

**PRA RANCANGAN PABRIK
ASETONITRIL DARI ASAM ASETAT DAN AMONIA
KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN**

PRA RANCANGAN PABRIK

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



Oleh :

**Nama : Yovy Ferdiansyah
NIM : 19521231**

**Nama : Muhammad Rizky Adhitama
NIM : 19521233**

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

2023

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL

PRA RANCANGAN PABRIK ASETONITRIL DARI ASAM ASETAT DAN AMONIA KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Yovy Ferdiansyah
NIM : 19521231

Nama : Muhammad Rizky Adhitama
NIM : 19521233

Yogyakarta, 9 Oktober 2023

Menyatakan bahwa seluruh hasil Pra Rancangan Pabrik ini sudah ditulis sesuai kaidah-kaidah ilmiah. Apabila di kemudian hari terbukti 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.



Yovy Ferdiansyah
NIM. 19521231



Muhammad Rizky Adhitama
NIM. 19521233

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PRA RANCANGAN PABRIK ASETONITRIL DARI ASAM ASETAT DAN AMONIA KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN

TUGAS AKHIR

Oleh

Nama : Yovy Ferdiansyah
NIM : 19521231

Nama : Muhammad Rizky Adhitama
NIM : 19521233

Yogyakarta, 9 Oktober 2023

Pembimbing



Dr. Diana, S.T., M.Sc

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

**PRA RANCANGAN PABRIK ASETONITRIL
DARI ASAM ASETAT DAN AMONIA KAPASITAS 20.000 TON / TAHUN**

PRARANCANGAN PABRIK

Oleh:

Nama : Yovy Ferdiansyah
NIM : 19521231

Nama : Muhammad Rizky Adhitama
NIM : 19521233

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,

Ketua Penguji


Dr. Diana, S.T., M.Sc.

Anggota 1

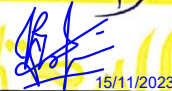
Ifa Puspasari, S.T., M.Eng., Ph.D.

Anggota 2

Dr. Dyah Retno Sawitri, S.T., M.Eng



14/11/23



15/11/2023

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Kimia

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



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

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr., Wb.

Puji syukur kehadirat Allah Subhanahu Wata'ala yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“PRA RANCANGAN PABRIK ASETONITRIL DARI ASAM ASETAT DAN AMONIA KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN”** tepat waktu.

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 terimakasih kepada pihak-pihak yang telah membantu menyelesaikan laporan ini secara langsung maupun tidak langsung, yang terhormat :

1. Allah SWT karena atas segala kehendak-Nya, penulis diberi 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 menyelesaikan penyusunan laporan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Hari Purnomo, Prof., Dr., Ir., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
4. Ibu Ifa Puspasari, S.T., M.Eng., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
5. Bapak Sholeh Ma'mun, S.T., M.T., Ph.D. selaku Ketua Prodi Teknik Kimia

Program Sarjana Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

6. Ibu Dr. Diana, S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing yang selalu sabar dalam membimbing kami, memberikan masukan, dan memberikan semangat kepada kami dalam penyusunan dan penulisan Laporan Tugas Akhir ini.
7. Teman-teman seperjuangan Angkatan 2019 yang selalu memberikan semangat dan doa.
8. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan dalam menyelesaikan penyusunan laporan penelitian.

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, 9 Oktober 2023

Penyusun

LEMBAR PERSEMBAHAN

Karya ini saya persembahkan kepada :

Keluarga besar yang telah senantiasa memberikan doa, motivasi, dan semangat sehingga saya bisa menyelesaikan perkuliahan ini. Khususnya kepada orangtua saya Bapak Lajiman dan Ibu Endang Susilowati yang telah bekerja keras, dukungan moril dan moral, serta memberikan kasih sayang yang sangat luar biasa. Kepada kakak-kakak saya Septian Ari Nugroho, Anggarista Dinata, dan Ida Novita Sari, serta keponakan tercinta Aisyah H. A. Saya ucapkan terimakasih banyak atas dukungan kalian semua, sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.

Kepada Ibu Dr. Diana, S.T., M.Sc. serta seluruh pengajar di Prodi Teknik Kimia Universitas Islam Indonesia, saya ucapkan terimakasih atas bantuan, waktu, ilmu, serta bimbingan selama ini sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir dengan baik.

M. Rizky Adhitama sebagai partner terbaik di penelitian dan tugas akhir, yang selama ini bersabar dan terus berjuang. Terima kasih atas waktu, ilmu, semangat dan dukungan selama ini. Semoga kita mendapatkan ilmu yang bermanfaat untuk diri sendiri maupun orang lain dan sukses terus untuk kedepannya.

Kepada seluruh teman-teman saya Teddy, Addin, Manan, Herman, Brian, Upik, Cassa, Zalfah, Noval, Aqib, Ilham, Farel, Coki, Rafi, Kemal, Firas, Haidar, Shella, Hagel, Shella, Sri. Terimakasih telah menghibur, membantu, serta memberikan dukungan selama masa perkuliahan. Semoga kalian sukses di masa depan dan dapat memberikan manfaat atas ilmu yang telah didapat selama ini. Tidak lupa juga kepada

kucing-kucing saya Mickey, Roger, Siti, Owa, Momo, dan Moly yang senantiasa menjadi penghibur ketika sedih dan senang.

Teknik Kimia UII 2019, almamater tercinta, yang punya andil besar di dalam membentuk karakter pribadi menjadi lebih baik. Terimakasih sudah mengizinkan saya untuk menjadi bagian dari keluarga ini. Semoga kalian dapat meraih apa yang dicita-citakan. Aamiin.

(Yovy Ferdiansyah)

LEMBAR PERSEMBAHAN

Karya ini saya persembahkan kepada :

Bapak Muhammad Suropto, serta keluarga besar yang sudah selalu memberikan do'a, dorongan, motivasi, dan kasih sayang yang sangat luar biasa. Terima kasih telah berjuang dan berkorban begitu banyak untuk saya sehingga saya bisa berada di titik ini, terima kasih kepada sahabat seperjuangan Almira Belinda Ekaputri, Tiara Alifa Safrika S.H., dan Hermansyah Tri Cahyono S.T. yang selalu memberi dukungan dan menemani saya, lembar persembahan ini tidak akan pernah cukup untuk menggambarkan rasa terima kasih saya untuk mamah dan papah serta keluarga besar lainnya.

Kepada Ibu Dr. Diana, S.T., M.Sc. serta seluruh pengajar di Prodi Teknik Kimia Universitas Islam Indonesia, saya ucapkan terimakasih atas bantuan, waktu, ilmu, serta bimbingan selama ini sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir dengan baik.

Yovy Ferdiansyah sebagai partner terbaik di dalam semua kegiatan kuliah saya termasuk pra rancangan pabrik ini, yang selama ini bersabar dan terus berjuang dalam menyusun tugas akhir ini. Terima kasih atas waktu, ilmu, semangat dan dukungan selama ini. Semoga kita mendapatkan ilmu yang bermanfaat untuk diri sendiri maupun orang lain.

Untuk sobat uhuyy, trio anti lembaga fti, sekilas info jogja, dan sahabat – sahabat sekolah saya, terima kasih sudah selalu mendukung dan selalu mendengar keluh kesah, selalu ada di saat suka dan duka, selalu membantu selama menjalani

proses perkuliahan ini, sehingga saya dapat menjalani masa perkuliahan dengan baik dan menyenangkan. Terima kasih sudah selalu menjadi sumber kebaikan. Semoga kalian semua selalu bahagia. Semangat selalu dalam menjalani berbagai proses kehidupan menuju pendewasaan ini. Semoga kita diberikan ilmu yang bermanfaat dan sukses untuk ke depannya dan dipertemukan di waktu dan tempat terbaik.

Teknik Kimia UII 2019, almamater tercinta, yang punya andil besar di dalam membentuk karakter pribadi menjadi lebih baik. Terimakasih sudah mengizinkan saya untuk menjadi bagian dari keluarga ini. Semoga kalian dapat meraih apa yang dicita-citakan. Aamiin.

(Muhammad Rizky Adhitama)

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR.....	v
LEMBAR PERSEMBAHAN	vii
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
ABSTRAK	xix
ABSTRACT	xx
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Penentuan Kapasitas Perancangan Pabrik.....	2
1.2.1 Proyeksi Kebutuhan Asetonitril	2
1.2.2 Skala Produksi Pabrik Asetonitril	4
1.3 Tinjauan Pustaka.....	5
1.4 Tinjauan Termodinamika dan Kinetika	9
1.4.1 Tinjauan Termodinamika	9
1.4.2 Tinjauan Kinetika	11
BAB II.....	14
PERANCANGAN PRODUK	14
2.1 Spesifikasi Bahan Baku.....	14
2.2 Spesifikasi Produk.....	15
2.3 Pengendalian Kualitas	16
2.3.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku.....	16
2.3.2 Pengendalian Kualitas Proses	16
2.3.3 Pengendalian Kualitas Produk.....	19
BAB III	20
PERANCANGAN PROSES	20

3.1	Diagram Alir Proses dan Material	20
3.1.1	Diagram Alir Kualitatif	20
3.1.2	Diagram Alir Kuantitatif	21
3.2	Uraian Proses	22
3.2.1	Proses Persiapan Bahan Baku	22
3.2.2	Tahap Reaksi	23
3.2.3	Tahap Pemisahan dan Pemurnian Produk	23
3.3	Spesifikasi Alat	24
3.3.1	Spesifikasi Reaktor	24
3.3.2	Spesifikasi Alat Pemisah	25
3.3.3	Spesifikasi Expansionn Valve (3 buah)	29
3.3.4	Spesifikasi Alat Penyimpanan	31
3.3.5	Spesifikasi Alat Transportasi	34
3.3.5	Spesifikasi Alat Penukar Panas	39
3.4	Neraca Massa dan Neraca Panas	52
3.4.1	Neraca Massa Total	52
3.4.2	Neraca Massa Alat	53
3.4.3	Neraca Panas Total	55
3.4.4	Neraca Panas Alat	57
BAB IV		60
PERANCANGAN PABRIK		60
4.1	Lokasi Pabrik	60
4.1.1	Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik	61
4.1.2	Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik	63
4.2	Tata Letak Pabrik	65
4.3	Tata Letak Mesin/Alat Proses	68
4.4	Organisasi Perusahaan	70
4.4.1	Bentuk Perusahaan	70
4.4.2	Struktur Organisasi	71
4.4.3	Tugas dan Wewenang	73
4.4.4	Status, Penggolongan Jabatan, Jumlah dan Gaji Karyawan	79
4.4.5	Pembagian Jam Kerja Karyawan	83

4.4.6	Ketenagakerjaan.....	85
BAB V.....		88
UTILITAS.....		88
5.1	Unit Penyediaan dan Pengolahan Air.....	91
5.2	Unit Pembangkit Steam.....	94
5.3	Unit Pembangkit Listrik (<i>Power Plant System</i>).....	95
5.4	Unit Penyediaan Udara Tekan.....	98
5.5	Unit Penyediaan Bahan Bakar.....	98
5.6	Unit Pengolahan Limbah.....	98
5.7	Spesifikasi Alat Utilitas.....	99
5.7.1	Perancangan Pengolahan Air.....	99
5.7.2	Pengolahan Air Sanitasi.....	106
5.7.3	Pengolahan Air Pendingin.....	109
5.7.4	Pengolahan Air <i>Steam</i>	111
5.7.5	Pengolahan Air <i>Service</i>	115
5.7.6	Pompa Utilitas.....	117
BAB VI.....		127
EVALUASI EKONOMI.....		127
7.1	Evaluasi Ekonomi.....	127
7.2	Penaksiran Harga Peralatan.....	129
7.3	Perhitungan Biaya.....	131
7.4	Analisa Resiko Pabrik.....	136
7.5	Analisa Kelayakan.....	136
BAB VII.....		144
PENUTUP.....		144
7.1	Kesimpulan.....	144
7.2	Saran.....	145
DAFTAR PUSTAKA.....		146
LAMPIRAN REAKTOR.....		149
LAMPIRAN-3.....		166

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Data Impor Asetonitril di Indonesia	2
Tabel 1. 2 Data Produsen Asetonitril di Dunia.....	4
Tabel 1. 3 Perbandingan reaksi pembentukan asetonitril.....	8
Tabel 1. 4 Harga ΔH_f° Masing-Masing Komponen	9
Tabel 2. 1 Spesifikasi Bahan Baku.....	14
Tabel 2. 2 Spesifikasi katalis	15
Tabel 2. 3 Spesifikasi Produk.....	15
Tabel 3. 1 Spesifikasi Reaktor.....	24
Tabel 3. 2 Spesifikasi Separator-01	25
Tabel 3. 3 Spesifikasi Separator-02.....	26
Tabel 3. 4 Spesifikasi Separator-03.....	27
Tabel 3. 5 Spesifikasi Menara Distilasi.....	28
Tabel 3. 6 Spesifikasi Expansion Valve 1	29
Tabel 3. 7 Spesifikasi Expansion Valve 2	30
Tabel 3. 8 Spesifikasi Tangki Penyimpanan Bahan Baku.....	31
Tabel 3. 9 Spesifikasi Tangki Penyimpanan Produk	32
Tabel 3. 10 Spesifikasi Accumulator.....	33
Tabel 3. 11 Spesifikasi Pompa	34
Tabel 3. 12 Spesifikasi Pompa Lanjutan	36
Tabel 3. 13 Spesifikasi Blower.....	38
Tabel 3. 14 Spesifikasi Vaporizer 01	39
Tabel 3. 15 Spesifikasi Vaporizer 02.....	40
Tabel 3. 16 Spesifikasi Heat Exchanger 01.....	41
Tabel 3. 17 Spesifikasi Heat Exchanger 02.....	42
Tabel 3. 18 Spesifikasi Cooler 01	45
Tabel 3. 19 Spesifikasi Cooler 02	46
Tabel 3. 20 Spesifikasi Cooler 03	47
Tabel 3. 21 Spesifikasi Cooler 04	48
Tabel 3. 22 Spesifikasi Condensor Partial (CDP)	49
Tabel 3. 23 Spesifikasi Condensor-01	50
Tabel 3. 24 Spesifikasi Reboiler-01	51
Tabel 3. 25 Neraca Massa Total	52
Tabel 3. 26 Neraca Massa Vaporizer-01.....	53
Tabel 3. 27 Neraca Massa Vaporizer-02.....	53
Tabel 3. 28 Neraca Massa Separator-01	53
Tabel 3. 29 Neraca Massa di Reaktor.....	54
Tabel 3. 30 Neraca Massa Menara Distilasi.....	55
Tabel 3. 31 Neraca Massa Condensor Partial.....	55
Tabel 3. 32 Neraca Panas Total	55
Tabel 3. 33 Neraca Panas di Heater-01	57
Tabel 3. 34 Neraca Panas di Heater-02	57

Tabel 3. 35 Neraca Panas di Reaktor	57
Tabel 3. 36 Neraca Panas di Reboiler	58
Tabel 3. 37 Neraca Panas di Vaporizer-01	58
Tabel 3. 38 Neraca Panas di Vaporizer-02	58
Tabel 3. 39 Neraca Panas di Menara Destilasi	58
Tabel 4. 1 Perincian Luas Tanah Pabrik Asetonitrile	66
Tabel 4. 2 Jumlah dan Gaji Karyawan	81
Tabel 4. 3 Pembagian Shift Karyawan	84
Tabel 5. 1 Kebutuhan Air Domestik	92
Tabel 5. 2 Kebutuhan Air Pendingin	92
Tabel 5. 3 Kebutuhan Steam	93
Tabel 5. 4 Kebutuhan Listrik Alat Proses	96
Tabel 5. 5 Kebutuhan Listrik Utilitas	96
Tabel 5. 6 Kebutuhan Listrik Total	97
Tabel 5. 7 Spesifikasi Screening	99
Tabel 5. 8 Spesifikasi Bak Pengendapan Awal	100
Tabel 5. 9 Bak Penggumpal	101
Tabel 5. 10 Spesifikasi Tangki Larutan Alum	102
Tabel 5. 11 Spesifikasi Bak Pengendapan I	102
Tabel 5. 12 Spesifikasi Bak Pengendapan II	103
Tabel 5. 13 Spesifikasi Sand Filter	104
Tabel 5. 14 Spesifikasi Bak Penampungan Sementara	105
Tabel 5. 15 Spesifikasi Tangki Klorinasi	106
Tabel 5. 16 Spesifikasi Tangki Kaporit	107
Tabel 5. 17 Spesifikasi Tangki Air Bersih	108
Tabel 5. 18 Spesifikasi Bak Pendingin 1	109
Tabel 5. 19 Spesifikasi Cooling Tower-01	110
Tabel 5. 20 Spesifikasi Blower Cooling Tower-01	111
Tabel 5. 21 Spesifikasi Mixed Bed	111
Tabel 5. 22 Spesifikasi Tangki NaCl	112
Tabel 5. 23 Spesifikasi Tangki NaOH	113
Tabel 5. 24 Spesifikasi Tangki Demin	113
Tabel 5. 25 Spesifikasi Dearator	114
Tabel 5. 26 Spesifikasi Tangki N ₂ H ₄	115
Tabel 5. 27 Spesifikasi Tangki Service	115
Tabel 5. 28 Spesifikasi Pompa Utilitas	117
Tabel 6. 1 Chemical Engineering Plant Cost Index (CEPCI)	129
Tabel 6. 2 Physical Plant Cost (PPC)	132
Tabel 6. 3 Direct Plant Cost (DPC)	132
Tabel 6. 4 Fixed Capital Investment (FCI)	133
Tabel 6. 5 Working Capital Investment	133
Tabel 6. 6 Direct Manufacturing Cost	134
Tabel 6. 7 Indirect Manufacturing Cost	134

Tabel 6. 8 Fixed Manufacturing Cost (FMC).....	135
Tabel 6. 9 Manufacturing Cost (MC).....	135
Tabel 6. 10 General Expense.....	135
Tabel 6. 11 Total Production Cost	136
Tabel 6. 12 Fixed Cost (Fa).....	139
Tabel 6. 13 Regulated Cost (Ra)	140
Tabel 6. 14 Variable Cost (Va)	140
Tabel 6. 15 Annual Sales Value (Sa)	140

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Grafik Perkembangan Impor Asetonitril	3
Gambar 3. 1 Diagram Alir Kualitatif	20
Gambar 3. 2 Diagram Alir Kuantitatif	21
Gambar 4. 1 Peta Rencana Lokasi Pabrik Asetonitril	60
Gambar 4. 2 Denah Tata Letak Pabrik Asetonitril	68
Gambar 4. 3 Denah Tata Letak Proses Pabrik Asetonitril.....	70
Gambar 5. 1 Tata Letak Utilitas Pabrik Asetonitril.....	89
Gambar 6. 1 Grafik Kelayakan Ekonomi.....	143

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN-1	129
LAMPIRAN-2	143
LAMPIRAN-3	144

ABSTRAK

Asetonitril adalah senyawa cair tidak berwarna dengan rumus kimia CH_3CN . Senyawa ini merupakan produk samping dari sintesis akrilonitril. Dalam industri, asetonitril digunakan sebagai pelarut ataupun bahan *intermediate* dalam industri farmasi, kimia, agrokimia, petroleum, dan analitikal. Perkembangan Industri 4.0 mendorong Indonesia untuk melakukan pembangunan di berbagai sektor, termasuk Industri Kimia. Pembangunan sektor industri kimia untuk mengurangi ketergantungan terhadap impor bahan baku dari luar negeri. Untuk mencapai hal ini, Indonesia telah melakukan pembangunan di sektor industri, seperti Industri Kimia, Farmasi, dan Tekstil (IKTF). Untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, dirancang pabrik Asetonitrile dengan kapasitas 20.000 ton per tahun. Proses pembuatan asetonitril berbahan baku asam asetat dan amonia dengan katalis gamma allumina. Asetonitrile diproses di dalam Reaktor Fixed Bed Multitube pada suhu 300°C dengan tekanan 5 atm yang berlangsung dalam fase gas, untuk mendapatkan produk asetonitril dengan kemurnian 95%. Dalam proses pembuatan asetonitril dibutuhkan bahan baku asam asetat sebanyak 2525,2525 Kg/Jam dan etanol sebanyak 2146.4646 Kg/Jam . Dalam proses produksi, pabrik ini membutuhkan setidaknya 109.992,3401 ton/tahun air pendingin, 832,1921 ton/tahun steam, kebutuhan listrik sebesar 176,7570 kW, dan bahan bakar solar sebesar 117,52521 L/Jam. Didapatkan hasil analisis bahwa pabrik asetonitril ini memiliki resiko yang rendah (low risk) didapatkan nilai ROI minimal sebesar 45,84%, nilai POT maksimal 2 tahun, dan BEP sebesar 40-60%. Kebutuhan modal tetap terhitung sebesar Rp348.083.108.627 dengan modal kerja sebesar Rp334.564.479.372, hasil perhitungan menunjukkan nilai ROI sebelum pajak sebesar 27,15 % dan setelah pajak sebesar 21,72%, nilai POT sebelum pajak sebesar 2,7 tahun dan setelah pajak sebesar 3,2 tahun dengan nilai BEP sebesar 54,23 %, nilai SDP sebesar 32,32 %, dan nilai DCFRR sebesar 19,02 %. Berdasarkan hasil analisis evaluasi ekonomi yang telah diperhitungkan, dapat disimpulkan bahwa perancangan pabrik asetonitril secara ekonomi dapat dikaji lebih lanjut dan layak untuk didirikan.

Kata Kunci : Asam Asetat, Asetonitril, Amonia, Reaktor fixed bed multitube

ABSTRACT

Acetonitrile is a colorless liquid compound with the chemical formula CH_3CN . This compound is a by-product of the synthesis of acrylonitrile. In industry, acetonitrile is used as a solvent or intermediate in the pharmaceutical, chemical, agrochemical, petroleum and analytical industries. The development of Industry 4.0 encourages Indonesia to carry out development in various sectors, including the Chemical Industry. Development of the chemical industry sector to reduce dependence on imported raw materials from abroad. To achieve this, Indonesia has carried out development in the industrial sector, such as the Chemical, Pharmaceutical and Textile Industry (IKTF). To meet domestic needs, and acetonitrile factory has been designed with a capacity of 20,000 tons per year. The process of making ethyl acetate from acetic acid and ammonia as raw materials with a gamma alumina catalyst. Acetonitrile is processed in a Fixed Bed Multitube Reactor at a temperature of 300°C with a pressure of 5 atm which takes place in the gas phase, to obtain an ethyl acetate product with a purity of 96%. In the process of making ethyl acetate, the raw materials required are 2525.2525 kg/hour of acetic acid and 2146.4646 kg/hour of ethanol. In the production process, this factory requires at least 109,992.3401 tons/year of cooling water, 832.1921 tons/year of steam, electricity needs of 176.7570 kW, and diesel fuel of 117.52521 L/hour. This ethyl acetate has a low risk (low risk), with a minimum ROI value of 45.84%, a maximum POT value of 2 years, and a BEP of 40-60%. The calculated fixed capital requirement is IDR 348,083,108,627 with working capital of IDR 334.564.479.372, the calculation results show the ROI value before tax is 27,15% and after tax is 21,72%, the POT value before tax is 2,7 years and after tax of 3,2 years with a BEP value of 54,23%, an SDP value of 32,32%, and a DCFRR value of 19,02%. Based on the results of the calculated economic evaluation analysis, it can be concluded that the design of the ethyl acetate factory can be studied economically further and is feasible to establish.

Keywords : *Acetic Acid, Acetonitrile, Ammonia, Fixed Bed Multitube Reactore*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan Industri 4.0 mendorong Indonesia untuk melakukan pembangunan di berbagai sektor, termasuk Industri Kimia. Tujuan utama pembangunan sektor industri kimia untuk mengurangi ketergantungan terhadap impor bahan baku dari luar negeri. Untuk mencapai hal ini, Indonesia telah melakukan pembangunan di sektor industri, seperti Industri Kimia, Farmasi, dan Tekstil (IKTF). IKTF ini telah berhasil meningkatkan nilai ekspor yang mencapai USD 3.99 miliar pada tahun 2020 (kemenperin, 2021). Dengan pertumbuhan industri yang cepat, sektor IKTF memiliki potensi untuk menjadi kategori High Demand. Namun, untuk mendukung pembangunan IKTF, pasokan bahan baku dasar seperti asetonitril juga harus tersedia.

Asetonitril adalah senyawa cair tidak berwarna dengan rumus kimia CH_3CN . Senyawa ini merupakan produk samping dari sintesis akrilonitril. Dalam industri, asetonitril digunakan sebagai pelarut ataupun bahan intermediate dalam industri farmasi, kimia, agrokimia, petroleum, dan analitikal (Markets and Markets, 2017). Penggunaan asetonitril dalam industri farmasi dan kimia meliputi sebagai pelarut polar dalam sintesis vitamin A dan B1, kortison, asam amino, pemurnian butadiena, dan ekstraksi bahan organik (seperti asam lemak dari minyak hewani dan nabati)(International Chemical Tradeasia, 2021). Asetonitril juga sering digunakan sebagai pelarut media-polaritas yang larut dengan air serta pelarut organik di laboratorium.

Permintaan akan asetonitril di Indonesia terus meningkat secara signifikan dari tahun ke tahun. Saat ini, Indonesia belum memiliki pabrik asetonitril yang beroperasi, sehingga perlu membangun pabrik asetonitril di dalam negeri. Pendirian pabrik ini di Indonesia memiliki manfaat seperti pengurangan biaya produksi, penciptaan lapangan kerja, memenuhi kebutuhan asetonitril dalam negeri, serta memenuhi kebutuhan luar negeri, yang pada akhirnya dapat meningkatkan pendapatan devisa negara.

1.2 Penentuan Kapasitas Perancangan Pabrik

Penentuan dari kapasitas perancangan pabrik perlu mempertimbangkan beberapa hal, diantaranya :

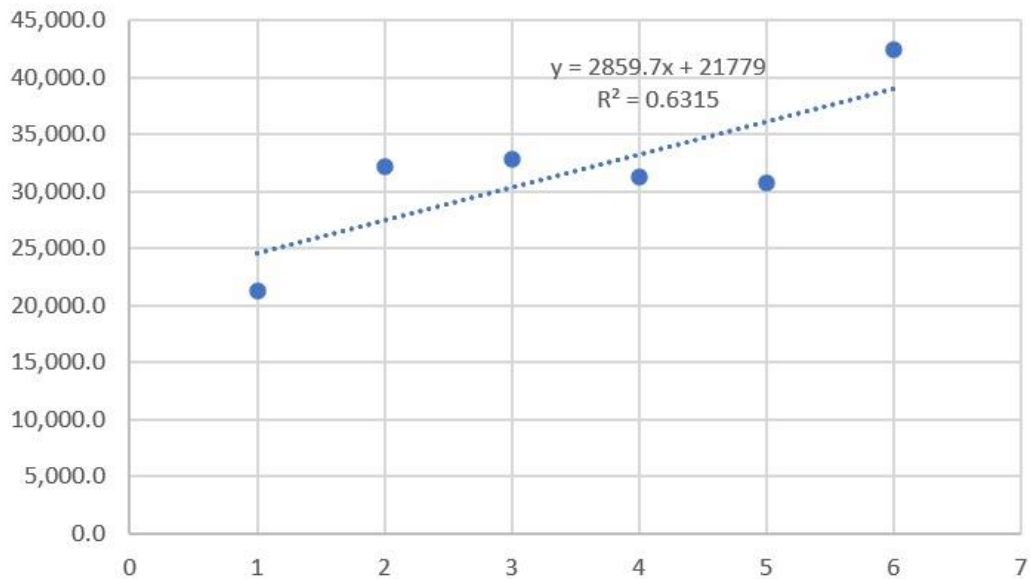
1.2.1 Proyeksi Kebutuhan Asetonitril

Kebutuhan akan asetonitril dalam negeri masih bergantung dari luar negeri, seperti dari negara Jepang, Cina, dan Jerman, serta kebutuhannya semakin meningkat dari tahun ke tahun berdasarkan data Badan Pusat Statistik nasional. Hal ini dapat ditinjau dari Tabel 1.1

Tabel 1. 1 Data Impor Asetonitril di Indonesia

Tahun ke-	Tahun	Jumlah Impor (ton/tahun)
1	2016	21.303,3
2	2017	32.138,7
3	2018	32.838,3
4	2019	31.213,1
5	2020	30.766,0
6	2021	42.469,4

(Sumber : Badan Pusat Statistik)



Gambar 1. 1 Grafik Perkembangan Impor Asetonitril

Dari data impor asetonitril yang tersedia, kebutuhan impor asetonitril dari tahun 2016-2022 mengalami peningkatan, sehingga dapat diperkirakan jika kebutuhan asetonitril di Indonesia semakin meningkat. Kemudian dapat diperkirakan kebutuhan impor asetonitril pada tahun 2027 mendatang dengan perhitungan berikut :

$$y = 2858,7 x + 21.779 \text{ ton/tahun} \quad \dots (1)$$

Dengan

$$x = \text{Tahun ke-}x$$

$$y = \text{Kebutuhan produk pada tahun ke-}x \text{ (ton/tahun)}$$

Sehingga, Tahun 2027 (tahun ke-12)

$$y = 2858,7 (12) + 21.779$$

= 56.095,4 ton/tahun

Dapat disimpulkan bahwa perkiraan impor asetonitril pada tahun 2027 sebesar 56.095,4 ton.

1.2.2 Skala Produksi Pabrik Asetonitril

Penggunaan terbesar asetonitril terdapat pada bidang farmasi dan analitikal (Markets and Markets, 2017). Pada tahun 2017-2022 konsumsi asetonitril pada industri farmasi dan analitikal mencapai 1578.518 ton/tahun dengan perkiraan tingkat konsumsi tahunan majemuk (*compound annual growth rate*, CAGR) tertinggi dari tahun 2017-2022 sebesar 7%. Penentuan kapasitas pabrik dapat dihitung dari jumlah konsumsi asetonitril tahun 2017-2022 pada industri farmasi dan analitikal dikalikan dengan tingkat pertumbuhan maka didapat nilai konsumsi asetonitril pertahun sebesar 22.550,26 ton/tahun. Beberapa produsen asetonitril di dunia disajikan dalam Tabel 1.2

Tabel 1. 2 Data Produsen Asetonitril di Dunia

Perusahaan	Kapasitas (ton/tahun)
Asahi Kasei Chemical, Jepang	14.000
Asahi Kasei Chemical, Korea	11.000
Sinopec Anqing Petrochemical Company. Cina	8.700
Sinopec Qilu Petrochemical Company	4.200
Daqing Huake Co., Ltd	3.000
Shanghai Petrochemical Co., Ltd	4.000

Dilihat dari jumlah konsumsi asetronitril di Indonesia dan pabrik yang sudah berdiri di dunia, kapasitas pabrik yang akan dibangun memiliki kapasitas 20.000 ton/tahun. Kapasitas produksi yang telah ditentukan memiliki beberapa pertimbangan, yaitu :

1. Kebutuhan asetronitril di Indonesia sebagai bahan baku masih bergantung pada impor dari negara lain.
2. Belum adanya pabrik asetronitril yang berdiri di Indonesia dan menyuplai sebagian kebutuhan asetronitril pada industri farmasi dan analitikal.
3. Dengan adanya pabrik asetronitril ini dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri dan dapat di ekspor ke negara lain. Selain itu dapat menambah lowongan pekerjaan bagi rakyat Indonesia.

1.3 Tinjauan Pustaka

Nitril adalah senyawa organik umum, yang ditandai dengan adanya satu atau lebih gugus fungsi nitril, yang terdiri dari atom karbon yang dihubungkan dengan ikatan rangkap tiga dengan atom nitrogen, yang dapat menghasilkan senyawa polar dengan konstanta dielektrik yang tinggi (Sorokin DY, dkk., 2007). Meskipun lebih sering ditemukan dalam senyawa organik, gugus fungsi ini juga terdapat dalam beberapa senyawa anorganik, seperti sianida. Fungsi yang terkait secara struktural termasuk isonitril, sianat, dan tiosianat. Nitril adalah senyawa serbaguna dengan aplikasi di berbagai bidang kimia. Banyak nitril digunakan dalam kimia organik, termasuk sebagai pelarut dan sinton.

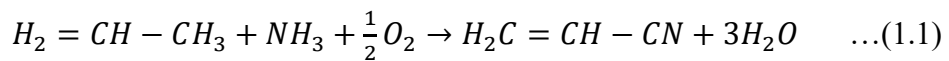
Asetonitril adalah senyawa turunan asam karboksilat yang termasuk golongan racun (Pollak et al, 1991). Senyawa kimia dengan rumus C_2H_3N atau C_2H_3N dan merupakan senyawa organik yang mudah menguap. Asetonitril juga disebut Sianometana atau Metana Karbonitril. Nama IUPAC-nya adalah Acetonitrile. Senyawa ini termasuk ke dalam keluarga nitril yang merupakan hidrogen sianida di mana hidrogen (H) digantikan oleh gugus metil ($-CH_3$). Asetonitril adalah cairan jernih, yang sama sekali tidak berwarna dan memiliki bau aromatik dan memiliki sifat mudah terbakar. Dibandingkan dengan air, ia lebih tidak padat daripada air. Jika dibandingkan dengan udara, uapnya lebih padat. Asetonitril mudah larut dalam air dan memiliki rasa yang manis.

Reaksi kimia asetonitril yang difokuskan pada gugus nitril, atau $-CN$. Asetonitril dapat digunakan untuk membuat amina, amida, amidin, asam karboksilat dan ester, aldehida, keton, imina, heterosiklik, orthoester dan senyawa lainnya (Fessenden, 1989). Namun, di industri asetonitril digunakan sebagai pelarut. Sebagai polar yang sangat baik bagi pelarut aprotik, dengan momen dipol tinggi dan konstanta dielektrik, asetonitril sangat ideal untuk analisis kimia, pemurnian ekstraktif dan reaksi organik dan biokimia. Sebagai contoh, asetonitril digunakan sebagai pelarut dalam produksi insulin dan antibiotik dan sebagai bahan baku dalam produksi pestisida alami. Dalam pembuatan asetonitril terdapat beberapa cara pembuatan yang dapat dilakukan, antara lain :

1. Produk samping dari akritonitril(Sophio Proses)

Proses ini dimulai di Amerika pada tahun 1940. Perbandingan Asetonitril dengan akritonitril yang dihasilkan adalah 3:100. Pada proses ini metil

yang bermata rantai tidak jenuh pada hidrokarbon dioksidasi pada temperatur 600°C. Asetonitril yang dihasilkan produk samping. Reaksinya adalah sebagai berikut :

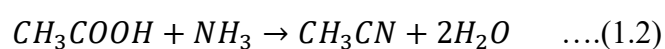


(Nexant, Inc., 2006)

Katalis yang digunakan adalah TiO₂. Metoda ini menghasilkan akritonitril sebagai produk utama dengan kemurnian 99.5%. Sedangkan Asetonitril sebagai produk samping dihasilkan dengan kemurnian 42-43% sehingga untuk memperoleh asetonitril dengan kemurnian yang tinggi diperlukan proses pemurnian. Hasil pemurniannya diperoleh asetonitril dengan kemurnian 80-89%. Dikarenakan Asetonitril yang dihasilkan pada metoda ini kemurniannya rendah. sehingga digunakan hanya sebagai bahan bakar. Metoda ini banyak di tinggalkan karena asetonitril yang dihasilkan kecil, sedangkan acrylonitril besar. Namun bagaimanapun juga, metoda ini sebagai langkah awal perkembangan proses asetonitril.

2. Amoniasi Asam Asetat

Proses ini dikembangkan oleh Max Statman dan Hugh J Mayer tahun 1961 di Amerika Serikat. Pada proses ini, bahan baku asam asetat dan amonia direaksikan didalam fix bed multi tube reaktor pada temperatur 300-700°C. Tekanan 5 atmosfer, menggunakan katalis γ - alumina. Reaksinya :



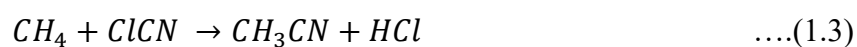
(Longmans Inc, 1983)

3. Proses Metanasi Cyanogen Klorida

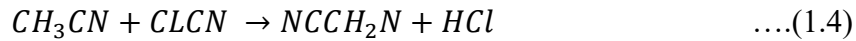
Proses ini dilakukan dengan cara “kontinyu proses”, dimana waktu tinggal dalam reaktor relatif pendek. Kondisi operasi yang digunakan adalah dalam fasa uap pada 850°C, dengan tekanan 1 atm. Reaksinya adalah sebagai berikut:

Tabel 1. 3 Perbandingan reaksi pembentukan asetonitril

Proses	Proses Sohio	Proses Amoniasi Asam Asetat	Proses Metanasi Cyanogen Klroida
Bahan baku	Propilen	Asam asetat dan Amonia	Metana cyanogen klorida
Kondisi operasi			
- Suhu	600°C	300°C	850°C
- Tekanan	1 atm	5 atm	1 atm
Katalis yang digunakan	TiO_2	$\gamma - alumina$	-
Konvesi	-	95%	65%
Yield	-	94%	80%
Kemurnian	42-43%	99,9%	85%
Produk utama	Akrlonitril	Asetonitril	Asetonitril
Produk samping	Asetonitril	Air	Malononitrile



Pada proses ini dihasilkan malononitrile sebagai produk samping



Dari ketiga proses diatas dibuat tabel perbandingan.

(Mulyo Sri, 2008)

Dalam pembuatan asetonitril ini dipilih proses amoniasi asam asetat dengan katalis

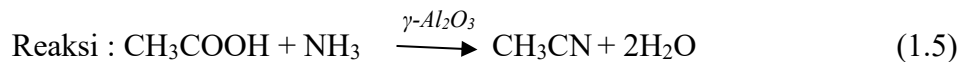
γ – *alumina* , dengan pertimbangan sebagai berikut:

- Bahan baku mudah didapat dan murah
- Suhu operasi lebih rendah disbanding proses lainnya
- Kemurnian yang dihasilkan lebih tinggi
- Katalis γ – *alumina* berbentuk butiran padat dan tidak terbawa dalam produk, sehingga proses pemurnian lebih mudah.

1.4 Tinjauan Termodinamika dan Kinetika

1.4.1 Tinjauan Termodinamika

Tinjauan termodinamika dilakukan untuk mengetahui reaksi yang terjadi pada pembuatan asetonitril bersifat endotermis atau eksotermis dengan melakukan perhitungan panas standar (ΔH_f°) pada suhu 298 K



Harga ΔH_f° masing-masing komponen pada suhu 298 K dapat dilihat pada tabel

1.4 sebagai berikut :

Tabel 1. 4 Harga ΔH_f° Masing-Masing Komponen

Komponen	Harga ΔH_f° (kJ/mol)
Asam Asetat (CH ₃ COOH)	-434,84
Amoniak (NH ₃)	-45,90

Asetonitrile (CH ₃ CN)	87,86
Air (H ₂ O)	-240,56

(Sumber : Yaws, 1990 hal. 288)

Setelah menghitung nilai ΔH_f° pada masing-masing komponen, kemudian dihitung nilai entalpi pada keseluruhan.

- Entalpi keseluruhan (ΔH_r°) :

$$\Delta H_{r(298)}^\circ = \Delta H_f^\circ \text{ produk} - \Delta H_f^\circ \text{ reaktan}$$

$$\Delta H_{r(298)}^\circ = [\Delta H_f^\circ(\text{CH}_3\text{CN}) + \Delta H_f^\circ(2\text{H}_2\text{O})] - [\Delta H_f^\circ(\text{CH}_3\text{COOH}) + \Delta H_f^\circ(\text{NH}_3)]$$

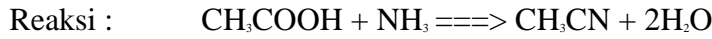
$$\Delta H_{r(298)}^\circ = [(87,86) + (-240,56)] - [(-434,84) + (-45,90)] \text{ (kJ/mol)}$$

$$\Delta H_{r(298)}^\circ = 85 \text{ kJ/mol} = -85.000 \text{ J/mol}$$

Maka nilai entalpi keseluruhan pada pembuatan asetonitrile dari asam asetat dan ammonia yaitu 85 kJ/mol, sehingga sifat reaksinya endotermis.

1.4.2 Tinjauan Kinetika

Menentukan Konstanta Kecepatan Reaksi



Reaksi diatas dapat disederhanakan menjadi
$$A+B \rightarrow C+D$$

Diketahui

Mol asam asetat = 42,02 Kmol/Jam

Mol Total = 168,35 Kmol/Jam

Waktu tinggal = 1,1 detik

Perbandingan bahan = 1:3

Mencari Nilai Kinetika

Persamaan kecepatan reaksinya dapat ditulis sebagai berikut:

$$-r_A = -\frac{1}{V} \frac{dN_A}{dT} = k \cdot C_A \dots \dots \dots (14)$$

Dimana $-r_A$ dapat juga ditulis dengan $\int \frac{-dC_A}{C_A}$ sehingga dapat ditulis sebagai

berikut:

$$\frac{-dC_A}{C_A} = k \cdot C_A \dots \dots \dots (15)$$

Sehingga:

$$\int \frac{-dC_A}{C_A} = k \int dt$$

$$\ln C_A = -k \cdot t$$

Sedangkan untuk mendapatkan nilai C_A dapat dicari sebagai berikut:

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T \dots \dots \dots (16)$$

Sehingga :

$$\frac{n}{V} = \frac{P}{R \cdot T}$$

$$C_A = \frac{P_A}{R \cdot T}$$

$$P_A = Y_A \cdot P$$

$$= \frac{n_A}{n_T} \cdot P$$

$$C_A = \frac{n_A}{n_T} \cdot \frac{P}{R \cdot T}$$

$$n_A = n_{A0}(1 - X_A)$$

Untuk suhu 300 C diperoleh nilai k sebagai berikut :

$$C_A = \frac{42,08 (1 - 0,98)}{168,35} \times \frac{5}{0,0821 \times 573}$$

$$C_A = 0,00156$$

$$\ln(0,00156) = -k \cdot 1,1$$

$$k = 5,89$$

Untuk suhu 320 C diperoleh nilai k sebagai berikut :

$$C_A = \frac{42,08 (1 - 0,98)}{168,35} \times \frac{5}{0,0821 \times 593}$$

$$C_A = 0,00133$$

$$\ln(0,00133) = -k \cdot 1,1$$

$$k = 6,20$$

Dengan persamaan Arrhenius dan Regresi linear didapat :

	X	Y
$\frac{1}{T_1}, \frac{1}{T_2}$	0,00174	0,00168
K_1, K_2	1,1774	1,1948

$$y = 1,7931 \cdot x - 1,7914$$

Dengan harga konstanta kecepatan reaksi (k) dan factor tumbukan A adalah:

$$k = A \cdot \exp\left(-\frac{E}{RT}\right) \dots \dots \dots (15)$$

Sehingga:

$$\ln k = \ln A - \frac{E}{R} \cdot \frac{1}{T}$$

dari persamaan diatas dapat disederhanakan menjadi

$$a + bx$$

Dimana :

$$\ln A = \ln(1,7931)$$

$$A = 0,5840$$

$$E = 1,7914$$

Maka :

$$k = 0,5840 \cdot \exp\left(\frac{-1,7931}{8,314 \cdot 573}\right)$$

$$k = 0,58088$$

BAB II
PERANCANGAN PRODUK

2.1 Spesifikasi Bahan Baku

Tabel 2. 1 Spesifikasi Bahan Baku

Spesifikasi	Bahan Baku (1atm)	
	Asam Asetat	Amonia
Rumus Kimia	CH ₃ COOH	NH ₃
Berat Molekul, g/mol	60,5	17,03
Wujud	Cairan	Cairan
Warna	Tidak Berwarna	Tidak Berwarna
Densitas, kg/m³ (25°C)	1.040	0,602
Titik Lebur, °C	16,64	-57,5
Titik Didih, °C	118	-77.73
Temperatur Kritis, °C	319,56	132,4
Kemurnian, %	99	99
Kelarutan	602,9 g/l pada 25°C pada 1.1013 hPa	larut pada suhu 0°C atau suhu rendah pada 1 atm
Viskositas (25°C) (cp)	1.132	0,135

Sumber : MSDS LabChem, 2012

Tabel 2. 2 Spesifikasi Katalis

Spesifikasi	Katalis
	Gamma Allumina
Rumus Molekul	$\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$
Berat Molekul (g/mol)	101,96
Densitas (g/m^3)	3,970
pH @ 20°C	9,4 – 10,1
Titik Leleh (°C)	Cairan

Fisher Scientific, 2020

2.2 Spesifikasi Produk

Tabel 2. 3 Spesifikasi Produk

Spesifikasi	Produk
	Asetonitril (1 atm)
Rumus	CH_3N
Berat	41,05
Wujud	Cairan
Warna	Tidak Berwarna
Densitas,	0,779
Titik	-45,7
Titik Didih,	81,6
Kemurnian,	99,5
Kelarutan	1.000 g/l pada 25°C
Viskositas (0,347

Sumber : MSDS LabChem, 2012

2.3 Pengendalian Kualitas

2.3.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Bahan baku sangat berpengaruh terhadap kualitas produk, pengendalian kualitas dari bahan baku dimaksudkan untuk mengetahui apakah bahan baku tersebut memenuhi spesifikasi yang ada dikarenakan kualitas bahan baku menjadi hal yang sangat penting di dalam industri. Pengaruh kualitas bahan baku yang digunakan untuk proses produksi akan mempengaruhi kualitas produk akhir, oleh karena itu karakteristik bahan baku yang digunakan menjadi sangat penting dalam proses produksi, sehingga perlu dilakukan pengujian terhadap kualitas bahan baku yang berupa asam asetat dan amonia dengan tujuan agar bahan yang digunakan dapat diproses di dalam pabrik dan sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan. Tujuan pengujian ini dilakukan agar bahan baku yang digunakan sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan di dalam desain produksi. Proses pengujian ini dilakukan dengan cara menganalisa bahan baku dan bahan pembantu secara 2 metode, yaitu kualitatif dan kuantitatif.

2.3.2 Pengendalian Kualitas Proses

Pengendalian kualitas pada proses produksi bertujuan untuk menjaga produk yang dihasilkan. Pengendalian kualitas pada proses dapat ditinjau dari pengawasan bahan baku dan bahan pembantu, serta alat-alat yang digunakan dalam proses produksi. Pengawasan dan pengendalian kualitas terhadap jalannya operasi dilakukan dengan alat pengendalian yang terdapat pada ruang pengawasan (*control room*), pengawasan dilakukan secara otomatis menggunakan indikator. Apabila terjadi penyimpangan pada proses, maka sinyal atau tanda atau nyala lampu atau

bunyi alarm dan sebagainya yang menyala, maka hal tersebut dapat mengindikasikan terjadinya penyimpangan pada indikator yang telah ditetapkan dan diatur baik dari *flow rate* bahan baku atau produk, *level control*, dan *temperature control*.

Pengawasan yang dikontrol oleh alat ini berupa pengontrolan atau pengawasan terhadap kondisi operasi baik dari segi temperatur, aliran, dan sistem kontrol. Alat kontrol yang harus di atur pada kondisi tertentu yaitu antara lain:

1. Alat Sistem Kontrol, terbagi dalam :
 - a. *Sensor*, digunakan untuk mengidentifikasi variabel-variabel proses. Alat yang digunakan meliputi manometer untuk sensor aliran fluida, tekanan, dan level serta *thermocouple* sebagai sensor suhu.
 - b. *Controller* dan Indikator merupakan alat untuk pengawasan dan pengendalian jalannya proses produksi yang biasanya dikendalikan pada *control room* atau ruang pengawasan, dapat dilakukan secara *automatic control* maupun secara manual dengan bantuan indikator.

Adapun alat kontrol yang digunakan antara lain :

- 1) *Temperature Control* (TC)

Temperature control merupakan alat kontrol yang dipasang untuk mengontrol suhu di dalam alat proses.

Apabila suhu yang ditentukan tidak sesuai maka akan

menimbulkan masalah dan timbul tanda berupa suara atau nyala lampu.

2) *Pressure Control (PC)*

Pressure control merupakan alat kontrol yang dipasang untuk mengontrol tekanan pada sistem terutama proses yang memerlukan tekanan diatas tekanan atmosfer. *Control valve* dihubungkan dengan saklar yang mana jika tekanan pada suatu proses naik lebih dari *set point* maka saklar akan aktif dan mematikan *control valve*.

3) *Flow Control (FC)*

Flow control merupakan alat kontrol yang digunakan untuk mengontrol kecepatan aliran fluida. Alat ini dipasang pada aliran bahan baku, aliran masuk, dan aliran keluar proses.

4) *Level Control (LC)*

Level control merupakan alat kontrol yang berfungsi untuk mengontrol ketinggian (*level*) larutan pada suatu tangki atau alat proses.

- c. *Actuator*, digunakan untuk memanipulasi agar variabelnya sama dengan *variable controller*. Alat yang digunakan adalah *automatic control valve* dan *manual control valve*.

2. Aliran Sistem Kontrol, terbagi dalam :
 - a. Aliran pneumatis atau aliran udara tekan digunakan untuk *valve* dari *controller* ke *actuator*.
 - b. Aliran listrik atau elektrik digunakan untuk suhu dari sensor ke *controller*.
 - c. Aliran mekanik atau aliran gerakan/perpindahan *level* digunakan untuk *flow* dari sensor ke *controller*.

2.3.3 Pengendalian Kualitas Produk

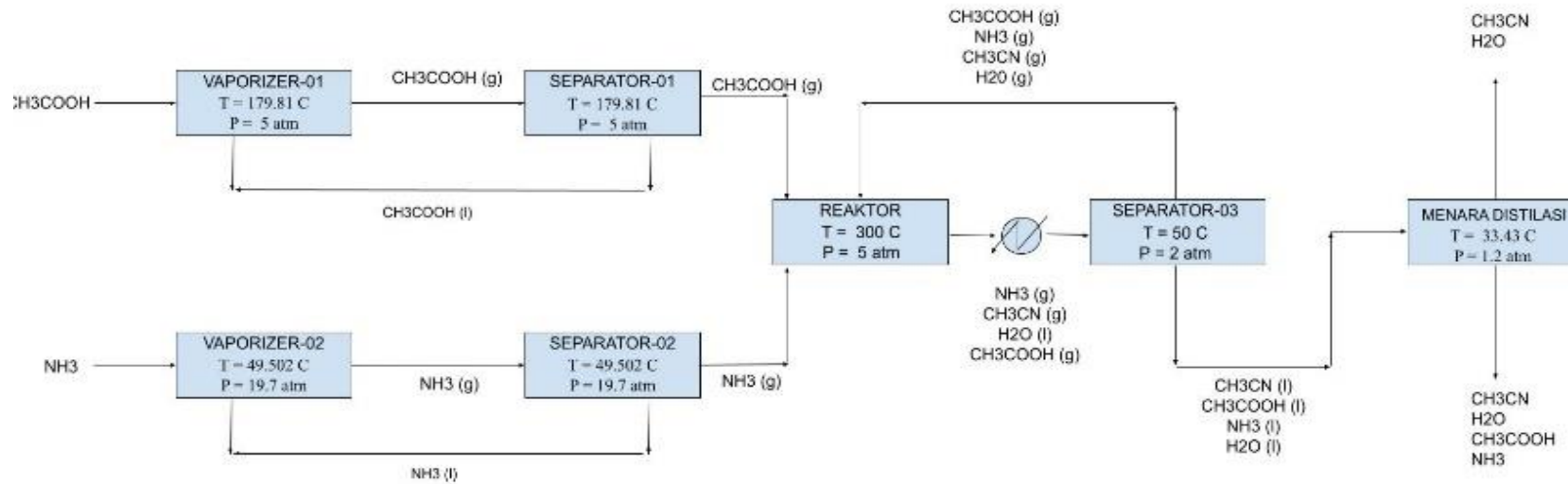
Pengendalian kualitas dari produk dilakukan untuk mengetahui dan memastikan apakah produk yang dihasilkan dari proses produksi sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan. Proses pengendalian kualitas produk ini dilakukan dengan cara yang sama dengan pengendalian kualitas bahan baku, yaitu dengan pengujian bahan di dalam laboratorium pengujian.

BAB III

PERANCANGAN PROSES

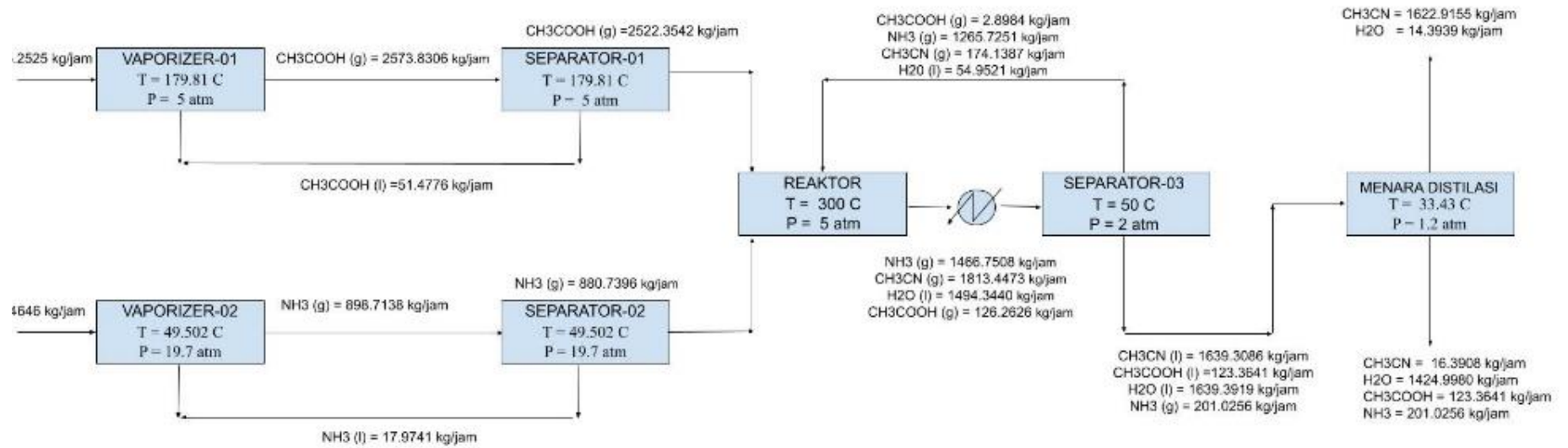
3.1 Diagram Alir Proses dan Material

3.1.1 Diagram Alir Kualitatif



Gambar 3. 1 Diagram Alir Kualitatif

3.1.2 Diagram Alir Kuantitatif



Gambar 3. 2 Diagram Alir Kuantitatif

3.2 Uraian Proses

Pra rancang pabrik Asetonitril dengan kapasitas produksi 20.000 ton/tahun, reaksi yang digunakan merupakan reaksi antara asam asetat dan etanol dalam fase cair dengan persamaan reaksi sebagai berikut :

Untuk mempercepat terjadinya reaksi esterifikasi, maka diperlukan adanya bahan yang berfungsi sebagai katalisator. Katalisator yang digunakan dalam reaksi esterifikasi ini adalah gamma alumina

Proses pembuatan Asetonitrile dibagi menjadi 3 tahapan proses, antara lain :

1. Tahap persiapan bahan baku,
2. Tahap reaksi,
3. Tahap pemisahan dan pemurnian produk.

3.2.1 Proses Persiapan Bahan Baku

Bahan baku asam asetat yang dibeli dari P.T. Asidatama di simpan dalam tangki penyimpanan (T-01) pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm. Kemudian dari tangki penampung asam asetat di alirkan menuju reaktor (R-01). Namun sebelum masuk reaktor asam asetat dialirkan ke vaporizer (VP-01) untuk diubah menjadi fase gas pada suhu 179,81°C dan tekanan 5 atm kemudian dipisahkan dalam separator (SP-01) pada suhu 179,81°C dan tekanan 5 atm selanjutnya dipanaskan dalam H-01 menjadi 300°C.

Bahan baku ammonia yang dibeli dari P.T. Pupuk Kujang disimpan dalam tangki penyimpanan (T-01) pada suhu 30°C dan tekanan 19.7 atm. Kemudian dari tangki penampung asam asetat di alirkan menuju reaktor (R-01). Namun sebelum masuk reaktor ammonia dialirkan ke vaporizer (VP-01) untuk diubah menjadi fase

gas pada suhu 49,502°C dan tekanan 19.7 atm kemudian dipisahkan dalam separator (SP-01) pada suhu 49,502°C dan tekanan 19.7 atm, lalu ammonia dipanaskan kedalam HE-02 untuk mencapai suhu 120°C. Kemudian tekanan ammonia diturunkan dari 19.7 atm menjadi 5 atm melalui expansion valve kemudian dipanaskan kembali di Heat Exchanger menjadi 300°C.

Asam Asetat pada suhu 300°C dan tekanan 5 atm dicampur dengan ammonia pada suhu 300°C dan tekanan 5 atm kedalam reaktor.

3.2.2 Tahap Reaksi

Reaktor yang dipergunakan adalah reaktor fixed bed dengan bantuan katalisator gamma alumina. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Reaksi yang terjadi merupakan reaksi endotermis, sehingga untuk mempertahankan suhu operasi didalam reaktor digunakan pemanas steam. Kondisi operasi dalam reaktor pada suhu 300°C dan tekanan 5 atm. Perbandingan mol asam asetat dan ammonia adalah 1:3 (Galnov,dll)

3.2.3 Tahap Pemisahan dan Pemurnian Produk

Produk keluar reaktor adalah asetonitrile, sisa ammonia, sisa asam asetat dan air dimana semuanya dalam fase gas. Gas keluar reaktor di manfaatkan panasnya untuk memanasi HE-01 kemudian didinginkan dalam CL-01 menjadi suhu 250°C dan CL-02 sampai pada suhu 160°C. Selanjutnya diembunkan dalam kondensor dan dipisahkan dalam separator pada suhu 99,62°C. Hasil atas separator berupa gas yang terdiri dari ammonia, sedihit asetonitrile dan air direcycle ke dalam reaktor

untuk mengurangi jumlah umpan segar amonia. Hasil bawah separator berupa air, asetonitrile, dan asam asetat, selanjutnya di alirkan ke dalam menara distilasi. Kondisi umpan MD-01 pada suhu 96,62°C dan tekanan 1 atm. Kondisi operasi atas MD-01 pada suhu 99.72°C dan tekanan 1 atm. Kondisi operasi bawah MD-01 pada suhu 107.97°C dan tekanan 1 atm. Hasil atas menara distilasi mengandung produk utama yaitu asetonitrile 99% dengan impurities air dan sedikit ammonia yang kemudian di dinginkan dalam CL-03 dan disimpan dalam angki penampung (T-03) pada suhu 35°C dan tekanan 1 atm. Hasil bawah menara distilasi berupa asam asetat, air , dan sedikit asetonitrile di alirkan ke unit pengolahan limbah.

3.3 Spesifikasi Alat

3.3.1 Spesifikasi Reaktor

Tabel 3. 1 Spesifikasi Reaktor

Spesifikasi Umum Reaktor	
Kode	R-01
Fungsi	Tempat terjadinya reaksi antara
Jenis/Tipe	<i>Fixed Bed Multitube Reactor</i>
Mode Operasi	Kontinyu
Jumlah	1
Harga	Rp. 4.042.492.146
Kondisi Operasi	
Suhu, °C	300 °C
Tekanan, atm	5 atm
Kondisi Proses	Non Isotermal-non Adiabatis
Konstruksi dan Material	

Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel SA 212 Grade B</i>
Tebal <i>shell</i> , in	0,5
Tinggi Total, m	4,17
Jenis <i>Head</i>	<i>Torispherical Head</i>
Diameter, m	1,07
Insulasi	
Bahan	<i>Asbestos felt, 20 lamination</i>
Konduktivitas Panas (W/m.C)	0,112

3.3.2 Spesifikasi Alat Pemisah

- a. Separator (3 buah)

Tabel 3. 2 Spesifikasi Separator-01

Spesifikasi Separator-01	
Nama Alat	Separator-01
Kode Alat	SP-01
Jumlah	1 buah
Fungsi	Untuk memisahkan fraksi uap dan <i>liquid (Acetic Acid)</i> dari VP-01
Tipe	Silinder vertikal dengan <i>elipstical dished head</i>
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel SA- 212 Grade B</i>
Harga	Rp. 837.340.812
Kondisi Operasi	
Suhu Operasi	179,81 C 452,81 K

Tekanan Operasi	5	atm	73.48	psi
-----------------	---	-----	-------	-----

Data Design

<i>Shell</i>	a. Tinggi	63,2 in	1,61 m
	b. Tebal	1 in	0,025 m
	c. Diameter Luar	25 in	0.65 m
<i>Head</i>	a. Tinggi	16,72 in	0.43 m
	b. Tebal	1 in	0.025 m

Tabel 3. 3 Spesifikasi Separator-02

Spesifikasi Separator-02

Nama Alat	Separator-02
Kode Alat	SP-02
Jumlah	1 buah
Fungsi	Untuk memisahkan fraksi uap dan <i>liquid (Ammonia)</i> dari VP-02
Tipe	Silinder vertikal dengan <i>elipstical dished head</i>
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel SA- 212 Grade B</i>
Harga	Rp. 666.539.874

Kondisi Operasi

Suhu Operasi	49.5	C	322.5	K
Tekanan Operasi	19.7	atm	367,4	psi

Data Design

<i>Shell</i>	a. Tinggi	77,41 in	1,97 m
	b. Tebal	0,44 in	0,11 m
	c. Diameter Luar	16.01 in	0,41 m
<i>Head</i>	a. Tinggi	16.72 in	0,43 m
	b. Tebal	1 in	0,025 m

Tabel 3. 4 Spesifikasi Separator-03

Spesifikasi Separator-03				
Nama Alat	Separator-03			
Kode Alat	SP-03			
Jumlah	1 buah			
Fungsi	Untuk memisahkan fraksi uap dan <i>liquid</i> yang terbentuk dari Condensor Partial			
Tipe	Horizontal Drum			
Bahan Konstruksi	<i>Stainless Steel SA 167 grade 3</i>			
Harga	Rp. 858.715.704			
Kondisi Operasi				
Suhu Operasi	93,83	C	366	K
Tekanan Operasi	1	atm	14,6959	psi
Data Design				
<i>Shell</i>	a. Panjang	85,45 in	0,69 m	
	b. Tebal	1 in	0,025 m	

	c. Diameter Luar	27,34 in	0,69 m
<i>Head</i>	a. Panjang	12,54 in	0,32 m
	b. Tebal	1 in	0,025 m

b. Menara Distilasi

Tabel 3. 5 Spesifikasi Menara Distilasi

Spesifikasi Menara Distilasi-01			
Nama Alat	Menara Distilasi		
Kode Alat	MD-01		
Jumlah	1 buah		
Fungsi	Untuk memisahkan <i>air</i> ,		
Tipe	<i>Plate Tower (sieve tray)</i> berbentuk		
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>		
Harga	Rp. 4.420.349.010		
Kondisi Operasi			
Tekanan Operasi	1.2	atm	17,6352 psi
Suhu	<i>Feed</i>	99.62 C	372,62 K
Data Design			
Diameter		73,17 in	1,86 m
	Tinggi	458,45 in	11,65 m
	Tebal <i>shell</i>	0,5 in	0.013 m
<i>Head</i>	Tebal <i>head</i>	14,76 in	0,36 m
	Jumlah <i>plate</i>	21 buah	

Tebal <i>tray</i>	0,1181 in	0,003 m
Diameter <i>hole</i>	0,4724 in	0,012 m
Jumlah <i>hole</i>	3,708 buah	

3.3.3 Spesifikasi Expansion Valve (2 buah)

Tabel 3. 6 Spesifikasi Expansion Valve 1

Spesifikasi <i>EV-01</i>	
Kode	EV-01
Fungsi	Menurunkan Keluaran HE-02 dari 19,7 atm ke 5 atm
Jenis	<i>Gate Valve</i>
Kapasitas	729,74 Kg/Jam
Kondisi Operasi	
Suhu	120 °C
Tekanan Masuk	19,7 atm
Tekanan Keluar	5 atm
<i>Mechanical Design</i>	
ID	0,062 m
OD	0,073 m
A	0,00309 m ²
Harga	Rp. 13.325.004

Tabel 3. 7 Spesifikasi Expansion Valve 2

Spesifikasi <i>EV-02</i>	
Kode	EV-02
Fungsi	Menurunkan Keluaran Reaktor dari 4,5 atm ke 1 atm
Jenis	<i>Gate Valve</i>
Kapasitas	4746 Kg/Jam
Kondisi Operasi	
Suhu	320°C
Tekanan Masuk	4,5 atm
Tekanan Keluar	1 atm
<i>Mechanical Design</i>	
ID	0,062 m
OD	0,073 m
A	0.00309 m ²
Harga	Rp. 9.025.632

3.3.4 Spesifikasi Alat Penyimpanan

a. Tangki Penyimpanan (3 buah)

Tabel 3. 8 Spesifikasi Tangki Penyimpanan Bahan Baku

Tangki	T-01	T-02
Kode	T-01	T-02
Lama Penyimpanan	14 hari	14 hari
Fasa	Cair	Cair
Jumlah Tangki	1	1
Jenis	Silinder tegak (vertical)	<i>Spherical Tank</i>
Harga	Rp. 3.529.7173.800	Rp. 9.935.614.800
Kondisi Operasi		
Suhu (°C)	30 °C	30 °C
Tekanan	1 atm	19,7 atm
Data Design		
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel SA-283</i>	<i>Carbon Steel SA-283</i>
Volume (m ³)	830,1655	467,9586
Diameter (m)	18,288	18,288
Jumlah <i>Course</i>	3	3
Tebal <i>Shell</i> (in)	0,1875	0,1875
Head and Bottom		
Jenis <i>Head</i>	<i>Conical</i>	<i>Torispherical</i>
Tebal (in)	0,1875	0,1875

Jenis *Bottom* *Flat Bottomed* Flat bottomed

Tabel 3. 9 Spesifikasi Tangki Penyimpanan Produk

Tangki	T-03
Kode	T-03
Lama Penyimpanan	14 hari
Fasa	Cair
Jumlah Tangki	1
Jenis	Silinder tegak (vertical) <i>flat bottomed</i>
Harga	Rp. 2.592.826.800
Kondisi Operasi	
Suhu (°C)	35 °C
Tekanan	1 atm
Data Design	
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>
Volume (m ³)	713,4853
Tinggi (m)	18
Diameter (m)	45
Jumlah <i>Course</i>	3
Tebal <i>Shell</i> (in)	0,1875
Head and Bottom	
Jenis <i>Head</i>	<i>Torispherical</i>

Tebal (in)	0,1875
Jenis <i>Bottom</i>	<i>Flat Bottomed</i>

b. Accumulator

Tabel 3. 10 Spesifikasi Accumulator

Spesifikasi Accumulator				
Kode	ACC-01			
Fungsi	Menampung keluaran dari kondensor pada Menara Distilasi			
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>			
Harga	Rp. 169.645.824			
Kondisi Operasi				
Suhu	85,37	C	355,13	K
Tekanan	1,1	atm	836	mmHg
Data Design				
Kapasitas tangki	1.484,28	ft ³	42,0299	m ³
Diameter tangki	2,0371	ft	0,6209	m
Panjang tangki	146,87	in	3,5984	m

3.3.5 Spesifikasi Alat Transportasi

a. Pompa (8 buah)

Tabel 3. 11 Spesifikasi Pompa

Parameter	Pompa			
	P-01	P-02	P-03	P-04
Kode	P-01	P-02	P-03	P-04
Fungsi	Mengalirkan	Mengalirkan dan	Mengalirkan asam	Mengalirkan bahan
Jenis	<i>Centrifugal</i>	<i>Centrifugal Pump</i>	<i>Centrifugal Pump</i>	<i>Centrifugal Pump</i>
Bahan	<i>Commercial</i>	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial</i>	<i>Commercial Steel</i>
Spesifikasi				
Kapasitas	6,065 gal/min	6,0492 gal/min	6,065 gal/min	6,0492 gal/min
Rate	0,0135 ft ³ /s	0,0134 ft ³ /s	0,0135 ft ³ /s	0,0134 ft ³ /s
Kecepatan	0,40629 ft/s	0,4052 ft/s	0,40629 ft/s	0,4052 ft/s
IPS	3 in	2 1/5 in	3 in	2 1/5 in

Tabel 3.12 lanjutan....

Spesifikasi				
<i>Pompa</i>	P-01	P-02	P-03	P-04
<i>Flow Area</i>	3,35 in ²	4,79 in ²	3,35 in ²	4,79 in ²
OD	3,5 in	2,88 in	3,5 in	2,88 in
ID	3,069 in	2,469 in	3,069 in	2,469 in
Efisiensi	40 %	40 %	40%	40%
Sch.No	40	40	40	40
<i>Power</i>	7,5 HP	0,5 HP	1 HP	20 HP
Harga	Rp.99.099.000	Rp. 80.041.500	Rp. 99.099.000	Rp. 80.041.500

Tabel 3. 12 Spesifikasi Pompa Lanjutan

Parameter	Pompa			
	P-05	P-06	P-07	P-08
Kode	P-05	P-06	P-07	P-08
Fungsi	Mengalirkan hasil	Mengalirkan produk	Mengalirkan hasil	Mengalirkan produk
Jenis	<i>Centrifugal Pump</i>	<i>Centrifugal Pump</i>	<i>Centrifugal Pump</i>	<i>Centrifugal Pump</i>
Bahan	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial Steel,</i>	<i>Commercial Steel</i>
Spesifikasi				
Kapasitas	9,2405 gal/min	12,0198 gal/min	8,45785 gal/min	11,2193 gal/min
Rate	0,02058 ft ³ /s	0,0267 ft ³ /s	0,0188 ft ³ /s	0,02499 ft ³ /s
Kecepatan	0,2334 ft/s	0,1334 ft/s	0,2136 ft/s	0,1245 ft/s
IPS	4 in	6 in	4 in	6 in
Flow Area	12,7 in ²	28,9 in ²	12,7 in ²	28,9 in ²

Tabel 3.13 lanjutan....

Spesifikasi				
Pompa	P-05	P-06	P-07	P-08
OD	4,5 in	6,625 in	4,5 in	6,625 in
ID	4,026 in	6,065 in	4,026 in	6,065 in
Efisiensi	40 %	42 %	40%	40%
Sch.No	40	40	40	40
Power	0,25 HP	7,5 HP	0,25 HP	7,5 HP
Harga	Rp. 91.476.000	Rp. 93.000.600	Rp. 83.853.000	Rp. 77.754.600

b. Blower (4 buah)

Tabel 3. 13 Spesifikasi Blower

Parameter	Blower			
	BL-01	BL-02	BL-03	BL-04
Kode	BL-01	BL-02	BL-03	BL-04
Fungsi	Mengalirkan gas	Mengalirkan gas	Mengalirkan gas	Mengalirkan gas
Jenis	<i>Blower</i>	<i>Blower</i>	<i>Blower</i>	<i>Blower</i>
Jumlah	1 alat	1 alat	1 alat	1 alat
Tekanan	5 atm	1 atm	1 atm	1 atm
Power	0.37 HP	0.12 HP	0.25 HP	0.18 HP
Harga	Rp. 16.770.600	Rp. 7.623.000	Rp. 10.672.200	Rp. 9.147.600

3.3.5 Spesifikasi Alat Penukar Panas

a. Vaporizer (2 buah)

Tabel 3. 15 Spesifikasi Vaporizer 01

Spesifikasi Vaporizer-01		
Kode	VP-01	
Fungsi	Menguapkan bahan baku CH_3COOH	
Jenis	<i>Double Pipe Heat Exchanger</i>	
Pemanas	Steam	
Kondisi Operasi		
	<i>Annulus (Asam Asetat)</i>	<i>Inner Pipe (steam)</i>
Suhu Masuk	30 °C	134 °C
Suhu Keluar	179,81 °C	452,81 °C
Tekanan	5 atm	
Beban Panas	470.351 Btu/jam	
Mechanical Design		
	<i>Annulus (CH₃COOH)</i>	<i>Inner Pipe (Steam)</i>
Panjang	3,6576 m	
ID	0,10226 m	0,077927 m
OD	0,1143 m	0,0889 m
A	0,079756 m ²	0,00476 m ²
<i>Pressure Drop</i>	0,15698 psi	0,01260 psi
Jumlah Hairpin	3 buah	
Rd	0,00373	

Harga Rp. 795.551.526

Tabel 3. 16 Spesifikasi Vaporizer 02

Spesifikasi Vaporizer-02		
Kode	VP-02	
Fungsi	Menguapkan bahan baku <i>ammonia</i>	
Jenis	<i>Double Pipe Heat Exchanger</i>	
Pemanas	Steam	
Kondisi Operasi		
	<i>Annulus (amonia)</i>	<i>Inner Pipe (steam)</i>
Suhu Masuk	30 °C	134 °C
Suhu Keluar	49,502 °C	134 °C
Tekanan	19,7 atm	
Beban Panas	22.358,95 Btu/jam	
Mechanical Design		
	<i>Annulus (Amonia)</i>	<i>Inner Pipe (Steam)</i>
Panjang	3,6576 m	
ID	0,10226 m	0,077927 m
OD	0,1143 m	0,0889 m
A	0,079756 m ²	0,00476 m ²
<i>Pressure Drop</i>	0,15698 psi	0,01260 psi
Jumlah Hairpin	1 buah	
Rd	0,00548	
Harga	Rp. 760.775.400	

b. Heat Exchanger (4 buah)

Tabel 3. 17 Spesifikasi Heat Exchanger 01

Spesifikasi <i>Heat Exchanger-01</i>		
Kode	HE-01	
Fungsi	Menaikan suhu dari keluaran atas V-01 118,35 °C	
Jenis	<i>Double pipe Heat Exchanger</i>	
Pemanas	Steam	
Kondisi Operasi		
	<i>Annulus (Benzene)</i>	<i>Inner Pipe (steam)</i>
Suhu Masuk	118,35 °C	352,868 °C
Suhu Keluar	350 °C	352,868 °C
Tekanan	5 atm	
Beban Panas	871.110,08 Btu/jam	
Luas Transfer Panas	35.5281 ft ²	
<i>Mechanical Design</i>		
	<i>Annulus (CH₃COOH)</i>	<i>Inner Pipe (Steam)</i>
Panjang	3,6576 m	
ID	0,10226 m	0,077927 m
OD	0,1143 m	0,0889 m
A	0,079756 m ²	0,00476 m ²
<i>Pressure Drop</i>	0,15698 psi	0,01260 psi
Jumlah Hairpin	3 buah	
Rd	0,00784	

Harga

Rp. 17.090.766

Tabel 3. 18 Spesifikasi Heat Exchanger 02

Spesifikasi <i>Heat Exchanger -02</i>		
Kode	HE-02	
Fungsi	Menguapkan bahan baku <i>amonia dan recycle reaktor</i>	
Jenis	<i>Double Pipe Heat Exchanger</i>	
Pemanas	Steam	
Kondisi Operasi		
	<i>Annulus (Propylene)</i>	<i>Inner Pipe (steam)</i>
Suhu Masuk	49,502 °C	134 °C
Suhu Keluar	120 °C	134 °C
Tekanan	19,7 atm	
Beban Panas	94.605,69 Btu/jam	
Luas Transfer Panas	7.01859 ft ²	
<i>Mechanical Design</i>		
	<i>Annulus (Ammonia)</i>	<i>Inner Pipe (Steam)</i>
Panjang	3,6576 m	
ID	0,1022 m	0,0779272 m
OD	0,1143 m	0,0889 m
A	0,079756m ²	0,004761 m ²
<i>Pressure Drop</i>	0,02973 psi	0,0001828 psi
Jumlah Hairpin	3 buah	

Rd	0,008667
Harga	Rp. 15.246.000

Tabel 3. 19 Spesifikasi Heat Exchanger 03

Spesifikasi <i>Heat Exchanger-03</i>		
Kode	HE-03	
Fungsi	Menguapkan bahan ammonia dan <i>recycle</i> reaktor	
Jenis	<i>Double Pipe Heat Exchanger</i>	
Pemanas	Steam	
Kondisi Operasi		
	<i>Annulus (Propylene)</i>	<i>Inner Pipe (steam)</i>
Suhu Masuk	49,502 °C	134 °C
Suhu Keluar	120 °C	134 °C
Tekanan	5 atm	
Beban Panas	94.605,69 Btu/jam	
Luas transfer panas	138.709 ft ²	
<i>Mechanical Design</i>		
	<i>Annulus (Ammonia)</i>	<i>Inner Pipe (Steam)</i>
Panjang	3,6576 m	
ID	0,1022 m	0,0779272 m
OD	0,1143 m	0,0889 m
A	0,079756m ²	0,004761 m ²
<i>Pressure Drop</i>	0,02973 psi	0,0001828 psi

Jumlah Hairpin	3 buah
Rd	0,008667
Harga	Rp. 28.967.400

Tabel 3. 19 Spesifikasi Heat Exchanger 04

Spesifikasi *Heat Exchanger-04*

Kode	HE-04
Fungsi	Memanaskan umpan masuk menara distilasi
Jenis	<i>Double Pipe Heat Exchanger</i>
Pemanas	Steam

Kondisi Operasi

	<i>Annulus (Propylene)</i>	<i>Inner Pipe (steam)</i>
Suhu Masuk	93.833 °C	134 °C
Suhu Keluar	99.62 °C	134 °C
Tekanan	1 atm	
Beban Panas	623.62 Btu/jam	
Luas transfer panas	1.152957 ft ²	

Mechanical Design

	<i>Annulus (Ammonia)</i>	<i>Inner Pipe (Steam)</i>
Panjang	3,6576 m	
ID	0,1022 m	0,0779272 m
OD	0,1143 m	0,0889 m
A	0,079756m ²	0,004761 m ²
<i>Pressure Drop</i>	0,02973 psi	0,0001828 psi

Jumlah Hairpin	3 buah
Rd	0,008667
Harga	Rp. 2.147.600

c. Cooler (4 buah)

Tabel 3. 14 Spesifikasi Cooler 01

Spesifikasi <i>Cooler-01</i>		
Kode	CL-01	
Fungsi	Menurunkan temperatur produk keluaran R-01 dari	
Jenis	<i>Double Pipe Heat Exchanger</i>	
Pendingin	<i>Dowtherm A</i>	
Kondisi Operasi		
	<i>Annulus</i>	<i>Inner Pipe</i>
Suhu Masuk	319°C	30 °C
Suhu Keluar	250 °C	40 °C
Tekanan	1	
Beban Panas	706.904,93 Btu/jam	
Luas transfer panas	20,685 ft ²	
<i>Mechanical Design</i>		
	<i>Annulus</i>	<i>Inner Pipe</i>
Panjang	6,096 m	
ID	0,1022 m	0,07792 m
OD	0,1143 m	0,0889 m
A	0,00202 m ²	0,004761 m ²

<i>Pressure Drop</i>	1,19364psi	0,39158 psi
Jumlah Hairpin	5 buah	
Rd	0,01236	
Harga	Rp. 149.410.800	

Tabel 3. 15 Spesifikasi Cooler 02

Spesifikasi Cooler-02		
Kode	CL-02	
Fungsi	Menurunkan temperatur produk keluaran R-01 dari	
Jenis	<i>Double Pipe Heat Exchanger</i>	
Pendingin	<i>Dowtherm A</i>	
Kondisi Operasi		
	<i>Annulus</i>	<i>Inner Pipe</i>
Suhu Masuk	250	30 °C
Suhu Keluar	160 °C	40 °C
Tekanan	2 atm	
Beban Panas	841.334,6795 Btu/jam	
Luas transfer panas	36.373 ft ²	
Mechanical Design		
	<i>Annulus</i>	<i>Inner Pipe</i>
Panjang	6,096 m	
ID	0,10226 m	0,07792 m
OD	0,1143 m	0,0889 m

A	0,002025 m ²	0,00476 m ²
<i>Pressure Drop</i>	1,067159 psi	0,110047 psi
Jumlah Hairpin	5 buah	
Rd	0,011981	
Harga	Rp. 187.525.800	

Tabel 3. 16 Spesifikasi Cooler 03

Spesifikasi <i>Cooler-03</i>		
Kode	CL-03	
Fungsi	Menurunkan temperatur produk accumulator dari	
Jenis	<i>Double Pipe Heat Exchanger</i>	
Pendingin	<i>Dowtherm A</i>	
Kondisi Operasi		
	<i>Annulus</i>	<i>Inner Pipe</i>
Suhu Masuk	85,27°C	30 °C
Suhu Keluar	35 °C	40 °C
Tekanan	1 atm	
Beban Panas	383351,9669 Btu/jam	
Luas transfer panas	43,018 ft ²	
<i>Mechanical Design</i>		
	<i>Annulus</i>	<i>Inner Pipe</i>
Panjang	6,096 m	
ID	0,10226 m	0,07792 m

OD	0,1143 m	0,0889 m
A	0,002025 m ²	0,00476 m ²
<i>Pressure Drop</i>	0,11376 psi	0,00082429 psi
Jumlah Hairpin	5 buah	
Rd	0,0030239	
Harga	Rp. 216.493.200	

Tabel 3. 17 Spesifikasi Cooler 04

Spesifikasi Cooler-04		
Kode	CL-04	
Fungsi	Menurunkan temperatur produk keluaran Reboiler	
Jenis	<i>Double Pipe Heat Exchanger</i>	
Pendingin	<i>Dowtherm A</i>	
Kondisi Operasi		
	<i>Annulus</i>	<i>Inner Pipe</i>
Suhu Masuk	107.97°C	30 °C
Suhu Keluar	35 °C	40 °C
Tekanan	1 atm	
Beban Panas	216.897,0617 Btu/jam	
Luas transfer panas	59.913 ft ²	
Mechanical Design		
	<i>Annulus</i>	<i>Inner Pipe</i>
Panjang	6,096 m	

ID	0,10226 m	0,07792 m
OD	0,1143 m	0,0889 m
A	0,002025 m ²	0,00476 m ²
<i>Pressure Drop</i>	0,10387 psi	0,010354 psi
Jumlah Hairpin	5 buah	
Rd	0,00580	
Harga	Rp. 189.050.400	

d. Condensor

Tabel 3. 18 Spesifikasi Condensor Partial (CDP)

Spesifikasi Condensor Partial (CDP)		
Kode	CDP	
Fungsi	Mengembunkan produk dari Reaktor serta	
Jenis	<i>Shell and Tube Heat Exchanger</i>	
Pendingin	<i>Dowtherm A</i>	
Kondisi Operasi		
	<i>Shell</i>	<i>Tube</i>
Suhu Masuk	160°C	30 °C
Suhu Keluar	99.62 °C	40 °C
Tekanan	1 atm	
Beban Panas	275.385,53 Btu/jam	
Luas transfer panas	355,19 ft ²	
<i>Mechanical Design</i>		

	<i>Shell</i>	<i>Tube</i>
Panjang		24 ft
Passes	5	8
BWG		18 ft
Baffle	7,95 in	
ID	13,25 in	0,902 in
OD		1 in
Nt		44 buah
<i>Pressure Drop</i>	0,04913 psi	6,06667 psi
Rd		0,02425
Harga		Rp. 130.204.086

Tabel 3. 19 Spesifikasi Condensor-01

Spesifikasi Condensor-01		
Kode	CD-01	
Fungsi	Mengembunkan produk dari Reaktor serta	
Jenis	<i>Shell and Tube Heat Exchanger</i>	
Pendingin	<i>Dowtherm A</i>	
Kondisi Operasi		
	<i>Shell</i>	<i>Tube</i>
Suhu Masuk	85,32°C	30 °C
Suhu Keluar	85,03 °C	40 °C
Tekanan		1,1 atm
Beban Panas	1.680.132,606 Btu/jam	
Luas tranfer panas	1.790 ft ²	

Mechanical Design		
	<i>Shell</i>	<i>Tube</i>
Panjang		24 ft
Passes	2	8
BWG		18 ft
Baffle	7,95 in	
ID	29 in	0,902 in
OD		1 in
Nt		316 buah
<i>Pressure Drop</i>	0,000344 psi	3.13 psi
Rd		0,003
Harga		Rp. 259.959.546

e. Reboiler

Tabel 3. 20 Spesifikasi Reboiler-01

Spesifikasi Reboiler-01		
Kode	RB-01	
Fungsi	Menguapkan cairan yang keluar dari MD-01 sebagai	
Jenis	<i>kettle</i>	
Pemanas	Steam	
Kondisi Operasi		
	<i>Cold fluid</i>	<i>Hot fluid</i>
Suhu Masuk	101.17 °C	134 °C
Suhu Keluar	107.9703 °C	134 °C
Tekanan		1,3 atm

Beban Panas	3.956.713 Btu/jam
Luas transfer panas	181,846 ft ²
Jumlah Hairpin	134 buah
Rd	0,0474
Harga	Rp. 210.394.800

Mechanical Design (shell)

ID	12 in
Nt	46 buah
Passes	2

Mechanical Design (tube)

a''	0.2618 in ²
OD	1 in
BWG	18
Pitch	1.25
Panjang	20 ft
Passes	6

3.4 Neraca Massa dan Neraca Panas

3.4.1 Neraca Massa Total

Tabel 3. 21 Neraca Massa Total

Komponen	Input		Output	
	Umpan (Kg/jam)		Limbah (Kg/jam)	Produk (Kg/jam)
CH ₃ COOH	254,11		125,12	
NH ₃	679,71			
CH ₃ CN			16.39	1622,92

H ₂ O	3.33	1428,30	14,43
Total	3.403,09		3.403,09

3.4.2 Neraca Massa Alat

1. Neraca Massa Vaporizer

Tabel 3. 22 Neraca Massa Vaporizer-01

Komponen	Input (Kg/jam)	Output (Kg /jam)
	Arus 1	Arus 2
CH ₃ COOH	2575,55	2575,55
H ₂ O	1,53	1,53
Total	2577,09	2577,09

Tabel 3. 23 Neraca Massa Vaporizer-02

Komponen	Input (Kg /jam)	Output (Kg /jam)
	Arus 3	Arus 4
NH ₃	697,58	693,58
H ₂ O	2,53	2,53
Total	696,11	696,11

2. Neraca Massa Separator

Tabel 3. 24 Neraca Massa Separator-01

Komponen	Input (Kg /jam)	Output (Kg /jam)	
	Arus 5	Arus 6	Arus 7
CH ₃ COOH	2575,55	51,51	2524,04
H ₂ O	1,53	0,01	1,51
Total	2577,09		2577,09

Tabel 3. 32 Neraca Massa Separator-02

Komponen	Input (Kg jam)	Output (Kg /jam)	
	Arus 8	Arus 9	Arus 10
NH ₃	697,58	13,87	679,71
H ₂ O	2,53	1,95	0,57
Total	696,11	696,11	

Tabel 3. 33 Neraca Massa Separator -03

Komponen	Input (Kg/jam)	Output (Kg /jam)	
	Arus 11	Arus 12	Arus 13
CH ₃ COOH	126,26	125,12	1,13
NH ₃	1466,75	-	1466,75
CH ₃ CN	1687,58	1639,30	48,27
2H ₂ O	1466,11	1442,73	23,38
Total	4746,71	4746,71	

3. Neraca Massa di Reaktor

Tabel 3. 25 Neraca Massa di Reaktor

Komponen	Input (Kg /jam)	Output (Kg /jam)
	Arus 14	Arus 15
CH ₃ COOH	2525,25	126,26
NH ₃	2146,464	1466,7508
CH ₃ CN	48,27	1687,58
2H ₂ O	26,72	1466,11
Total	4746,71	4746,71

4. Neraca Massa di Menara Distilasi

Tabel 3. 26 Neraca Massa Menara Distilasi

Komponen	Input	Output (Kg/jam)		
	(Kg/jam)	Arus 16	Arus 17	Arus 18
CH ₃ COOH	125,06			125,06
CH ₃ CN	1639,30		1622,91	16,39
2H ₂ O	1442,73		14,42	1428,30
Total	3407,10			3207,10

5. Neraca Massa di Condensor Partial

Tabel 3. 27 Neraca Massa Condensor Partial

Komponen	Input (Kg/jam)	Output (Kg/jam)
	Arus 19	Arus 20
CH ₃ COOH	126,26	126,26
NH ₃	1466,75	1466,75
CH ₃ CN	1687,58	1687,58
2H ₂ O	1466,11	1466,11
Total	4746,71	4746,71

3.4.3 Neraca Panas Total

Tabel 3. 28 Neraca Panas Total

Alat	Q Masuk (Kj/Jam)	Q Keluar (KjJam)
<i>Heater-01</i>	1.199.922,63	1.199.922,63
Heater-02	182.860,56	182.860,56
<i>Reboiler</i>	1.915.244,36	1.915.244,36
Vaporizer-01	524.147,4205	524.147,4205

Vaporiser-02	55.366,7555	55.366,7555
Menara Destilasi	2.007.587,05	2.007.587,05
Reaktor	2.739.325,13	2.739.325,13
Total	8.624.524,17	8.624.524,17

3.4.4 Neraca Panas Alat

1. Neraca Panas di Heater-01

Tabel 3. 29 Neraca Panas di Heater-01

Komponen Energi	Masuk (Kj/jam)	Keluar (Kj/jam)
Q ₁	494.266,01	-
Q ₂	-	1,199.992,63
Q _{steam}	705.726,61	-
Total	1.199.992,63	1.199.992,63

2. Neraca Panas di Heater-02

Tabel 3. 30 Neraca Panas di Heater-02

Komponen Energi	Masuk (Kj/jam)	Keluar (Kj/jam)
Q ₁	83.044,47	-
Q ₂	-	182.860,56
Q _{steam}	99.816,09	-
Total	182.860,56	182.860,56

3. Neraca Panas di Reaktor

Tabel 3. 31 Neraca Panas di Reaktor

Komponen Energi	Masuk (Kj/jam)	Keluar (Kj/jam)
Q _{in}	2.440.894,08	-
Q _{out}	-	2.739.325,13
Q _{Steam}	298.413,05	-
Total	2.739.325,13	2.739.325,13

4. Neraca Panas di *Reboiler*

Tabel 3. 32 Neraca Panas di Reboiler

Komponen Energi	Masuk (Kj/jam)	Keluar (Kj/jam)
ΔH_{in}	1.915.244,36	-
ΔH_{out}	-	1.915.244,36
Total	1.915.244,36	1.915.244,36

5. Neraca Panas di Vaporizer-01

Tabel 3. 33 Neraca Panas di Vaporizer-01

Komponen Energi	Masuk (Kj/jam)	Keluar (Kj/jam)
Q_{in}	28.232,06	-
Q_{out}	-	524.147,4205-
Q_{steam}	495.915,36	
Total	524.147,4205	524.147,4205

6. Neraca Panas di Menara Vaporizer-02

Tabel 3. 34 Neraca Panas di Vaporizer-02

Komponen Energi	Masuk (Kj/jam)	Keluar (Kj/jam)
Q_{in}	24.768,17	-
Q_{out}	-	55.366,76
Q_{steam}	30.598,58	-
Total	55.366,76	55.366,76

7. Neraca Panas di Menara Destilasi

Tabel 3. 35 Neraca Panas di Menara Destilasi

Komponen Energi	Masuk (Kj/jam)	Keluar (Kj/jam)
$Q_{(umpan)}$	92.342,69	-

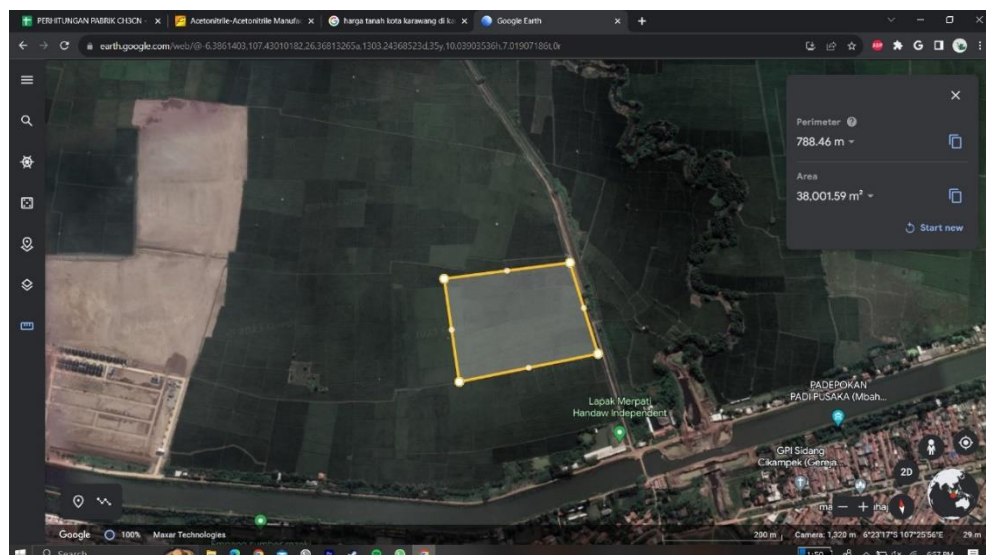
Q _(distilat)	-	231.005,30
Q _(bottom)	-	5.133,94
Q _(reboiler)	1.915.244,36	-
Q _(condensor)	-	1.771.447,81
Total	2.007.587,05	2.007.587,05

BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

4.1 Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi merupakan hal yang sangat penting dalam perancangan atau pendirian suatu pabrik, karena memiliki keterkaitan atau hubungan langsung dengan nilai ekonomis dari pabrik yang akan didirikan. Pemilihan yang tepat mengenai lokasi pabrik harus memberikan suatu perhitungan biaya produksi dan distribusi yang seminimal mungkin. Dalam menentukan lokasi pabrik banyak hal yang menjadi pertimbangan dasar dalam menentukan lokasi pabrik, antara lain letak pabrik dengan sumber bahan baku dan bahan pembantu, letak pabrik dengan pasar penunjang, transportasi, tenaga kerja, kondisi sosial, dan pengembangan di masa yang mendatang. Lokasi ini secara lebih jelas, dapat dilihat pada gambar 4.1 dan pemilihan lokasi ini didasari dari beberapa pertimbangan sebagai berikut.



Gambar 4. 1 Peta Rencana Lokasi Pabrik Asetonitril

4.1.1 Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik

a. Ketersediaan Bahan Baku

Suatu pabrik sebaiknya berada di daerah yang dekat dengan sumber bahan baku utama serta penunjangnya. Kondisi tersebut merupakan pilihan yang tepat untuk pengamanan ketersediaan bahan baku yang ekonomis. Dalam pembuatan *Acetonitrile* (CH_3CN), bahan baku yang digunakan yaitu *Ammonia* (NH_3) yang didapatkan dari PT Pupuk Kujang, Indonesia sehingga dalam pemilihan lokasi pendiriannya harus dapat mudah di akses dengan berbagai moda transportasi baik darat, maupun laut. Sedangkan *Acetic Acid* (CH_3COOH) diperoleh dari PT Asidatama yang berlokasi di Jawa Tengah. Lokasi pabrik mendekati sumber bahan baku *Ammonia* (NH_3) karena *Ammonia* (NH_3) merupakan bahan bertekanan tinggi sehingga resiko dapat ditekan.

b. Pemasaran Produk

Pemasaran merupakan salah satu hal yang sangat penting. Pemasaran yang baik dan tepat akan menghasilkan keuntungan serta menjamin keberlangsungan perancangan pabrik. Produk *Acetonitrile* (CH_3CN) ini direncanakan akan dipasarkan pada pasar domestik yaitu Indonesia dan pasar mancanegara. Hal tersebut didasari karena pada impor senyawa tersebut menunjukkan peningkatan dari tahun ke tahun, serta pada ekspor senyawa tersebut dari Indonesia masih belum ada sehingga diperlukan pengembangan untuk bisa berhasil melakukan ekspor guna mendorong perekonomian atau devisa negara.

c. Utilitas

Dalam pendirian suatu pabrik, air merupakan salah satu hal yang sangat dibutuhkan dan memiliki peran utama dalam keberlangsungan jalannya pabrik. Ketersediaan air yang melimpah merupakan salah satu faktor yang dipertimbangkan dalam pemilihan lokasi suatu pabrik. Lokasi pabrik yang dirancang dilintasi oleh anak sungai Citarum yaitu Cibeeet dan juga berada di pinggiran laut Jawa, sehingga ketersediaan airnya pun sangat melimpah dan relatif sangat mudah untuk diperoleh. Maka dari itu, ketersediaan air relatif sangat melimpah di kawasan ini, sehingga kawasan ini relatif sangat mendukung untuk didirikannya pabrik *Acetonitrile (CH₃CN)*.

Selain air, tenaga listrik dan bahan bakar juga termasuk faktor penunjang yang sangat penting dalam pendirian pabrik. Hal ini terjadi karena keberlangsungan suatu pabrik sangat bergantung pada ketersediaan serta kestabilan tenaga listrik dan bahan bakar yang digunakan. Tenaga listrik yang digunakan diperoleh dari PLTGA Cilamaya, Cilamaya Wetan, Karawang, Jawa Tengah yang letaknya berada 30 km perkiraan lokasi pendirian pabrik. Sedangkan, untuk kebutuhan bahan bakar pabrik ini diperoleh dari PT Pertamina (Persero) Terminal BBM Cikampek, Karawang, Jawa Barat dengan menggunakan sistem perpipaan bawah tanah sejauh 3.31 km. Maka dari itu, untuk ketersediaan tenaga listrik dan bahan bakar pabrik di kawasan ini relatif stabil, sehingga layak untuk didirikan pabrik *Acetonitrile (CH₃CN)*.

d. Transportasi

Pengambilan bahan baku dan penjualan produk dapat dilakukan melalui jalan darat dengan menggunakan transportasi tertutup berupa truk dan sebagainya. Lokasi yang dipilih dalam rencana pendirian pabrik ini bisa dibidang strategis, karena dapat diakses dengan berbagai moda transportasi.

e. Tenaga Kerja

Tenaga kerja merupakan modal utama dalam pendirian suatu pabrik, baik tenaga kasar maupun tenaga terdidik yang memiliki keahlian dan kemampuan di bidangnya. Sebagian besar tenaga kerja yang dibutuhkan yaitu tenaga kerja yang berpendidikan kejuruan atau menengah dan sarjana. Untuk memenuhinya, dapat diperoleh dari daerah sekitar lokasi pabrik. Selain itu faktor kedisiplinan dan pengalaman kerja juga menjadi prioritas dalam perekrutan tenaga kerja, sehingga diperoleh tenaga kerja yang berkualitas. Selain itu juga, dari lokasi perancangan pabrik yang dipilih memiliki potensi untuk mudah memperoleh tenaga kerja yang dibutuhkan oleh pabrik. Hal ini dibuktikan pada lokasi pabrik yang mudah dijangkau oleh permukiman penduduk sehingga dapat memungkinkan untuk mudah dalam mendapatkan tenaga kerja.

4.1.2 Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik

a. Perluasan Pabrik

Dalam menentukan lokasi 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 maka tidak mengalami kesulitan dalam mencari lahan perluasan.

b. Biaya dan Perizinan

Lokasi pendirian pabrik yang dipilih merupakan lahan kosong dengan lokasi berdekatan dengan PT. Pupuk Kujang, sehingga dapat memudahkan dalam perizinan pendirian pabrik. Pengaturan tata letak pabrik merupakan bagian terpenting dalam proses pendirian pabrik sehingga harus memperhatikan beberapa hal, antara lain segi keamanan kerja terpenuhi, pengoperasian, pengontrolan maupun kegiatan yang melibatkan proses dapat dilakukan dengan mudah dan aman, pemanfaatan areal tanah seefisien mungkin, serta transportasi yang baik dan efisien.

c. Lingkungan Masyarakat Sekitar

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

Sikap masyarakat sekitar diperkirakan akan mendukung pendirian pabrik asetonitril. Hal ini dikarenakan dapat meningkatkan jumlah ketersediaan lapangan kerja masyarakat sekitar serta membantu meningkatkan perekonomian sekitar secara keseluruhan.

4.2 Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik adalah tempat kedudukan dari bagian pabrik yang meliputi tempat bekerjanya karyawan, tempat peralatan, tempat penyimpanan bahan baku dan produk serta sarana lain seperti utilitas, taman dan tempat parkir. Secara besar *layout* pabrik dibagi menjadi beberapa daerah utama, antara lain:

- a. Urutan proses produksi.
- b. Pengembangan lokasi baru atau penambahan perluasan lokasi yang belum dikembangkan pada masa yang akan datang.
- c. Distribusi ekonomis pada pengadaan air, tenaga listrik, dan bahan baku.
- d. Pemeliharaan dan perbaikan.
- e. Keamanan (*safety*) terutama dari kemungkinan kebakaran dan keselamatan kerja.
- f. Bangunan yang meliputi luas bangunan, kondisi bangunan, dan konstruksinya yang memenuhi syarat.
- g. Fleksibilitas dalam perencanaan tata letak pabrik dengan mempertimbangkan kemungkinan perubahan dari proses/mesin, sehingga perubahan-perubahan yang dilakukan tidak memerlukan biaya tinggi.
- h. Masalah pembuangan limbah cair.
- i. *Service area*, seperti kantin, tempat parkir, ruang ibadah, dan sebagainya diatur sedemikian rupa sehingga tidak terlalu jauh dari tempat kerja.

Berdasarkan pertimbangan faktor dalam penataan letak pabrik, diharapkan dapat memberikan beberapa keuntungan sebagai berikut :

- a. Mempermudah *material handling*.
- b. Memberikan ruang gerak yang lebih leluasa sehingga mempermudah perawatan.
- c. Meningkatkan keselamatan kerja
- d. Meningkatkan pengawasan operasi dan proses menjadi lebih baik.

Perincian luas tanah yang digunakan sebagai tempat berdirinya pabrik dapat dilihat pada tabel 4.1 berikut.

Tabel 4. 1 Perincian Luas Tanah Pabrik Asetonitril

No	Nama Bangunan	Keterangan		Luas (m ²)
		Panjang (m)	Lebar (m)	
1	Area Proses	150	65	9750
2	Area Evakuasi	20	13	260
3	Taman	25	13	325
4	Area Utilitas	40	65	2600
5	<i>Atm Center</i>	15	12	180
6	Bengkel	16	30	480
7	Gudang Penyimpanan	45	20	900

Tabel 4.1 ... (lanjutan)

No	Nama Bangunan	Keterangan		Luas (m ²)
		Panjang (m)	Lebar (m)	
8	Kantin	25	20	500
9	Kantor Teknik dan Produksi	20	20	400
10	Kantor Utama	60	40	2400
11	Koperasi	15	12	180
12	Laboratorium	15	12	180
13	Loading space	30	43	1290
14	Masjid	30	40	1200
15	Mess karyawan	20	40	800
16	Parkir karyawan	60	13	780
17	Parkir truck	15	42	630
18	Perpustakaan	20	13	260
19	Poliklinik	15	12	180
20	Pos jaga	15	12	180
21	Ruang kontrol Proses	15	15	225
22	Ruang kontrol Utilitas	12	12	144
23	Area Perluasan	39	65	2535
24	Jalan			100
	Luas Bangunan			20.955
	Luas Tanah			26.733
	Total			26.733



Gambar 4. 2 Denah Tata Letak Pabrik Asetonitril

4.3 Tata Letak Mesin/Alat Proses

Tata letak mesin/alat proses merupakan suatu pengaturan dari komponen komponen fasilitas pabrik. Dalam perancangan tata letak peralatan proses pada pabrik ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu:

1. Aliran Bahan Baku dan Produk, Jalannya aliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikan keuntungan ekonomis yang besar serta dapat menunjang kelancaran dan keamanan produksi. Selain itu perlu diperhatikan penempatan pipa, dimana untuk pipa di atas tanah perlu
2. dipasang pada ketinggian tiga (3) meter atau lebih dan perlu di atur sedemikian rupa agar tidak mengganggu lalu lintas kerja.
3. Aliran Udara, Aliran udara di dalam dan sekitar area proses perlu diperhatikan kelancarannya. Hal tersebut bertujuan untuk menghindari terjadinya stagnasi udara pada suatu tempat berupa penumpukan atau akumulasi bahan kimia berbahaya yang dapat membahayakan

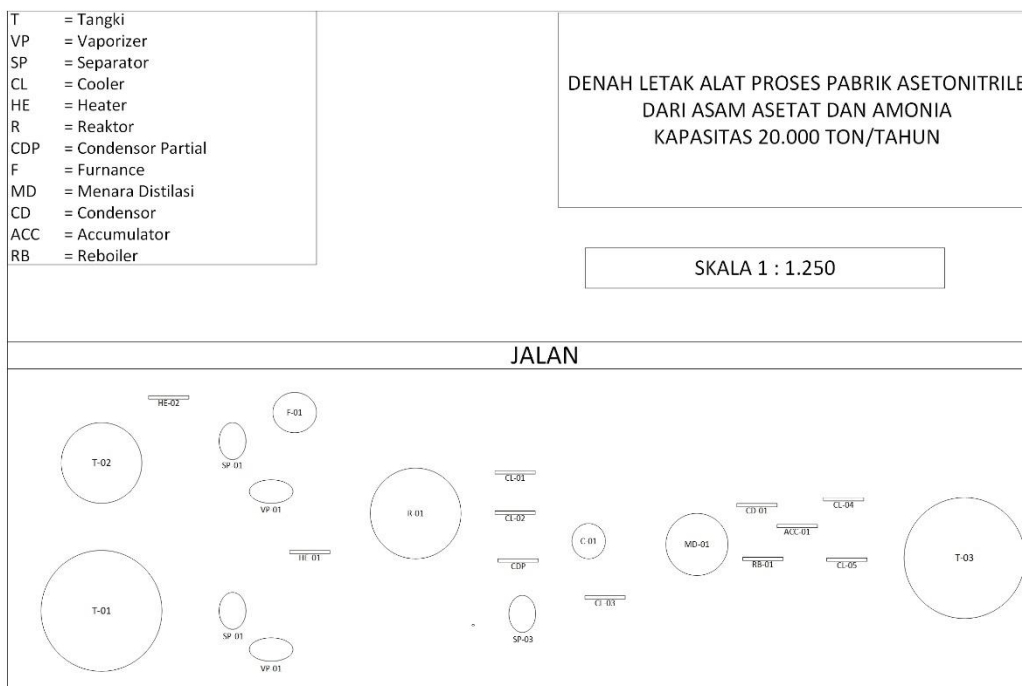
keselamatan pekerja, selain itu perlu diperhatikan juga arah hembusan angin.

4. **Pencahayaan**, Pada tempat terjadinya proses yang berbahaya atau beresiko tinggi untuk keselamatan harus diberi penerangan tambahan. Selain itu, penerangan seluruh pabrik haruslah memadai untuk menjaga keselamatan pekerja.
5. **Lalu Lintas Kendaraan dan Manusia**, Dalam perancangan *layout* peralatan, perlu diperhatikan agar pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah agar apabila terjadi gangguan pada alat proses dapat segera diperbaiki. Selain itu, keamanan pekerja selama menjalankan tugasnya perlu di prioritaskan.
6. **Pertimbangan Ekonomi**, Dalam menempatkan alat proses pada pabrik, diusahakan untuk menekan biaya operasi dan menjamin kelancaran serta keamanan produksi pabrik sehingga dapat menguntungkan dari segi ekonomi.

Jarak Antar Alat Proses, Untuk alat proses yang memiliki suhu dan tekanan operasi tinggi, sebaiknya dipisahkan dari alat proses lainnya, sehingga apabila terjadi ledakan atau kebakaran pada alat tersebut tidak membahayakan alat proses lainnya. Tata letak proses harus dirancang sedemikian rupa sehingga:

- a. Kelancaran proses produksi dapat terjamin,
- b. Dapat mengaktifkan penggunaan luas lantai,

- c. Biaya *material handling* menjadi rendah, sehingga meminimalisir pengeluaran untuk *capital* yang tidak penting,
- d. Jika tata letak peralatan proses sedemikian rupa sehingga urutan proses produksi lancar, maka perusahaan tidak perlu menggunakan alat angkut dengan biaya yang mahal, dan
- e. Karyawan mendapatkan kepuasan kerja.



Gambar 4. 3 Denah Tata Letak Proses Pabrik Asetonitril

4.4 Organisasi Perusahaan

4.4.1 Bentuk Perusahaan

Pabrik *Acetonitrile* yang akan didirikan direncanakan berbentuk Perseroan Terbatas (PT). Perseroan Terbatas merupakan bentuk perusahaan yang mendapatkan modalnya dari penjualan saham dimana tiap sekutu turut mengambil bagian sebanyak satu saham atau lebih. Saham termasuk salah

satu surat berharga yang dikeluarkan oleh perusahaan atau PT tersebut dan orang yang memiliki saham yang berarti telah menyetorkan modal ke perusahaan. Dalam PT, pemegang saham hanya bertanggung jawab menyetor penuh jumlah yang disebutkan dalam tiap saham.

Alasan dipilihnya bentuk Perseroan Terbatas pada perusahaan ini di latar belakangnya atas beberapa pertimbangan, antara lain:

1. Mudah mendapatkan modal yaitu dengan menjual saham perusahaan,
2. Tanggung jawab pemegang saham terbatas sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pimpinan perusahaan,
3. Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain.
4. Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin karena tidak berpengaruh dengan berhentinya pemegang saham, direksi beserta staf dan karyawan perusahaan,
5. Efisiensi dari manajemen,
6. Lapangan usaha lebih luas, dan
7. Mudah bergerak di pasar global.

4.4.2 Struktur Organisasi

Organisasi merupakan suatu wadah atau alat dimana masing-masing orang berpacu pada satu visi melakukan kegiatan untuk mencapai tujuan yang diharapkan. Struktur organisasi adalah gambaran secara sistematis tentang tugas dan tanggung jawab, serta hubungan antara bagian dalam perusahaan. Struktur organisasi dari suatu perusahaan dapat bermacam-macam sesuai dengan bentuk dan kebutuhan dari masing-masing perusahaan.

Jenjang kepemimpinan dalam perusahaan ini adalah sebagai berikut:

- a. Pemegang saham,
- b. Dewan Komisaris,
- c. Direktur Utama
- d. Direktur,
- e. *General Manager*,
- f. *Manager*, dan
- g. Karyawan dan Operator.

Masing-masing bagian memiliki wewenang dan tugas yang berbeda. Semakin tinggi jabatan yang ditempati maka semakin luas pula tugas dan wewenang yang dimiliki. Tanggung jawab, tugas serta wewenang tertinggi terletak pada puncak pimpinan yaitu Dewan Komisaris. Sedangkan kekuasaan tertinggi terletak pada Pemegang saham.

Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan, dalam melaksanakan tugas sehari-hari nya diwakili oleh seorang Dewan Komisaris, sedangkan tugas menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh seorang Direktur yang dibantu oleh *General Manager* dari berbagai bidang.

Gambar dibawah menunjukkan struktur organisasi perusahaan mulai dari direksi sampai ke staf, dapat dilihat pada gambar berikut.

4.4.3 Tugas dan Wewenang

1. Pemegang saham

Pemegang saham merupakan orang yang memberikan modal untuk perusahaan dengan cara membeli saham perusahaan. Sehingga, para pemilik saham juga merupakan pemilik perusahaan. Tugas dan wewenang pemegang saham adalah sebagai berikut.

- a. Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris dan Direktur.
- b. Mengesahkan hasil-hasil usaha dan neraca perhitungan untung rugi tahunan perusahaan.
- c. Mengadakan Rapat Umum Pemegang Saham minimal satu kali dalam satu tahun.

2. Dewan komisaris

Dewan komisaris merupakan pelaksana tugas sehari-hari dari pemegang saham dan bertanggungjawab penuh kepada pemegang saham. Tugas dan wewenang Dewan Komisaris adalah sebagai berikut.

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

3. Direktur utama

Direktur utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan yang bertanggungjawab penuh terhadap jalannya perusahaan kepada Dewan Komisaris. Tugas dan wewenang Direktur Utama adalah sebagai berikut.

- a. Mengatur dan melaksanakan kebijakan perusahaan.
- b. Bertanggungjawab kepada Dewan Komisaris dan pemegang saham atas pekerjaannya pada akhir jabatannya.
- c. Menjaga kestabilan organisasi perusahaan dan kontinuitas hubungan baik antara pemilik saham, pimpinan, konsumen serta karyawan.
- d. Mengangkat dan memberhentikan kepala bagian atas persetujuan para pemegang saham.
- e. Mengkoordinir kerjasama antara direktorat, bagian dan seksi di bawahnya.

Direktur Utama membawahi beberapa direktorat, diantaranya:

- Direktorat Teknis dan Produksi

Direktorat Teknik dan Produksi memiliki tugas dan wewenang dalam merumuskan kebijakan teknik operasi serta mengawasi kesinambungan operasional pabrik. Direktorat Teknik dan Produksi membawahi beberapa bagian, antara lain Bagian Proses dan Utilitas, Bagian Pemeliharaan, Listrik dan

Instrumentasi, serta Bagian Penelitian, Pengembangan dan Pengendalian Mutu.

- Direktorat Keuangan dan Pemasaran

Direktorat Keuangan dan Pemasaran memiliki tugas dan wewenang dalam menyusun dan mengalokasikan anggaran dan pendapatan perusahaan serta melaksanakan kebijakan pemasaran. Direktorat Keuangan dan Pemasaran membawahi beberapa bagian, antara lain Bagian Keuangan dan Bagian Pemasaran.

- Direktorat Sumber Daya Manusia dan Umum

Direktorat Sumber Daya Manusia dan Umum memiliki tugas dan wewenang dalam hal yang berhubungan dengan administrasi, personalia, humas, keamanan, dan keselamatan kerja. Direktorat Sumber Daya Manusia dan Umum membawahi beberapa bagian, antara lain Bagian Kesehatan, Keselamatan Kerja dan Lingkungan, Bagian Administrasi dan Sumber Daya Manusia, serta Bagian Umum dan Keamanan.

4. Bagian

Setiap bagian memiliki tugas dan wewenang dalam mengatur, mengkoordinir dan mengawal pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis wewenang yang diberikan oleh pimpinan perusahaan dan bertanggungjawab kepada direktorat yang menaunginya.

Bagian-bagian tersebut terdiri dari :

- **Bagian Proses dan Utilitas**
Bertanggung jawab terhadap kegiatan pabrik dalam bidang proses, penyediaan bahan baku dan utilitas.
- **Bagian Pemeliharaan, Listrik, dan Instrumentasi**
Bertanggung jawab terhadap kegiatan pemeliharaan, perawatan dan penyediaan fasilitas penunjang kegiatan produksi
- **Bagian Penelitian, Pengembangan, dan Pengendalian Mutu**
Bertanggungjawab terhadap kegiatan yang berhubungan dengan penelitian, pengembangan perusahaan, dan pengawasan mutu.
- **Bagian Keuangan**
Bertanggungjawab terhadap kegiatan pengelolaan keuangan, pengadaan barang, serta pembukuan keuangan.
- **Bagian Pemasaran**
Bertanggungjawab terhadap kegiatan distribusi dan pemasaran produk.
- **Bagian Kesehatan, Keselamatan Kerja dan Lingkungan**
Bertanggung jawab terhadap kesehatan dan keselamatan kerja karyawan serta pelestarian lingkungan.

- **Bagian Administrasi dan Sumber Daya Manusia**
Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan dengan administrasi, kesekretariatan dan pengembangan sumber daya manusia.
- **Bagian Umum dan Keamanan**
Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan masyarakat umum serta menjaga keamanan perusahaan.

5. Seksi

Setiap seksi memiliki tugas dan wewenang dalam melaksanakan pekerjaan dalam lingkungan seksinya sesuai dengan rencana yang telah diatur oleh Kepala Bagian masing-masing. Setiap seksi bertanggung jawab kepada bagian yang menaunginya. Seksi-seksi tersebut terdiri dari:

- **Seksi Proses**
Bertanggungjawab dalam melaksanakan dan memastikan kelancaran kegiatan produksi di pabrik.
- **Seksi Utilitas**
Bertanggung jawab dalam penyediaan air, bahan bakar, dan udara tekan baik untuk proses maupun instrumentasi.
- **Seksi Pemeliharaan dan Bengkel**
Bertanggung jawab dalam melakukan perawatan, pemeliharaan dan penggantian alat- alat serta fasilitas pendukung proses produksi.

- Seksi Listrik dan Instrumentasi
Bertanggungjawab dalam memastikan ketersediaan energi listrik dan instrumentasi yang dibutuhkan agar proses produksi dapat berjalan dengan baik.
- Seksi Penelitian dan Pengembangan
Bertanggung jawab dalam melaksanakan penelitian dan pengembangan perusahaan
- Seksi Laboratorium dan Pengendalian Mutu
Bertanggungjawab dalam melaksanakan pengendalian mutu bahan baku, bahan pembantu dan produk.
- Seksi Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3)
Bertanggungjawab dalam memastikan kesehatan karyawan dan keluarga, serta menangani masalah keselamatan kerja di perusahaan.
- Seksi Unit Pengolahan Limbah
Bertanggungjawab dalam melaksanakan pengolahan limbah hasil produksi.
- Seksi Tata Usaha
Bertanggung jawab dalam mengurus kebijakan teknis dibidang administrasi, kesekretariatan, perencanaan dan pelaporan, perlengkapan serta asset perusahaan.

- Seksi Personalia
Bertanggungjawab menyelenggarakan kegiatan yang berkaitan dengan relasi perusahaan dengan pemerintah, masyarakat dan industri-industri lain.
- Seksi Hubungan Masyarakat
Bertanggungjawab menyelenggarakan kegiatan yang berkaitan dengan relasi perusahaan dengan pemerintah, masyarakat dan industri-industri lain.
- Seksi Keamanan
Bertanggungjawab dalam menyelenggarakan kegiatan yang berkaitan dengan mengawasi langsung masalah keamanan perusahaan.

4.4.4 Status, Penggolongan Jabatan, Jumlah dan Gaji Karyawan

1. Status Karyawan

Berdasarkan status dan sistem upah, karyawan dapat digolongkan menjadi 3, yaitu:

a. Karyawan Tetap

Karyawan tetap adalah karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan Surat Keputusan (SK) direksi dan mendapat gaji bulanan sesuai dengan kedudukan, keahlian dan masa kerja.

b. Karyawan Kontrak

Karyawan kontrak adalah karyawan yang diangkat dan diberhentikan direksi dengan surat kontrak kerja sama.

c. Karyawan Borongan

Karyawan Borongan adalah karyawan yang digunakan oleh pabrik hanya bila diperlukan. Karyawan ini menerima upah borongan untuk suatu perusahaan atas hasil kerjanya yang telah disetujui.

2. Penggolongan Jabatan

Jabatan dari struktur organisasi perusahaan perlu dibebankan pada individu dengan tingkat pendidikan dan keahlian yang sesuai. Karyawan pada perusahaan ini terdiri berbagai jenjang pendidikan tertinggi dijabarkan sebagai berikut:

- a. Direktur Utama : S-2 semua jurusan
- b. Direktur : S-2 semua jurusan
- c. Kepala Bagian : S-1 semua jurusan
- d. Kepala Seksi : S-1 semua jurusan
- e. Staff Ahli : S-1 semua jurusan
- f. Sekretaris : S-1 semua jurusan
- g. Karyawan dan Operator: D-4/S-1 jurusan teknik
- h. Dokter : S-1 kedokteran
- i. Perawat : D4/S-1 keperawatan
- j. Supir : SMP-SMA dilengkapi dengan SIM A/B

k. *Cleaning Service* : SMP-SMA

l. Satpam : SMP-SMA dilengkapi dengan sertifikat satpam

3. Jumlah Karyawan dan Gaji

Jumlah karyawan yang diperlukan dalam aktivitas perusahaan garus ditentukan secara tepat agar pekerjaan dapat diselesaikan secara baik dan efisien. Jumlah karyawan yang diperlukan beserta gaji dapat dilihat pada tabel 4.2 berikut.

Tabel 4. 2 Jumlah dan Gaji Karyawan

Jabatan	Jumlah	Gaji / Bulan	Total Gaji
Direktur Utama	1	35,000,000	35,000,000
Staff Ahli	1	15,000,000	15,000,000
Sekretaris	1	15,000,000	15,000,000
Direktur Teknik dan Produksi	1	25,000,000	25,000,000
Direktur Keuangan dan Umum	1	25,000,000	25,000,000
Kepala Bagian Umum	1	15,000,000	15,000,000
Kepala Bagian Pemasaran	1	15,000,000	15,000,000
Kepala Bagian Keuangan	1	15,000,000	15,000,000
Kepala Bagian Teknik	1	15,000,000	15,000,000
Kepala Bagian Produksi	1	15,000,000	15,000,000
Kepala Bagian Litbang	1	15,000,000	15,000,000
Kepala Seksi Personalia	1	12,000,000	12,000,000
Kepala Seksi Humas	1	12,000,000	12,000,000
Kepala Seksi Keamanan	1	12,000,000	12,000,000

Tabel 4.2..... (lanjutan)

Kepala Seksi Pembelian	1	12,000,000	12,000,000
Kepala Seksi Pemasaran	1	12,000,000	12,000,000
Kepala Seksi Administrasi	1	12,000,000	12,000,000
Kepala Seksi Kas/Anggaran	1	12,000,000	12,000,000
Kepala Seksi Proses	1	12,000,000	12,000,000
Kepala Seksi Pengendalian	1	12,000,000	12,000,000
Kepala Seksi Laboratorium	1	12,000,000	12,000,000
Kepala Seksi Utilitas	1	12,000,000	12,000,000
Kepala Seksi Pengembangan	1	12,000,000	12,000,000
Kepala Seksi Penelitian	1	12,000,000	12,000,000
Kepala Seksi Instrumentasi & Listrik	1	12,000,000	12,000,000
Karyawan Personalia	4	8,000,000	32,000,000
Karyawan Humas	4	8,000,000	32,000,000
Karyawan Pembelian	4	8,000,000	32,000,000
Karyawan Pemasaran	4	8,000,000	32,000,000
Karyawan Administrasi & Keuangan	5	8,000,000	40,000,000
Karyawan Proses	10	8,000,000	80,000,000
Karyawan Pengendalian	3	8,000,000	24,000,000
Karyawan Laboratorium	3	8,000,000	24,000,000
Karyawan Pemeliharaan	3	8,000,000	24,000,000
Karyawan Utilitas	8	8,000,000	64,000,000
Karyawan K3	4	8,000,000	32,000,000
Karyawan Litbang	4	8,000,000	32,000,000
Operator Proses	22	6,000,000	132,000,000

Tabel 4.2.... (lanjutan)

Operator Utilitas	14	6,000,000	84,000,000
Dokter	2	8,000,000	16,000,000
Perawat	4	5,500,000	22,000,000
Satpam	6	5,000,000	30,000,000
Supir	6	5,000,000	30,000,000
Cleaning Service	5	5,000,000	25,000,000
Total	140	Rp. 509.500.000	Rp. 1.160.000.000

4.4.5 Pembagian Jam Kerja Karyawan

Pabrik asetonitril direncanakan akan beroperasi selama 330 hari dalam setahun dan proses produksi berlangsung selama 24 jam dalam 1 hari. Perbaikan, perawatan (*maintenance*), dan *shutdown* dapat dilakukan pada sisa hari diluar hari libur. Untuk menjaga proses produksi secara *continue*, pemberlakuan jam kerja *shift* diperuntukkan bagi karyawan yang terlibat langsung dibidang teknikal proses.

1. Karyawan *non-shift*

Karyawan *non-shift* merupakan karyawan yang tidak terlibat langsung proses produksi maupun pengamanan pabrik. Karyawan yang tergolong bekerja secara *non-shift* adalah direktur beserta jajaran, kepala bagian, kepala seksi, serta karyawan yang bekerja di kantor. Karyawan *non-shift* akan bekerja selama 5 hari dalam seminggu dengan pembagian kerja sebagai berikut:

Jam, hari kerja : Senin-Jumat, 07.00-16.00 WIB

Jam istirahat : Senin-Kamis, 12.00-13.00 WIB

Jumat, 11.30-13.30 WIB

2. Karyawan *shift*

Karyawan *shift* adalah karyawan yang terlibat langsung dalam menangani proses produksi serta pengamanan. Sebagian dari bagian teknis, Gudang, dan bagian lain harus berkerja atau siaga demi kelancaran dan keamanan produksi pabrik. Pembagian jam kerja *shift* sebagai berikut:

Shift I : pukul 07.00-15.00 WIB

Shift II : pukul 15.00-23.00 WIB

Shift III : pukul 23.00-07.00 WIB

Pembagian jam kerja *shift* berlangsung selama 8 jam tiap *shift* dengan 3 kelompok *shift* dalam 1 hari. Pergantian jam kerja kelompok *shift* dilakukan setiap 3 hari kerja dengan maksimal hari bekerja yaitu 3 hari dan diikuti 1 hari libur. Pembagian *shift* dilakukan dalam 4 regu, dimana 3 regu mendapatkan giliran *shift* dan 1 regu libur. Jadwal pembagian *shift* (siklus) karyawan dapat dilihat pada Tabel 4.3 berikut.

Tabel 4. 3 Pembagian *Shift* Karyawan

Regu	Hari														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A	I	I	I		II	II	II		III	III	III		I	I	I
B		II	II	II		III	III	III		I	I	I		II	II
C	II		III	III	III		I	I	I		II	II	II		III
D	III	III		I	I	I		II	II	II		III	III	III	

Tabel 4.3 . . . (lanjutan)

Regu	Hari														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
A		II	II	II		III	III	III		I	I	I		II	II
B	II		III	III	III		I	I	I		II	II	II		III
C	III	III		I	I	I		II	II	II		III	III	III	
D	I	I	I		II	II	II		III	III	III		I	I	I

Keterangan :

1,2,3 dst... : Hari ke-

A,B,C, dan D : Regu kerja

I,II, dan III : *Shift* ke-

 : Libur

4.4.6 Ketenagakerjaan

Setiap karyawan memiliki hak ketenagakerjaan yang harus diberikan oleh perusahaan. Hak-hak tersebut yaitu:

1. Tunjangan
 - a. Tunjangan jabatan yang diberikan berdasarkan jabatan yang dipegang oleh karyawan.
 - b. Tunjangan lembur yang diberikan kepada karyawan yang bekerja di luar jam kerja berdasarkan jumlah jam kerja.
 - c. Tunjangan hari raya (THR), diberikan sebesar nilai satu bulan gaji kepada karyawan setiap tahunnya saat menjelang hari raya Idul Fitri.

2. Hari libur nasional

Hari libur nasional dihitung sebagai hari libur kerja bagi karyawan non-*shift* dan dihitung sebagai hari kerja lembur bagi karyawan *shift*.

3. Cuti

- a. Cuti tahunan diberikan kepada setiap karyawan selama 12 hari kerja dalam 1 tahun.
- b. Cuti tahunan diberikan kepada setiap karyawan selama 12 hari kerja dalam 1 tahun.
- c. Cuti melahirkan bagi karyawan selama 3 bulan (1 bulan sebelum melahirkan dan 2 bulan setelah melahirkan).

4. Fasilitas karyawan

Fasilitas karyawan disediakan guna meningkatkan produktivitas karyawan.

a. Poliklinik

Poliklinik yang disediakan oleh perusahaan bertujuan untuk menangani dan menjaga kesehatan karyawan dan berpengaruh terhadap produktivitas pabrik.

b. Pakaian kerja

Perusahaan memberikan pakaian kerja untuk memberikan identitas perusahaan pada karyawan dari karyawan perusahaan lain maupun masyarakat umum.

c. Makan dan minum

Makan dan minum disediakan sebanyak satu kali dalam sehari oleh perusahaan yakni pada jam makan siang.

d. Tempat ibadah

Tempat ibadah berupa masjid disediakan guna memfasilitasi kegiatan ibadah karyawan muslim.

e. Transportasi

Perusahaan menyediakan bus antar jemput di titik tertentu untuk mempermudah akomodasi karyawan.

5. Jaminan ketenagakerjaan

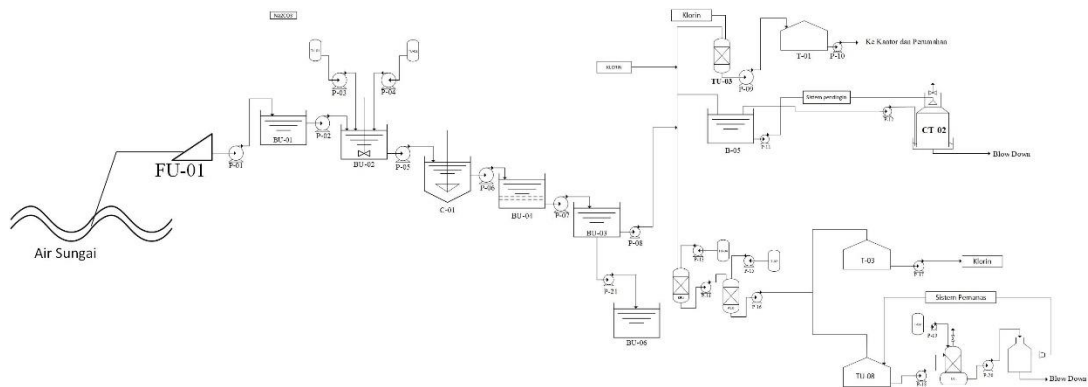
Perusahaan mendaftarkan karyawan sebagai peserta Badan Penyelenggara Jaminan Sosial (BPJS) dengan 4 jaminan, yaitu Jaminan Kecelakaan Kerja (JKK), Jaminan Kematian (JKM), Jaminan Hari Tua (JHT) dan Jaminan Pensiun (JP).

BAB V

UTILITAS

Unit utilitas merupakan sarana penunjang yang penting demi kelancaran jalannya proses produksi. Sarana penunjang adalah sarana lain yang diperlukan selain bahan baku dan bahan pembantu agar proses produksi dapat berjalan sesuai yang diinginkan. Beberapa utilitas yang diperlukan dalam perancangan pabrik pabrik asetonitril (CH_3CN) ini, meliputi :

1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (*Water Treatment System*)
2. Unit Pembangkit *Steam*
3. Unit Pembangkit Listrik (*Power Plant System*)
4. Unit Penyediaan Udara Tekan
5. Unit Penyediaan Bahan Bakar
6. Unit Pengolahan Limbah



Gambar 5. 1 Tata Letak Utilitas Pabrik Asetonitril

Keterangan :

1. PU-01-21 = Pompa
2. FU-01 = Sedimentasi]
3. C-01 = Clarifier
4. BU-01 = Bak Pengendapan awal
5. BU-02 = Bak Pengumpul
6. BU-03 = Bak Pengendapan 1
7. BU-04 = Bak Pengendapan 2
8. BU-05 = Penampung Sementara
9. BU-06 = Bak air Pendingin
10. TU-01 = Tangki Larutan Alum
11. TU-02 = Tangki Klorinasi
12. TU-03 = Tangki Kaporit
13. T-01 = Tangki Air Bersih
14. T-02 = Tangki NaCl
15. T-03 = Tangki NaOH

- 16. T-09 = Tangki N₂H₄
- 17. TU-04 = Tangki Air Bertekanan
- 18. TU-08 = Tangki Air Dermin
- 19. CT-01 = *Cooling Tower 1*
- 20. KEU = Kation Exchanger
- 21. AEU = Anion Exchanger

5.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air

Unit Penyediaan dan Pengolahan Air bertugas menyediakan dan mengolah air bersih yang akan digunakan untuk memenuhi kebutuhan air di pabrik. Dalam perancangan pabrik CH_3CN . ini, sumber air yang digunakan adalah sumber air Sungai Cikarang. Berikut beberapa pertimbangan dalam menggunakan air sungai sebagai sumber air.

- a. Pengolahan air sungai relatif lebih mudah, sederhana dan relatif murah, sedangkan pengolahan air laut lebih rumit dan biaya pengolahan biasanya lebih tinggi karena lebih banyak kandungan garam mineral di dalamnya yang perlu dipisahkan. Tetapi dengan faktor letak pabrik yang dekat dengan sumber air sungai.
- b. Air Sungai merupakan sumber kontinyu yang tinggi, sehingga kekurangan air dapat dihindari.

Berikut ini merupakan kebutuhan air yang diperlukan untuk aktivitas pabrik Asetonitril yang akan berdiri di Karawang, Jawa Barat :

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 156 orang. Sehingga total kebutuhan air domestik sebesar :

Tabel 5. 1 Kebutuhan Air Domestik

No	Keterangan	Kebutuhan Air, kg/jam
1	Air Karyawan	13.685
2	Air mess	5000
	Total	18.685

b. Air Pendingin Dowtherm

Kebutuhan air pendingin Dowtherm untuk peralatan pada pabrik asetonitril ini telampir pada tabel 5.2

Tabel 5. 2 Kebutuhan Air Pendingin Dowtherm A

No	Keterangan	Kebutuhan Air, kg/jam
1	<i>Cooler-01</i>	11.555
2	<i>Cooler-02</i>	13.610
3	<i>Cooler-03</i>	3.122
4	<i>Cooler-04</i>	1.766
5	Condensor Partial	79,24
6	Condensor	90.625
	Total	120.658

Perancangan dibuat *over design* sebanyak 20% sehingga menjadi 109.992 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 289,6464 kg/jam.

c. Air Steam Dowtherm

Kebutuhan steam untuk peralatan pada pabrik asetonitril ini telampir pada tabel 5.3

Tabel 5. 3 Kebutuhan Steam

No	Keterangan	Kebutuhan Air, kg/jam
1	<i>Heater-01</i>	389,31
2	<i>Heater-02</i>	23,62
3	<i>Heater-03</i>	1676
4	<i>Heater-04</i>	0,2414
5	<i>Reaktor</i>	77,342
6	<i>Reboiler</i>	130,21
7	<i>Vaporizer-01</i>	229,36
8	<i>Vaporizer-02</i>	10,91
Total		79.814

Perancangan dibuat *over design* sebanyak 20% sehingga menjadi 75.777 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 17.240 kg/jam.

d. Air Layanan Umum (*Service Water*)

Perkiraan kebutuhan air untuk penggunaan layanan umum seperti bengkel, laboratorium, masjid, kantin, pemadam kebakaran, dan lain lain sebesar 250 kg/jam.

5.2 Unit Pembangkit Steam

Keberadaan unit ini bertujuan untuk mencukupi kebutuhan *steam* pada proses produksi asetonitril, yaitu dengan menyediakan 2 ketel uap (*boiler*) dengan spesifikasi :

Kapasitas : 1853,58 kg/jam

Jenis : *Water Tube Boiler*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 77.961 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 batu bara yang keluar dari *boiler*. Di dalam alat ini air dinaikkan temperaturnya hingga 134 dan 350 ° 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 2 dan 170 bar, baru kemudian dialirkan ke steam *header* untuk didistribusikan ke area-area proses produksi.

5.3 Unit Pembangkit Listrik (*Power Plant System*)

Kebutuhan listrik di pabrik ini diperoleh dari PLN, selain dari PLN listrik cadangan didapatkan dari generator pabrik apabila listrik dari PLN mengalami kendala. Hal ini bertujuan agar pasokan listrik dapat berlangsung kontinyu dan tidak ada gangguan listrik yang padam. Kebutuhan listrik di pabrik ini antara lain :

- Listrik untuk AC
- Listrik untuk laboratorium dan bengkel
- Listrik untuk keperluan proses dan utilitas
- Listrik untuk penerangan
- Listrik untuk instrumentasi

Kelebihan menggunakan listrik PLN adalah biayanya murah, sedangkan kekurangan menggunakan listrik PLN adalah kontinyu dari penyediaan listrik tenaganya tidak tetap dan kurang terjamin.

Tabel 5. 4 Kebutuhan Listrik Alat Proses

Alat	Kode Alat	Daya	
		Hp	Watt
Pompa-01	P-01	7.5000	5592.7500
Pompa-02	P-02	0.5000	372.8500
Pompa-03	P-03	1.0000	745.7000
Pompa-04	P-04	20.0000	14914.0000
Pompa-05	P-05	0.2500	186.4250
Pompa-06	P-06	7.5000	5592.7500
Pompa-07	P-07	0.2500	186.4250
Pompa-08	P-08	7.5000	5592.7500
Blower-01	BL-01	0.3677	274.2307
Blower-02	BL-02	0.1226	91.4285
Blower-03	BL-03	0.2451	182.8022
Blower-04	BL-04	0.18	137.1154
TOTAL		45,4194	33.869

Tabel 5. 5 Kebutuhan Listrik Utilitas

Alat	Kode Alat	Daya	
		Hp	Watt
<i>Bak Pengumpul</i>	BU-01	2	1491,4
<i>Blower Cooling Tower</i>	BL-01	20	14.914
Kompresor	CP-01	6	4474.2
Pompa-01	PU-01	10	7.457
Pompa-02	PU-02	7.5	5592.75
Pompa-03	PU-03	15	11.185
Pompa-04	PU-04	0.05	37.285
Pompa-05	PU-05	7.5	5592.75
Pompa-06	PU-06	10	7.457

Tabel 5.5 (lanjutan)

Alat	Kode Alat	Daya	
		HP	Watt
Pompa-07	PU-07	7.5	5592.75
Pompa-08	PU-08	7.5	5592.75
Pompa-09	PU-09	10	7.457
Pompa-10	PU-10	0.05	37.285
Pompa-11	PU-11	10	7457
Pompa-12	PU-12	0.75	559.275
Pompa-13	PU-13	0.05	37.285
Pompa-14	PU-14	0.05	37.285
Pompa-15	PU-15	7.5	5.592
Pompa-16	PU-16	7.5	5.592
Pompa-17	PU-17	0.25	186.425
Pompa-18	PU-18	0.05	37.285
Pompa-19	PU-19	0.25	186.425
Pompa-20	PU-20	0.25	186.425
Pompa-21	PU-21	0.25	186.425
Total		89,05	96.941

Tabel 5. 6 Kebutuhan Listrik Total

No	Keperluan	Kebutuhan, Kw
1	<i>Power Plant</i> dan Utilitas	130,81
2	Alat Kontrol	24,23
3	Penerangan	14,54
4	Peralatan Kantor	14,54
5	Bengkel dan Laboratorium	14,54
6	Perumahan	30
Total		228,66

5.4 Unit Penyediaan Udara Tekan

Pada unit penyedia udara tekan mempunyai fungsi untuk menyediakan kebutuhan udara yang dibutuhkan semua dari alat *controller* memenuhi kebutuhan udara tekan untuk alat-alat yang bekerja dengan prinsip *pneumatic* terutama alat-alat kontrol. Pada dasarnya, proses yang terjadi pada unit ini adalah mengurangi berat jenis udara dari kandungan kondensat sebelum masuk ke unit instrument udara. Kebutuhan udara tekan diperkirakan sebesar 24,2985 m³/jam dengan tekanan 6,90 atm.

5.5 Unit Penyediaan Bahan Bakar

Pada unit penyedia bahan bakar bertujuan menyediakan bahan bakar yang dipergunakan pada *boiler* dan generator. Bahan bakar yang digunakan adalah solar sebesar 98,3254 kg/jam.

5.6 Unit Pengolahan Limbah

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 tidak membutuhkan penanganan khusus karena tidak mengandung bahan kimia yang berbahaya.
- 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

5.7.1 Perancangan Pengolahan Air

1. *Screening* (FU-01)

Tabel 5. 7 Spesifikasi *Screening*

Spesifikasi Umum <i>Screening</i> (FU-01)	
Nama Alat	<i>Screening</i>
Kode	(FU-01)
Fungsi	Menyaring kotoran-kotoran yang berukuran besar
Dimensi	
Diameter lubang saringan	1 cm
Panjang saringan	10 ft
Lebar saringan	8 ft
Jumlah air yang diolah	302.671 kg/jam

2. Bak Pengendapan Awal (BU-01)

Tabel 5. 8 Spesifikasi Bak Pengendapan Awal

Spesifikasi Umum Bak Pengendapan Awal (BU-01)	
Nama Alat	Bak Pengendapan Awal/Sedimentasi
Kode	(BU-01)
Fungsi	Mengendapan kotoran yang terbawa dari air sungai
Bentuk	Balok
Bahan	Beton bertulang
Volume	1.530,58 m ³
Waktu tinggal	6 jam
<i>Over design</i>	20%
Dimensi	
Tinggi	7,2599 m
Panjang	14,5198 m
Lebar	29,0397 m
Kapasitas bak pengendapan	1.530,58 m ³ /jam

3. Bak Penggumpal (BU-02)

Tabel 5. 9 Bak Penggumpal

Spesifikasi Umum Bak Penggumpal (BU-02)	
Nama Alat	Bak Penggumpal
Kode	(BU-02)
Fungsi	Mengendapkan kotoran yang berupa dispersi
Volume	363,2056 m ³
Waktu pengendapan	1 jam
<i>Over design</i>	20%
Dimensi	
Diameter	7,7344 m
Tinggi	7,7344 m
Bentuk	Silinder tegak
Jenis Pengaduk	
Jenis pengaduk	<i>Marine propeller 3 blade</i>
Diameter <i>impeller</i>	2,5781 m
Jarak <i>impeller</i>	1,9336 m
Jarak cairan dalam tangki	6,9609 m
Jumlah <i>baffle</i>	4 buah
Lebar <i>baffle</i>	0,2578 m
Jumlah <i>impeller</i>	1 buah
<i>Power motor</i>	2 Hp

4. Tangki Larutan Alum (TU-01)

Tabel 5. 10 Spesifikasi Tangki Larutan Alum

Spesifikasi Umum Tangki Larutan Alum (TU-01)	
Nama Alat	Tangki Larutan Alum (tawas)
Kode	(TU-01)
Fungsi	Menyiapkan dan menyimpan larutan alum 5 %
Keb 5% larutan alum	0,0325 kg/jam
Waktu penyimpanan	2 minggu
Konsentrasi alum dalam air	425 ppm
Bentuk	Silinder tegak
<i>Over design</i>	20%
<i>Volume alum</i>	13,9283 m ³
Diameter	1,9093 m
Tinggi	3,8186 m

5. Bak Pengendapan I (BU-03)

Tabel 5. 11 Spesifikasi Bak Pengendapan I

Spesifikasi Umum Bak Pengendapan I (BU-03)	
Nama Alat	Bak Pengendapan I
Kode	(BU-03)
Fungsi	Mengendapkan endapan yang berbentuk flok
Bentuk	Bak persegi
Bahan	Beton bertulang
<i>Volume</i>	2181,08 m ³
Waktu tinggal	6 jam

Tabel 5.11 ...(lanjutan)

Spesifikasi Umum Bak Pengendapan I (BU-03)	
<i>Over design</i>	20%
Dimensi	
Tinggi	8,1696 m
Panjang	16,3393 m
Lebar	16,3393 m
Kapasitas bak pengendapan	363,5144 m ³ /jam

6. Bak Pengendapan II (BU-04)

Tabel 5. 12 Spesifikasi Bak Pengendapan II

Spesifikasi Umum Bak Pengendapan II (BU-04)	
Nama Alat	Bak Pengendapan II
Kode	(BU-04)
Fungsi	Mengendapkan endapan yang berbentuk flok yang terbawa dari sungai dengan proses flokulasi (memberi kesempatan untuk proses flokulasi O2)
Bentuk	Bak persegi
Bahan	Beton bertulang
<i>Volume</i>	2.072,0321 m ³
Waktu tinggal	6 jam
<i>Over design</i>	20%

Tabel 5.12 ...(lanjutan)

Spesifikasi Umum Bak Pengendapan II (BU-04)	
Dimensi	
Tinggi	8,0311 m
Panjang	16,0623 m
Lebar	16,0623 m
Kapasitas bak pengendapan	345,3386 m ³ /jam

7. *Sand Filter* (BU-05)Tabel 5. 13 Spesifikasi *Sand Filter*

Spesifikasi Umum <i>Sand Filter</i> (FU-02)	
Nama Alat	Bak Saringan Pasir
Kode	(FU-02)
Fungsi	Menyaring partikel–partikel halus yang ada dalam air sungai
Kecepatan penyaringan	4 gpm/ft ²
Diameter partikel	0,0394 in
Material	<i>Spheres</i>
Tinggi lapisan pasiran	1,0143 m
Dimensi	
Volume	33,9990 m ³
Tinggi	2,0408 m
Panjang	4,0816 m
Lebar	4,0816 m

8. Bak Penampungan Sementara (BU-06)

Tabel 5. 14 Spesifikasi Bak Penampungan Sementara

Spesifikasi Umum Bak Penampungan Sementara (BU-05)	
Nama Alat	Bak Penampungan Sementara
Kode	(BU-05)
Fungsi	menampung Sementara <i>raw water</i> setelah di saring di <i>sand filter</i>
Bentuk	Bak persegi
Bahan	Beton bertulang
<i>Volume</i>	311,4134 m ³
Waktu tinggal	1 jam
<i>Over design</i>	20%
Dimensi	
Tinggi	4,2699 m
Panjang	8,5399 m
Lebar	8,5399 m
Kapasitas bak penampungan	259,5029 m ³ /jam

5.7.2 Pengolahan Air Sanitasi

1. Tangki Klorinasi (TU-02)

Tabel 5. 15 Spesifikasi Tangki Klorinasi

Spesifikasi Umum Tangki Klorinasi (TU-02)	
Nama Alat	Tangki Klorinasi
Kode	(TU-02)
Fungsi	Mencampur klorin dalam bentuk kaporit ke dalam air untuk kebutuhan rumah tangga
Waktu tinggal	1 jam
Bentuk	Tangki silinder berpengaduk
<i>Over design</i>	20%
Dimensi	
<i>Volume</i>	22,4221 m ³
Diameter	2,8766m
Tinggi	2,8766 m
Kapasitas	18,68506 m ³ /jam

2. Tangki Kaporit (TU-03)

Tabel 5. 16 Spesifikasi Tangki Kaporit

Spesifikasi Umum Tangki Kaporit (TU-03)	
Nama Alat	Tangki Kaporit
Kode	(TU-03)
Fungsi	Menampung kebutuhan kaporit selama 1 minggu yang akan dimasukkan kedalam tangki klorinasi (TU-02)
Waktu tinggal	1 minggu
Bentuk	Silinder tegak
Kebutuhan kaporit	0,2962 kg
Kebutuhan kaporit (30 hari)	96,7232 kg
Dimensi	
<i>Volume</i>	0,0412 m ³
Diameter	0,3977 m
Tinggi	0,3977 m

3. Tangki Air Bersih (TU-04)

Tabel 5. 17 Spesifikasi Tangki Air Bersih

Spesifikasi Umum Tangki Air Bersih (T-01)	
Nama Alat	Tangki Air Bersih
Kode	(T-01)
Fungsi	Menampung air untuk keperluan kantor dan rumah tangga
Waktu tinggal	24 jam
Bentuk	Tangki silinder tegak
<i>Over design</i>	20%
Dimensi	
<i>Volume</i>	538,1299 m ³
Diameter	8,8174 m
Tinggi	8,8174 m
Kapasitas	18,685 m ³ /jam

5.7.3 Pengolahan Air Pendingin

1. Bak Air Pendingin 1 (B-05)

Tabel 5. 18 Spesifikasi Bak Pendingin 1

Spesifikasi Umum Bak Air Pendingin (B-05)	
Nama Alat	Bak Air Pendingin
Kode	(B-05)
Fungsi	Menampung kebutuhan air pendingin dan proses
Bentuk	Bak persegi panjang
Bahan	Beton bertulang
<i>Volume</i>	4.169,9525 m ³
Waktu tinggal	24 jam
<i>Over design</i>	20%
Dimensi	
Tinggi	10,1397 m
Panjang	20,2793 m
Lebar	20,2793 m
Kapasitas bak penampungan	144.7900 m ³ /jam

2. Cooling Tower 1 (CT-01)

Tabel 5. 19 Spesifikasi Cooling Tower-01

Spesifikasi Umum Cooling Tower (CT-01)	
Nama Alat	<i>Cooling Tower</i>
Kode	(CT-01)
Fungsi	Mendinginkan air pendingin setelah digunakan oleh alat-alat proses dengan media pendingin udara
Luas tower	4,0328 m ²
<i>Mass velocity liquid</i>	7.348,7421 lb/jam.ft ²
Kebutuhan udara	43.030 ft ³ /min
Dimensi	
Tinggi	7,5506 m
Panjang	1,7498 m
Lebar	1,7498 m
Difusi Unit	
H1	44,1 Btu/lb
H2	71,1 Btu/lb
Tinggi Diffusi	
Tinggi unit diffuse	3,7332 m
Jumlah <i>spray</i>	10 buah
Kecepatan volumetrik udara	7.348,7421 lb/jam.ft ²

3. *Blower Cooling Tower 1 (BL-01)*

Tabel 5. 20 Spesifikasi *Blower Cooling Tower-01*

Spesifikasi Umum Blower Cooling Tower (BL-01)	
Nama Alat	<i>Blower Cooling Tower</i>
Kode	(BL-02)
Fungsi	Menghisap udara sekeliling untuk dikontakkan dengan air yang akan didinginkan
Kebutuhan udara	73.030 ft ³ /min
Suhu	30 °C
Tekanan	1 atm

5.7.4 Pengolahan Air *Steam*

1. *Mixed Bed (MB-01)*

Tabel 5. 21 Spesifikasi *Mixed Bed*

Spesifikasi Umum Mixed Bed (MB-01)	
Nama Alat	<i>Mixed Bed</i>
Kode	(MB-01)
Fungsi	Menghilangkan kesadahan air yang disebabkan oleh
Jenis	Tangki Silinder Tegak
Resin	Zeolit
Dimensi	
Diameter tangki	3,1593 m

Tabel 5.21 ...(lanjutan)

Spesifikasi Umum <i>Mixed Bed</i> (MB-01)	
Tinggi tangki	0,9144 m
Tinggi <i>bed</i>	0,762 m
Volume <i>bed</i>	0,762 m ³
Volume bak	2.108.485 grain
Tebal	0,1875 in
Jumlah	1

2. Tangki NaCl (T-02)

Tabel 5. 22 Spesifikasi Tangki NaCl

Spesifikasi Umum	
Nama Alat	Tangki NaCl
Kode	(T-02)
Fungsi	Menampung larutan NaCl yang akan digunakan untuk meregenerasi <i>kation exchanger</i>
Bentuk	Tangki Silinder
<i>Overdesign</i>	20%
Dimensi	
Volume	844,3667 m ³
Diameter	10,2460 m
Tinggi	10,2460 m

3. Tangki NaOH

Tabel 5. 23 Spesifikasi Tangki NaOH

Spesifikasi Umum	
Nama Alat	Tangki NaOH
Kode	(T-03)
Fungsi	Menampung larutan NaOH yang akan digunakan
Bentuk	Tangki silinder
<i>Overdesign</i>	20%
Dimensi	
Volume	0,5948 m ³
Diameter	0,9116 m
Tinggi	0,9116 m

4. Tangki Demin (TU-07)

Tabel 5. 24 Spesifikasi Tangki Demin

Spesifikasi Umum Tangki Demin (TU-08)	
Nama Alat	Tangki Air Demin
Kode	(TU-08)
Fungsi	Menampung air bebas mineral sebagai air proses dan air
Waktu tinggal	24 jam
Bentuk	Silinder tegak
<i>Overdesign</i>	20%

Tabel 5.24 ... (lanjutan)

Spesifikasi Umum Tangki Demin (TU-07)	
Dimensi	
Volume	2.758,40 m ³
Diameter	15,2030 m
Tinggi	15,2030 m

5. Dearator

Tabel 5. 25 Spesifikasi Dearator

Spesifikasi Umum Dearator (DE)	
Nama Alat	Dearator
Kode	(DE)
Fungsi	Menghilangkan gas CO ₂ dan O ₂ yang terikat dalam <i>feed water</i> yang menyebabkan kerak pada reboiler
Waktu tinggal	1 Jam
Bentuk	Tangki silinder tegak
<i>Overdesign</i>	20%
Dimensi	
Volume	114,9334 m ³
Diameter	5,2706 m
Tinggi	5,2706 m
Kapasitas	95,7778 m ³ /jam

6. Tangki N₂H₄ (T-09)

Tabel 5. 26 Spesifikasi Tangki N₂H₄

Spesifikasi Umum Tangki N₂H₄	
Nama Alat	Tangki N ₂ H ₄
Kode	(T-09)
Fungsi	Menyimpan N ₂ H ₄
Waktu tinggal	4 bulan
Bentuk	Silinder tegak
<i>Overdesign</i>	20%
Dimensi	
Volume	116,8264 m ³
Diameter	5,2994 m
Tinggi	5,2994 m

5.7.5 Pengolahan Air *Service*

1. Tangki Air Bertekanan (TU-04)

Tabel 5. 27 Spesifikasi Tangki *Service*

Spesifikasi Umum Tangki Air <i>Service</i> (TU-09)	
Nama Alat	Tangki Air Bertekanan
Kode	(TU-09)
Fungsi	Menampung air bertekanan untuk keperluan layanan umum
Bentuk	Tangki silinder tegak

Tabel 5.27 ... (lanjutan)

Spesifikasi Umum Tangki Air Service (TU-09)	
<i>Overdesign</i>	20%
Dimensi	
Volume	7,2000 m ³
Diameter	2,0932 m
Tinggi	2,0932 m

5.7.6 Pompa Utilitas

Tabel 5. 28 Spesifikasi Pompa Utilitas

Parameter	PU-01	PU-02	PU-03	PU-04	PU-05
Fungsi	Mengalirkan air dari Sungai menuju	Mengalirkan air sungai dari	Mengalirkan air dari Bak	Mengalirkan air dari tangki Alum (TU-01)	Mengalirkan air dari Bak
Jenis			<i>Centrifugal Pump</i>		
Bahan			<i>Comercial steel</i>		
Impeller	<i>Axial Flow</i>	<i>Axial Flow</i>	<i>Axial Flow</i>	<i>Radial Flow</i>	<i>Axial Flow</i>
Kapasitas, gpm	1.564	1.646	1.564	0.0565	1.564
Rate Volumetrik, ft ³ /jam	0,000968	0,00101	0,000968	0,000125	0,000968
Kecepatan Aliran, ft/s	6,3672	6,7023	6,3672	0,000000141	6,3672
Dimensi Pipa					
IPS, in	10	10	10	0.125	8

Tabel 5.28...(lanjutan)

Parameter	PU-01	PU-02	PU-03	PU-04	PU-05
<i>Flow Area</i> , in ²	78,8	78,8	78,8	0.058	78,8
OD, in	10,75	10,75	10,75	0.269	10,75
ID, in	10,02	10,02	10,02	0.405	10,02
<i>Head Pompa</i>					
Efisiensi Motor	86%	83%	87%	40%	83%
Power Pompa, Hp	18,5808	24,8657	22,1940	0,000869	22,7421
Power Motor, Hp	25	30	30	0.05	30

Tabel 5.28...(lanjutan)

Parameter	PU-06	PU-07	PU-08	PU-09
Fungsi	Mengalirkan air	Mengalirkan air	Mengalirkan air	Mengalirkan air
Jenis	dari bak	dari Rak	dari Rak Sand	dari Rak Sand
Bahan	<i>Comercial steel</i>			
Impeller	<i>Axial Flow</i>	<i>Axial Flow</i>	<i>Axial Flow</i>	<i>Axial Flow</i>
Kapasitas, gpm	1.485	1.411	1.341	1.341
<i>Rate Volumetrik, ft³/s</i>	3,3106	3,1451	2,9878	2,9878
Kecepatan Aliran, ft/s	6,0488	5,7464	5,4591	5,4591
Dimensi Pipa				
IPS, in	10	10	10	10
<i>Flow Area, in²</i>	78,8	78,8	78,8	78,8
OD, in	10,75	10,75	10,75	10,75

Tabel 5.28...(lanjutan)

Parameter	PU-06	PU-07	PU-08	PU-09
ID, in	10,02	10,02	10,02	10,02
	Head Pompa			
Efisiensi Motor	87%	86%	85%	85%
Power Pompa, Hp	19,585	18,2578	15,4411	16,4411
Power Motor, Hp	25	25	20	20

Tabel 5.28...(lanjutan)

Parameter	PU-10	PU-11	PU-12	PU-13
Fungsi	Mengalirkan Kaporit dari Tangki Kaporit (TU-03) menuju Tangki Klorinasi	Mengalirkan air dari tangki klorinasi menuju tangki air bersih (T-01)	Mengalirkan air dari tangki bersih (T-01) menuju area domestik	Mengalirkan air dari tangki air servis menuju Tangki air Bertekanan
Jenis	<i>Centrifugal Pump</i>			

Tabel 5.28.... (lanjutan)

Parameter	PU-10	PU-11	PU-12	PU-13
Bahan	<i>Comercial steel</i>			
Impeller	<i>Radial Flow</i>	<i>Radial Flow</i>	<i>Mixed Flow</i>	<i>Mixed Flow</i>
Kapasitas, gpm	0.0007	96.5602	96.5602	1.2919
<i>Rate Volumetrik,</i> ft ³ /s	0.0000015	0.2151	0.21513	0.0028785
Kecepatan Aliran, ft/s	0.006138	2.4360	2.4360	1.36481
Dimensi Pipa				
IPS, in	0.125	4	4	0.5
<i>Flow Area, in²</i>	0.036	12.7	12.7	0.304

Tabel 5.28.... (lanjutan)

Parameter	PU-10	PU-11	PU-12	PU-13
OD, in	0.41	4.5	4.5	0.84
ID, in	0.215	4.025	4.025	0.622
<i>Head Pompa</i>				
Efisiensi Motor	20%	66%	80%	80%
Power Pompa, Hp	0.00002132	6.5746	1,0380	0.02134
Power Motor, Hp	0.05	10	1,5	0.05

Tabel 5.28...(lanjutan)

Parameter	PU-14	PU-15	PU-16	PU-17
Fungsi	Mengalirkan air dari tangki air servis menuju area kebutuhan servis	Mengalirkan air dari Bak air Dingin (BU-04) menuju Coolig Tower (CT-01)	Mengalirkan air dari Cooling Tower (CT-01) menuju recycle dari bak air dingin	Mengalirkan air dari tangki penampung NaCl menuju Mixed Bed (TU-
Jenis		<i>Centrifugal Pump</i>		
Bahan		<i>Comercial steel</i>		
Impeller	<i>Radial Flow</i>	<i>axiall Flow</i>	<i>axial Flow</i>	<i>Radial Flow</i>
Kapasitas, gpm	1,2919	747,7506	747,7506	494,95
Rate Volumetrik, ft ³ /s	0.002878	1,6659	1,6659	1,1027
Kecepatan Aliran, ft/s	1.3648	3,0439	3,0439	3,1758
	Dimensi Pipa			
IPS, in	0.5	10	10	8

Tabel5.28.... (lanjutan)

Parameter	PU-14	PU-15	PU-16	PU-17
<i>Flow Area</i> , in ²	0.304	78,8	78,8	50
OD, in	0.84	10,75	10,75	8,625
ID, in	0.622	10,02	10,02	7,981
<i>Head Pompa</i>				
Efisiensi Motor	80%	83%	86%	80%
Power Pompa, Hp	0.02130	5,6620	6,7874	4,1083
Power Motor, Hp	0.05	5	7,5	7,5

Tabel 5.28 ... (lanjutan)

Parameter	PU-18	PU-19	PU-20	PU-21
Fungsi	Mengalirkan air dari Mixed Bead (TU-05) menuju Tangki air Demin	Mengalirkan air dari Tangki air Demin menuju Tangki Deaerator (De-01)	Mengalirkan larutan Hydrazine dari Tangki N2H4 (T-09) menuju Tangki Deaerator (De-01)	Mengalirkan air dari Deaerator (De-01) menuju Boiler
Jenis	<i>Centrifugal Pump</i>			
Bahan	<i>Comercial steel</i>			
Impeller	<i>Radial Flow</i>	<i>Radial Flow</i>	<i>Radial Flow</i>	<i>Radial Flow</i>
Kapasitas, gpm	494,9580	494,9580	494,9580	494,9580
Rate Volumetrik, ft ³ /s	1,1027	1,1027	1,1027	1,1027
Kecepatan Aliran, ft/s	3,1758	3,1758	3,1758	3,1758
Dimensi Pipa				

Tabel 5.28.... (lanjutan)

Parameter	PU-18	PU-19	PU-20	PU-21
IPS, in	8	8	8	8
<i>Flow Area</i> , in ²	8,625	8,625	8,625	8,625
OD, in	7,981	7,981	7,981	7,981
ID, in	50	50	50	50
<i>Head Pompa</i>				
Efisiensi Motor	80%	80%	80%	80%
Power Pompa, Hp	4,0993	4,0993	4,0993	4,0993
Power Motor, Hp	7,5	7,5	7,5	7,5

BAB VI

EVALUASI EKONOMI

6.1 Evaluasi Ekonomi

Evaluasi ekonomi bertujuan untuk mengetahui kelayakan pendirian suatu pabrik yang akan didirikan. Faktor - faktor yang diperhatikan dalam evaluasi ekonomi suatu pabrik antara lain :

- a. *Return On Investment (ROI)*
- b. *Pay Out Time (POT)*
- c. *Discounted Cash Flow (DCF)*
- d. *Break Event Point (BEP)*
- e. *Shut Down Point (SDP)*

Sebelum pabrik didirikan diperlukan analisis ekonomi, maka perlu dilakukan perkiraan terhadap beberapa hal antara lain :

1. Modal (*Capital Investment*)
 - a. Modal tetap (*Fixed Capital Investment*)
 - 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 invesment (ROI)*

- b. *Pay out time (POT)*
- c. *Break event point (BEP)*
- d. *Shut down point (SDP)*
- e. *Discounted cash flow (DCF)*

Untuk dapat mengetahui keuntungan yang diperoleh tergolong besar atau tidak sehingga dapat diketahui apakah pabrik tersebut berpotensi untuk didirikan atau tidak maka dilakukan Analisa kelayakan.

Beberapa analisis untuk menyatakan kelayakan :

- 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)*

Shut Down Point adalah titik atau kondisi saat penentuan suatu aktivitas produksi harus berhenti. Penyebabnya antara lain *variable cost* yang

terlalu tinggi, atau bisa juga karena keputusan manajemen akibat tidak ekonomisnya suatu aktivitas produksi (tidak menghasilkan profit). Hal tersebut diakibatkan karena biaya untuk melanjutkan operasi pabrik akan lebih mahal dari pada biaya untuk menutup pabrik dan membayar *fixed cost*.

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.

6.2 Penaksiran Harga Peralatan

Harga peralatan proses selalu mengalami perubahan setiap tahun tergantung pada kondisi ekonomi yang ada. Untuk mengetahui harga peralatan yang ada sekarang, dapat ditaksir dari harga tahun sebelumnya berdasarkan indeks harga. Berikut adalah indeks harga yang di dalam teknik kimia disebut CEP indeks atau *Chemical Engineering Plant Cost Index (CEPCI)*.

Tabel 6. 1 *Chemical Engineering Plant Cost Index (CEPCI)*

No	(Xi)	Indeks (Yi)
1	1991	361,3
2	1992	358,2
3	1993	359,2
4	1994	368,1

Tabel 6.1...(lanjutan)

No	(Xi)	Indeks (Yi)
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

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

$$Ex = Ey \frac{Nx}{Ny} \quad (6.1)$$

Dimana :

Ex : Harga pembelian pada tahun 2027

Ey : Harga pembelian pada tahun referensi

Nx : *Index* harga pada tahun 2027

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 seta data yang sudah diperoleh dari www.matche.com/equipcost . Berdasarkan data nilai CEP indeks yang ada kemudian dilakukan perhitungan menggunakan 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 2027 adalah 672,49.

6.3 Perhitungan Biaya

1. Dasar Perhitungan

1. Kapasitas Produksi = 20.000 Ton/Tahun
2. Satu Tahun Operasi = 330 Hari
3. Umur Pabrik = 10 Tahun
4. Tahun Pendirian Pabrik = 2027
5. Indeks Harga Tahun 2026 = 672,49
6. Upah Buruh Asing = US\$ 20/*man hour*
7. Upah Buruh Indonesia =Rp 25.000/*man hour*
8. Kurs Dollar = Rp 15.246 = \$ 1

9. Harga Asetonitril = \$ 3,5

10. UMR Karawang = Rp 5.176.179,07

2. Total Capital Investment

Total Capital Investment adalah total biaya pengeluaran yang digunakan untuk mendirikan fasilitas, penunjang dan operasi pabrik. *Total capital investment* terdiri dari :

a. *Fixed Capital Investment*

Fixed Capital Investment adalah total biaya pengeluaran yang digunakan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik.

Tabel 6. 2 *Pyhsical Plant Cost (PPC)*

No	Jenis	Harga, Rp	Harga, \$
1	<i>Purchased Equipment Cost</i>	61.747.888.550	4.050.104
2	<i>Delivered Equipment Cost</i>	15.436.972.138	1.012.526
3	Instalasi Cost	10.274.293.863	673.901
4	Pemipaan	14.873.015.379	175.536
5	Instrumentasi	15.546.729.970	1.019.725
6	Insulasi	2.487.756.251	163.174
7	Listrik	6.174.788.855	405.010
8	Bangunan	62.865.000.000	4.123.377
9	<i>Land & Yard Improvement</i>	53.466.000.000	3.506.877
	Total	242.872.455.006	15.930.240

Tabel 6. 3 *Direct Plant Cost (DPC)*

No	<i>Type of Capital Investment</i>	Harga, Rp	Harga, \$
1	<i>Engineering and Construction</i>	48.574.489.001	3.186.048
2	<i>Direct Plant Cost</i>	291.446.934.008	19.116.288
	Total	340.021.423.009	22.302.337

Tabel 6. 4 *Fixed Capital Investment (FCI)*

No	<i>Fixed Capital</i>	Harga, Rp	Harga, \$
1	<i>Direct Plant Cost</i>	291.446.934.008	19.116.288
2	<i>Contractor ' s fee</i>	11.657.877.360	764.652
3	<i>Contingency</i>	29.144.693.401	1.911.629
	Total	332.249504.769	21.792.569

b. *Working Capital Investment*

Working capital investment adalah total biaya pengeluaran untuk menjalankan operasi dari suatu pabrik selama waktu tertentu atau yang di tentukan.

Tabel 6. 5 *Working Capital Investment*

No	<i>Type of Expenses</i>	Harga, Rp	Harga, \$
1	<i>Raw Material Inventory</i>	57.294.428.540	3.757.997
2	<i>Inprocess Inventory</i>	36.561.263.651	2.398.089
3	<i>Product Inventory</i>	73.122.527.302	4.796.178
4	<i>Extended Credit</i>	97.020.000.000	6.363.636
5	<i>Available Cash</i>	73.122.527.302	4.796.178
	Total	337.120.746.796	22.122.078

3. Total Production Cost

Manufacturing Cost adalah jumlah *direct*, *indirect*, dan *fixed manufacturing cost* yang terikat dala pembuatan suatu produk.

1. *Direct Manufacturing Cost (DMC)*

Direct Manufacturing Cost adalah total biaya pengeluaran yang berkaitan khusus dalam pembuatan suatu produk.

Tabel 6. 6 *Direct Manufacturing Cost*

No	Type of Expense	Harga, Rp	Harga, \$
1	<i>Raw Material</i>	630.238.713.945	41.337.972
2	<i>Labor</i>	13.920.000.000	913.026
3	<i>Supervision</i>	1.392.000.000	91.303
4	<i>Maintenance</i>	11.628.732.667	762.740
5	<i>Plant Supplies</i>	1.744.309.900	114.411
6	<i>Royalty and Patents</i>	11.848.173.750	777.133
7	<i>Utilities</i>	10.672.200.000	700.000
	Total	681.444.130.262	44.696.585

2. *Indirect Manufacturing Cost*

Direct Manufacturing Cost adalah total biaya pengeluaran yang berkaitan khusus dalam pembuatan suatu produk.

Tabel 6. 7 *Indirect Manufacturing Cost*

No	Type of Expense	Harga, Rp	Harga, \$
1	<i>Payroll Overhead</i>	2.784.000.000	182.605
2	<i>Laboratory</i>	2.784.000.000	182.605
3	<i>Plant Overhead</i>	8.352.000.000	547.816
4	<i>Packaging and Shipping</i>	53.361.000.000	3.500.000
	Total	67.281.000.000	4.413.026

3. *Fixed Manufacturing Cost*

Fixed Manufacturing Cost adalah total biaya tertentu yang selalu dikeluarkan baik pada saat beroperasi maupun tidak beroperasi atau

pengeluaran yang memiliki sifat tetap, tidak tergantung pada waktu maupun tingkat jumlah produksi.

Tabel 6. 8 *Fixed Manufacturing Cost (FMC)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga, Rp	Harga, \$
1	<i>Depreciation</i>	33.224.950.477	2.179.257
2	<i>Property Taxes</i>	6.644.990.095	435.851
3	<i>Insurance</i>	3.322.495.048	217.926
	Total	43.192.435.620	2.833.034

Tabel 6. 9 *Manufacturing Cost (MC)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga, Rp	Harga, \$
1	<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	681.444.130.262	44.696.585
2	<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	67.281.000.000	4.413.026
3	<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	43.192.435.620	2.833.034
	Total	791.917.565.882	51.942.645

4. *General Expense*

General Expense adalah pengeluaran secara umum meliputi pengeluaran-pengeluaran yang bersangkutan dengan fungsi dari perusahaan yang tidak termasuk dalam manufacturing cost.

Tabel 6. 10 *General Expense*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga, Rp	Harga, \$
1	<i>Administration</i>	15.838.351.318	1.038.853
2	<i>Sales Expense</i>	106.908.871.394	7.012.257
3	<i>Research</i>	35.636.290.465	2.337.419
4	<i>Finance</i>	20.369.262.982	1.336.040
	Total	178.752.776.158	11.724.569

Tabel 6. 11 *Total Production Cost*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga, Rp	Harga, \$
1	<i>Manufacturing Cost (MC)</i>	791.917.565.882	51.942.645
2	<i>General Expenses (GE)</i>	178.752.776.158	11.724.569
	Total	970.670.642.040	63.667.214

6.4 Analisa Resiko Pabrik

Dalam menentukan suatu pabrik mempunyai risiko yang tinggi maupun risiko yang rendah dapat dilakukan dengan meninjau beberapa aspek. Pada prarancangan pabrik ini terdapat 2 aspek tinjauan 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 parancangan pabrik ini memiliki risiko yang rendah (*low risk*).

6.5 Analisa Kelayakan

Analisa kelayakan bertujuan untuk layak atau tidaknya dari suatu pabrik yang akan didirikan. Evaluasi kelayakan tersebut diantaranya lain :

1. *Return of Investment (ROI)*

Return On Investment (ROI) adalah kecepatan pengembalian banyaknya modal investasi, dinyatakan dalam persentase (%) terhadap modal yang tetap.

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

Batasan minimum ROI sebelum pajak untuk Industri Kimia adalah untuk low risk yaitu 11% dan high risk yaitu 44%. Pabrik Asetonitril termasuk pabrik yang low risk, sehingga batas minimum ROI sebesar 11%.

- Profit = Sales Price - Total Product Cost
- Pajak = 20% (*PP No.30 Tahun 2020*)
- Hasil Penjualan = Rp 1.067.220.000.000,00
- Biaya Produksi = Rp 970.947.318.596
- Keuntungan sebelum pajak = Hasil penjualan - Biaya Produksi
= Rp 96.272.681.404
- Pajak = 20% x Keuntungan sebelum pajak
= Rp 19.254.536.281
- Keuntungan setelah pajak = Keuntungan sebelum pajak - Pajak
= Rp 77.018.145.124
- ROI sebelum pajak =

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

$$= 29,22\%$$

- ROI setelah pajak =

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

$$= 23,38\%$$

2. Pay Out Time (POT)

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

- POT Sebelum Pajak =

$$POT = \frac{\text{Fixed Capital Investment}}{(\text{Profit Before Taxes} + 0,1FCI)} \times 100\%$$
$$= 2,5 \text{ tahun}$$

- POT Setelah Pajak =

$$POT = \frac{\text{Fixed Capital Investment}}{(\text{Profit After Taxes} + 0,1FCI)} \times 100\%$$
$$= 3,0 \text{ tahun}$$

Batasan maksimum *Pay Out Time (POT)* setelah pajak untuk skala industri kimia *Low risk* yaitu 5 tahun dan *High risk* yaitu 2 tahun. Pabrik Asetonitril termasuk pabrik yang *low risk* sehingga, POT sebelum pajak maksimum 5 tahun.

3. Break Event Point (BEP)

Break Event Point (BEP) adalah suatu titik impas (hal tersebut pabrik tidak mendapatkan keuntungan atau kerugian). Total Kapasitas pabrik pada saat *sales value = total cost*. Suatu pabrik akan mengalami jika beroperasi di bawah standar *Break Event Point (BEP)* dan mendapatkan keuntungan jika beroperasi diatas *Break Event Point (BEP)*. Harga *Break Event Point (BEP)* pada umumnya berkisar antara 40-60% dari kapasitas.

$$\text{Break Event Point} = \frac{Fa + (0,3xRa)}{(Sa - Va - (0,7xRa))} \times 100\%$$

Keterangan :

Fa : *Fixed manufacturing cost*

Ra : *Regulated cost*

Va : *Variable cost*

Sa : *Sales price*

- *Fixed Cost (Fa)* adalah sejumlah biaya yang harus dikeluarkan setiap tahunnya baik pabrik produksi ataupun tidak berproduksi.
- *Variabel Cost (Va)* adalah sejumlah biaya yang harus dikeluarkan setiap tahunnya yang besarnya dipengaruhi total kapasitas produksi.
- *Regulated Cost (Ra)* adalah sejumlah biaya yang harus dikeluarkan setiap tahunnya yang besarnya proporsional dengan total kapasitas produksi. Biaya-biaya tersebut bisa menjadi biaya tetap atau menjadi biaya variabel.

Tabel 6. 12 *Fixed Cost (Fa)*

No	Komponen	Harga, Rp	Harga, \$
1	Depresiasi	32.945.795.327	2.160.947
2	<i>Property Taxes</i>	6.589.159.065	432.189
3	Asuransi	3.294.579.533	216.095
	Total Fa	42.829.533.925	2.809.231

Tabel 6. 13 *Regulated Cost (Ra)*

No	Komponen	Harga, Rp	Harga, \$
1	Gaji Karyawan	13.920.000.000	913.026
2	Payroll Overhead	2.784.000.000	182.605
3	Supervision	1.392.000.000	91.303
4	Plant Overhead	8.352.000.000	547.816
5	Laboratorium	2.784.000.000	182.605
6	General Expense	178.424.290.585	11.703.023
7	Maintenance	11.531.028.364	756.331
8	Plant Supplies	1.729.654.255	113.450
	Total Ra	220.916.973.204	14.490.160

Tabel 6. 14 *Variable Cost (Va)*

No	Komponen	Harga, Rp	Harga, \$
1	Raw Material	631.319.437.717	41.408.857
2	Packaging and Shipping	53.361.000.000	3.500.000
3	Utilities	10.672.200.000	700.000
4	Royalty & Patents	11.848.173.750	787.500
5	Pengolahan limbah	12.430.234.444	815.311
	Total Va	718.550.322.140	47.130.416

Tabel 6. 15 *Annual Sales Value (Sa)*

No	Komponen	Harga, Rp	Harga, \$
1	Annual Sales Value	1.067.220.000.000	70.000.000

Total Sa	1.067.220.000.000	70.000.000
-----------------	--------------------------	-------------------

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

$$\text{BEP} = 56,58\%$$

4. *Shut Down Point* (SDP)

Shut Down Point adalah level produksi pabrik yang mana biaya untuk mengoperasikan pabrik akan lebih mahal daripada biaya untuk menutup pabrik tersebut dan membayar sejumlah fixed cost.

$$\begin{aligned} \text{Shut Down Point} &= \frac{0,3 \times Ra}{(Sa - Va - (0,7 \times Ra))} \times 100\% \\ &= 34,28\% \end{aligned}$$

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

Evaluasi ekonomi keuntungan pabrik dengan cara *Discounted Cash Flow* menggunakan nilai uang tiap tahun berdasarkan investasi yang tidak kembali setiap akhir tahun selama umur pabrik tersebut berakhir (*present value*). Dihitung dengan persamaan:

$$(FC+WC)(1+i)^n = CF[(1+i)^n - 1(1+i)^n - 2 + \dots + (1+i) + 1] + SV + WC$$

Keterangan :

$$R = S$$

$$FC = \text{Fixed Capital}$$

$$WC = \text{Working Capital}$$

$$SV = \text{Salvage Value}$$

$$CF = \text{Annual Cash Flow (After Profit + taxes + depreciaton+finance)}$$

I = Discounted cash flow rate

n = Umur Pabrik (10 tahun)

$Salvage Value$ = 10% x FCI
= Rp 33.224.950.476

$Cash Flow$ = Annual profit + Depreciation + Finance
= Rp 130.833.939.827

Discounted cash flow rate dihitung secara trial and error,

R = Rp 3.931.059.581.444

S = Rp 3.931.059.581.444

$R-S$ = Rp0,00

Dari trial and error diperoleh

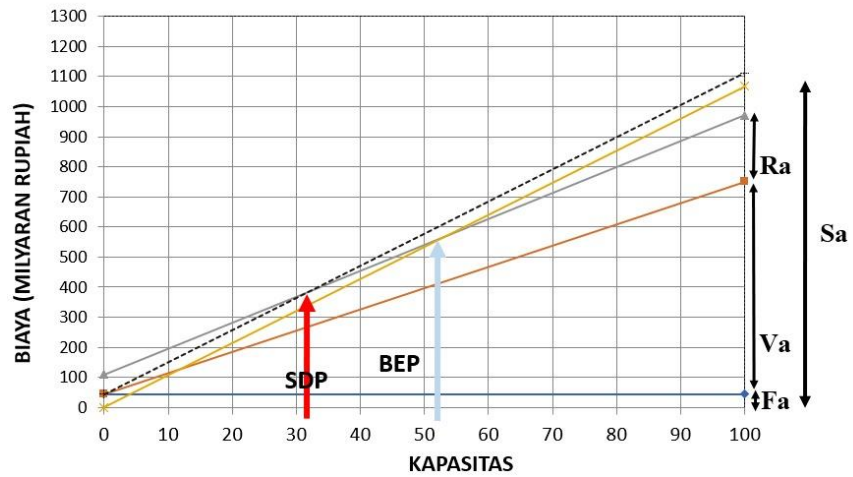
Harga i = 0,1920

Sehingga DCFR = 19,20%

Bunga bank Indonesia = 5,70%

DCFRR minimum = 8,6%

Hasil kalkulasi kelayakan ekonomi pendirian pabrik asetonitril dari asam asetat dan amonia ditampilkan sebagai berikut :



Gambar 6. 1 Grafik Kelayakan Ekonomi

BAB VII

PENUTUP

7.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari hasil laporan perancangan pabrik Asetonitrile, antara lain :

1. Pabrik Asetonitrile dari asam asetat dan amoniak dengan kapasitas 20.000 ton/tahun didasarkan atas keinginan mengurangi ketergantungan impor dari luar negeri, memberi lapangan pekerjaan, dan meningkatkan pertumbuhan ekonomi.
2. Ditinjau dari karakteristik bahan baku dan produk yang terlibat serta kondisi operasi alat yang tinggi,, maka pabrik asetonitril memiliki risiko yang rendah (*low risk*).
3. Ditinjau dari segi ekonomi yaitu evaluasi ekonomi yang dilakukan, maka pabrik ini menarik dan layak untuk dipertimbangkan serta dikaji lebih lanjut dengan melihat beberapa *indicator* sebagai berikut :
 - a. *Return On Investment (ROI)*, nilai minimum ROI untuk pabrik dengan risiko rendah yaitu 11%.
 - ROI sebelum pajak = 29,06%
 - ROI setelah pajak = 23,25%

- b. *Pay Out Time*, nilai maksimal POT untuk pabrik dengan risiko rendah yaitu 5 tahun.
- POT sebelum pajak = 2,6 tahun
 - POT setelah pajak = 3,0 tahun
- c. *Break Event Point* = 56,58 %, nilai BEP berkisar antara 40 - 60%.
- d. *Shut Down Point* = 34,28 %, nilai SDP berada diatas 20%.
- e. *Dsicounted Cash Flow Rate* = 19,20%, nilai DCFR harus diatas 1,5 kali dari suku bunga bank.

Dengan mempertimbangkan hasil evaluasi ekonomi diatas maka pabrik Asetonitril dari asam asetat dan amoniak dengan kapasitas 20.000 ton/tahun layak untuk dikaji lebih lanjut dan memenuhi syarat untuk didirikan.

7.2 Saran

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

1. Perancangan pabrik kimia tidak lepas dari produksi limbah, sehingga diharapkan berkembangnya pabrik – pabrik kimia yang ramah lingkungan.
2. Produk Asetonitrile dapat direalisasikan sebagai sarana untuk memenuhi kebutuhan di masa mendatang yang jumlahnya semakin meningkat.
3. Pengoptimalan pemilihan alat proses atau alat penunjang dan bahan baku perlu diperhatikan agar lebih mengoptimalkan keuntungan yang bisa diperoleh.

DAFTAR PUSTAKA

- Aries, R.S and Newton R.D. (1955). "Chemical Engineering Cost Estimation".
Mc.Graw Hill Book Company, New York.
- Brownell,L.E., and Young,E.H. (1959)."Process Equipment Design", John Wiley
& Sons, Inc. New York.
- Coulson, J. M and Richardson, J.F. 1989. An introduction to chemical Engineering.
Pergamon Press : Oxford.
- Fisher Scientific. (2020). Aluminum Oxide Safety Data Sheet.
- Galanov, S. I., Sidorova, O. I., Golovko, A. K., Philimonov, V. D., & Kurina,
L. N. (n.d.). Catalytic synthesis of acetonitrile by ammonolysis of acetic acid
over γ -al/sub 2/o/sub 3/ catalyst. 5th Korea-Russia International Symposium
on Science and Technology. Proceedings. KORUS 2001 (Cat. No.01EX478).
<https://doi.org/10.1109/korus.2001.975217>
- Kern, D.Q., 1950, Process Heat Transfer, New York: Mc. Graw-Hill International
Book Company Inc
- Perry, R.H., and Green, D.W., 1986, Perry's Chemical Engineer's Handbook, 6 th
ed., Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York
- Kern,D.Q., (1950) "Process Heat Transfer". Mc.Graw Hill International Book Co.
Tokyo.
- Main Equipment and Scale. (2021). Sinopec Anqing Petrochemical
Company.<http://apw.sinopec.com/apw>

Markets and Markets. (2017). Acetonitrile Market by Type (Derivative and Solvent), Application (Pharmaceutical, Analytical Industry, Agrochemical, and Extraction), Region (Asia Pacific, Europe, North America, Middle East & Africa, and Latin America)- Global Forecast to 2022 International Chemical Tradeasia. (2021). Acetonitrile.

Matche. 2021. Equipment Cost Index. <https://www.matche.com/> diakses pada tanggal 20 Juli 2023.

Mitchell, J. A., & Reid, E. Emmet. (1931). Silica gel as a catalyst in the preparation of nitriles. *Journal of the American Chemical Society*, 53(1), 321–330. <https://doi.org/10.1021/ja01352a048>

No: F/QCL/008 rev.01 Lembar Data Keselamatan Bahan - Smart Lab. (n.d.-b). [https://www.smartlab.co.id/assets/pdf/MSDS_AMMONIA_SOLUTION_\(IN DO\).pdf](https://www.smartlab.co.id/assets/pdf/MSDS_AMMONIA_SOLUTION_(IN_DO).pdf)

Peters, M.S., and Timmerhaus, K.D., (2003). *Plant Design and Economics for Chemical Engineers*, 5th ed., Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York

Safety Data Sheet - Merck. (n.d.-b). https://www.merckmillipore.com/Web-MY-Site/en_US/-/USD/ShowDocument-File?ProductSKU=MDA_CHEM-100063&DocumentType=MSD&DocumentId=100063_SDS_MY_EN.PDF&DocumentUID=12003684&Language=EN&Country=MY&Origin=SERP

Tollefson, E. L., Decker, R. M., & Johnson, C. B. (1970). Development of a process for production of acetonitrile from acetic acid and ammonia. *The*

Canadian Journal of Chemical Engineering, 48(2), 219–223.

<https://doi.org/10.1002/cjce.5450480223>

Yaws. (1999). “Chemical Properties Handbook :Physical, Thermodynamic, Enviromental, Transport Safety, and Health Related Properties For Organic and Inorganic Chemcials”. The McGraw Hill Companies Inc. New York.

LAMPIRAN REAKTOR

Jenis : *Fixed Bed Multitube*

Fungsi : Tempat berlangsungnya reaksi antara *asam asetat* dan
amonia

menjadi *asetonitril*

Kondisi Operasi : Suhu = 300 °C

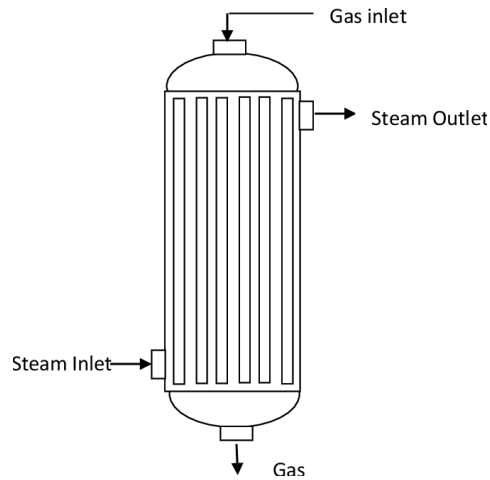
Tekanan = 5 atm

Konversi = 95 %

Reaksi = Endotermis

Tujuan ;

1. Menentukan jenis reaktor
2. Menghitung neraca massa
3. Menghitung neraca panas
4. Menentukan dimensi reaktor



Reaksi yang terjadi di dalam reaktor

Reaksi Utama :



1. Menentukan Jenis Reaktor

Dipilih reaktor *fixed bed multitube* dengan pertimbangan sebagai berikut :

- a. Zat pereaksi berupa fase gas dengan katalis padat
- b. Reaksi eksotermis sehingga membutuhkan luas perpindahan panas yang besar agar kontak dengan pendingin dapat berlangsung optimal
- c. Umur katalis panjang 12-15 bulan
- d. Tidak memerlukan pemisahan katalis dari gas keluaran reaktor
- e. Pengendalian suhu relatif mudah karena menggunakan tipe *shell and tube*

- f. Konstruksi reaktor *fixed bed multitube* lebih sederhana jika dibandingkan dengan reaktor *fluidized bed* sehingga biaya pembuatan, operasional, dan perawatannya relatif murah

(Hill, 1997)

2. Neraca Massa Reaktor

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)
CH ₃ COOH	2525.252525	126.2626263
NH ₃	2146.464646	1466.750842
CH ₃ CN	174.1387426	1813.447349
H ₂ O	54.95210521	1494.344093
Total	4900.808019	4900.80491

3. Neraca Panas

$$T_{in} = 300 \text{ }^{\circ}\text{C} = 573 \text{ K}$$

$$T_{out} = 320 \text{ }^{\circ}\text{C} = 593 \text{ K}$$

$$T_{ref} = 25 \text{ }^{\circ}\text{C} = 298 \text{ K}$$

- a. Mencari nilai $\int C_p dT$

Nilai C_p pada masing masing komponen diperoleh diperoleh dari buku (Yaws,1999).

Komponen	C_p (kJ/kmol.K)				
	A	B	C	D	E
Asam Asetat	34.8500	3.7626E-02	2.8311E-04	-3.0767E-07	9.2646E-11
Amonia	33.5730	-1.2581E-02	8.8906E-05	-7.1783E-08	1.8569E-11
Asetonitril	34.9470	2.2085E-02	1.4661E-04	-1.5012E-07	4.3482E-11
Air	33.9330	-8.4186E-03	2.9906E-05	-1.7825E-08	3.6934E-12

$$\int C_p dT = A(T - T_{ref}) + \frac{B}{2}(T^2 - T_{ref}^2) + \frac{C}{3}(T^3 - T_{ref}^3) + \frac{D}{4}(T^4 - T_{ref}^4) + \frac{E}{5}(T^5 - T_{ref}^5)$$

(8.3)

Komponen	T (K)	Tref (K)	$\int C_p dT$ (Kj/kmol.K)
Asam asetat	623	298	27,994.02
Amonia	623	298	13,187.94
Asetonitril	623	298	20,624.80
Air	623	298	11,346.36
TOTAL			73,153.11

Sehingga nilai $\int C_p dT = 73,153.11$ kJ/kmol.K

b. Mencari nilai Q untuk arus masuk reaktor

Komponen	Laju alir mol (kmol/jam)	Q (kj/jam)
Asam asetat	42.08754209	1178199.423
Amonia	126.2626263	1665143.321
Asetonitril	4.2472864041	87599.43061
Air	3.0528947339	34639.24756
TOTAL	175.6503495	2965581.422

Sehingga Qmasuk = 2965581.422 kj/jam

c. Mencari nilai Q untuk arus keluar reaktor

Komponen	Laju alir mol (kmol/jam)	Q (kj/jam)
Asam asetat	2.104377104	7.3204E+04
Amonia	86.27946128	1.3835E+06
Asetonitril	44.23042315	1.1227E+06
Air	83.01911626	1.1289E+06
TOTAL	215.6333778	3,708,265.53

Sehingga Qkeluar = 1099680,07 kj/jam

d. Mencari panas reaksi (ΔH_R) pada reaktor

$$\Delta H_R = \sum (n\Delta H_f)_{product} - \sum (n\Delta H_f)_{reactants} \quad (8.4)$$

Komponen	A	B	C	ΔH_f 298K (kJ/kmol)	ΔH_f 623K (kJ/kmol)
Asam Asetat	-422.584	-4.8354E-02	2.3337E-05	-434.84	-443.65
Amonia				-45.90	-325.00
Asetonitril	95.935	-3.0757E-02	1.2350E-05	87.86	81.57
Air	-238.41	-1.2256E-02	2.7656E-06	-241.80	-244.97

$$\text{Sehingga } \Delta H_R = (81.57 + 2(-244.97)) - (-445.65 + -325)$$

$$= 360.27 \text{ kJ/jam}$$

Karena nilai ΔH_R bernilai positif maka reaksi berjalan dengan endotermis.

4. Perancangan Reaktor

- a. Menghitung nilai kinetika reaksi (k)

$$k = A \exp \frac{-E_a}{RT}$$

(8.6)

Keterangan :

A : 0.581098

Ea : 1.7864

R : Konstanta gas ideal, 8,3145 J/mol.K

T : Suhu, K

Sehingga, nilai k dapat diketahui sebesar = 0,580898 kmol/m³.s

- b. Data-data Sifat Fisis Bahan

- (1) Menentukan Densitas Umpan Campuran

$$\rho = \frac{BM_{camp} \cdot P}{R \cdot T}$$

(8.7)

Dimana :

BM umpan campuran = BM CH₃COOH + BM NH₃ + BM CH₃CN +

BM 2H₂O

$$= 60 + 17 + 41 + 18$$

$$= 136 \text{ g/mol}$$

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

$$R = 0,08210 \text{ L.atm/mol.K}$$

$$T = 350 \text{ }^\circ\text{C} = 623 \text{ K}$$

Sehingga, densitas umpan masuk reaktor sebesar = 559,213 Kg/L

(2) Menentukan Umpan Yi Masuk

Komponen	B M	Massa (kg/jam)	Mol (kmol/jam)	Yi
Asam asetat	60	2525.25252 5	42.08754209	0.2396097828
Amonia	17	2146.46464 6	126.2626263	0.7188293484
Asetonitril	41	174.138742 6	4.247286404 1	0.0241803470 2
Air	18	54.9521052 1	3.052894733 9	0.0173805218 3
TOTAL		4900.80801 9	175.6503495	1

(3) Menentukan Viskositas Umpan

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

(8.8)

Data viskositas umpan masuk reaktor berdasarkan (Yaws, 1999)

Komponen	A (micropoise)	B (micropoise)	C (micropoise)
Asam Asetat	-28.66	2.35E-01	2.21E-04
Amonia	-7.874	3.67E-01	-4.70E-06
Asetontril	-1.384	2.52E-01	-2.46E-05
Air	-36.826	4.29E-01	-1.62E-05

Perhitungan Viskositas Umpan Masuk Reaktor

Komponen	Yi	μ (mp)	μ (kg/m.s)	μ (kg/m.jam)	Yi* μ i
Asam Asetat	0.2396097828	2.04E+02	2.04E-05	0.0733	4.88E-06
Amonia	0.7188293484	2.19E+02	2.19E-05	0.0788	1.57E-05
Asetontril	0.02418034702	1.46E+02	1.46E-05	0.0526	3.53E-07
Air	0.01738052183	2.24E+02	2.24E-05	0.0807	3.90E-07
TOTAL	1	7.93E+02	7.93E-05	0.2854	2.14E-05

$$\mu_{gas} = 0,03429 \text{ kg/m.jam}$$

c. Dimensi Reaktor

(1) Menentukan Ukuran Standar Tube

Diameter pipa dari reaktor dipilih berdasarkan pertimbangan adar perpindahan panas dapat berjalan dengan lancar. Reaksi yang terjadi pada reaktor merupakan eksotermis maka dipilih aliran gas dalam pipa adalah turbulen agar koefisien perpindahan panas lebih besar.

Pengaruh rasio D_p/D_t terhadap koefisien perpindahan panas dalam pipa yang berisi butir-butir katalisator dibandingkan dengan pipa kosong yaitu h_w/h telah diteliti oleh Colburn's (smith hal 571) yaitu:

D_p/D_t	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30
H_w/h	5,50	7,00	7,80	7,50	7,00	6,60

(Smith, *Chem Kinetik Eng*, P.571)

Dipilih $D_p/D_t = 0,15$ karena dapat menghasilkan perpindahan panas yang paling besar.

Dimana :

D_p = diameter katalisator

D_t = diameter tube

h_w = koefisien perpindahan panas dalam pipa berisi katalis

h = koefisien perpindahan panas dalam pipa kosong

Sehingga :

$D_p/D_t = 0,15$

$D_p = 0,3 \text{ cm}$

$D_t = 2 \text{ cm} = 0,02 \text{ m} = 0,787402 \text{ in}$

Dari hasil perhitungan tersebut, dipilih ukuran pipa standar agar koefisien perpindahan panasnya baik.

Pemilihan spesifikasi pipa berdasarkan tabel 11 *Kern* sebagai berikut :

- Jenis Tube : Steel Pipe
- Nominal Pipe Size : 0,75 in = 1,905 cm = 0,01905 m

- *Schedule Number* : 40 ft
- Diameter dalam *tube* OD : 1,05 in = 2,667 cm = 0,02667 m
- Diameter luar *tube* ID : 0,824 in = 2,09296 cm = 0,0209296 m
- *Flow area* per pipa : 0,534 in² = 3.4451544 cm² = 0,00034451544 m²

Dibawah ini merupakan rumus – rumus untuk menentukan data yang digunakan untuk table metode euler

- Menentukan dX/dZ

$$\frac{dX}{dZ} = \frac{(-ra). Nt. \pi. (IDt)^2}{4. FAo}$$

- Menentukan ra

$$ra = k. Ca$$

- Mementukan dT/dZ

$$\frac{dT}{dZ} = \frac{(-\Delta HR). FAo. \frac{dX}{dZ} - Ud. \pi. ODt. Nt. (T - Tp)}{\sum Fi. Cpi}$$

- Menentukan dP/dZ

$$\frac{dP}{dZ} = - \frac{Gt}{\rho. g_c. Dp} \cdot \frac{(1 - \epsilon)}{(\epsilon)^3} \cdot \left(\frac{150. (1 - \epsilon). \mu}{Dp} + 1,75. Gt \right).$$

z	T	P	x
0	573.0000	5.0000	0.00
0.20000	573.0000	5.0000	0.00
0.40000	573.1658	4.9974	0.02
0.60000	573.5035	4.9922	0.06

0.80000	574.0290	4.9844	0.12
1.00000	574.7669	4.9740	0.20
1.20000	575.7496	4.9610	0.28
1.40000	577.0126	4.9455	0.37
1.60000	578.5881	4.9273	0.45
1.80000	580.4917	4.9065	0.54
2.00000	582.7025	4.8831	0.62
2.20000	585.1375	4.8572	0.69
2.40000	587.6249	4.8286	0.75
2.60000	589.8986	4.7975	0.81
2.80000	591.6468	4.7637	0.85
3.00000	592.6491	4.7273	0.89
3.20000	592.9614	4.6884	0.92
3.40000	592.9504	4.6468	0.94
3.60000	592.9558	4.6027	0.95

d. Menghitung Berat Katalis

$$W = S \cdot \rho_b \cdot z$$

$$W = \pi \cdot \frac{D}{2} \cdot \rho_b \cdot z$$

$$W = 3,14 \times \frac{1}{2} \times 3650 \times 4$$

$$W = 8,1365 \text{ Kg}$$

e. Menghitung Ukuran Reaktor

1) Menghitung Volume Shell Reaktor

Volume dibuat oversized sebesar 13,5% dengan alasan keselamatan

$$V_{bed} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot z \cdot (1 + 0,135)$$

$$V_{bed} = \frac{3,14 \times 1^2}{4} \times 4 \times (1 + 0,135)$$

$$V_{bed} = 3,5639 \text{ m}^3$$

$$\frac{v}{z} = \frac{3,5639}{4} = 0,8909 \text{ m}^2$$

2) Menghitung Diameter Shell Reaktor

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

$$D = \sqrt{\frac{\frac{V}{z} \cdot 4}{\pi}}$$

$$D = \sqrt{\frac{0,890975 \times 4}{3,14}}$$

$$D = 1,0653 \text{ m} = 41,9434 \text{ in}$$

3) Menghitung Tebal dan Dinding Reaktor

Spesifikasi

Bahan : Carbon Steel SA 212 Grade B

Allowable stress (fall) : 16.600 psi

Efisiensi sambungan € : 0,8

Brownell and Young, hal 254

4) Menghitung Faktor Korosi

Faktor Faktor korosi berkisar antara 0,13 sampai 0,5 mm/tahun

Dirancang : factor korosi = 0,5 mm/tahun

Umur Reaktor : 10 tahun

Maka :

$$C'' = 0,5^{mm}/_{tahun} \times 10 \text{ tahun} \times 0,0001^m/m$$

$$C'' = 0,005 \text{ m} = 0,1969 \text{ in}$$

5) Menentukan Tekanan Perancangan

$$P_{design} = 1,5 \times P_{operasi}$$

$$P_{design} = 1,5 \times 5$$

$$P_{design} = 7,5 \text{ atm} = 759,9375 \text{ kPa} = 110,21925 \text{ psi}$$

$$P_{design} = 110,21925 \text{ psig}$$

6) Menentukan Jari-jari Dalam

$$R = \frac{D}{2}$$

$$R = \frac{1,065363788}{2}$$

$$R = 0,532681 \text{ m} = 20,9717 \text{ in}$$

Dihitung dengan persamaan :

$$ts = \frac{P_{gauge} \times R_o}{fall \times e + 0,6 \times P_{design}} + C''$$

Dimana :

P_{gauge} : Tekanan desain atau max, tekanan kerja yang diizinkan (psi)

fall : Nilai tegangan material (psi) allowable stress

e : Effisiensi sambungan

R_o : Radius Luar (in)

D : Diameter luar (in)

Ts : Ketebalan dinding (in)

$$ts = \frac{P_{gauge} \times R_o}{fall \times e + 0,6 \times P_{design}} + C''$$

$$ts = \frac{110,2192 \times 20,9717}{16.600 \times 0,8 + 0,6 \times 110,2192} + 0,1968$$

$$ts = 0,2821 \text{ in}$$

Digunakan tebal standar $\frac{1}{2}$ in

Sehingga

$$OD \text{ dari shell reaktor} = 2 \times ts + D$$

$$OD = 2 \times 0,5 \text{ in} + 41,9434$$

$$OD = 42,9434 \text{ in}$$

Dipilih OD standar 48 in

Brownell and Young, hal 91

f. Menghitung dan Menentukan Head

Bahan yang digunakan untuk head sama dengan bahan shell yaitu SA

212 Grade B dan untuk tekanan operasi < 15 bar, head yang digunakan

berjenis torispherical head

1) Menghitung Tebal Head

$$ID_{baru} = OD_{standar} - 2 \times ts$$

$$ID_{baru} = 48 \text{ in} - 2 \times 0,5 \text{ in}$$

$$ID_{baru} = 47$$

Diketahui

$$r \quad \quad \quad :48$$

$$Icr \quad \quad \quad :3$$

Brownell and Young, hal 91

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

$$W = \frac{1}{4} \left(3 + \sqrt{\frac{48}{3}} \right)$$

$$W = 1,75 \text{ in}$$

$$th = \frac{P \cdot r \cdot W}{2(f \cdot E - 0,1 \cdot P)}$$

$$th = \frac{110,2198 \text{ psig} \times 48 \times 1,75}{2(16.600 \times 0,8 - 0,1 \times 110,2198 \text{ psig})}$$

$$th = 0,3488 \text{ in}$$

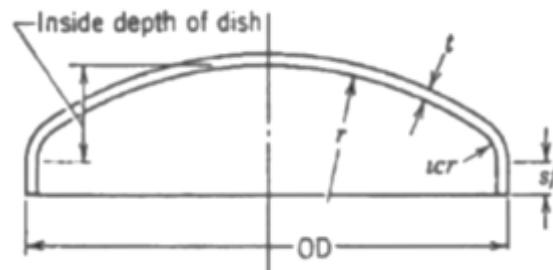
Maka dipilih th sesuai standar 1/2 in

2) Straight Flange

Straight flange menurut buku Brownell, hal 93 berkisar dari 1,5 hingga 3 in

Maka dipilih SF maximum karena diameter lebih dari 60 in

$$SF = 3 \text{ in} = 0,0762 \text{ m}$$



Keterangan

t = tebal head

OD = diameter luar

sf = straight flange

icr = knuckle radius

r = jari-jari

3) Menentukan Tinggi Head

$$H = \text{inside depth} + t + sf$$

$$H_{head} = r - \sqrt{(r - icr)^2 - \left(\frac{ID}{2} - icr\right)^2} + t + sf$$

$$H_{head} = 48 - \sqrt{(48 - 3)^2 - \left(\frac{47}{2} - 3\right)^2} + 0,1875 + 3$$

$$H_{head} = 11,1281 \text{ in} = 0,2826 \text{ m}$$

Maka

$$H_{head \text{ total}} = H_{bed} + 2 \cdot H_{head}$$

$$H_{head \text{ total}} = 4 \text{ m} + 2 \times 0,2826 \text{ m}$$

$$H_{head \text{ total}} = 4,5653 \text{ m}$$

4) Menentukan Volume Head

$$V_{head} = 0,000049 \cdot ID^3$$

Keterangan

ID : Diameter dalam vessel (in)

V : Volume head piringan torispherical ke lens lurus (ft^3)

$$V_{head} = 0,000049 \cdot ID^3$$

$$V_{head} = 0,000049 \times 47^3$$

$$V_{head} = 5,0873 \text{ ft}^3 = 0,1440 \text{ m}^3$$

g. Menentukan Volume Total Reaktor

$$V_{total} = V_{bed} + 2 \cdot V_{head}$$

$$V_{total} = 0,1440 + 2 \times 3,3539$$

$$V_{total} = 7,2718 \text{ m}^3$$

h. Menghitung Tebal Isolasi

Asumsi : Suhu dinding luar isolator 50°C dan suhu udara di luar 30°C

Bahan dinding reaktor digunakan Asbestos felt, 20 lamination dengan spesifikasi :

k : 0,112 W/m.C

ρ :

Data

r_1 :Jari – jari dalam *shell*

r_2 : Jari – jari luar *shell*

r_3 : Jari – jari luar isolator

q_1 : konveksi dari gas ke *shell*

q_2 :konduksi melalui *shell* dinding reaktor

q_3 :konduksi melalui isolator

q_4 :konveksi dari permukaan luar isolator ke udara

T_0 :suhu dingin dalam reaktor

T_1 :suhu dinding luar reaktor

T_2 :suhu dinding luar isolator

T_u : Suhu udara luar

Bila suhu udara luar diasumsikan 30 C dan suhu permukaan luar isolasi

(T_3) adalah 50 C maka adiperoleh T bulk (T_f) :

$$T_f : \frac{T_2 + T_u}{2}$$

Tf :313.K

Sifat udara pada temperature 313 K diperoleh dengan menghitung secara interpolasi dengan menggunakan data pada table A-5 Golman,1986

ν : 1,73E-05 m²/s

k : 0,0272 W/m.C

Pr : 0,7049

g :9,807 m/s

R_1 : 0,5 m

R_2 : 0,6096 m

μ :0,0000191 kg/m.s

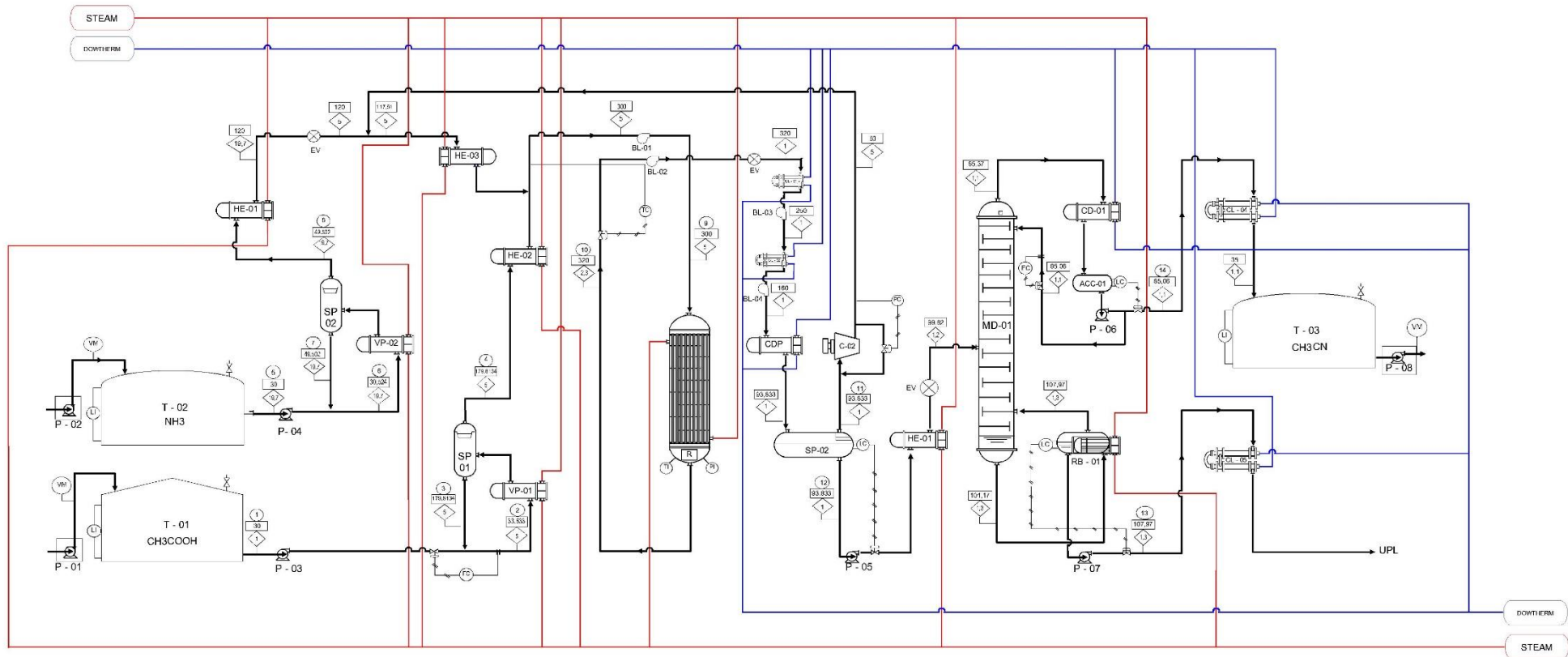
$\beta \left(\frac{1}{T_f}\right)$: 0,0032 K

Didapatkan nilai R_3 berdasarkan trial yaitu 0,7367 m sehingga diperoleh tebal isolasi yang digunakan adalah

$R_{isolasi}$: $R_3 - R_2$

$R_{isolasi}$: 0.1271 m

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PRARANCANGAN PABRIK ASETONITRIL DARI ASAM ASETAT DAN AMONIAK
KAPASITAS PRODUKSI : 20.000 TON / TAHUN



NO	KOMPONEN	NOMOR ARUS													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	CH3COOH	2524.11	2575.55	51.51	2524.04					2525.25	126.26	1.14	125.06	125.06	
2	NH3					679.71	693.58	13.87	679.71	2146.47	1466.75	1466.75			
3	CH3CN									48.27	1687.58	48.27	1639.30	16.39	1622.00
4	H2O	1.51	1.53	0.01	1.5173	0.57	2.53	1.95	0.5700	26.72	1466.12	26.72	1442.73	1428.30	14.42
TOTAL		2525.56	2577.09	51.52	2525.56	680.29	696.12	15.83	680.28	4746.71	4746.71	1539.54	3207.10	1569.75	1637.34

KETERANGAN			
AC	Accumulator	LI	Level Indicator
CD	Condenser	PI	Pressure Indicator
CL	Cooler	TC	Temp. Controller
HE	Heat Exchanger	VM	Volume Meter
MD	Membra Distilasi	FC	Flow Controller
P	Pompa	LC	Level Controller
PR	Pressure Reducer	AN	Nomor Anus
R	Reaktor	TC	Temperature (t.C)
RB	Retortur	AB	Isolasi (Aksi)
EV	Expantion Valve	P	Pipa
T	Tangki	U	Uraja Tekan
F	Furnace	SL	Sambungan Listrik

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA S1
 FAKULTAS TEKNIK INDUSTRI
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Y O G Y A K A R T A

PROSES ENGINEERING FLOW DIAGRAM
 PRARANCANGAN PABRIK ASETONITRIL DAR. ASAM ASETAT DAN AMONIAK
 KAPASITAS PRODUKSI 20.000 TON/TAHUN

Dikembangkan oleh :
 N A M A : 1. YOVY FERDIANSYAH 19521231
 2. MUHAMMAD RIZKY A. 19521233

Dr. Diana, S.T., M.Sc.

LAMPIRAN-3

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN

1. Nama Mahasiswa : Yovy Ferdiansyah
 No. MHS : 19521231
2. Nama Mahasiswa : Muhammad Rizky Adhitama
 No. MHS : 19521233

Judul Prarancangan *) :

PPA RAWANGAN PABRIK ASETONITRIL
 DARI ASAM ASETAT DAN AMONIA

Mulai Masa Bimbingan : 10 Oktober 2022

Batas Akhir Bimbingan : 8 April 2023

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1.	12 Okt 22	Perencanaan dan deskripsi mengenai pemilihan jasa	
2.	9 Nov 22	Perencanaan Kapasitas + Pemilihan Proser	
3.	16 Jan 23	Konsultasi luaran 1	
4.	19 Jan 23	Perencanaan luaran 1	

Disetujui Draft Penulisan:

Yogyakarta, _____

Pembimbing,

Dr. Diana, S.T., M.Sc.

*) Judul PraRancangan Ditulis dengan Huruf Balok

- Kartu Konsultasi Bimbingan dilampirkan pada Laporan PraRancangan
- Kartu Konsultasi Bimbingan dapat difotocopy

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN

1. Nama Mahasiswa : Yovy Ferdiansyah
No. MHS : 19521231
2. Nama Mahasiswa : Muhammad Rizky Adhitama
No. MHS : 19521233

Judul Prarancangan *) :

PPA PANCANGAN PABRIK ASETONITRIL
DARI ASAM ASETAT DAN AMONIA

Mulai Masa Bimbingan : 09 April 2023

Batas Akhir Bimbingan : 06 Oktober 2023

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1.	26 Jun 23	Peretujuan luaran 1,2,43	
2.	12 Jul 23	Konsultasi mengenai kinetika Reaksi	
3.	7 Agus 23	Konsultasi koefisien kinetika Reaksi	
4.	28 Agus 23	Konsultasi mengenai kinetika Reaksi	
5.	31 Agus 23	Konsultasi mengenai regresi linear corak titik K	
6.	5 Sep 23	Perisi + Konsultasi Reaktor + MD	
7.	6 Sep 23	Konsultasi Perancangan Reaktor	
8.	11 Sep 23	Konsultasi Meccaa Massa + Alat Kecil.	
9.	10 Okt 23	Konsultasi Hasil Naskah Perancangan Pabrik Asetonitril	

Disetujui Draft Penulisan:

Yogyakarta, _____

Pembimbing,

Dr. Diana, S.T., M.Sc.

*) Judul PraRancangan Ditulis dengan Huruf Balok

- Kartu Konsultasi Bimbingan dilampirkan pada Laporan PraRancangan
- Kartu Konsultasi Bimbingan dapat difotocopy