000.000
18	Kepala Seksi Produksi	1	20.000.000	20.000.000
19	Kepala Seksi <i>Control Room</i>	1	20.000.000	20.000.000
20	Kepala Seksi <i>Quality Control</i>	1	20.000.000	20.000.000
21	Kepala Seksi Utilitas & Pengolahan Limbah	1	20.000.000	20.000.000
22	Kepala Seksi Perawatan Pabrik	1	20.000.000	20.000.000
23	Kepala Seksi Instrumentasi Listrik	1	20.000.000	20.000.000
24	Kepala Seksi Penelitian Proses & Teknologi	1	20.000.000	20.000.000
25	Kepala Seksi Keselamatan Kerja & Proteksi Kebakaran	1	20.000.000	20.000.000
26	Kepala Seksi Medis	1	20.000.000	20.000.000
27	Kepala Seksi Keuangan	1	20.000.000	20.000.000
28	Kepala Seksi Pembelian	1	20.000.000	20.000.000

Tabel 4.3 Jumlah Tenaga Kerja dan Sistem Penggajian (lanjutan)

29	Kepala Seksi Penjualan	1	20.000.000	20.000.000
30	Kepala Seksi Analisa Pasar	1	20.000.000	20.000.000
31	Kepala Seksi Perencanaan Pemasaran	1	20.000.000	20.000.000
32	Kepala Seksi Pelayanan Umum	1	20.000.000	20.000.000
33	Kepala Seksi Hubungan Masyarakat	1	20.000.000	20.000.000
34	Kepala Seksi Keamanam	1	20.000.000	20.000.000
35	Kepala Seksi Transportasi	1	20.000.000	20.000.000
36	Kepala Seksi Gudang	1	20.000.000	20.000.000
37	Kepala Seksi Personalia	1	20.000.000	20.000.000
38	Kepala Seksi Pelatihan Tenaga Kerja	1	20.000.000	20.000.000
39	Karyawan Produksi	4	15.000.000	60.000.000
40	Karyawan <i>Control Room</i>	3	15.000.000	45.000.000
42	Karyawan <i>Quality Control</i>	3	15.000.000	45.000.000
43	Karyawan Utilitas & Pengolahan Limbah	3	15.000.000	45.000.000
44	Karyawan Perawatan Pabrik	3	15.000.000	45.000.000
45	Karyawan Instrumentasi Listrik	3	15.000.000	45.000.000
46	Karyawan Penelitian Proses & Teknologi	3	15.000.000	45.000.000
47	Karyawan Keselamatan Kerja & Proteksi Kebakaran	3	15.000.000	45.000.000
48	Karyawan Laboratorium	1	15.000.000	15.000.000
49	Karyawan Keuangan	2	15.000.000	30.000.000
50	Karyawan Pembelian	2	15.000.000	30.000.000
51	Karyawan Penjualan	2	15.000.000	30.000.000
52	Karyawan Analisa Pasar	2	15.000.000	30.000.000
53	Karyawan Perencanaan Pemasaran	2	15.000.000	30.000.000
54	Karyawan Pelayanan Umum	2	15.000.000	30.000.000
55	Karyawan Hubungan Masyarakat	2	15.000.000	30.000.000
56	Karyawan Transportasi	2	15.000.000	30.000.000
57	Karyawan Gudang	2	15.000.000	30.000.000
58	Karyawan Personalia	2	15.000.000	30.000.000
59	Karyawan Pelatihan Tenaga Kerja	2	15.000.000	30.000.000
60	Dokter	2	15.000.000	30.000.000

Tabel 4.4 Jumlah Tenaga Kerja dan Sistem Penggajian (lanjutan)

61	Perawat	3	10.000.000	30.000.000
62	Satpam	6	6.500.000	36.000.000
63	Sopir	3	6.000.000	19.500.000
64	<i>Office Boy</i>	6	6.000.000	36.000.000
65	Operator Operasi	18	10.000.000	180.000.000
66	Operator Utilitas	36	10.000.000	360.000.000
Total		160		2.281.500.000

4.4.2 Jam Kerja Karyawan

Pabrik dari Amil Alkohol ini direncanakan akan beroperasi selama 24 jam sehari secara kontinyu. Jumlah hari kerja 330 hari selama setahun, sisa hari yang lain digunakan untuk perawatan dan perbaikan. Berdasarkan jam kerjanya, karyawan perusahaan digolongkan menjadi 2, yaitu:

1. Karyawan *Non-Shift*

Karyawan *non shift* merupakan karyawan yang tidak langsung menangani proses produksi. Yang termasuk kelompok ini adalah direktur, manager, kepala bagian dan semua karyawan bagian umum. Karyawan *non – shift* bekerja 5 hari seminggu dan libur pada hari Sabtu, Minggu dan Hari Besar, dengan jam kerja:

Tabel 4.5 Jadwal Jam Kerja Karyawan *Non-shift*

Hari	Jam Kerja	Jam Istirahat
Senin - Kamis	08.00 - 16.00	12.00 - 13.00
Jum'at	07.30- 16.00	11.30- 13.00

2. Karyawan *Shift*

Karyawan *shift* merupakan karyawan yang secara langsung menangani dan terlibat dalam proses produksi atau mengatur bagian-bagian tertentu dari pabrik yang mempunyai hubungan dengan masalah keamanan pabrik serta kelancaran produksi. Yang termasuk karyawan shift yaitu operator pada bagian produksi dan utilitas, bagian listrik dan instrumentasi, kepala *shift* dan satpam. Sistem kerja bagi karyawan produksi diatur menurut pembagian *shift* dan dilakukan secara bergiliran. Hal ini dilakukan karena tempat-tempat pada proses produksi memerlukan kerja rutin selama 24 jam secara terus menerus. Pembagian *shift* dilakukan dalam 4 regu, dimana 3 regu mendapat giliran shift sedangkan 1 regu libur. Seluruh karyawan *shift* mendapat cuti lama 12 hari tiap tahunnya. Adapun jam kerja shift dalam 1 hari diatur dalam 3 *shift* sebagai berikut :

Tabel 4.6 Jadwal Jam Kerja Karyawan *Shift*

Kelompok Kerja	Jam Kerja	Jam Istirahat
Shift 1	07.00 - 15.00	12.00 - 13.00
Shift 2	15.00 - 23.00	18.15 - 19.15
Shift 3	23.00 - 07.00	04.00 - 05.00

Masing – masing *shift* dikepalai oleh satu orang kepala shift. Jadwal kerja masing masing regu ditabelkan sebagai berikut :

Tabel 4.7 Sistem *Shift* Karyawan

Group	Hari							
	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin
A	1	1	2	2	3	3	<i>Off</i>	<i>Off</i>
B	2	2	3	3	<i>Off</i>	<i>Off</i>	1	1
C	3	3	<i>Off</i>	<i>Off</i>	1	1	2	2
D	<i>Off</i>	<i>Off</i>	1	1	2	2	3	3

Keterangan:

1,2, dan 3: *Shift*

A, B, C, dan D: Kelompok Kerja (Group)

BAB V

UTILITAS

Unit utilitas merupakan sekumpulan unit proses yang bertugas menyediakan sarana-sarana penunjang proses produksi pada suatu industri. Fasilitas-fasilitas yang terdapat dalam unit utilitas antara lain :

1. Unit penyediaan dan pengolahan air
2. Unit pembangkit steam
3. Unit pembangkit listrik
4. Unit penyedia udara tekan
5. Unit penyedia bahan bakar
6. Unit pengelolaan limbah

5.1 Unit Penyediaan dan Pengelolaan Air

5.1.1 Unit Penyediaan Air

Secara umum kebutuhan air suatu industri dipenuhi menggunakan air sumur, air danau, air sungai, atau air laut sebagai sumbernya. Perancangan pabrik Amil Alkohol ini menggunakan air laut sebagai sumber mendapatkan air dikarenakan lokasi pabrik berada dekat dengan pesisir laut yaitu pantai lelean gerem sehingga air laut digunakan untuk memenuhi kebutuhan air utilitas. Untuk menghindari *scaling* yang menyebabkan penurunan performa dari boiler, maka perlu diadakan pengolahan air laut yang dilakukan secara fisis dan kimia. Adapun pertimbangan dalam memilih air laut sebagai sumber untuk mendapatkan air adalah sebagai berikut:

- Air laut memiliki kuantitas yang besar, sumber airnya hampir tidak terbatas.
- Pengolahan air laut dalam proses desalinasi membutuhkan biaya lebih sedikit dibandingkna dengan air sungai/danau.
- Lokasi pabrik dekat dengan laut.

Secara keseluruhan, kebutuhan air pada pabrik ini digunakan untuk keperluan:

a. Air Domestik

Berdasarkan standar WHO, kebutuhan air per orang berkisar antara 100-120 liter per hari. Untuk suatu pabrik atau kantor, kebutuhan air untuk satu orang sebesar 100 liter per hari (Sularso,2001). Jumlah karyawan pada pabrik ini berjumlah 160. Sehingga total kebutuhan air domestik sebesar :

Tabel 5.1 Kebutuhan Air Domestik

No	Keterangan	Kebutuhan Air (kg/jam)
1	Karyawan	666,6667
2	Perumahan Karyawan	333,333
Total		1000

b. Air Pendingin

Air pendingin digunakan untuk peralatan yang membutuhkan penurunan suhu. Kebutuhan air pendingin pada pabrik Amil Alkohol ini terlampir pada tabel 5.2 sebagai berikut:

Tabel 5.2 Kebutuhan Air Pendingin

Nama Alat	Kode Alat	Jumlah (kg/jam)
Reaktor-01	R-01	287,112
Condensor Parsial-01	CDP-01	59,491
Reaktor-02	N-01	76499,504
Cooler-01	CL-01	8260,655
Total		85106,762

Perancangan dibuat *over design* sebanyak 20% sehingga menjadi 102.128,1144 kg/jam. Pada saat berlangsungnya proses, air pendingin mengalami *blowdown* pada unit *cooling tower* sehingga diperlukan adanya air *make-up*. Setelah dilakukan perhitungan didapatkan kebutuhan air *make-up* yaitu sebesar 1157,4520 kg/jam.

c. Air Untuk *Steam*

Air steam dalam pabrik digunakan untuk media pemanas. Air *steam* yang dapat digunakan untuk boiler harus memenuhi persyaratan. Apabila air boiler tidak memenuhi persyaratan dapat mengakibatkan kerusakan pada alat sehingga dilakukan pencegahan agar tidak terjadi *scalling*, *fouling* dan *foaming*. Menurut (Green, 2008), Kebutuhan steam untuk peralatan pada pabrik Amil Alkohol ini terlampir pada tabel 5.3 sebagai berikut :

Tabel 5.3 Kebutuhan Air Untuk Steam

Nama Alat	Kode Alat	Jumlah (kg/jam)
Heater-01	HE-01	226,729
Heater-02	HE-02	50,796
Heater-03	HE-03	16,960
Heater-04	HE-04	152,368
Total		446,853

Perancangan dibuat *over design* sebanyak 20% sehingga menjadi 536,22 kg/jam. Pada saat berlangsungnya proses, air pembangkit *steam* 85% dimanfaatkan kembali, sehingga diperlukan 15% air *make-up*, dikarenakan terjadinya *blowdown* pada boiler sebesar 10% dan penggunaan *steam trap*

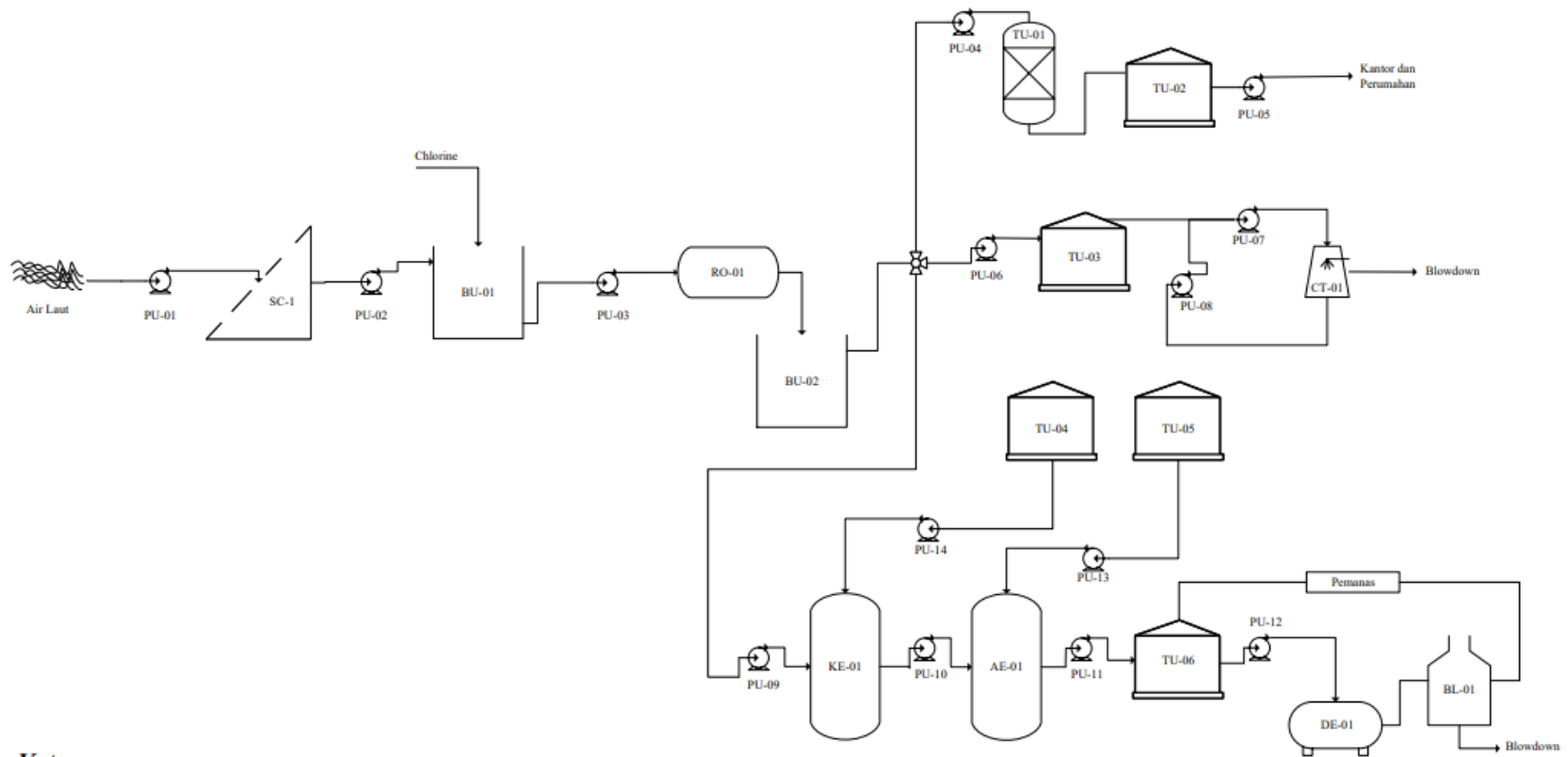
sebesar 5%, sehingga jumlah air *make-up* yang dibutuhkan setelah dilakukan perhitungan yaitu sebesar 107 kg/jam.

d. Air Service

Perkiraan kebutuhan air untuk penggunaan layanan umum seperti bengkel, laboratorium, masjid, kantin, pemadam kebakaran, dan lain-lain sebesar 167,77 kg/jam.



PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
UTILITAS PRARANCANGAN PABRIK ANIL ALKOHOL DARI PENTANA
KAPASITAS 10.000 TON/TAHUN



Keterangan :

- | | | | | | |
|-------|-----------------------|-------|--------------------|----------|--------------------|
| SC-01 | = Screener | TU-03 | = Tangki Hot Basin | KE-01 | = Kation Exchanger |
| RO-01 | = Reverse Osmosis | TU-04 | = Tangki HCl | AE-01 | = Anion Exchanger |
| BU-01 | = Bak Ekuilisasi | TU-05 | = Tangki NaOH | BL-01 | = Boiler |
| BU-02 | = Bak Penampung | TU-06 | = Tangki Demin | PU-01-34 | = Pompa Utilitas |
| TU-01 | = Tangki Karbon Aktif | CT-01 | = Cooling Tower | | |
| TU-02 | = Tangki Air Bersih | DE-01 | = Deaerator | | |

5.1.2 Unit Pengolahan Air

a. Penyaringan (*Screening*)

Air laut dipompakan ke *screen* untuk menyaring partikel besar sebelum masuk ke area pengolahan air. Sedangkan partikel kecil yang masih terbawa akan diolah di tahap pengolahan air berikutnya. Pada sisi isap pompa perlu dipasang saringan (*screen*) dan ditambah fasilitas pembilas untuk meminimalisir alat penyaring menjadi kotor.

b. Penstabilan aliran air

Air yang sudah disaring kemudian dipompakan ke bak ekualisasi untuk menstabilkan aliran sehingga mempermudah dalam memisahkan air dengan kotoran-kotoran padat yang masih lolos dari *screener* dan terbawa oleh air. Di dalam bak ekualisasi, air laut kemudian ditambahkan NaOCl. Penambahan ini bermaksud sebagai desinfektan untuk membunuh ganggang dan mikroba laut agar tidak merusak alat-alat dalam proses utilitas.

c. Desalinasi

Desalinasi pada pabrik *chlorobenzene* ini menggunakan teknologi *Membrane Reverse Osmosis*. *Reverse Osmosis* adalah suatu proses buatan yang berkebalikan dengan osmosis biasa. Pada proses osmosis, air akan melewati membran semi-permeabel ke arah konsentrasi yang lebih tinggi. Proses ini adalah proses yang terjadi secara alami. Sedangkan pada *reverse osmosis* air yang memiliki konsentrasi garam yang tinggi dipompakan dengan tekanan yang tinggi kedalam membran, sehingga proses perpindahan massa akan memiliki arah yang terbalik daripada peristiwa osmosis. Air yang memiliki

kadar salinitas yang rendah akan menembus membran, sedangkan yang masih bersisa akan menjadi konsentrat dari proses ini. Dengan *reverse osmosis*, air laut yang memiliki kadar berkisar 10.000 ppm bisa diturunkan menjadi 100 ppm. Air keluaran dari proses desalinasi ini akan didistribusikan sesuai dengan peruntukannya, yaitu air sebagai penunjang proses, pemadam kebakaran, *boiler feed water*, *cooling water*, dan keperluan kantor dan perumahan.

d. Demineralisasi

Air bersih dari proses desalinasi akan masuk kedalam proses demineralisasi. Proses demineralisasi ini terbagi menjadi 2, yaitu pelunakan air dan dealkalinasi. Proses pelunakan air terjadi pada kation exchanger. Di dalam *kation exchanger*, mineral-mineral sadah seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , dan mineral lainnya akan dibebaskan dari air bersih. Mineral ini akan ditangkap oleh suatu resin berjenis *hydrogen-zeolite*. Resin memiliki kapasitas untuk menangkap ion-ion ini. Suatu waktu resin tidak mampu lagi untuk menangkap mineral, maka akan disubjekkan kedalam proses regenerasi resin. Regenerasi resin *kation exchanger* dilakukan dengan penambahan asam kuat HCl, sehingga akan membentuk garam-garam seperti NaCl, CaCl_2 , MgCl_2 , KCl, dan mineral sadah lainnya dan dibuang ke unit pengolahan limbah. Air keluaran dari *kation exchanger* adalah air bebas mineral yang tendensi untuk membentuk *scalling*-nya sudah diminimalkan. Air yang telah melewati *kation exchanger* akan disubjekkan kedalam *anion exchanger* untuk dilakukan proses dealkalinasi. Proses ini bertujuan untuk menangkap ion-ion negatif seperti HCO_3^- , CO_3^{2-} , SO_4^{2-} , Cl^- dan lain-lain. Ion negatif ini harus ditangkap karena

akan jika air bersifat basa ini dipanaskan, akan berpotensi untuk membentuk gas CO₂ yang bisa menurunkan performa boiler dan alat proses lainnya. Proses penangkapan ion-ion memiliki mekanisme yang mirip pada proses pelunakan air. Perbedaan utamanya adalah jenis resin yang digunakan. Jenis resin yang digunakan *weakly basic anion exchanger*. Pada proses ini, saat resin sudah memenuhi kapasitasnya untuk menangkap ion, resin akan diregenerasikan dengan menambahkan basa kuat NaOH sehingga terbentuk garam seperti NaHCO₃, NaCl, Na₂CO₃, CaSO₄, dan lain lain. Air keluaran dari *anion exchanger* ini sudah bisa digunakan sebagai air proses. Tetapi untuk penggunaan sebagai air umpan boiler, perlu dilakukan proses lebih lanjut.

e. Deaerasi

Air keluaran dari proses demineralisasi yang akan dijadikan umpan boiler akan disubjekkan ke proses deaerasi untuk menghilangkan gas-gas terlarut dalam air, terutama gas O₂ yang berpotensi untuk menyebabkan korosi pada boiler. Korosi pada boiler memiliki konsekuensi yang sangat berbahaya, selain perpendekan umur boiler. Pengikisan didalam *boiler* berpotensi menyebabkan peledakan dikarenakan ekspansi tekanan yang tidak sesuai dengan tekanan desain. Untuk menghilangkan gas-gas terlarut, senyawa N₂H₄ (*hidrazin*) ditambahkan untuk mengikat O₂ dan gas terlarut lainnya. Setelah dihilangkan kandungan gas terlarut, maka air keluaran deaerator dapat langsung diumpankan ke *boiler feed water*, kemudian diumpankan ke *boiler*. Di dalam *boiler* akan berlangsung proses pembangkitan air menjadi steam. Namun, untuk menjaga konsentrasi *suspended solid* yang terakumulasi di dalam *boiler*,

dilakukan sistem *blowdown* pada periode tertentu sehingga menghilangkan sejumlah air. Untuk mengganti air yang hilang tersebut, ditambahkan *make up water* agar tetap memenuhi kebutuhan proses.

f. Air sebagai *cooling water* (pendingin)

Sebagai air pendingin, air yang sudah digunakan pada proses kemudian ditampung dalam *hot basin*, kemudian didinginkan pada *cooling tower*. Air dengan suhu 50°C dialirkan masuk pada bagian atas *cooling tower* kemudian dikontakkan dengan udara dari bagian samping *cooling tower*. Di dalam *cooling tower* terjadi proses perpindahan massa dan panas sehingga mengakibatkan suhu air turun dan sejumlah air ikut terbawa udara. Suhu keluar dari *cooling tower* yaitu 30°C untuk digunakan sebagai air pendingin. Air yang menguap terikut oleh udara akan diganti dengan air *make up* agar tetap memenuhi kebutuhan proses.

g. Air sebagai keperluan kantor dan perumahan

Air untuk keperluan kantor dan perumahan akan dialirkan melewati karbon aktif untuk menghilangkan bau dan warnanya, serta ditambahkan kaporit sebagai disinfektan untuk membunuh mikroorganisme, bakteri, alga dll.

5.2 Unit Pembangkit Steam (*Steam Generator System*)

Keberadaan unit ini bertujuan untuk mencukupi kebutuhan *steam* pada proses produksi Amil Alkohol, yaitu dengan menyediakan ketel uap (*boiler*) dengan spesifikasi :

Kapasitas : 536,224 kg/jam

Jenis : *Water Tube Boiler*

Jumlah : 1 buah

Boiler tersebut dilengkapi dengan sebuah unit *economizer safety valve* sistem dan pengaman-pengaman yang bekerja secara otomatis. Air dari *water treatment plant* yang akan digunakan sebagai umpan *boiler* terlebih dahulu diatur kadar silika, O₂, Ca dan Mg yang mungkin masih terikut dengan jalan menambahkan bahan-bahan kimia ke dalam *boiler feed water tank*. Selain itu juga perlu diatur pH nya yaitu sekitar 10,5– 11,5 karena pada pH yang terlalu tinggi korosifitasnya tinggi. Sebelum masuk ke *boiler*, umpan dimasukkan dahulu ke dalam *economizer*, yaitu alat penukar panas yang memanfaatkan panas dari gas sisa pembakaran batubara yang keluar dari *boiler*. Di dalam alat ini air dinaikkan temperaturnya hingga 150 °C, kemudian diumpankan ke *boiler*.

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

5.3 Unit Pembangkit Listrik

Kebutuhan listrik pada pabrik ini diperoleh dan dipenuhi oleh PLTU Krakatau Daya Listrik dan generator diesel. Sebagai tenaga cadangan ketika PLTU mengalami gangguan maka disediakan generator diesel. Diesel juga dimanfaatkan

untuk menggerakkan tenaga yang dinilai penting antara lain boiler, kompressor, dan pompa. Spesifikasi diesel yang digunakan adalah:

Kapasitas : 767,3744 kW

Jenis : *Generator Set*

Jumlah : 1

Berikut rincian untuk kebutuhan listrik pabrik :

a. Kebutuhan Listrik Untuk Alat Proses

Tabel 5.4 Kebutuhan Listrik Untuk Alat Proses

Alat	Kode Alat	Daya	Watt
		Hp	
Reaktor	R-02	7,50	5592,75
Expansion Valve	EV-01	8,48	6324,2326
Pompa	P-01	0,08	61,8931
Pompa	P-02	0,08	61,8931
Pompa	P--03	0,13	93,2125
Pompa	P-04	0,08	61,8931
Kompressor	K-01	0,22	166,06739
Kompressor	K-02	0,09	67,26214
Total		16,66783416	12429,2039

Power yang dibutuhkan = 12429,209 Watt, 12,429 kW

b. Kebutuhan Listrik Untuk Utilitas

Tabel 5.5 Kebutuhan Listrik Untuk Utilitas

Alat	Kode Alat	Daya	Watt
		Hp	
Pompa Utilitas	P-01	15	11185,5
	P-02	60	44742
	P-03	60	44742
	P-04	0,25	186,425
	P-05	0,25	186,425

Tabel 5.6 Kebutuhan Listrik Untuk Utilitas (lanjutan)

	P-06	60	44742
	P-07	60	44742
	P-08	60	44742
	P-09	60	44742
	P-10	60	44742
	P-11	60	44742
	P-12	60	44742
	P-13	0,25	186,425
	P-14	0,25	186,425
Blower	B-01	1,5	1118,55
Kompresor	K-01	7,5	5592,75
Total		565	421321

Power yang dibutuhkan = 421321 Watt, 421,3205 kW

Kebutuhan motor penggerak total = 433,7497 kW

c. Kebutuhan listrik alat kontrol

Power yang dibutuhkan untuk alat kontrol diperkirakan 25% dari total kebutuhan listrik untuk menggerakkan motor :

$$P = 108,437 \text{ kW}$$

d. Kebutuhan listrik untuk penerangan

Power yang dibutuhkan untuk alat penerangan diperkirakan 15% dari total kebutuhan listrik untuk menggerakkan motor :

$$P = 65,0625 \text{ kW}$$

e. Kebutuhan listrik untuk peralatan kantor

Power yang dibutuhkan untuk kantor seperti (AC, computer, dan lain-lain) diperkirakan 15% dari total kebutuhan listrik untuk menggerakkan motor

$$P = 65,0625 \text{ kW}$$

f. Kebutuhan listrik untuk bengkel, laboratorium, dan lain-lain

Power yang dibutuhkan untuk bengkel, laboratorium, dan lain-lain diperkirakan

15% dari total kebutuhan listrik untuk menggerakkan motor :

$$P = 65,0625 \text{ kW}$$

g. Kebutuhan listrik perumahan

Setiap rumah diperkirakan memerlukan listrik = 1.300 Watt

Jumlah rumah = 20 unit

Kebutuhan listrik perumahan = 26.000 Watt

= 26 kW

Total kebutuhan listrik pabrik adalah 763,3744 kW, dapat dilihat berdasarkan tabel dibawah ini :

Tabel 5.7 Total Kebutuhan Listrik

No	Keperluan	Kebutuhan (Kw)
1.	<i>Power Plant</i>	12,429
2.	Utilitas	421,3205
3.	Alat Kontrol	108,437
4.	Penerangan	65,0625
5.	Peralatan Kantor	65,0625
6.	Bengkel, Laboratorium	65,0625
7.	Perumahan	26
Total		763,3744

Kebutuhan listrik disuplai dari PLN, namun sebagai cadangan terdapat sebuah generator mandiri sebagai cadangan jika terjadi pemadaman listrik oleh PLN secara mendadak.

5.4 Unit Penyedia Udara Tekan

Dalam pabrik ini udara tekan dibutuhkan untuk menggerakkan instrumen instrumen *control* sebagai penggerak alat-alat kontrol di pabrik yang bekerja secara pneumatis. Tekanan udara instrumen yang digunakan adalah 5,5 bar. Dalam pabrik Amil Alkohol ini terdapat sekitar 13 alat control yang memerlukan udara tekan untuk menggerakkannya. Total kebutuhan udara instrumen diperkirakan sebesar 24,29856 m³/jam. Udara yang digunakan harus dalam keadaan kering sehingga begitu keluar dari *blower*, udara dilewatkan melalui sebuah tangki udara (bejana pengering) yang berisi *silica gel*.

5.5 Unit Penyedia Bahan Bakar

Unit ini bertujuan untuk menyediakan bahan bakar yang dipergunakan pada *boiler*. Bahan bakar yang digunakan adalah solar sebesar 16,0480 L/jam.

5.6 Unit Pengolahan Limbah atau Air Buangan

Limbah yang dihasilkan dari proses di pabrik ini berupa limbah cair. Sebelum dibuang ke lingkungan, limbah tersebut diolah terlebih dahulu hingga memenuhi baku mutu lingkungan. Hal ini dilakukan agar limbah tersebut tidak mencemari lingkungan. Limbah cair yang dihasilkan dalam pabrik ini adalah :

- Air buangan sanitasi mengandung bakteri-bakteri dari berbagai sumber kotoran. Penanganan limbah ini dengan menggunakan lumpur aktif dan *cahypochloride* sebagai desinfektan.
- Air limbah dari laboratorium diolah melalui beberapa proses terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan karena mengandung zat-zat kimia. Proses

pengolahan limbah cair ini adalah *physical treatment*, (pengendapan, penyaringan), *chemical treatment* (penambahan bahan kimia, pengontrolan pH) dan *biological treatment*.



5.7 Spesifikasi Alat Utilitas

Tabel 5.8 Spesifikasi Alat Tranportasi Cairan Utilitas

Pompa	PU-01	PU-02	PU-03	PU-04	PU-05
Fungsi	Mengalirkan air dari laut menuju <i>screening</i>	Mengalirkan air dari Screener menuju bak ekualisasi	Mengalirkan air dari bak ekualisasi ke RO dan bak penampungan air	Mengalirkan air dari bak penampungan air menuju tangki sanitasi	Mengalirkan air menuju perumahan, dan kantor
Jenis	<i>Centrifugal Pump Single Stage</i>				
Tipe	<i>Axial Flow Impellers</i>	<i>Axial Flow Impellers</i>	<i>Axial Flow Impellers</i>	<i>Mixed Flow Impellers</i>	<i>Mixed Flow Impellers</i>
Bahan	<i>Commercial Steel</i>				
Kapasitas (gpm)	536,6474	536,6474	536,6474	6,0299	6,0299
Head Pompa (ft)	31,9732	31,9732	31,9732	22,7362	22,7362
Ukuran Pipa					
IPS (in)	8	8	8	1	1
No.Sch	40	40	40	40	40
OD (in)	8,625	8,625	8,625	1,320	1,320
ID (in)	7,981	7,981	7,981	1,049	1,049
Flow Area (in ²)	50	50	50	0,864	0,864
Efisiensi Pompa	62%	62%	62%	20%	20%
Tenaga Pompa (HP)	7,1556	7,1556	7,1556	0,1772	0,1772
Tenaga Motor (HP)	15	15	15	0,25	0,25
Jumlah	2	2	2	2	2

Tabel 5.7 Spesifikasi Alat Transportasi Cairan Utilitas (lanjutan)

Pompa	PU-06	PU-07	PU-08	PU-09	PU-10
Fungsi	Mengalirkan air dari bak penampungan menuju hot basin	Mengalirkan air dari hot basin ke cooling tower	Mengalirkan air dari cooling tower ke panampungan	Mengalirkan air dari bak penampungan ke kation exchanger	Mengalirkan air dari kation exchanger ke anion exchanger
Jenis	<i>Centrifugal Pump Single Stage</i>				
Tipe	<i>Axial Flow Impellers</i>	<i>Axial Flow Impellers</i>	<i>Axial Flow Impellers</i>	<i>Axial Flow Impellers</i>	<i>Axial Flow Impellers</i>
Bahan	<i>Commercial Steel</i>				
Kapasitas (gpm)	527,8460	527,8460	527,8460	527,8460	527,8460
Head Pompa (ft)	31,4667	31,4667	31,4667	31,4667	31,4667
Ukuran Pipa					
IPS (in)	8	8	8	8	8
No.Sch	40	40	40	40	40
OD (in)	8,625	8,625	8,625	8,625	8,625
ID (in)	7,981	7,981	7,981	7,981	7,981
Flow Area (in ²)	50	50	50	50	50
Efisiensi Pompa	62%	62%	62%	62%	62%
Tenaga Pompa (HP)	6,9268	6,9268	6,9268	6,9268	6,9268
Tenaga Motor (HP)	60	60	60	60	60
Jumlah	2	2	2	2	2

Tabel 5.7 Spesifikasi Alat Transportasi Cairan Utilitas (lanjutan)

Pompa	PU-11	PU-12	PU-13	PU-14
Fungsi	Mengalirkan air dari anion exchanger ke tangki demin	Mengalirkan air dari tangki demin menuju ke daerator	Mengalirkan komponen NaOH ke keperluan di <i>anion exchanger</i>	Mengalirkan komponen HCl ke keperluan di <i>kation exchanger</i>
Jenis	<i>Centrifugal Pump Single Stage</i>			
Tipe	<i>Axial Flow Impellers</i>	<i>Axial Flow Impellers</i>	<i>Radial Flow Impellers</i>	<i>Radial Flow Impellers</i>
Bahan	<i>Commercial Steel</i>			
Kapasitas (gpm)	527,8460	527,8460	0,0105	0,0060
Head Pompa (ft)	31,4667	31,4667	16,4541	16,4205
Ukuran Pipa				
IPS (in)	8	8	0,125	0,125
No.Sch	40	40	40	40
OD (in)	8,625	8,625	0,405	0,405
ID (in)	7,981	7,981	0,269	0,269
Flow Area (in ²)	50	50	0,058	0,058
Efisiensi Pompa	62%	62%	20%	20%
Tenaga Pompa (HP)	6,9268	6,9268	0,0002	0,00013
Tenaga Motor (HP)	60	60	0,25	0,25
Jumlah	2	2	2	2

Tabel 5.9 Spesifikasi Bak Utilitas

Bak	Bak Ekualisasi BU-01	Bak Penampung Air BU-02	Bak Hot Basin BU-03
Fungsi	Menampung air laut untuk kemudian dilakukan injeksi <i>chlorine</i> untuk mencegah pertumbuhan ganggang, dsb.	Menampung air yang keluar dari <i>Reverse Osmosis</i>	Menampung air pendingin yang akan didinginkan di <i>Cooling Water</i>
Jenis	Bak persegi panjang	Bak persegi Panjang	Bak persegi panjang
Bahan	Beton bertulang	Beton bertulang	Beton bertulang
Spesifikasi			
Panjang (m)	12,59	15,86	7,88
Lebar (m)	6,29	7,93	3,94
Tinggi (m)	6,29	7,93	3,94
Volume (m ³)	498,39	996,777	122,55
Jumlah	1	1	1

Tabel 5.10 Spesifikasi Tangki Utilitas

Tangki	Tangki Klorinasi	Tangki Sanitasi	Tangki HCl	Tangki NaOH	Tangki <i>Demin Water</i>
Kode	TU-01	TU-02	TU-03	TU-04	T-05
Fungsi	Mencampur klorin dalam bentuk kaporit ke dalam air untuk perumahan dan kantor	Menampung air bersih untuk keperluan umum	Menyiapkan larutan HCl yg digunakan untuk regenerasi resin pada <i>Kation Exchanger</i>	Menyiapkan larutan NaOH yg digunakan untuk regenerasi resin pada <i>Anion Exchanger</i>	Menampung air bersih hasil <i>ion exchanger</i> untuk keperluan proses dan <i>make-up steam</i>
Jenis	Silinder tegak berpengaduk	Silinder tegak	Tangki <i>silinder vertikal</i> dengan atap <i>conical</i> dan <i>flat bottom</i>	Tangki <i>silinder vertikal</i> dengan atap <i>conical</i> dan <i>flat bottom</i>	Silinder tegak
Bahan	<i>Stainless Steel</i>				
Spesifikasi					
Tinggi (m)	1,5141	1,93	2,23	2,77	2,7052
Diameter (m)	1,5141	1,93	2,23	2,77	2,7052
Volume (m ³)	2,7248	5,6	7,25	13,91	15,54
Jumlah	1	1	1	1	1

Tabel 5.11 Spesifikasi *Screener* Utilitas

Alat	<i>Screener (SC-01)</i>
Fungsi	Menyaring kotoran-kotoran yang berukuran besar dari air laut sebelum disaring lebih lanjut
Jenis	<i>Rake Screener</i>
Spesifikasi	
Jumlah air tersaring (kg/jam)	103831,005
Densitas (kg/m ³)	1000
Debit (Q)	0,0288
Kecepatan air	1
Luas area filter (m ²)	0,0288

Tabel 5.12 Spesifikasi *Cooling Tower* Utilitas

Fungsi	Mendinginkan kembali air pendingin yang digunakan pada alat-alat proses menjadi 30 °C sebelum disirkulasikan lagi
Jenis	<i>Cooling Tower Induced Draft</i>
Spesifikasi	
Panjang (ft)	9,4837
Lebar (ft)	9,4837
Tinggi (m)	5,7184
Jumlah	1

Tabel 5.13 Spesifikasi *Kation Exchanger* Utilitas

<i>Ion Exchanger</i>	<i>Kation Exchanger (KE-01)</i>
Fungsi	Menghilangkan kesadahan air proses yang disebabkan oleh <i>kation</i>
Jenis	<i>Down flow cation exchanger</i>
Spesifikasi	
Kecepatan air olahan (gpm)	2,36
Kecepatan aliran air (gpm/ft ²)	5
Diameter (ft)	0,78
Tinggi (ft)	1,16
Luas (ft ²)	0,47
Volume (ft ³)	113,68
Jumlah	1

Tabel 5.14 Spesifikasi *Anion Exchanger* Utilitas

<i>Ion Exchanger</i>	<i>Anion Exchanger (KE-01)</i>
Fungsi	Menghilangkan kesadahan air proses yang disebabkan oleh <i>Anion</i>
Jenis	<i>Strongly basic anion exchanger</i>
Spesifikasi	
Kecepatan air olahan (gpm)	2,36
Kecepatan aliran air (gpm/ft ²)	7
Diameter (ft)	0,66
Tinggi (ft)	0,98
Luas (ft ²)	0,34
Volume (ft ³)	227,56
Jumlah	1

Tabel 5.15 Spesifikasi *Reverse Osmosis* Utilitas

	<i>Reverse Osmosis (SW)</i>	<i>Reverse Osmosis (BW)</i>
Fungsi	Menyaring molekul besar dan ion ion suatu larutan dengan cara memberikan tekanan pada larutan	Menyaring molekul besar dan ion ion suatu larutan dengan cara memberikan tekanan pada larutan
Jenis	<i>Spiral wound dengan flow channel 90 mil</i>	
Bahan	<i>Stainless steel</i>	
Housing	<i>Composite</i>	
Kondisi Operasi	30 °C, 50 atm	30 °C, 20 atm
Permeate volumetris (L/jam)	46723,9522	37379,1618
Number of membran elements	6	6
Number of housing	20	8
Area per pressure vessel (m ²)	186,8958	160,1964

Tabel 5.16 Spesifikasi *Daerator* Utilitas

Fungsi	Menghilangkan gas – gas seperti CO ₂ dan O ₂ yang terlarut dalam air umpan <i>boiler</i> untuk mengurangi terjadinya korosi
Jenis	Tangki silinder tegak
Spesifikasi	
Kapasitas (kg/jam)	536,22
Diameter (m)	1,6202
Tinggi (m)	1,6202
Volume (m ³)	3,8608
Jumlah	1

Tabel 5.17 Spesifikasi *Blower Cooling Tower*

Fungsi	Menghembuskan udara ke <i>cooling tower</i>
Jenis	<i>Centrifugal Blower</i>
Spesifikasi	
Kapasitas (m ³ /jam)	8136,97414
Efisiensi	0,86
Power (Hp)	1,5
Bahan	<i>Carbon Steel SA-285 Grade C</i>
Jumlah	1



BAB VI

EVALUASI EKONOMI

Dalam hal ini evaluasi ekonomi sangat penting didalam pendirian pabrik amil alkohol. Dengan adanya evaluasi ekonomi dapat mengetahui perkiraan modal investasi untuk mengetahui apakah pabrik yang sedang dirancang layak atau tidak jika didirikan. Salah satu bagian penting dari perancangan pabrik ini adalah memperkirakan harga dari alat-alat yang akan digunakan dalam kebutuhan pabrik, karena harga-harga tersebut digunakan sebagai patokan untuk perkiraan evaluasi analisa ekonomi untuk layak atau tidaknya investasi penanaman modal dalam suatu kegiatan produksi suatu pabrik dengan cara melihat kebutuhan modal investasi, besarnya laba yang akan diperoleh kedepannya, berapa lama modal penanaman investasi untuk dikembalikan, dan terjadinya titik impas atau balik modal.

Perhitungan evaluasi ekonomi meliputi :

1. Modal (*Capital Investment*)
 - a. Modal tetap (*Fixed Capital Cost*)
 - b. Modal kerja (*Working Capital Investment*)
2. Biaya Produksi (*Manufacturing Cost*)
 - a. Biaya produksi langsung (*Direct Manufacturing Cost*)
 - b. Biaya produksi tak langsung (*Indirect Manufacturing Cost*)
 - c. Biaya tetap (*Fixed Manufacturing Cost*)
3. Pengeluaran Umum (*General Cost*)

4. Analisa Kelayakan Ekonomi

- a. *Percent return on investment (ROI)*
- b. *Pay out time (POI)*
- c. *Break event point (BEP)*
- d. *Shut down point (SDP)*
- e. *Discounted cash flow (DCF)*

Dengan mengetahui keuntungan yang didapatkan tergolong besar atau kecil sehingga dapat diketahui apakah berpotensi pabrik tersebut untuk berdiri atau tidak maka dilakukan analisa kelayakan.

Berikut beberapa analisis untuk dapat dinyatakan layak :

a. *Percent return on invesment (ROI)*

Percent return on investment merupakan perkiraan laju keuntungan tiap tahun yang dapat mengembalikan modal yang diinvestasikan.

b. *Pay out time (POT)*

Pay Out Time adalah jumlah tahun yang telah berselang sebelum didapatkan sesuatu penerimaan melebihi investasi awal atau jumlah tahun yang diperlukan untuk kembalinya *capital investment* dengan profit sebelum dikurangi depresiasi.

c. *Break event point (BEP)*

Break Event Point adalah terjadinya titik impas dimana tingkat penjualan atau pendapatan yang diperoleh dan modal yang digunakan untuk menghasilkan laba berada dalam posisi yang sama.

d. *Shut down point (SDP)*

Suatu titik atau saat penentuan suatu aktivitas produksi harus dihentikan. Penyebabnya antara lain *Variable Cost* yang terlalu tinggi atau bisa juga karena keputusan manajemen akibat tidak ekonomisnya suatu aktivitas produksi (tidak menghasilkan keuntungan).

e. *Discounted cash flow (DCF)*

Analisis kelayakan ekonomi dengan menggunakan “*Discounted Cash Flow*” merupakan perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahun didasarkan pada jumlah investasi yang tidak kembali pada setiap tahun selama umur ekonomi. *Rated of return based on discounted cash flow* adalah laju bunga maksimal dimana suatu pabrik atau proyek dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada bank selama umur pabrik.

6.1 Penaksiran Harga Alat

Setiap tahunnya harga peralatan proses selalu mengalami perubahan tergantung pada kondisi ekonomi yang ada. Untuk mengetahui harga alat proses yang ada sekarang, dapat diperkirakan dari harga untuk tahun sebelumnya berdasarkan indeks harga. Berikut ini adalah indeks harga yang di dalam Teknik kimia disebut CEP indeks atau *Chemical Engineering Plant Cost Index (CEPCI)*.

Tabel 6.1 Indeks Harga Alat Pada Tahun 1991-2015

No	(Xi)	Indeks (Yi)
1	1991	361,3
2	1992	358,2
3	1993	359,2
4	1994	368,1
5	1995	381,1
6	1996	381,7
7	1997	386,5
8	1998	389,5
9	1999	390,6
10	2000	394,1
11	2001	394,3
12	2002	395,6
13	2003	402
14	2004	444,2
15	2005	468,2
16	2006	499,6
17	2007	525,4
18	2008	575,4
19	2009	521,9
20	2010	550,8
21	2011	585,7
22	2012	584,6
23	2013	567,3
24	2014	576,1
25	2015	556,8

Ada dua persamaan yang dapat digunakan untuk memperkirakan harga alat. Harga alat pada tahun pabrik didirikan dapat ditentukan berdasarkan harga pada tahun referensi dikalikan dengan rasio indeks harga (Aries & Newton, 1955).

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

Dimana :

Ex : Harga pembelian pada tahun 2026

Ey : Harga pembelian pada tahun referensi

Nx : *Index* harga pada tahun 2026

Ny : *Index* harga pada tahun referensi

Untuk menentukan nilai indeks CEP berdasarkan dari harga yang sudah ada seperti yang dikemukakan oleh Peters dan Timmerhaus tahun 2003 dan data yang didapatkan dari www.matche.com/equipcost. Berdasarkan data nilai CEP indeks yang ada selanjutnya dilakukan perhitungan dengan metode regresi linear untuk mengetahui nilai CEP indeks pada tahun referensi dan tahun pembelian. Nilai CEP indeks pada tahun referensi 2014 adalah 576,1. Sementara nilai CEP indeks pada tahun pembelian yaitu tahun 2026 adalah 686,91. Berdasarkan nilai CEP indeks tersebut, dapat ditentukan harga alat proses dan alat utilitas sebagai berikut:

Tabel 6.2 Harga Alat Proses

No.	Nama Alat	Kode Alat	Jumlah	NY	NX	CY (\$)	CX (\$)
				2014	2026	2014	2026
1	Tangki C5H12	T-01	1	576,10	686,91	598.488	713.599,44
2	Tangki Cl2	T-02	1	576,10	686,91	578.036	689.213,76
3	Tangki NaOH	T-03	1	576,10	686,91	474.800	566.121,65
4	Tangki Penyimpanan	T-04	1	576,10	686,91	449.600	536.074,76
5	Reaktor Klorinasi	R-01	1	576,10	686,91	220.600	263.029,56
6	Reaktor	R-02	3	576,10	686,91	725.100	864.563,63
7	Separator	SP-01	1	576,10	686,91	6.200	7.392,49
8	Decanter	D-01	1	576,10	686,91	70.200	83.702,06
9	Condensor parsial	CDP-01	1	576,10	686,91	160.700	191.608,57
10	Heater	HE-01	1	576,10	686,91	19.700	23.489,04

Tabel 6.3 Harga Alat Proses (lanjutan)

11	Heater	HE-02	1	576,10	686,91	16.700	19.912,03
12	Heater	HE-03	1	576,10	686,91	20.800	24.800,61
13	Heater	HE-04	1	576,10	686,91	29.100	34.697,01
14	Cooler	CL-01	1	576,10	686,91	38.500	45.904,98
15	Expansion Valve	EV-01	1	576,10	686,91	2.197	2.619,56
16	Pompa	P-01	1	576,10	686,91	7.900	9.419,46
17	Pompa	P-02	1	576,10	686,91	5.900	7.034,79
18	Pompa	P-03	1	576,10	686,91	8.700	10.373,33
19	Pompa	P-04	1	576,10	686,91	7.900	9.419,46
20	Kompresor	K-01	1	576,10	686,91	5.350	6.379
21	Kompresor	K-02	1	576,10	686,91	5.350	6.379
Total							4.115.734,22

Tabel 6.4 Harga alat Utilitas

No	Nama Alat	Kode Alat	Jumlah	NY	NX	CY (\$)	CX (\$)
				2014	2026	2014	2026
1	Blower	BL-01	1	576,10	686,91	29.500,00	35.173,94
2	Screener	FU-01	2	576,10	686,91	17.500,00	41.731,80
3	Boiler	BO-01	1	576,10	686,91	178.000,00	212.236,00
4	Bak ekualisasi	BU-01	1	576,10	686,91	19.475,00	23.220,76
5	Reverse Osmosis (SW)	RO-01	1	576,10	686,91	25.000,00	29.808,43
6	Reverse Osmosis (BW)	RO-02	1	576,10	686,91	25.000,00	29.808,43
7	Bak Penampungan Air	BU-02	1	576,10	686,91	30.000,00	35.770,11
8	Tangki Sanitasi	TU-01	1	576,10	686,91	95.300,00	113.629,73
9	Tangki Hot Basin	TU-02	1	576,10	686,91	150.800,00	179.804,43
10	Cooling Tower	CT-01	1	576,10	686,91	180.500,00	215.216,85
11	Ion Exchanger (Kation)	KE-01	1	576,10	686,91	200.500,00	239.063,59
12	Ion Exchanger (Anion)	AE-01	1	576,10	686,91	200.500,00	239.063,59
13	Tangki NaOH	TU-03	1	576,10	686,91	40.000,00	47.693,48
14	Tangki HCl	TU-04	1	576,10	686,91	20.200,00	24.085,21
15	Tangki Demin Water	TU-05	1	576,10	686,91	12.500,00	14.904,21
16	Daerator	DE-01	1	576,10	686,91	20.500,00	24.442,91
17	Tangki Kaporit	TU-06	1	576,10	686,91	9.400,00	11.207,97
18	Tangki Klorinasi	TU-07	1	576,10	686,91	7.000,00	8.346,36
19	Generator	GE-01	1	576,10	686,91	100.000,00	119.233,71

Tabel 6.5 Harga alat Utilitas (lanjutan)

20	Pompa 01	PU-01	2	576,10	686,91	70.550,00	168.238,76
25	Pompa 02	PU-02	2	576,10	686,91	70.550,00	168.238,76
31	Pompa 03	PU-03	2	576,10	686,91	70.550,00	168.238,76
36	Pompa 04	PU-04	2	576,10	686,91	6.700,00	15.977,32
37	Pompa 05	PU-05	2	576,10	686,91	6.700,00	15.977,32
38	Pompa 06	PU-06	2	576,10	686,91	70.550,00	168.238,76
40	Pompa 07	PU-07	2	576,10	686,91	70.550,00	168.238,76
42	Pompa 08	PU-08	2	576,10	686,91	70.550,00	168.238,76
44	Pompa 09	PU-09	2	576,10	686,91	70.550,00	168.238,76
46	Pompa 10	PU-10	2	576,10	686,91	70.550,00	168.238,76
48	Pompa 11	PU-11	2	576,10	686,91	70.550,00	168.238,76
50	Pompa 12	PU-12	2	576,10	686,91	70.550,00	168.238,76
52	Pompa 13	PU-13	2	576,10	686,91	1.500,00	3.577,01
53	Pompa 14	PU-14	2	576,10	686,91	1.500,00	3.577,01
TOTAL							\$3.365.938

6.2 Dasar Perhitungan

- a. Kapasitas produksi : 10.000 ton/tahun
- b. Pabrik beroperasi : 330 hari kerja
- c. Umur alat : 10 tahun
- d. Kurs mata uang : 1 \$ = Rp 15.349,95
- e. Tahun pabrik didirikan : 2026

6.3 Komponen Biaya

1. Modal (*Capital Investment*)

Capital investment adalah biaya untuk pengadaan fasilitas pabrik beserta kelengkapannya dan biaya untuk mengoperasikan pabrik. *Capital investment* terdiri dari :

a. *Fixed Capital Investment*

Fixed capital investment adalah biaya yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas pabrik.

Tabel 6.6 *Physical Plant Cost (PPC)*

No	Jenis Biaya	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Purchased Equipment cost</i>	114.843.291.571,98	7.481.672,03
2	<i>Delivered Equipment Cost</i>	28.710.822.893,00	1.870.418,01
3	Instalasi cost	22.051.682.394,81	1.436.596,37
4	Pemipaan	67.163.839.492,46	4.375.508,68
5	Instrumentasi	29.328.437.537,63	1.910.633,62
6	Insulasi	4.917.005.047,46	320.327,11
7	Listrik	11.484.329.157,20	748.167,20
8	Bangunan	137.994.000.000,00	8.989.866,42
9	<i>Land & Yard Improvement</i>	106.9221.500.000,00	6.965.592,72
Total		523.414.908.094,53	34.098.802,15

Tabel 6.7 *Direct Plant Cost (DPC)*

No	Jenis Biaya	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Physical Plant Cost</i>	523.414.908.094,53	34.098.802,15
2	<i>Engineering and Construction</i>	104.682.981.618,91	6.819.760,43
Total		628.097.889.713,44	40.918.562,58

Tabel 6.8 *Fixed Capital Investment (FCI)*

No	Jenis Biaya	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Direct Plant Cost</i>	628.097.889.713,44	40.918.562,58
2	<i>Cotractor's fee</i>	25.123.915.588,54	1.636.742,50
3	<i>Contingency</i>	62.809.788.871,34	4.091.856,26
Total		716.031.594.273,32	46.647.161,34

b. *Working Capital Investment*

Pengertian dari *working capital investment* itu sendiri yaitu biaya yang diperlukan dalam mendirikan pabrik atau usaha untuk mengoperasikan suatu pabrik selama kurun waktu tertentu. Sumber modal untuk pendirian pabrik dapat didapatkan dengan beberapa cara antara lain yaitu bisa dari pinjaman bank, uang pribadi, atau dari pihak investor. Dari beberapa kemungkinan rasio perbandingan antara uang pribadi dengan pinjaman dari bank tergantung dari jumlah uang sendiri dan uang pinjaman bisa menggunakan sharing profit atau sebesar 40:60 atau 30:70 atau perbandingan yang lain tergantung dari uang yang ditanamkan. Tujuan akhir dari penanaman modal adalah mendapatkan keuntungan dari modal yang sudah ditanam, beberapa ciri-ciri investasi yang baik yaitu :

- Bisa menghasilkan laba yang maksimum
- Investasi yang cepat kembali
- Menganut hukum yang baik, teknologi yang memadai , aman , dan

lain-lain

Tabel 6.9 *Working Capital Investment* (WCI)

No	Jenis Biaya	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Raw Material Inventory</i>	85.491.084.796,35	5.569.469,92
2	<i>Inproses Onventory</i>	250.927.268.665,17	16.347.106,58
3	<i>Product Inventory</i>	182.492.559.029,22	11.888.804,79
4	<i>Extended Credit</i>	242.162.283.198,58	15.776.095,90
5	<i>Available Cash</i>	182.492.559.029,22	11.888.804,79
Total		943.565.754.718,52	61.470.281,97

2. Biaya Produksi (*Manufacturing Cost*)

Yang disebut *manufacturing cost* yaitu biaya yang harus disediakan atau dikeluarkan untuk melakukan produksi suatu produk dalam pabrik, meliputi *Direct Cost*, *Indirect Cost*, *Fixed Cost* yang selalu berkaitan dengan pembuatan suatu produk. *Manufacturing cost* antara lain :

a. *Direct Manufacturing Cost* (DMC)

Direct Manufacturing cost atau biaya langsung adalah biaya pengeluaran yang masih berkaitan langsung dalam pembuatan produk yang berhubungan dengan memproduksi suatu produk dalam pabrik.

Tabel 6.10 *Direct Manufacturing Cost* (DMC)

No	Jenis Biaya	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Raw Material</i>	904.401.932.759,83	61.264.169,12
2	<i>Labor</i>	27.378.000.000,00	1.783.588,87
3	<i>Supervision</i>	2.737.800.000,00	178.358,89
4	<i>Maintenance</i>	107.404.739.141,00	6.997.074,20
5	<i>Plant Supplies</i>	16.110.710.871,00	1.049.561,13
6	<i>Royalty and Patents</i>	53.275.702.303,69	3.470.741,10
7	<i>Utilities</i>	613.302.401.230,95	39.954.683,97
	Total	1.760.611.286.306,61	114.698.177,28

b. *Indirect Manufacturing Cost* (IMC)

Indirect Manufacturing Cost atau biaya tidak langsung adalah biaya-biaya yang tidak ikut terkait langsung oleh unit produksi dalam pabrik.

Tabel 6.11 *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*

No	Jenis Biaya	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Payroll Overhead</i>	4.106.700.000,00	267.538,33
2	<i>Laboratory</i>	2.737.800.000,00	178.358,89
3	<i>Plant Overhead</i>	13.689.000.000,00	891.794,44
4	<i>Packaging and Shipping</i>	133.189.255.759,22	8.676.852,74
Total		153.722.755.759,22	10.014.544,40

c. *Fixed Manufacturing Cost (FMC)*

Fixed Manufacturing Cost atau biaya tetap adalah biaya yang dikeluarkan oleh pabrik pada saat kondisi operasi maupun tidak. Pengeluaran yang bersifat konstan atau tetap yang tidak tergantung waktu dan tingkat produksi.

Tabel 6.12 *Fixed Manufacturing Cost (FMC)*

No	Jenis Biaya	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Depreciation</i>	71.603.159.427,33	4.664.716,13
2	<i>Propertu taxes</i>	14.320.631.885,47	932.943,23
3	<i>Insurance</i>	7.160.315.942,73	466.471,61
Total		93.084.107.255,53	6.064.130,97

Tabel 6.13 *Total Manufacturing Cost*

No	Jenis Biaya	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	1.760.611.286.306,61	114.698.177,28
2	<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	153.722.755.759,22	10.014.544,40
3	<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	93.084.107.255,53	6.064.130,97
Total		2.007.418.149.321,36	130.776.852,65

3. Pengeluaran Umum (*General Expenses*)

General Expenses atau disebut pengeluaran umum terdiri dari pengeluaran-pengeluaran yang berhubungan dengan fungsi dari perusahaan yang tidak termasuk oleh *Manufacturing cost*. Biaya yang harus dikeluarkan guna untuk kepentingan dalam kelancaran jalannya perusahaan secara keseluruhan.

Tabel 6.14 *General Expenses*

No	Jenis Biaya	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Administration</i>	53.275.702.303,69	3.470.741,10
2	<i>Sales Expense</i>	133.189.255.759,22	8.676.852,74
3	<i>Research</i>	106.551.404.607,37	6.941.482,19
4	<i>Finance</i>	33.191.946.979,84	2.162.348,87
	Total	326.208.309.650,11	21.251.424,90

Tabel 6.15 *Total Production Coat*

No	Jenis Biaya	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Manufacturing Cost (MC)</i>	2.007.418.149.321,36	130.776.852,65
2	<i>General Expenses(GE)</i>	326.208.309.650,11	21.251.424,90
	Total	2.333.626.458.971,47	152.028.277,55

6.4 Analisa Keuntungan

1. Keuntungan Sebelum Pajak

Total penjualan : Rp 2.663.785.115.184,33

Total biaya produksi : Rp 2.333.626.458.971,47

Keuntungan : Total Penjualan – Total Biaya Produksi

: Rp 330.158.656.213

2. Keuntungan Sesudah Pajak

Pajak : 20 % x Rp 330.158.656.213

: Rp 66.031.731.242,57

Keuntungan : Keuntungan Sebelum Pajak – Pajak

: Rp 264.126.924.970,29

6.5 Analisa Risiko Pabrik

Untuk memperkirakan didirikannya pabrik mempunyai risiko yang tinggi maupun yang rendah dapat ditinjau dalam beberapa aspek. Terdapat 2 aspek tinjauan dalam prarancangan pabrik dalam menentukan risiko pabrik. Pertama yaitu dari aspek sifat bahan - bahan yang terlibat dalam proses produksi, dan yang kedua yaitu dari aspek kondisi operasi alat yang digunakan pada saat proses produksi. Berdasarkan tinjauan dari semua sifat bahan - bahan yang terlibat serta kondisi operasi alat yang tidak terlalu tinggi maka prarancangan pabrik ini memiliki risiko yang rendah (*low risk*).

6.6 Analisa Kelayakan

Fungsi dari analisa kelayakan yaitu untuk mengetahui laba yang didapatkan agar mendapatkan keuntungan maksimum dan bisa melihat hasil keuntungan kecil ataupun besar, agar bisa dikategorikan pabrik yang potensial atau tidak potensial dari sisi ekonomi, ada beberapa cara yang dilakukan untuk melihat suatu kelayakan pabrik, antara lain :

1. *Return on Investment* (ROI)

Return on investment (ROI) adalah rasio profit yang didapatkan dari investasi atau keuntungan yang didapatkan dari investasi yang sudah dikeluarkan. Jumlah uang yang diterima atau hilang disebut laba/rugi atau bunga.

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

a. ROI sebelum pajak (ROI b)

Syarat ROI sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan resiko tinggi minimum adalah 44% (Aries dan Newton, 1955).

$$ROI\ b = 57,45\ \%$$

b. ROI setelah pajak (ROI a)

$$ROI\ a = 45,96\ \%$$

2. *Pay Out Time* (POT)

Pay Out Time adalah lama waktu pengembalian modal yang berdasarkan keuntungan dicapai.

$$POT = \frac{\text{Fixed Capital Investment (FCI)}}{\text{Keuntungan+Depresant}}$$

a. POT sebelum pajak (POT b)

Syarat POT sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan resiko tinggi maksimum adalah 2 tahun.

POT b = 1,48 tahun

b. POT setelah pajak (POT a)

POT a = 1,79 tahun

3. Break Even Point (BEP)

Break even point dapat diartikan titik yang menunjukkan pada suatu tingkat dimana biaya dan penghasilan jumlahnya adalah sama. Dengan kata lain *break even point* dapat menentukan tingkat harga jual dan jumlah unit yang dijual secara minimum dan berapa harga perunit yang dijual agar mendapatkan keuntungan. Nilai BEP pabrik kimia umumnya berada pada range 20-60%.

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

Dimana :

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 *Annual*

Tabel 6.16 *Annual Fixed Manufacturing Cost (Fa)*

No	Jenis Biaya	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Depresiasi</i>	71.603.159.427,33	4.664.716,13
2	<i>Property Taxes</i>	14.320.631.885,47	932.943,23
3	<i>Asuransi</i>	7.160.315.942,73	466.471,61
	Total	93.084.107.255,53	6.064.130,97

Tabel 6.17 *Annual Regulated Expenses (Ra)*

No	Jenis Biaya	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Gaji Karyawan</i>	27.378.000.000,00	1.783.588,87
2	<i>Payroll Overhead</i>	4.106.700.000,00	267.538,33
3	<i>Supervision</i>	2.737.800.000,00	178.358,89
4	<i>Plant Overhead</i>	13.689.000.000,00	891.794,44
5	<i>Laboratorium</i>	2.737.800.000,00	178.358,89
6	<i>General Expense</i>	326.208.309.650,11	21.251.424,90
7	<i>Maintenance</i>	107.404.739.141,00	6.997.074,20
8	<i>Plant Supplies</i>	16.110.710.871,15	1.049.561,13
Total		500.373.059.662,26	32.597.699,64

Tabel 6.18 *Annual Variable Value (Va)*

No	Jenis Biaya	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Raw Material</i>	940.401.932.759,83	61.264.169,12
2	<i>Packaging</i>	106.551.404.607,37	6.941.482,19
3	<i>Shipping</i>	26.637.851.151,84	1.735.370,55
4	<i>Utilities</i>	613.302.401.230,95	39.954.683,97
5	<i>Royalty & Patent</i>	53.275.702.303,69	3.470.741,10
Total		1.740.169.292.053,68	113.366.446,93

Tabel 6.19 *Annual Sales Value (Sa)*

No	Jenis Biaya	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Annual Sales Value</i>	2.663.785.115.184,68	173.537.054,86
Total		2.663.785.115.184,68	173.537.054,86

Dengan menggunakan data yang sudah didapatkan pada table diatas, maka didapatkan nilai BEP sebesar :

$$\text{BEP} = 40,42 \%$$

4. Shut Down Point (SDP)

Shut Down Point adalah titik atau kondisi saat penentuan suatu aktivitas produksi harus berhenti. Karena biaya untuk melanjutkan operasi pabrik akan lebih mahal dari pada biaya untuk menutup pabrik dan membayar *fixed cost*.

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

Didapatkan SDP = 24,34 %

5. Discounted Cash Flow Rate (DCFR)

Discounted cash flow rate of return adalah bunga maksimum dimana pabrik dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada bank selama umur pabrik.

$$\frac{(WC + FCI)x(1 + i)^{10}}{CF} = ((1 + i)^9 + (1 + i)^8 + \dots + (1 + i) + 1) \frac{WC + SV}{CV}$$

Dimana :

FCI = *Fixed capital investment*

WC = *Working capital investment*

SV = *Salvage value* = depresiasi

n = Umur pabrik 10 tahun

i = Nilai DCFR

Sebagai perhitungan digunakan data sebagai berikut

FCI = Rp 716.031.594.273,32

WCI = Rp 943.565.754.718,52

SV = Rp 71.603.159.427,33

n = 10 tahun

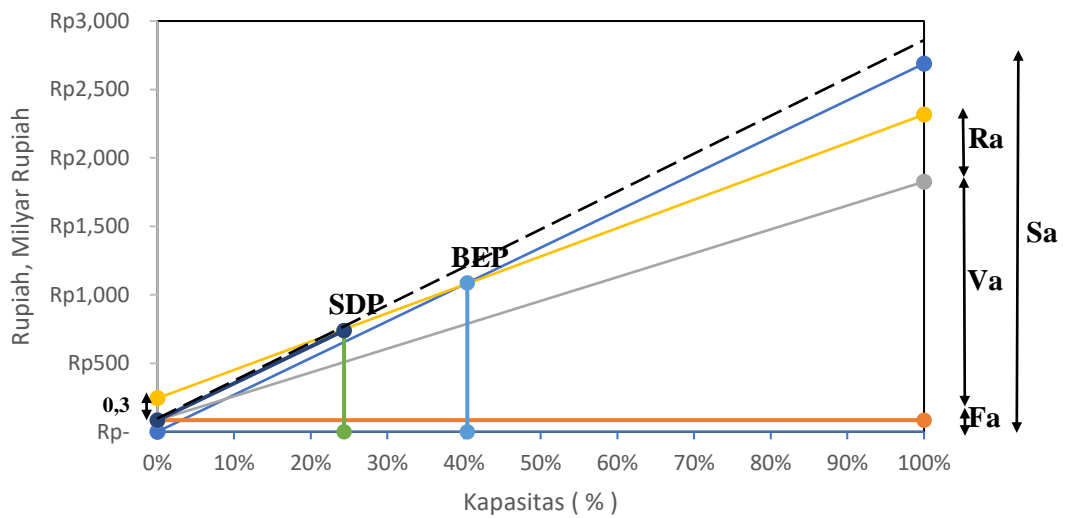
Sehingga diperoleh *trial & error* dapat dihitung nilai DCFR. Diperoleh nilai

DCFR adalah :

$$\text{DCFR} = 22,17 \%$$

Dengan beberapa analisa ekonomi didapatkan grafik evaluasi ekonomi sebagai

berikut :



BAB VII

PENUTUP

7.1 Kesimpulan

Dari uraian proses pembuatan prarancangan pabrik Amil Alkohol dari Pentana ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Rencana Operasi

Prarancangan pabrik amil alkohol dari pentana ini direncanakan beroperasi selama 330 hari operasi/tahun dan 24 jam/hari

2. Kapasitas

Kapasitas prarancangan pabrik amil alkohol dari pentana ini adalah 10.000 ton/tahun = 1262,626263 kg/jam amil alkohol dengan kandungan amil alkohol sebesar 95 %.

3. Bahan Baku dan Bahan Pendukung

Bahan baku yang digunakan adalah pentana dan klorin. Bahan pendukung yang digunakan adalah NaOH

4. Proses

Pembuatan amil alkohol dari pentana ini dibagi menjadi 3 tahap, yaitu :

- a. Tahap penyiapan bahan baku
- b. Tahap pembentukan produk
- c. Tahap pemisahan produk

5. Tata Letak

Prarancangan pabrik amil alkohol dari pentana dengan kapasitas 10.000 ton/tahun akan didirikan di Kecamatan Citangkil, Cilegon, Banten dengan luas tanah 30.549 m² dan jumlah pekerja 160 orang.

6. Evaluasi Ekonomi

Dalam hal evaluasi ekonomi dapat ditinjau untuk kelayakan dan menaik untuk dipertimbangkan serta dikaji lebih lanjut dengan melihat beberapa *indicator* sebagai berikut :

a. *Return on Investment* (ROI), nilai minimum ROI untuk pabrik dengan risiko tinggi yaitu 44 %.

- ROI sebelum pajak = 57,45 %
- ROI setelah pajak = 45,96 %

b. *Pay Out Time*, nilai maksimal POT untuk pabrik dengan risiko tinggi yaitu 2 tahun

- POT sebelum pajak = 1,48 tahun
- POT setelah pajak = 1,79 tahun

c. *Break Event Point* = 40,42 %, nilai BEP berkisar antara 40-60 %.

d. *Shut Down Point* = 24,34 %, nilai SDP diatas 20%.

e. *Discounted Cash Flow Rate* = 22,17 %, nilai DCFR harus diatas 1,5 kali dari suku bunga bank.

7.2 Saran

Dalam prarancangan pabrik kimia diperlukan pengetahuan dan pemahaman yang didukung dengan adanya referensi dan pranalar lain yang berhubungan dengan konsep dasar pendirian suatu pabrik. Mempelajari lebih dalam akan seluruh konsep tersebut harapannya akan menjadikan produk Amil Alkohol dapat direalisasikan sebagai sarana untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan ekspor keluar negeri dimasa yang akan mendatang yang jumlahnya semakin meningkat.



DAFTAR PUSTAKA

- Alibaba. (2020). *Price of Pentane*. <http://www.alibaba.com/>. Diakses Pada Tanggal 7 Agustus 2022 Pukul 12:00 WIB.
- Aries, R. S. and Newton, R. D. (1955). *Chemical Engineering Cost Estimation*. McGraw-Hill Book Company, Inc., New York.
- Badan Pusat Statistik. (2021). <https://www.bps.go.id/>. Diakses Pada Tanggal 11 Februari 2022 Pukul 17.00 WIB.
- Bodman, S. W. (1968). *The Industrial Practice of Chemical Process Engineering*. Massachusetts Institute of Technology. London, England
- Brown, G G. (1977). *Unit Operarions*. CBS, New Delhi
- Brownell, L E. Young, E H. (1959). *Equipment Design*. John Wiley & Sons, Inc. New York.
- Michael J. Ezell, and Weihong Wang. (2022). *Kinetics of reactions of chlorine atoms with a series of alkenes at 1 atm and 298 K: structure and reactivity*. Diakses pada tanggal 6 Agustus 2022 pukul 13.00 WIB
- Coulson, J. M and Richardson, J.F. (1989). *An introduction to chemical Engineering*. Pergamon Press :Oxford.
- Faith, W.L., Keyes, D. B., & Clark, R. L. 1957. *Industrial Chemical*. John Wiley and Sons.
- Fessenden, R.J and Fessenden. (1983). *Kimia Organik jilid 2*. Jakarta : Erlangga.
- Geankoplis, C J (1993). *Transport Processes and Unit Operations Third Edition*. Prentice-Hall International, Inc. New Jersey

- Holleman, A.F and Wiberg,E. (2001). *Inorganic Chemistry*. San Diego : Academic Press.
- Kern, D.Q. (1983.). *Process Heat Transfer*. Mc GrawHill Book Co.Inc., New York.
- Kirk, R.E. and Othmer, D. (2007). *Concise Encyclopedia of Chemical Technology, 2 Volume Set, 5th edition*. In Wiley. Hoboken, N.J : Wiley-Interscience.
- Kunni, Daizo, & Levenspiel, Octave. (1991). *Fluidization Engineering*. United State of America : Butterworth-Heinenmann.
- Kureha. (2022). *Organic Chemical*. <https://www.kureha.co.jp/en/about/>. Diakses pada tanggal 11 Februari 2022 pukul 16:00 WIB
- Loeser, R. W., Brunswick, N., & SchmidtJohn H. (1954). *Manufacture Of Halogenated Aromatic Hydrocarbons*. United States Patent Office Application February 7, 1954, Serial No. 410,961.
- Mc. Ketta, John.(1983). *Encyclopedia Chemical Process and Design*”, Marchell Dekker Inc., New York.
- Motupally, S., Mah, D. T., Freire, F. J., & Weidner, J. W. (1998). *Recycling chlorine from hydrogen chloride: A new and economical electrolytic process*. *Electrochemical Society Interface*, 7(3), 32–36.
- OLX. (2022). *Harga Tanah & Bangunan*. <http://olx.co.id/>. Diakses pada tanggal 9 Agustus 2022 pukul 11:00 WIB.
- Prahl, H. W., Jay P. Eggert, S., Sol J. Lederman, K., & Eric H. Scremin. (1961). *Distillation In Raschig-Phenol Process*. *United States Patent Office Filed Aug. 25, 1961, Ser. No. 133,924, 260–629*.
- Smartlab. (2022). *MSDS*. <http://smartlab.co.id/assets>. Diakses pada tanggal 7

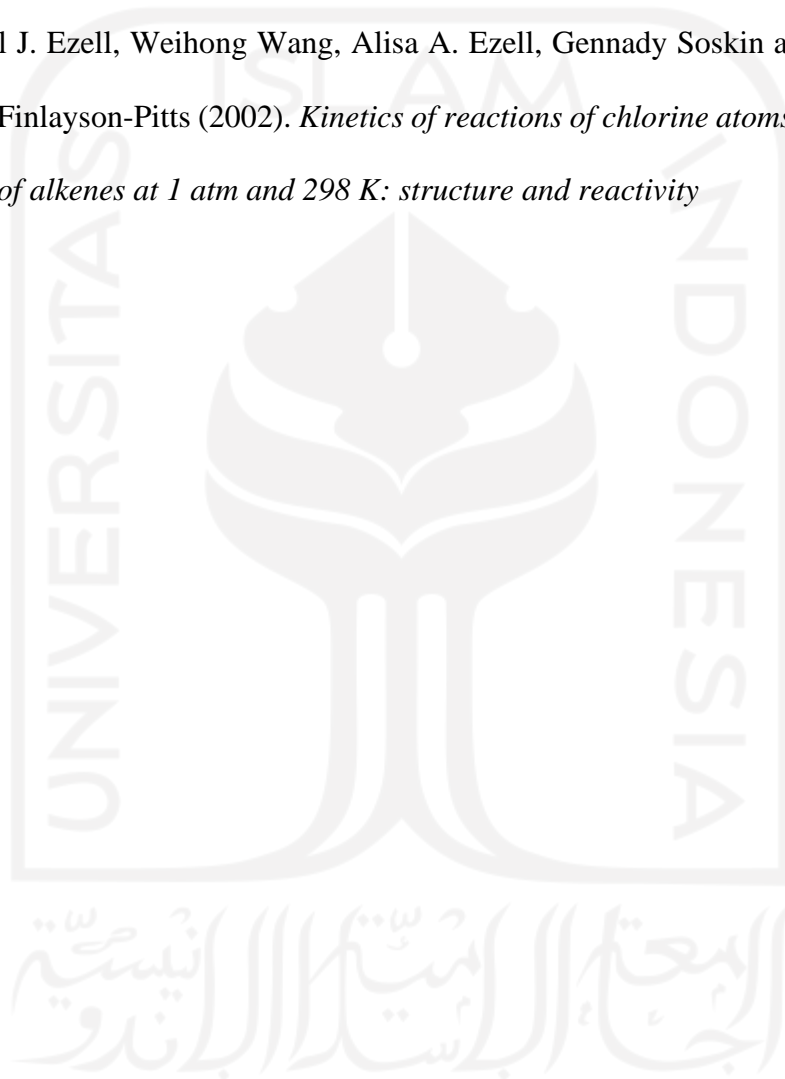
Agustus 2022 pukul 12:10 WIB

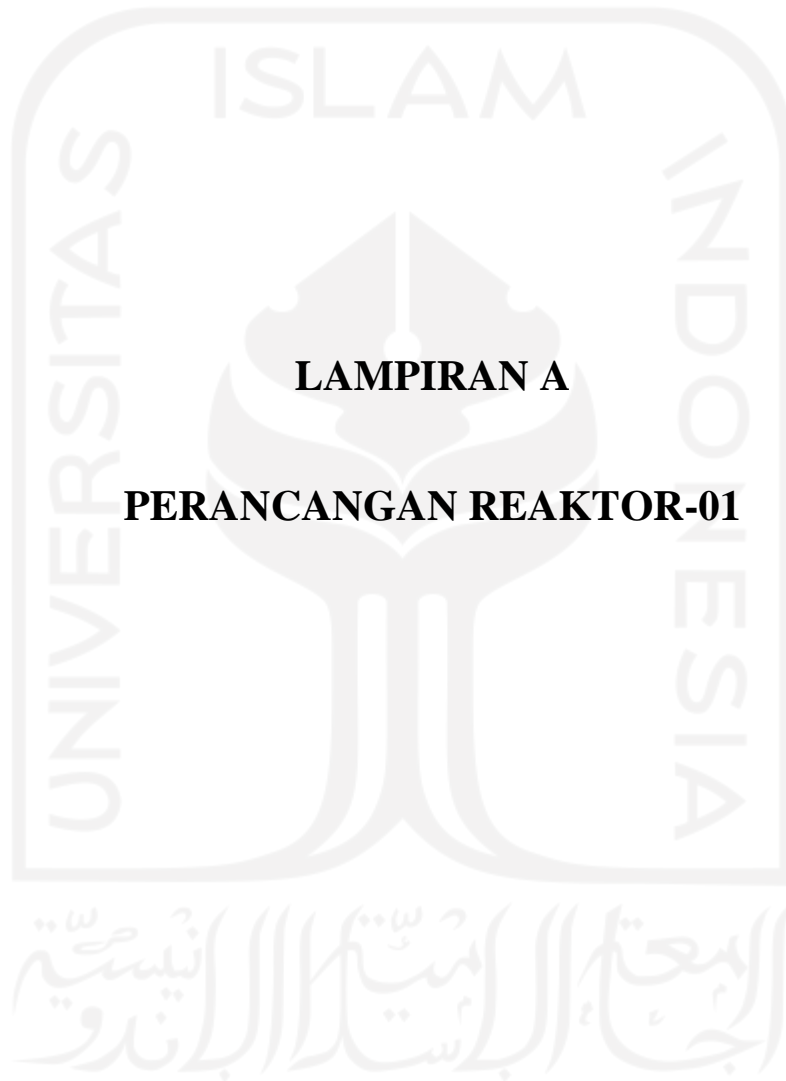
Ullman. (2011). *Ullman's Encyclopedia of Industrial Chemistry*. John Wiley and Sons, Inc. New York.

Yaws, C. L. (1999). *Chemical Properties Handbook*. Mc Graw Hill Handbook

Michael J. Ezell, Weihong Wang, Alisa A. Ezell, Gennady Soskin and Barbara J.

Finlayson-Pitts (2002). *Kinetics of reactions of chlorine atoms with a series of alkenes at 1 atm and 298 K: structure and reactivity*





LAMPIRAN A

PERANCANGAN REAKTOR-01

Fungsi : Tempat berlangsungnya reaksi pentana dengan

klorin untuk membentuk amil klorida

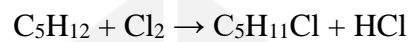
Jenis : Reaktor Fixed Bed Multitube

Kondisi Operasi : Suhu = 300 °C

Tekanan = 5,5 atm

Kondisi : Isothermal

Reaksi Klorinasi



1. Menentukan Yi

Komponen	BM	Arus 3				
		Mol%	Mole Flow (kmol/jam)	Mass Flow (kg/jam)	yi	Bmi x Yi
C5H12	72,15	0,48	14,380	1037,519	0,485	34,976
H2O	18,01	0,02	0,582	10,480	0,020	0,353
Cl2	70,91	0,48	14,380	1019,643	0,485	34,373
O2	32,00	0,01	0,322	10,299	0,011	0,347
C5H11Cl	106,59	-	-	-	-	-
HCl	36,46	-	-	-	-	-
Total		1	29,664	2077,942	1	70,049

2. Menentukan Z Umpan Reaktor

Komponen	BM	yi	pc (bar)	Pc(Atm)	Tc(K)	w	Yi.BM	Yi.Pc	Yi.Tc	Yi.w
C5H12	72,15	0,485	33,690	33,249	469,650	0,249	34,976	16,118	227,672	0,121
H2O	18,01	0,020	220,550	217,666	647,130	0,345	0,353	4,269	12,691	0,007
Cl2	70,91	0,485	77,110	76,102	417,150	0,069	34,373	36,892	202,221	0,033
O2	32,00	0,011	50,430	49,771	154,580	0,022	0,347	0,540	1,677	0,000
C5H11Cl	106,59	-	38,800	38,293	586,150	0,594	-	-	-	-
HCl	36,46	-	83,090	82,003	324,650	0,132	-	-	-	-
Total		1	503,670	497,084	2599,310	1,411	70,049	57,819	444,261	0,161

$$T_c \text{ Umpan} = 444,261 \text{ K}$$

$$P_c \text{ umpan} = 57,819 \text{ Atm}$$

$$T_r = T/T_c = 1,29011$$

$$P_r = P/P_c = 0,09512$$

$$P_r/T_r = 0,0737$$

menentukan Z menggunakan koefisien virial dengan menggunakan persamaan

3.61 sampai 3.66 (Smith, van nes)

$$B^0 = \frac{BP_c}{RT_c} = B^0 + \omega B^1$$

$$B^0 = 0,083 - \frac{0,422}{T_r^{1,6}}$$

$$Z = 1 + \frac{BP}{RT} = 1 + B^0 \frac{P_r}{T_r}$$

$$B^1 = 0,139 - \frac{0,172}{T_r^{4,2}}$$

$$Z = 1 + \left(\frac{BP_c}{RT_c} \right) \left(\frac{P_r}{T_r} \right)$$

Komponen	yi	Tr	Pr	Bo	B1	BPc/RTc	Pr/Tr	Z	Yi.Z
C5H12	0,48	1,220	0,165	-0,224	0,064	-0,208	0,136	0,972	0,471
H2O	0,02	0,886	0,025	-0,429	-0,147	-0,480	0,029	0,986	0,019
Cl2	0,48	1,374	0,072	-0,171	0,094	-0,164	0,053	0,991	0,481
O2	0,01	3,708	0,111	0,031	0,138	0,034	0,030	1,001	0,011
C5H11Cl	-	0,978	0,144	-0,354	-0,050	-0,384	0,147	0,944	-
HCl	-	1,765	0,067	-0,087	0,123	-0,071	0,038	0,997	-
Total	1,00	9,931	0,584	-1,234	0,222	-1,273	0,431	5,891	0,982

3. Volume Gas Masuk Reaktor

Dimana :

Vg = Laju alir volumetrik, cm³/dtk

n = mol umpan ,mol/dtk

R = Konstanta gas, cm³.atm/gmol.K

T = temperatur, K

P = Tekanan, atm

$$Vg = \frac{Z.n.R.T}{P}$$

Sehingga didapatkan hasil,

$$Z = 0,98189$$

$$n = 8,24001 \text{ mol/detik}$$

$$T = 573,15 \text{ K}$$

$$P = 5,5 \text{ atm}$$

$$R = 69179,64177 \text{ cm}^3 \cdot \text{atm/gmol.K}$$

$$Vg = 0,069179642 \text{ m}^3/\text{detik}$$

4. Densitas Umpan

$$\rho = \frac{P.BM}{R.T.Z}$$

$$\rho = 7838,940637 \text{ lb/ft}^3$$

5. Viskositas Umpan

$$T = 573,15 \text{ K}$$

$$T^2 = 328500,9225 \text{ K}$$

$$\eta_{gas} = A + BT + CT^2$$

Viskositas Fase Gas

Komponen	yi	η gas	μ_{gas}	μ_{gas}	μ_{gas}
		mikropoise	(kg/s.m)	(kg/jam.m)	lb/ft.jam
C5H12	0,485	1,3003E+02	1,3003E-05	4,6810E-02	1,1328E-05
H2O	0,020	2,0373E+02	2,0373E-05	7,3344E-02	1,7749E-05
Cl2	0,485	2,4753E+02	2,4753E-05	8,9111E-02	2,1565E-05
O2	0,011	3,2921E+02	3,2921E-05	1,1852E-01	2,8681E-05
C5H11Cl	-	1,2570E+02	1,2570E-05	4,5252E-02	1,0951E-05
HCl	-	2,7252E+02	2,7252E-05	9,8106E-02	2,3742E-05
Total	1,000	1308,726	0,000130873	0,471	0,000114016

Komponen	$y_i \cdot \mu_{gas}$	$y_i \cdot \mu_{gas}$	$y_i \cdot \mu_{gas}$	$y_i \cdot \eta_{gas}$
	(kg/s.m)	(kg/jam.m)	lb/ft.jam	mikropoise
C5H12	6,3034E-06	2,2692E-02	5,4915E-06	6,3034E+01
H2O	3,9955E-07	1,4384E-03	3,4808E-07	3,9955E+00
Cl2	1,2000E-05	4,3198E-02	1,0454E-05	1,2000E+02
O2	3,5722E-07	1,2860E-03	3,1121E-07	3,5722E+00
C5H11Cl	-	-	-	-
HCl	-	-	-	-
Total	1,9060E-05	6,8615E-02	1,6605E-05	1,9060E+02

$$\mu_{gas} = 1,9060E-05 \text{ kg/s.m}$$

$$= 1,9060E-04 \text{ gr/cm.s}$$

6. Kapasitas Panas Gas Umpan

$$T_{rev} = 298,15 \text{ K}$$

$$T = 573,15 \text{ K}$$

$$T^2 = 328500,9225 \text{ K}$$

$$T^3 = 188280303,7 \text{ K}$$

$$T^4 = 1,07913E+11 \text{ K}$$

$$C_p = A + B T + C T^2 + D T^3 + E T^4$$

Komponen	y_i	BM	Cp	Cp	Cp	Cpi = $y_i \cdot C_p$
		(kg/kmol)	J/mol.K	kJ/kmol.K	kJ/kg.K	kJ/kg.K
C5H12	0,485	0,072	200,721	200,721	2782,038	1348,646
H2O	0,020	0,018	35,974	35,974	1996,955	39,163
Cl2	0,485	0,071	36,409	36,409	513,479	248,919
O2	0,011	0,032	31,748	31,748	992,190	10,766
C5H11Cl	-	0,107	211,552	211,552	1984,645	-
HCl	-	0,036	29,555	29,555	810,600	-
Total	1,000	0,336	545,960	545,960	9079,906	1647,493

Komponen	Fi	Fi.Cpi	Cp.yi
	(kg/jam)	kJ/jam.K	kJ/kmol.K
C5H12	1037,519	1399245,793	97,304
H2O	10,480	410,424	0,706
Cl2	1019,643	253808,187	17,650

O ₂	10,299	110,884	0,344
C ₅ H ₁₁ Cl	-	-	-
HCl	-	-	-
Total	2077,942	1653575,288	116,003

$$C_p \text{ campuran} = 116,003 \text{ Kjoule/kmol.K}$$

$$= 1653575,288 \text{ Kjoule/jam.K}$$

$$= \mathbf{1647,493 \text{ kjoule/kg.K}}$$

7. Menentukan ΔH_R

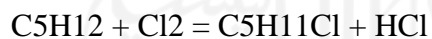
$$T_{rev} = 298 \text{ K}$$

$$T = 573,15 \text{ K}$$

Komponen	ΔH_f (kJ/mol)	ΔH_f (kJ/kmol)	ΔH (J/mol)	ΔH (kJ/kmol)
C ₅ H ₁₂	-146,44	-146440	44893,976	44893,976
H ₂ O	-241,8	-241800	9539,013	9539,013
Cl ₂	0	0	9702,118	9702,118
O ₂	0	0	8401,095	8401,095
C ₅ H ₁₁ Cl	-174,89	-174890	47986,839	47986,839
HCl	-92,30	-92300	8050,280	8050,280
Total	-655,43	-655430,00	128573,321	128573,321

Qreaksi

Reaksi pembentukan 1



$$\Delta H_f \text{ produk} - \Delta H_f \text{ reaktan}$$

$$\Delta H_R \text{ 298} = -120750,000 \text{ kJ/kmol}$$

$$\Delta H_r = 54596,0941 \text{ kJ/kmol}$$

$$\Delta H_p = 56037,1193 \text{ kJ/kmol}$$

$$\Delta H_R = -1441,0252 \text{ kJ/kmol}$$

$$= -344,1830991 \text{ kkal/kmol} \quad (\text{Reaksi Eksotermis})$$

8. Konduktivitas Umpan

$$k_{\text{gas}} = A + BT + CT^2$$

$$T = 573,15 \text{ K}$$

$$T^2 = 328500,9225 \text{ K}$$

Konduktivitas pada fase gas

Komponen	y _i	k _{gas}	y _i .k _{gas}
		W/m.K	W/m.K
C ₅ H ₁₂	0,485	4,8860E-02	2,3686E-02
H ₂ O	0,020	4,3799E-02	8,5895E-04
Cl ₂	0,485	1,7925E-02	8,6894E-03
O ₂	0,011	4,6207E-02	5,0138E-04
C ₅ H ₁₁ Cl	-	3,9233E-02	-
HCl	-	2,6922E-02	-
Total	1,000	0,223	0,034

$$k \text{ Campuran} = 0,03373558 \text{ W/m.K}$$

$$= 0,121448088 \text{ kJ/jam.m.K}$$

$$= 0,02900739 \text{ kkal/jam.m.K}$$

$$= 8,05761 \cdot 10^{-5} \text{ kal/dtk.cm.K}$$

9. Katalisator

Katalis : Metal

Bentuk : Raschig Ring

Diameter : 1,5 cm

Void Fraction : 0,8

Densitas bulk : 0,5 gr/cm³

Porositas : 0,5

10. Ukuran Tube

Diameter reaktor dipilih berdasarkan pertimbangan agar perpindahan panas berjalan dengan baik. Pengaruh rasio D_p/D_t terhadap koefisien perpindahan dalam pipa yang berisi serbuk katalisator di bandingkan dnegan pipa kosong (hw/h) yang telah diteliti oleh Colburn's yaitu :

Dp/Dt	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30
hw/h	5,50	7,00	7,80	7,50	7,00	6,60

Dipilih D_p/D_t **0,15** (Karena menghasilkan perpindahan panas yang paling besar)

Dimana,

Jenis : Metal

Ukuran : D = 1,5 cm

V per Tube = 2,64938 cm³

Void Fraction = 0,8

Bulk Density = 0,5 g/cm³

D_p = 1,5 cm

D_p/D_t = 0,15

D_t = 10,000 cm = 3,9370 in

Jenis Tube	Steel Pipe					
IPS	4	in	10,16	cm	0,1016	m
OD	4,5	in	11,43	cm	0,1143	m
ID	4,026	in	10,226	cm	0,1023	m
Flow area per tube	12,7	in ²	81,94	cm ²	0,0082	m ²
Sc.Num	40	ft				
Surface per lin ft (Outside)	1,178	ft ² /ft				
Surface per lin ft (Inside)	1,055	ft ² /ft				

Aliran dalam pipa adalah aliran transisi, maka $N_{re} = 4500$

$$NRe = \frac{Gt \cdot Dt}{\mu}$$

$$NRe = 4500 \text{ (Nilai Re yg biasa dipakai di fase gas)}$$

$$\mu = 0,06862 \text{ kg/m.jam}$$

$$Dt = 0,102 \text{ m}$$

$$G \text{ (umpan total)} = 577,2061157 \text{ gr/detik}$$

$$Gt = \frac{\mu \cdot NRe}{Dt} \quad Gt = \text{Kecepatan massa per satuan luas}$$

$$Gt = 3019,4299 \text{ kg/m}^2.\text{jam}$$

$$= 0,08387 \text{ g/cm}^2.\text{s}$$

$$At = \frac{G}{Gt}$$

$$At = 0,688 \text{ m}^2$$

$$Ao = \frac{\pi \cdot ID^2}{4} \quad Ao = \text{Luas penampang pipa}$$

$$Ao = 0,00821 \text{ m}^2$$

$$= 82,088937 \text{ cm}^2$$

$$Nt \text{ max} = \frac{At}{Ao} \quad Nt = \text{(jumlah pipa) max}$$

$$Nt \text{ max} = \mathbf{83,8347 \text{ buah}}$$

$$\rho_s = 0,69 \text{ gr/cm}^3$$

$$P = 5,5 \text{ atm}$$

$$BM = 70,0492 \text{ g/gmol}$$

$$R = 82,05 \text{ cm}^3 \cdot \text{atm/gmol.K}$$

$$T_{\text{udara}} = 303 \text{ K}$$

$$\rho_g = 0,1245 \text{ g/cm}^3$$

$$\rho_{\text{udara}} = \frac{P_{\text{udara}} \cdot BM_{\text{udara}}}{R \cdot T_{\text{udara}}} = 0,05386224 \text{ g/cm}^3$$

Katalis Metal :

$$\text{Bentuk} = \text{Rasching Ring}$$

$$Re = 4500$$

$$Fd = 0,014$$

$$V_{\text{max}} = \sqrt{\frac{4(\rho_b - \rho_g)g \cdot D_p}{3 \cdot \rho_g \cdot f_D}} = 64,99073486 \text{ cm/det} = 2339,666455 \text{ m/jam}$$

$$Q = \frac{G}{\rho_g}$$

$$Q = 4637,27032 \text{ cm}^3/\text{s}$$

$$At = \frac{Q}{V_{\text{max}}}$$

$$At = 71,35279 \text{ cm}^2$$

$$Nt_{min} = \frac{At}{Ao}$$

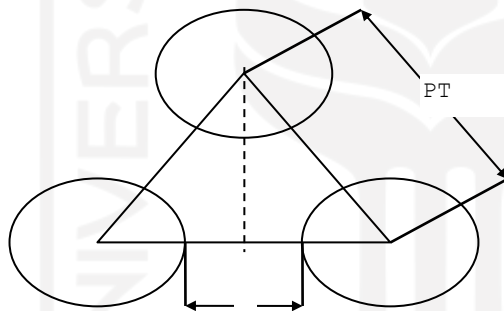
$$Nt_{min} = 0,8692 \text{ buah}$$

$$\text{ambil } Nt = 80 \text{ buah}$$

11. Diameter Reaktor

Pipe (tube) disusun dengan pola 'triangular pitch atau susunan segitiga' agar turbulensi yang terjadi pada aliran fluida dalam shell menjadi besar, sehingga memperbesar koefisien perpindahan panas konveksi (h_o). Sehingga, transfer panas lebih baik dari pada susunan square pitch atau susunan persegi.

(Sources : Kern, 1993)



Susunan tube	=	triangular				
Pitch tube (PT)	=	1.25 x ODt	5,625	in	14,2875	cm
Clearance (C')	=	PT - ODt	1,125	in	2,8575	cm

Untuk menghitung diameter shell, di cari luas penampang shell total (A_{total})

Luas Shell = Luas Segitiga

$$A_{total} = 2 \cdot Nt \cdot \text{Luas segitiga } ABC$$

$$\frac{\pi}{4} \times ID_s^2 = 2 \cdot Nt \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot PT^2 \cdot \sin 60 \right)$$

$$\frac{\pi}{4} \times ID_s^2 = 2 \cdot Nt \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot PT^2 \cdot 0,866 \right)$$

Sehingga,

$$ID_s = \sqrt{\frac{4 \cdot Nt \cdot P_r^2 \cdot 0.866}{\pi}}$$

$$ID_s = 134,22251 \text{ cm}$$

$$= 1,34223 \text{ m}$$

$$= 52,84354 \text{ in}$$

12. Cp Pendingin

Jenis : Steam

$$T : 563,15 \text{ K} = 290 \text{ C}$$

$$P : 0,557287 \text{ mPa} = 5,5 \text{ atm}$$

	K	C	F
T in	563,15	290	554,0
T out	563,15	290	554,0
delta T	563	290	554

$$C_{pp} = 0,1152 + (0,0003402 \times T)$$

$$C_{pp} = 1,2842 \text{ J/gr.K}$$

13. Densitas Pendingin pada T_{in}

$$\rho_p = 1.3644 - (9.7073 \times 10^{-4} T_{in})$$

$$\rho_p = 0,817733401 \text{ gr/cm}^3$$

14. Konduktivitas Thermal Pendingin pada T_{in}

$$K_p = 1.512 - 0.0010387 \times T_{in}$$

$$K_p = 0,9566 \text{ Btu/ft.jam.F}$$

15. Viskositas Pendingin pada T_{in}

$$\mu_p = 35.5898 - 0.04212 \times T_{in}$$

$$\mu_p = 0,7976209 \text{ lb/ft.jam}$$

16. Pendingin yang Dibutuhkan

Pendingin yang dipakai adalah Steam

Tin	290,00	C	563,15	K	554	F
Tout	290,00	C	563,15	K	554	F

Cp Steam	0,3068	Cal/gr.K				
Qh	-42746,6452	kcal/jam	-42746645,2	kal/jam	=178851963	Kj/jam

$$Wp = \frac{Q_H}{C_p \times \Delta T}$$

$$Wp = 247,4262461 \text{ kg/jam}$$

$$= 1959615,869 \text{ kg/tahun}$$

17. Koefisien Perpindahan Panas Overall (Ud)

a. Tube Side

Cp =	116,00336	kJ/kmol.K	1647,49296	kJ/kg.K	393,49710	Btu/lb.F
μ =	0,000191	g/cm.s	0,04611	lb/ft.h		
k =	0,03374	W/m.k	0,01949	Btu/ft.h.F		

$$PR = \frac{Cp \cdot \mu}{k}$$

$$PR = 930,7939$$

$$Gt = 0,08387 \text{ g/cm}^2 \cdot \text{dtk}$$

$$Dt = 10,226 \text{ cm}$$

$$\frac{G_T Dt}{\mu} = 4500$$

$$jH = 15 \quad (\text{Sources : fig. 24 Kern Page 834})$$

$$jH \cdot \left(\frac{k}{IDt} \right) \cdot (Pr)^{1/3}$$

$$h_i = 8,50925 \text{ btu/jam.ft}^2.\text{F}$$

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

$$h_{io} = 7,61294 \text{ btu/jam.ft}^2.\text{F}$$

b. Shell Side

Didalam shell digunakan pemanas dengan spesifikasi berikut :

Sifat fisis pemanas → Liquid

$$T = 563,15 \text{ K}$$

$$\mu_s = 11,869922 \text{ gr/cm.jam}$$

$$= 0,797620958 \text{ lb/ft.jam}$$

CPs :

$$T = 563,15 \text{ K}$$

$$\text{CPs} = 0,3068 \text{ Cal/gr.K}$$

$$= 1,2842 \text{ J/gr.K}$$

Ks :

$$T = 563,15 \text{ K}$$

$$K_s = 0,9566 \text{ Btu/ft.jam.F}$$

$$\text{CPs} = 141,4530091 \text{ Btu/lb.F}$$

$$\mu_s = 0,797620958 \text{ lb/ft.jam}$$

$$K_s = 0,9566 \text{ Btu/ft.jam.F}$$

Bilangan Reynold di Shell (Res)

$$\text{IDs (diameter dalam shell)} = 52,84354 \text{ in}$$

B (baffle Spacing) = 39,63265 in

PT (Pitch Tube) = 5,625 in

C' (jarak antar tube) = 1,125 in

Ws (Laju aliran pemanas) = 247,4262461 kg/jam

= 545,4808507 lb/jam

$$a_s = \frac{ID_s \cdot C' \cdot B}{144 \cdot PT}$$

As (flow area pada shell) = 2,90879 in²

= 0,0202 ft²

$$Gs = \frac{Ws}{a_s}$$

Gs (Mass velocity fluida dalam shell) = 85,06154259 lb/ft².h

De (Diameter Equivalen) = 3,25677 in

= 8,27219 cm

$$Re_s = \frac{Gs \cdot De}{\mu_s}$$

Res = 347,3149319

jH = 13 (Souces : fig. 28 Kern, Page 838)

$$h_o = jH \left(\frac{Ks}{De} \right) \left(\frac{Cp_s \cdot \mu_s}{k_s} \right)^{1/3}$$

ho = 224,7251552 Btu/jam.ft².F

c. Clean Overall Coefficient (Uc)

$$Uc = \frac{h_{io} \cdot h_o}{h_{io} + h_o}$$

Uc = 7,36349 Btu/jam.ft².F

1. Rd (Dirty factor)

Dari Grafik didapatkan

$$Rd \text{ Shell} = 0,00390$$

$$Rd \text{ Tube} = 0,00036$$

$$\begin{aligned} Rd &= Rd \text{ Shell} + Rd \text{ Tube} \\ &= \mathbf{0,00426 \text{ hr.ft}^2.\text{F/Btu}} \end{aligned}$$

$$Ud = \frac{1}{Rd + \frac{1}{Uc}}$$

$$\begin{aligned} Ud &= 7,13954 \text{ Btu/jam.ft}^2.\text{F} \\ &= 34,85522 \text{ kkal/jam.m}^2.\text{K} \\ &= \mathbf{145,93177 \text{ kj/jam.m}^2.\text{K}} \end{aligned}$$



LAMPIRAN B

PERANCANGAN REAKTOR-02

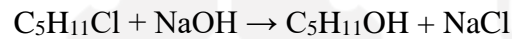
Fungsi : Tempat berlangsungnya reaksi amil klorida dengan natrium hidroksida untuk membentuk amil alkohol

Jenis : Reaktor CSTR

Kondisi Operasi : Suhu = 120 °C
Tekanan = 1 atm

Kondisi : Isothermal

Reaksi Hidrolisis



Optimasi Reaktor

Waktu Reaksi : 3,277 jam

Volume Reaktor : 10,2785 m³

Menghitung Kapasitas Reaktor

Densitas

Komponen	BM	kg/jam	kmol/jam	Fraksi Mol	Fraksi Massa	ρ (kg/m ³)	ρ campuran (kg/m ³)
C ₅ H ₁₁ Cl	106,594	1502,144	14,092	0,235	0,569	777,049	442,153
H ₂ O	18,015	574,118	31,869	0,531	0,217	935,100	203,363
NaOH	39,997	563,639	14,092	0,235	0,214	1869,989	399,257
C ₅ H ₁₁ OH	88,148						
NaCl	58,443						
Total		2639,901	60,054	100%	100%	3582,139	1044,773

Densitas campuran = 1044,773 kg/m³

Waktu tinggal = 3,277 jam

F_v = 2,526 m³/jam

V Umpan = 8,2825 m³

$$V_{\text{Over design}} = 1,2 \times 8,2825 \text{ m}^3 = 9,9390 \text{ m}^3$$

$$= 350,9919 \text{ ft}^3$$

$$D^3 = 298,0823 \text{ ft}^3$$

$$D = 6,6800 \text{ ft}$$

$$= 2,0361 \text{ m}$$

$$H = 1,5 \times D$$

$$= 10,0201 \text{ ft}$$

$$= 3,0541 \text{ m}$$

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

$$V_{\text{dish}} = 0,0146 \text{ ft}^3$$

$$= 0,0044 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{sf}} = \frac{\pi}{4} D^2 S f$$

$$V_{\text{sf}} = 0,1653 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{h}} = V_{\text{dish}} + V_{\text{sf}}$$

$$V_{\text{h}} = 0,1698 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{reaktor}} = 10,2785 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{bottom}} = 0,5 V_{\text{head}}$$

$$V_{\text{bottom}} = 0,002225 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{cairan}} = V_{\text{shell}} - V_{\text{bottom}}$$

$$V \text{ cairan} = 9,9367 \text{ m}^3$$

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

$$h \text{ cairan} = 3,0534 \text{ m}$$

Volume cairan dalam shell

$$V_{\text{cairan}} - V_h - V_{\text{sf}} = 7,9474 \text{ m}^3$$

Menghitung Tebal Shell

$$t_s = \frac{(P * r_i)}{(f * E) - (0.6 * P)} + C$$

t_s = Tebal shell (in)

P = Tekanan dalam tangki (psia)

F = Allowable stress (18750 psia)

r_i = Jari-jari dalam storage (in)

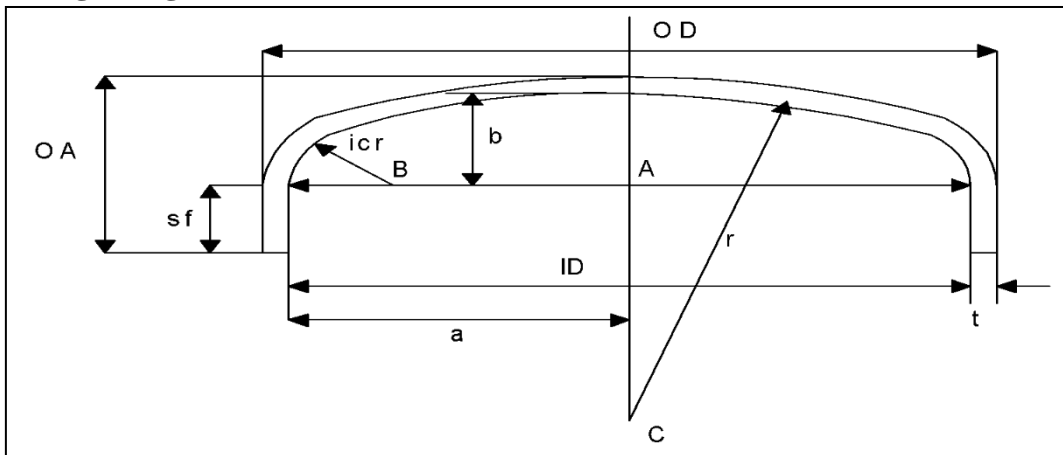
E = Efisiensi pengelasan (80% (double welded butt joint))

C = Faktor korosi (0,125 in)

Diperoleh tebal shell hitungan adalah 0,1307 n, tebal shell standar = 0,1875 in.

Mencari tekanan hidrostatik :			
vol cairan	=	$h \text{ cairan} \times (\pi D^2 / 4)$	
h cairan	=	3,0534	m
P hidrostatik	=	1,383012211	psia

Menghitung Dimensi Head



t = tebal head, in

icr = inside corner radius, in

r = radius of dish, in

OD = outside diameter, in

ID = inside diameter, in

B = depth of dish, in

OA = overall dimension, in

Sf = straight flange

Menghitung Tebal Head

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

W = 1,727008

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

$$t_h = 0,16211 \text{ in}$$

$$t_{h \text{ standar}} = 0,1875 \text{ in}$$

Menghitung Tinggi Head

$$s_f = 2 \text{ in}$$

$$= 0,0508 \text{ m}$$

$$ID = 83,6250 \text{ in}$$

$$= 6,9659 \text{ ft}$$

$$a = 41,815 \text{ in}$$

$$AB = 36,3125 \text{ in}$$

$$BC = 78,5 \text{ in}$$

$$AC = 69,5963 \text{ in}$$

$$b = 14,4036 \text{ in}$$

$$= 0,3658 \text{ m}$$

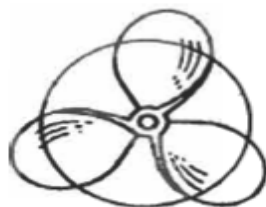
$$h_{\text{head}} = 16,5911 \text{ in}$$

$$= 0,42141 \text{ m}$$

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

$$h_{\text{head}} = 3,8969 \text{ m}$$

Menghitung Ukuran Pengaduk



(a)

Jenis pengaduk adalah marine propeller 3 blade, impeller jenis ini digunakan untuk pengadukkan dengan viskositas dibawah 4000 cP. Data yang didapat sebagai berikut : (Brown, 1978 hal 707)

$$Dt/Di = 3$$

$$Zl/Di = 2,7 - 3,9$$

$$Zi/Di = 0,75 - 1,3$$

$$wb/Di = 0,1$$

$$L/Di = 2$$

$$\text{Baffle} = 4$$

Maka diperoleh:

$$Di = \text{diameter pengaduk} = 0,678 \text{ m}$$

$$Zl = \text{tinggi cairan dalam reaktor} = 2,036 \text{ m}$$

$$Zi = \text{jarak pengaduk dari dasar tangki} = 0,678 \text{ m}$$

$$Wb = \text{lebar baffle} = 0,067 \text{ m}$$

$$L = \text{lebar pengaduk} = 1,357 \text{ m}$$

$$\text{Jumlah Impeller} = 2$$

$$\text{WELH} = 3,19 \text{ m}$$

Jumlah Putaran (N) = 131,560 rpm = 2,193 rps

Menghitung Power Pengaduk

$\rho = 65,2231 \text{ lb/ft}^3$

$\mu = 0,01694 \text{ lb/ft.s}$

$D_i = 2,2267 \text{ ft}$

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

$N = 2,583 \text{ rps}$

$\text{Re} = 49299,2443$

Dengan menggunakan fig. 477 G.G Brown page 507, 1978 diperoleh $N_p = 1,6$

$$P_a = N_p \cdot \rho \cdot N_i^3 \cdot D_i^5$$

Dimana: $N_p = \text{Power Number} = 1,6$
 $\rho = \text{Densitas campuran} = 1044,7727 \text{ kg/m}^3$
 $D_i = \text{Diameter pengaduk} = 0,6787 \text{ m}$
 $N_i = \text{Kecepatan putar pengaduk} = 2,5833 \text{ rps}$
 $P_a = 4150,014 \text{ watt} = 4,1500 \text{ kW} = 5,5653 \text{ hP}$

Daya motor, efisiensi motor adalah 80% (figur 14. 38 peters hal 521)

Sehingga $P = \frac{5,5653}{80\%} = 6,9566 \text{ hP}$

Dipilih power standar $P = 7,5 \text{ hP}$

Neraca Panas Reaktor

Komponen Energi	Masuk(kj/jam)	Keluar(kj/jam)
H1	609.728,3033	-
H2	-	3.645.565,6730
ΔHR	6.256.389,9914	-
Q Pendinginan	-	3.220.552,6218

Total	6.866.118,2947	6.866.118,2947
--------------	-----------------------	-----------------------

Media pendingin yang yang digunakan adalah Cooling Water dengan suhumasuk 30 °C dan suhu keluar 40 °C.

$$\Delta H = Cp \cdot \Delta T$$

$$\Delta H = \Delta H (40^{\circ}\text{C}) - \Delta H (30^{\circ}\text{C})$$

$$\Delta H = (4,1799 \times (313 - 298)) - (4,1775 \times (303 - 298))$$

$$\Delta H = 41,8110 \text{ kJ/kg}$$

Maka kebutuhan pendingin :

$$Q = m Cp \Delta T$$

$$m = \frac{Q}{\Delta H}$$

$$m = \frac{175526,6780 \text{ KJ/jam}}{41,810 \text{ KJ/kg}}$$

$$m = 77026,4433 \text{ kg/jam}$$

Suhu LMTD

Komponen	C	K	F
Suhu fluida panas masuk reaktor	120	393,15	248
Suhu fluida panas keluar reaktor	120	393,15	248
Suhu fluida dingin masuk	30	303,15	86
Suhu fluida dingin keluar	40	313,15	104

Kecepatan Volumetrik Air

$$Q_v = m \text{ air} / \rho \text{ air}$$

$$Q_v = 74,7887 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Luas Perpindahan Panas

$$\Delta T_{LMTD} = \frac{(T_2 - t_1) - (T_1 - t_2)}{\ln \frac{(T_2 - t_1)}{(T_1 - t_2)}}$$
$$\Delta T_{LMTD} = 152,823 \quad ^\circ\text{F}$$

$$A = \frac{Q}{U_D \Delta T_{LMTD}}$$

Nilai UD untuk heavy organics (hot) dan water (cold) sebesar 5 - 75Btu/ft².F
jam

$$UD = 75 \text{ btu/jam.ft}^2.\text{ }^\circ\text{F}$$

$$Q_p = 3220552,6218 \text{ kJ/jam}$$

$$= 3053083,8854 \text{ Btu/jam}$$

$$A = 3,03 \text{ ft}^2$$

Menghitung Luas Selubung Reaktor

$$A = \pi \cdot D \cdot H = 24,01532 \text{ m}^2$$

Karena luas transfer panas > luas selubung reaktor maka dipilih pendingin koil.

Perancangan Koil Pendingin

Suhu air masuk :	30	°C	86	°F	303,15	K
Suhu air keluar :	40	°C	104	°F	313,15	K
ΔT :	10	°C	18	°F	283,15	K
T rata-rata :	35	°C	95	°F	308,15	K

Sifat fisis air pada Trata-rata K (Perry 1984 Tabel 2-355 page 352)

C_p : 4,1799 kJ/kg.K 17,9819 kcal/kmol.K
 ρ : 1022,8753 kg/m³

Kecepatan Volumetrik Air

$Q_v = m \text{ air} / \rho \text{ air}$

$Q_v = 74,7887 \text{ m}^3/\text{jam}$

Menentukan Diameter Minimum Koil

Untuk aliran dalam koil/tube, batasan kecepatan antara 1,5-2,5 m/s (Culson pg, 527)

Dipilih :

Kecepatan pendingin :	2,0	m/s			
	7200,0	m/jam			
Debit air pendingin :	74,7887	m ³ /jam			
Luas Penampang A :	0,0104	m ²	0,1118	ft ²	16,1004 in ²
ID :	0,1150	m	4,5288	in	

Dipilih: diameter standard (Kern tabel 11 pg 844)

NPS :	6,00	in			
Schedule Number :	40				
OD :	6,625	in	0,5521	ft	0,168275 m
ID :	5,761	in	0,4801	ft	0,1463294 m
Luas Penampang (A') :	26,1000	in ²	0,1813	ft ²	
Luas Perpan/panjang (a") :	1,7340	ft ² /ft	outside		
	1,51	ft ² /ft	inside		
L/D =	24,99566048				

Menentukan hi

Koefisien transfer panas dalam koil (hi)

$\rho \text{ air pendingin} = 1022,88 \text{ kg/m}^3$
 $= 63,8274 \text{ lb/ft}^3$

$$\begin{aligned} \mu \text{ air pendingin} &= 0,8150 && \text{cp} \\ &= 1,9716 && \text{lb/ft.jam} \\ k \text{ air pendingin} &= 0,3315 && \text{Btu/ft.jam.}^\circ\text{F} \\ C_p \text{ air pendingin} &= 23.091,4470 && \text{Kj/Kg.K} \\ &= 5.514,2376 && \text{btu/lb.F} \end{aligned}$$

Gt = kecepatan aliran massa/luas penampang

$$\begin{aligned} Gt &= M/A \\ &= 930487,2092 \text{ lb/ft}^2.\text{jam} \end{aligned}$$

$$v = Gt/\rho$$

Jadi kecepatan pendingin yang digunakan masih dalam batasan

$$\text{Ret} = \frac{ID.Gt}{\mu}$$

$$Re = 226576,67 \quad \text{turbulen} > 4000$$

$$jH = 500 \quad \text{Dari grafik 24, Kern 1983 page 834}$$

$$jH = \frac{hi.D}{k} \left(\frac{cp.\mu}{k} \right)^{-1/3} \left(\frac{\mu}{\mu_w} \right)^{-0.14}$$

$$hi = 11050,7502 \text{ Bru/ft}^2.\text{jam.F}$$

Menentukan hio

$$hio = hi \frac{ID}{OD}$$

$$hio = 9609,5656 \text{ Btu/ft}^2.\text{jam.}^\circ\text{F}$$

Untuk koil, harga hio harus dikoreksi dengan faktor koreksi

$$h_{io\text{koil}} = h_{io\text{pipa}} \left(1 + 3.5 \frac{D_{\text{koil}}}{D_{\text{spiral koil}}} \right)$$

Kern. Pg. 721

Diambil :

$$D_{\text{spiralkoil}} = 75\% * \text{Diameter tangki}$$

$$D_{\text{spiralkoil}} = 62,7188 \text{ in}$$

$$= 5,2266 \text{ ft}$$

$$h_{io\text{koil}} = 12698,9523 \text{ Btu/ft}^2 \cdot \text{jam.}^\circ\text{F}$$

Menentukan ho

$$h_o = 0.87 \left(\frac{k}{D} \right) \left(\frac{L_p^2 \cdot N \cdot \rho}{\mu} \right)^{2/3} \left(\frac{c_p \cdot \mu}{k} \right)^{1/3} \left(\frac{\mu}{\mu_w} \right)^{0.4}$$

$$L_p = D_i = 2,226655584 \text{ ft}$$

$$N = 2,193 \text{ rps} \quad 7893,604212 \text{ rpj}$$

$$\rho = 1044,7727 \text{ kg/m}^3 \quad 65,19381949 \text{ lb/ft}^3$$

$$\mu = 25,2173 \text{ cP} \quad 61,0258279 \text{ lb/ft.jam}$$

$$c_p = 2,3091, E+04 \text{ kJ/kg} \quad 5514,237551 \text{ Btu/lb.F}$$

$$k = 0,331481215 \text{ Btu/ft.jam.}^\circ\text{F}$$

$$OD = 84,0000 \text{ in} \quad 7,0000 \text{ ft}$$

$$D = 5,7610 \text{ in} \quad 0,4801 \text{ ft}$$

$$\mu/\mu_w = 61,0258279$$

Sehingga,

$$h_o = 376614,0780 \text{ Btu/ft}^2 \cdot \text{jam.}^\circ\text{F}$$

Menentukan Uc

Koefisien transfer panas dalam keadaan bersih

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

$$U_c = 12284,72681 \text{ Btu/ft}^2 \cdot \text{jam.}^\circ\text{F}$$

Menentukan Ud

Untuk kecepatan air 2,5 m/s, maka = 1,2343 m/s

Rd = 0,001 organic (Kern page 845)

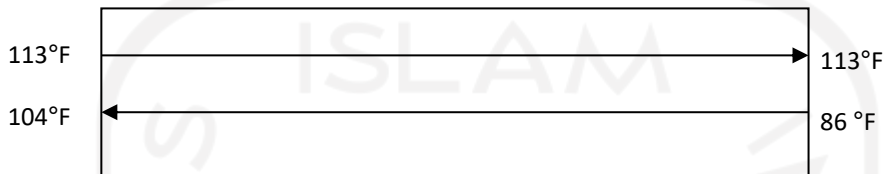
$$U_D = \frac{h_D * U_c}{h_D + U_c}$$

$$hD = 1/R$$

$$= 1000 \text{ Btu/ft}^2 \cdot \text{jam} \cdot ^\circ\text{F}$$

$$U_d = 924,7255879 \text{ Btu/ft}^2 \cdot \text{jam} \cdot ^\circ\text{F}$$

Menentukan Luas Bidang Transfer Panas



$$A = Q_{\text{total}} / (U_d \times \Delta T_{\text{LMTD}})$$

$$= 22,7891 \text{ ft}^2$$

Menentukan Panjang Koil

$$L_{\text{pipa koil}} = A / a'' = 13,1425 \text{ ft}$$

$$= 4,0058 \text{ m}$$

Menentukan Jumlah Lengkungan Koil

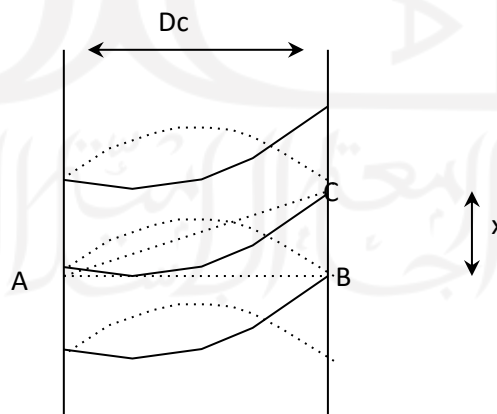
$$D_c = 0,7 * (ID_{\text{tangki reaktor}})$$

$$D_c = 56,1123 \text{ in}$$

$$= 4,6760 \text{ ft}$$

$$= 1,4252 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} AC &= \sqrt{(AB)^2 + (BC)^2} \\ AC &= \sqrt{(ID)^2 + x^2} \end{aligned}$$



Diambil : $x = 0,5 * OD$

$$x = 3,3125 \text{ in} = 0,2760 \text{ ft} = 0,0841375 \text{ m}$$

$$AC = 56,209 \text{ in} = 4,6841 \text{ ft} = 1,4277 \text{ m}$$

Panjang satu putaran

$K_{\text{lilitan}} = 1/2 \text{ putaran miring} + 1/2 \text{ putaran datar}$

$$K_{\text{lilitan}} = \frac{1}{2}\pi(Dc) + \frac{1}{2}\pi(AC)$$

$$\text{Keliling busur AB} = \frac{1}{2}\pi(Dc) = 0,43338 \text{ ft}$$

$$\text{Keliling busur AC} = \frac{1}{2}\pi(AC) = 7,35413 \text{ ft}$$

$$K_{\text{lilitan}} = 7,7875 \text{ ft}$$

$$= 2,3736 \text{ m}$$

$$K_{\text{lilitan}} = \frac{1}{2}\pi(Dc) + \frac{1}{2}\pi((Dc^2+x^2)^{1/2})$$

$$K_{\text{lilitan}} = 14,6955 \text{ ft} = 176,3460 \text{ in} = 4,4792 \text{ m}$$

Menentukan Banyaknya Lilitan

$$N_{\text{lilitan}} = L_{\text{pipa koil}} / K_{\text{lilitan}} : 0,8943 = 1 \text{ lilitan}$$

Menentukan Tinggi Tumpukan dan Tingi Cairan Setelah Ada Koil

$$\text{Tinggi tumpukan koil} = (N \text{ lilitan} - 1) * x + N \text{ lilitan} * OD$$

$$\text{Tinggi tumpukan koil} = 0,5521 \text{ ft} = 0,1683 \text{ m} \text{ } 6,625 \text{ in}$$

Asumsi: semua koil tercelup di dalam cairan

$$V_{\text{cairan dalam shell}} = 7,9474 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{koil}} = 0,3562 \text{ m}^3$$

$$A_{\text{shell}} = 3,2642 \text{ m}^2$$

$$Z_c = 2,5516 \text{ m}$$

$$= 100,4553 \text{ in}$$

Tinggi cairan di dalam reaktor setelah ada koil

$$Z_c^2 = Z_c + b + sf$$

$$Zc^2 = 116,8590 \text{ in} = 2,9682 \text{ m}$$

Jarak dari dasar tangki ke bagian bawah koil = (tinggi cairan stl ada koil-tumpukan koil)/2

$$hk = 1,4000 \text{ m}$$

$$b+sf = 16,4036 \text{ in} \\ = 0,4167 \text{ m}$$

Asumsi dikatakan benar jika:

1. Tinggi tumpukan koil < tinggi cairan
2. Jarak dasar tangki ke bagian bawah koil (hk) > ($b+sf$)

Menentukan Pressure Drop

$$\text{Faktor friksi, } f = 0,0035 + \frac{0,264}{Re^{0,42}}$$

$$Re = 226576,67$$

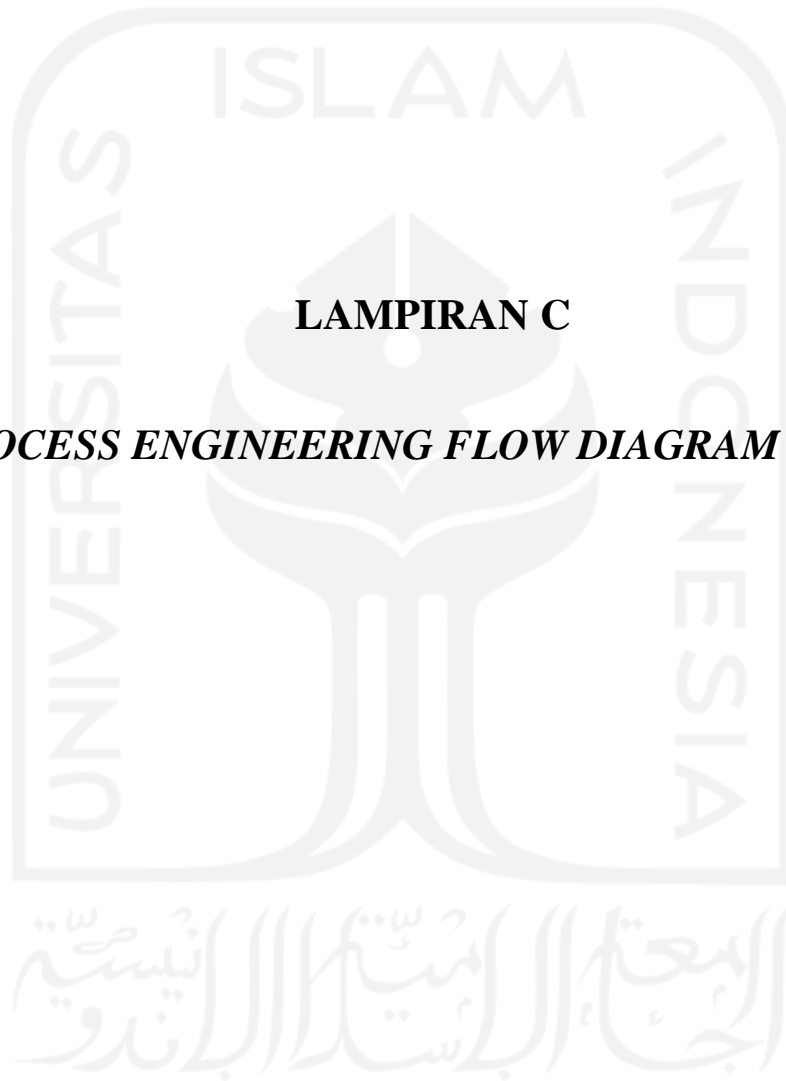
Untuk $Re = 226576,67$ maka dapat dihitung nilai koefisien friksi:

$$\text{Koefisien friksi (f)} = 0,00499 \text{ ft}^2/\text{in}^2$$

Karena yang mengalir dalam tube adalah steam, $s = 1$, dan perbedaan suhu tidak terlalu besar, sehingga bisa diasumsikan $\mu = \mu_w$, maka $\theta t = 1$.

$$\Delta Pr = \frac{f \times v^2 \times L}{5,22 \times 10^{10} \times ID \times s \times \theta t}$$

$$\Delta Pt = 0,0006 \text{ psi} < 2 \text{ psi}$$

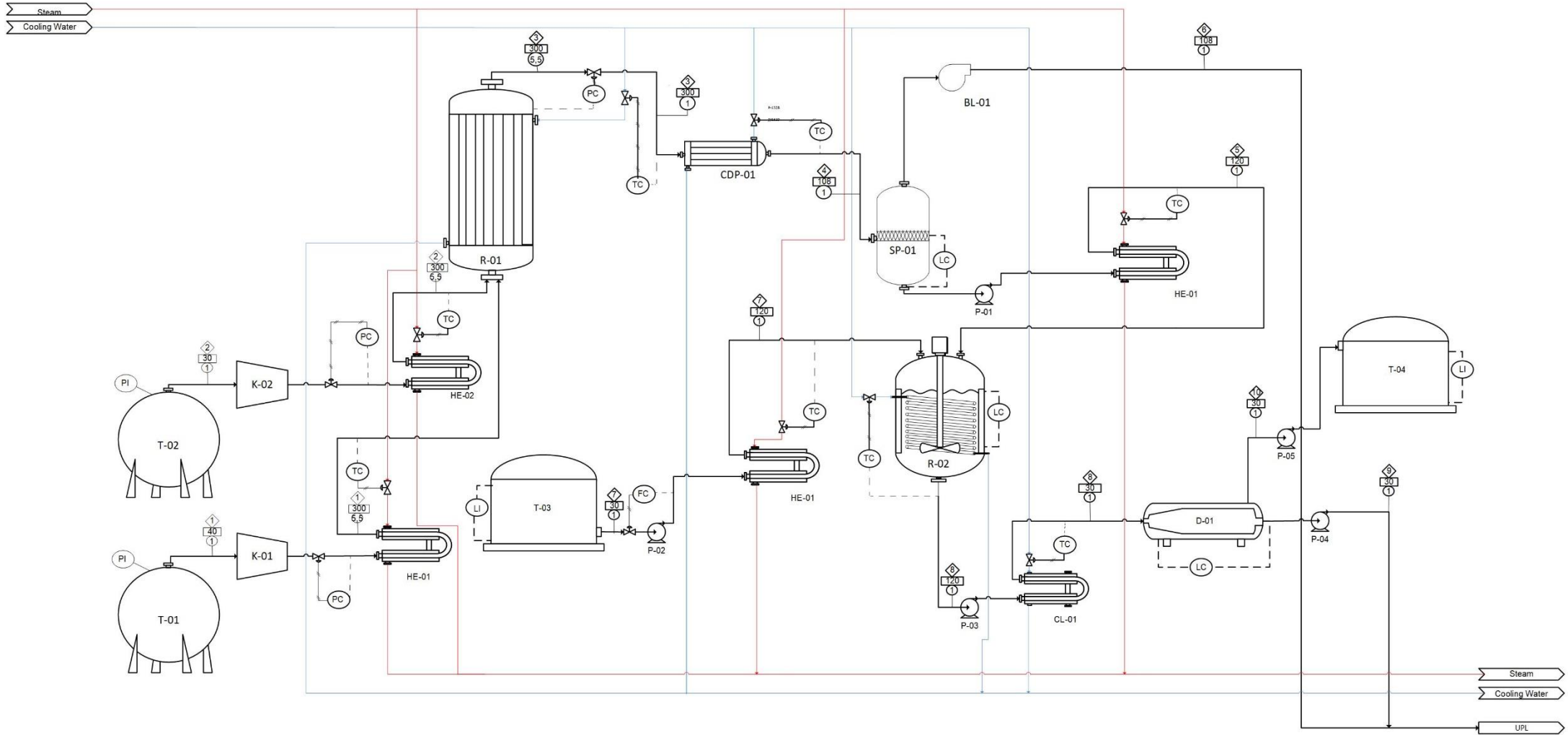


LAMPIRAN C

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM (PEFD)

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM

PRA RANCANGAN PABRIK AMIL ALKOHOL DARI PENTANA DENGAN KAPASITAS 10.000 TON/TAHUN



Komponen	Nomor Arus (Kg/Jam)									
	Arus 1	Arus 2	Arus 3	Arus 4	Arus 5	Arus 6	Arus 7	Arus 8	Arus 9	Arus 10
CSH12	1037,5		20,8	20,8		20,8				
H2O	10,5		10,5	10,5	10,5	0,0	563,6	574,1	561,5	12,6
Cl2		1019,6	20,4	20,4		20,4				
O2		10,3	10,3	10,3		10,3				
CSH11Cl			1502,2	1502,2	1502,1	0,0		45,1		45,1
HCl			513,8	513,8		513,8				
NaOH							563,6	16,9	16,9	
CSH11OH								1204,9		1204,9
NaCl								798,9	798,9	
Total	1048,0	1029,9	2077,9	2077,9	1512,6	565,3	1127,3	2639,9	1377,3	1262,6

Keterangan Alat	
BL	Blower
CDP	Condensor Parsial
CL	Cooler
D	Decanter
HE	Heater
K	Kompresor
P	Pompa
R-01	Fixed Bed Reactor
R-02	Continuous Stirred Tank Reactor
SP	Separator
T	Tangki

Keterangan Instrumen	
FC	Flow Controller
LC	Level Controller
LI	Level Indicator
PC	Pressure Control
PI	Pressure Indicator
TC	Temperature Controller
WI	Weight Indicator
Keterangan Instrumen	
◇	Nomor Arus
□	Temperature
○	Tekanan
⊗	Control Valve
—	Pipa
—	Sinyal Pneumatic
---	Sinyal Elektrik

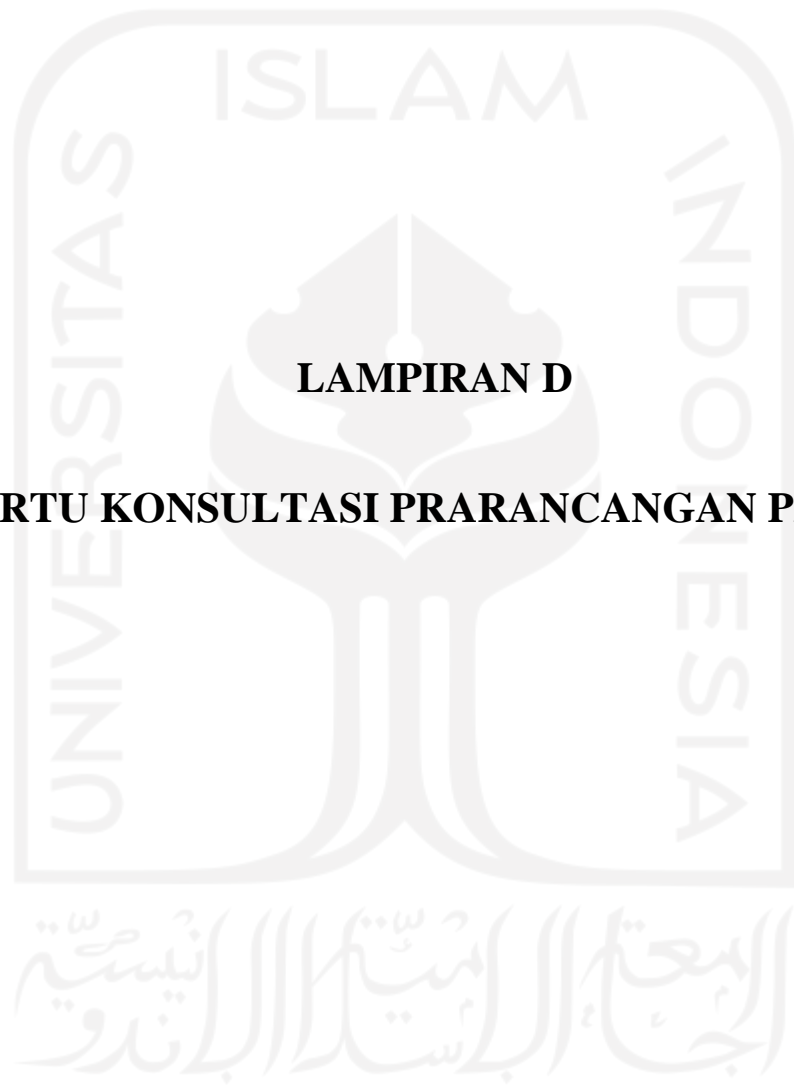


JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2022

PRARANCANGAN PABRIK AMIL ALKOHOL DARI PENTANA DENGAN KAPASITAS 10.000 TON/TAHUN

DISUSUN OLEH:
Ricky Ramadhan (18521071)
Gumawan Shafareza Hidayat (18521105)

DOSEN PEMBIMBING:
Dr. Ir. Fatmahan H M Saleh, MSIE.
Lilis Kintiryani, S.T., M.Eng.














LAMPIRAN D

KARTU KONSULTASI PRARANCANGAN PABRIK

**KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN PABRIK AMIL
ALKOHOL DARI PENTANA KAPASITAS 10.000 TON/TAHUN**

1. Nama Mahasiswa : Ricky Ramadhan
NIM : 18521071
2. Nama Mahasiswa : Gunawan Shafareza Hidayat
NIM : 18521105
Judul Prarancangan : Prarancangan Pabrik Amil Alkohol dari Pentana
Kapasitas 10.000 Ton/Tahun

Mulai Masa Bimbingan : 6 Desember 2021
Batas Akhir Bimbingan : 2 Desember 2022

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1	06 Desember 2021	Penentuan kapasitas pabrik	
2	02 Juni 2022	Pembuatan diagram alir dan menghitung neraca massa	
3	07 Juni 2022	Menghitung neraca massa dan neraca panas	
4	20 Juli 2022	Penentuan serta perhitungan spesifikasi reaktor, alat pemisah dan pendukungnya	
5	06 September 2022	Mencari, menghitung dan menentukan kinetika reaksi	
6	08 September 2022	Penentuan serta perhitungan spesifikasi reaktor, alat pemisah dan pendukungnya	
7	09 September 2022	Perhitungan spesifikasi reaktor	
8	02 Oktober 2022	Penentuan serta perhitungan spesifikasi alat pemisah, alat pendukung, alat penyimpanan, alat transportasi bahan, dan alat penukar panas	
9	13 Oktober 2022	Pengerjaan evaluasi ekonomi	
10	14 Oktober 2022	Pengerjaan evaluasi ekonomi	
11	19 Oktober 2022	Pembuatan naskah	

**Disetujui Draft Penulisan:
Yogyakarta, 10 Oktober 2022**



Farham H. M. Saleh, Dr., Ir., MSIE.

Catatan

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

**KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN PABRIK
AMIL ALKOHOL DARI PENTANA KAPASITAS 10.000 TON/TAHUN**

1. Nama Mahasiswa : Ricky Ramadhan
NIM : 18521071
2. Nama Mahasiswa : Gunawan Shafareza Hidayat
NIM : 18521105
Judul Prarancangan : Prarancangan Pabrik Amil Alkohol dari Pentana
Kapasitas 10.000 Ton/Tahun

Mulai Masa Bimbingan : 6 Desember 2021
Batas Akhir Bimbingan : 2 Desember 2022

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1	12 Desember 2021	Pemilihan judul, pemilihan proses, dan spesifikasi bahan	4
2	11 Agustus 2022	Penentuan serta perhitungan spesifikasi reaktor dan mencari, menghitung dan menentukan kinetika reaksi	4
3	19 Agustus 2022	Perhitungan spesifikasi reaktor	4
4	31 Agustus 2022	Pembuatan diagram alir dan serta perhitungan spesifikasi reaktor	4
5	12 September 2022	Perhitungan spesifikasi reaktor	4
6	05 Oktober 2022	Penentuan serta perhitungan spesifikasi alat pemisah, alat pendukung, alat penyimpanan, alat transportasi bahan, dan alat penukar panas	4
7	18 Oktober 2022	Pembuatan PEFD	4
8	19 Oktober 2022	Pembuatan Naskah	4

**Disetujui Draft Penulisan:
Yogyakarta, 10 Oktober 2022**



Lilis Kistriyani, S.T., M.Eng.

Catatan

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