No: TA/TK/2021/

PRARANCANGAN PABRIK AKRILAMIDA DARI AKRILONITRIL DAN ASAM SULFAT DENGAN KAPASITAS 10.000 TON/TAHUN

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat

Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia

Program Studi Teknik Kimia

Disusun oleh :

Nama: Deni Nur Alamsyah
NIM : 16521179

Nama : Muhamad Nurasfan
NIM : 16521180

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

YOGYAKARTA

2021

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL
PRA RANCANGAN PABRIK

Kami yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Deni Nur Alamsyah

NIM : 16521179

Nama : Muhamad Nurasfan

NIM : 16521180

Yogyakarta, 8 Maret 2021

Menyatakan bahwa naskah Prarancangan pabrik ini telah disusun sesuai dengan kaidah ilmiah serta bukan merupakan karya orang lain. Apabila terdapat pelanggaran atau ketidaksesuaian, maka kami siap menanggung resiko sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian Surat Pernyataan ini kami buat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.



Deni Nur Alamsyah



Muhamad Nurasfan

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PRA RANCANGAN PABRIK AKRILAMIDA DARI

AKRILONITRIL DAN ASAM SULFAT DENGAN

KAPASITAS 10.000 TON/TAHUN

PRA RANCANGAN PABRIK

Nama : Deni Nur Alamsyah

NIM :16521179

Nama : Muhamad Nurasfan

NIM :16521180

Yogyakarta, 9 Maret 2021

Pembimbing 1

Dr. Arif Hidayat, S.T., M.T.

Pembimbing 2

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

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PRA RANCANGAN PABRIK AKRILAMIDA DARI AKRILONITRIL DAN ASAM SULFAT DENGAN KAPASITAS 10.000 TON/TAHUN

PRA RANCANGAN PABRIK

Oleh:

Nama : Deni Nur Alamsyah
NIM : 16521179

Nama : Muhamad Nurasfan
NIM : 16521180

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

Yogyakarta, Maret 2021

Tim Penguji,

Ketua : Dr. Arif Hidayat, S.T., M.T ( )

Anggota I : Ir. Agus Taufiq, M.Sc ( )

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

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

Dr. Suharno Rusdi

KATA PENGANTAR

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

Tugas Akhir Pra rancangan Pabrik yang berjudul "**PRA RANCANGAN PABRIK AKRILAMIDA DARI AKRILONITRIL DAN ASAM SULFAT DENGAN KAPASITAS 10.000 TON/TAHUN**", disusun sebagai penerapan dari ilmu teknik kimia yang telah didapat selama di bangku kuliah, dan merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

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

1. Allah SWT yang selalu memberi rahmat dan keberkahan serta penyemangat ketika penulis merasa lelah.
2. Kedua orang tua kami yang selalu memberikan dukungan dan semangat untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Dr. Suharno Rusdi, selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia FTI UII yang selama kuliah di jurusan Teknik Kimia ini telah membimbing dengan sabar.
4. Dr. Arif Hidayat, S.T., MT. sebagai pembimbing pertama selalu memberikan arahan dan bimbingan kepada kami selama proses pengerjaan tugas akhir ini.

5. Tintin Mutiara, S.T., M.Eng., sebagai pembimbing kedua yang dengan sabar dan selalu menyempatkan waktunya untuk membimbing kami dalam pengerjaan tugas akhir ini.
6. Seluruh dosen, laboran, dan administrasi Jurusan Teknik Kimia atas ilmu, arahan, dan bantuannya selama ini.
7. Teman-teman Teknik Kimia angkatan 2016 yang telah mendukung dan memberikan semangat dan telah berjuang bersama-sama selama ini.
8. Semua pihak yang telah membantu dalam penulisan tugas akhir ini, yang tidak bisa disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis membuka diri terhadap segala saran dan kritik yang membangun. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca sekalian.

Yogyakarta, 8 Maret 2021

Penulis

HALAMAN PERSEMBAHAN

Besar rasa syukur saya kepada mereka yang selalu terus memberikan do'a, kasih sayang, cinta serta motivasi yang tak henti-henti hingga kini

Kedua Orangtua (Adnan & Mahmudah) dan Kaka Saya (Ahmad Hidayat Fauzi, S.Pd.)

Dosen Pembimbing 1 & 2 Tugas Akhir

Pak Dr. Arif Hidayat S.T., M.T. & Ibu Tintin Mutiara, S.T., M.Eng

Sahabat sekaligus partner Kerja Praktek dan Tugas Akhir, yang banyak sekali hal yang bisa saya dapatkan dari dirinya

Muhamad Nurasfan

Sahabat sekaligus keluarga selama saya tinggal dijogja, tak henti memberikan *support* dan teman obrolan malam

Teman kontrakan (Ikrom, Havid, Angga, Asfan, Alif, Brian), Fakhri, Dzikri, Irfansyah, Bagus, Malik

Sahabat se-bungsu sejak dari KKN sampai sekarang yang selalu memberikan semangat

Miranda,Rudi,Reyhan,Santi,Tika,Cici

Sahabat yang selalu menyupport dan selalu memberikan saran dari jauh

Indrawan,Riska, Galih,Isti,Ayu,Razan

Teman Kp

Muhamad Nurasfan

Teman seperjuangan yang membantu saya selama kuliah

Bagus, Ikrom, Fakhri, Malik dan semua angkatan 2016 yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu

Sahabat SMA yang sudah menentukan jalan masing-masing

Fitri, Revi, Adit, Tri, Irvan, Reza, Viky, Malinda, dhina

- Cukuplah Tuhan dan Orangtuamu sebagai tempat Penolong dan pulangmu.

Karna tanpa itu semua kita tidak ada artinya-

-Deni Nur Alamsyah –

HALAMAN PERSEMBAHAN

Teruntuk mereka yang selalu mencintai, menyayangi, mendo'akan, sekaligus menjadi motivasi terbesar dalam hidupku

Bapak Sumardi dan Ibu NurJannah

Dosen Pembimbing 1 & 2 Tugas Akhir

Bapak Dr. Arif Hidayat, S.T., M.T. & Ibu Tintin Mutiara, S.T., M.Eng.

Partner Kerja Praktek, dan Tugas Akhir, sekaligus sahabatku yang selalu berusaha dengan baik, dan sudah sangat membantuku dalam banyak hal

Deni Nur Alamsyah

Partner Penelitian dan partner dalam segala hal, yang sudah membantuku selama menyelesaikan Penelitian

Muhammad Hafiidl Ikroom

Sosok perempuan yang selalu *support*, selalu mengingatkanku dalam hal kebaikan

Ibuku tercinta

Sahabat SMA yang selalu susah senang bareng, yang selalu supportku sedari SMA **Chandra Afrindo, M.Sulistio, Angga Eka S, Fitri juliawati, Cici Yustika** Sahabat "From Zero to Hero"

Fakhri, Dzikri, Putra, Malik, Irfansyah

Sahabatku sedari bangku kuliah, teman gila2an dan susah seneng bareng sekaligus teman main, teman belajar

Anak kontrakan (Ikrom, Deni, Havid, Angga, Alif), Putra, Taufiq, Dzikri, Irfansyah, Malik, Alfan

Keluarga Mak'e, teman tidur selama 1 bulan, teman seperjuangan selama KKN, dan keluarga di lokasi KKN, Dusun Pendem

Ahmed, Mas'ud, Rio, Sekar, Nisa, Dek Man, dan Dama

"Be your Self and Never Surrender"

- Muhamad Nurasfan -

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL 1
PRA RANCANGAN PABRIK 1
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING 2
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....**Error! Bookmark not defined.**
KATA PENGANTAR 4
HALAMAN PERSEMBAHAN 6
HALAMAN PERSEMBAHAN 7
DAFTAR ISI 8
ABSTRAK 13
ABSTRACT 14
BAB I 15
PENDAHULUAN 15
1.1 Latar Belakang. 15
1.2 Penentuan Kapasitas Pabrik 16
1.3 Tinjauan Pustaka 19
BAB II 27
Spesifikasi Bahan dan Produk 27
2.1 Spesifikasi Produk 27
2.2 Spesifikasi Bahan Baku 28
2.3 Pengendalian Kualitas 30
2.3.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku 30
2.3.2 Pengendalian Kualitas Produk 30
2.3.3 Pengendalian Proses Produksi 30
2.3.4 Pengendalian Kuantitas 33
2.3.5Pengendalian Waktu 33
2.3.6 Pengendalian Bahan Proses 33
BAB III 35
PERANCANGAN PROSES 35
3.1 Uraian Proses 35
3.2 Spesifikasi Alat 36
3.3 Perencanaan Produksi 61

BAB IV 62
PERANCANGAN PABRIK 62
4.1 Lokasi Pabrik 62
4.2 Tata Letak Pabrik *(Plant Layout)* 65
4.3 Tata Letak Mesin / Alat Proses *(Machine Layout)* 68
4.4 Alir Proses dan Material 70
4.5 Pelayanan Teknik (Utilitas) 76
4.6 Organisasi Perusahaan 93
BAB V 129
PENUTUP 129
5.1 Kesimpulan 129
5.2 Saran 130
DAFTAR PUSTAKA 132

LAMPIRAN A 135

LAMPIRAN B 150

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Data kebutuhan impor akrilamida di Indonesia 16

Tabel 1.2 Data pabrik akrilamida di dunia.....18

Tabel 1.3 Harga ΔHf° dan ΔG pada keadaan standar 24

Tabel 3.1 Kebutuhan Bahan Baku 61

Tabel 4.1 Perincian Luas Tanah dan Bangunan.....67

Tabel 4.2 Neraca Massa Total.....70

Tabel 4.3 Neraca Massa di Mixer-01.....71

Tabel 4.4 Neraca Massa di Mixer-02.....71

Tabel 4.5 Neraca Massa di Reaktor 71

Tabel 4.6 Neraca Massa di Netralizer.....72

Tabel 4.7 Neraca Massa di Rotary Drum Vakum Filter 72

Tabel 4.8 Neraca Massa di Evaporator 72

Tabel 4.9 Neraca Massa di Crystallizer 73

Tabel 4.10 Neraca Massa di Centrifuge.....73

Tabel 4.11 Neraca Massa di Rotary Dryer.....73

Tabel 4.12 Neraca Panas di Mixer-01.....73

Tabel 4.13 Neraca Panas di Mixer-02.....74

Tabel 4.14 Neraca Panas di Reaktor 74

Tabel 4.15 Neraca Panas di Netralizer.....74

Tabel 4.16Neraca Panas di Rotary Drum Vakum Filter 74

Tabel 4.17 Neraca Panas di Evaporator.....75

Tabel 4.18 Neraca Panas di Crystallizer 75

Tabel 4.19 Neraca Panas di Centrifuge.....75

Tabel 4.20 Neraca Panas di Rotary Dryer.....76

Tabel 4.21 Kebutuhan air pembangkit steam.....83

Tabel 4.22 Kebutuhan Air Proses 84

Tabel 4.23 Kebutuhan air untuk perkantoran dan rumah tangga 85

Tabel 4.24 Penggolongan Jabatan Keahlian 105

Tabel 4.25 Perincian Jumlah Karyawan dan Gaji.....106

Tabel 4.26 Index Harga Tiap Tahun 111

Tabel 4.27 *Physical Plant Cost* (PPC) 118

Tabel 4.28 *Direct Plant Cost* (DPC).....118

Tabel 4.29 *Fixed Capital Investment* (FCI) 118

Tabel 4.30 *Direct Manufacturing Cost* (DMC) 118

Tabel 4.31 *Indirect Manufacturing Cost* (IMC) 119

Tabel 4.32 *Fixed Manufacturing Cost* (FMC) 119

Tabel 4.33 *Manufacturing Cost* (MC) 119

Tabel 4.34 *General Expense* (GE) 119

Tabel 4.35 *Total Production Cost* (TPC).....120

Tabel 4.36 *Fixed Cost* (Fa).....120

Tabel 4.37 *Variable Cost* (Va).....120

Tabel 4.38 *Regulated Cost* (Ra).....120

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Grafik kebutuhan impor akrilamida di Indonesia 17

Gambar 1.2 Perbandingan proses asam sulfat dengan proses hidrasi katalitik 24

Gambar 4.1 Tata Letak Pabrik Akrilamida..... 68

Gambar 4.2 Tata Letak Alat Proses Pabrik Akrilamida..... 69

Gambar 4.3 Diagram Alir Kualitatif Pabrik Akrilamida 76

Gambar 4.4 Diagram Alir Kuantatif Pabrik Akrilamida..... 77

Gambar 4.5 Diagram Alir Air Pengolahan Air 83

Gambar 4.6 Struktur Organisasi Perusahaan 110

Gambar 4.7 Grafik Tahun vs. Index Harga..... 113

ABSTRAK

Pabrik akrilamida memiliki prospek yang cukup baik, mengingat kebutuhan akrilamida yang semakin meningkat, baik di Indonesia maupun di dunia. Rancangan awal pabrik akrilamida dari akrilonitril dan asam sulfat direncanakan dibangun di Gresik, Provinsi Jawa Timur, di tanah seluas 15.004 m^2 dengan kapasitas produksi 10.000 ton/tahun. Pabrik kimia ini akan dioperasikan selama 330 hari atau 24 jam sehari dengan total 149 karyawan. Bahan baku yang dibutuhkan adalah akrilonitril sebanyak 9.723,8695 ton/tahun, asam sulfat 17.979,985 ton/tahun dan kalsium hidroksida 13.576,7235 ton/tahun. Proses produksi dioperasikan pada suhu 90°C dan tekanan 1,5 atm. Reaksi ini menggunakan reaktor alir tangki berpengaduk dengan konversi reaksi sebesar 95%, sebagai pendingin reaktor digunakan jaket pendingin. Air yang diperlukan dalam pabrik ini untuk proses utilitas sebesar 123.464,6863 kg/jam, 4.279,7204 kg/jam *steam*, dan 88,0549 kWh tenaga listrik yang disediakan oleh PLN dan juga perlu generator sebagai cadangan. Sebuah parameter kelayakan pendirian pabrik menggunakan analisis ekonomi dengan modal total investasi sebesar Rp 469.119.902.900 yang terdiri dari Penanaman Modal Tetap sebesar Rp 267.551.671.961, dan Modal Kerja sebesar Rp 201.568.230.951. Modal total investasi berasal dari 50% modal sendiri dan 50% modal bank. Pabrik akan beroperasi pada tahun 2025. Sebuah penghitungan parameter setelah pajak adalah persentase *Return On Investment* (ROI) 37,59%, *Return On Equity* (ROE) 25,29%, *Pay Out Time* (POT) setelah pajak sebesar 2,1 tahun, *Discounted Cash Flow* (DCF) 21%, *Break Event Point* (BEP) 50,56%, sedangkan *Shut Down Point* (SDP) 16,24%. Dari analisis di atas dapat disimpulkan bahwa pabrik ini menarik dan memungkinkan untuk didirikan.

Kata-kata kunci: Akrilamida, akrilonitril, asam sulfat

ABSTRACT

Market demmand of acrylamide is prospective enough in the future, considering the requirement of the product as plasticizer in the worldwide as well as in Indonesia. Preliminary design of acrylamide plant made from acrylonitrile and sulfuric acid is planned to be built in Gresik, the province of East Java, at the land area of 15.004 m^2 with production capacity of 10.000 tons/year. This plant will be operated for 330 days or 24 hours a day with total of 149 employees. The acrylonitrile of 9.723,8695 tons/year, sulfuric acid of 17.979,985 ton/year, and sulfuric acid of 13.576,7235 ton/year as raw materials are needed. The process will be run at temperature of 90˚C, at pressure 1,5 atm using Continous Stirred Tank Reactor with convertion reaction of 95%. This reactor used jacket as the cooler. This plant requiares of 123.464,6863 kg/hour of water processed in utility unit, includes of 4.729,7204 kg/hour of steam. The power of 88,0549 kWh will be provided by PLN, while standby generator will be installed as reserve. The total investment of the project is estimated of Rp 469.119.902.900 which consisted of Rp 267.551.671.961 as a Fixed Capital and Rp 201.568.230.951 as a Working Capital. The ratio of equity and bank loan will be approached 50% of own capital and 50% of bank loan. The plant will on steram at year of 2021. Base on economic analysis shows the percentages of Return On Investment (ROI) 15,45%, Return On Equity (ROE) 25,29%, Pay Out Time (POT) 3,93 years after taxes, Discounted Cash Flow (DCF) 21%, Break Event Point (BEP) 50,56% while Shut Down Point (SDP) 16,24%. From the analyses above mentioned, it shows that the plant is feasible to be built.

Keywords: Acrylamide, acrylonitrile. sulfuric acid

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.

Di era globalisasi seperti sekarang ini, jumlah penduduk dunia, salah satunya Indonesia, terus tumbuh seiring dengan pertumbuhan manusia untuk memenuhi kebutuhan sehari-harinya. Oleh karena itu, sektor industri di Indonesia terus berkembang demi memenuhi kebutuhan yang terus tumbuh tersebut. Salah satunya sektor industri kimia yang menghasilkan produk jadi maupun produk antara untuk pasar dalam maupun luar negeri. Selama ini, bahan baku untuk sektor industri kimia di Indonesia mayoritas didukung dari luar negeri karena keterbatasan pasokan dari dalam negeri dan produk yang dihasilkan dan mayoritas hanya dijual untuk pasar dalam negeri. Hal itu pula yang menjadi tantangan Indonesia dalam menghadapi era masyarakat ekonomi asean (MEA) saat ini dimana setiap negara di ASEAN berusaha mempersiapkan diri untuk bersaing demi kemajuan negaranya masing-masing dan juga kemajuan ekonomi di ASEAN itu sendiri.

Hal ini merupakan sebuah peluang bagi Indonesia untuk meningkat sektor industri kimia demi mendapatkan tambahan devisa negara dan juga meningkatkan relasi dengan negara-negara di ASEAN. Salah satunya dengan cara mendirikan pabrik kimia untuk memenuhi kebutuhan pasar di dalam maupun luar negeri. Salah satu bahan kimia yang digunakan secara luas sehari-hari dalam berbagai sektor industri adalah akrilamida. Akrilamida merupakan salah satu bahan dasar untuk berbagai jenis industri karena sifatnya yang mudah dipolimerisasi, diantaranya industri akrilamida yang berguna sebagai flokulan pada proses pemisahan padatan halus dalam larutan tersuspensi. Selain itu akrilamida juga dapat

berfungsi sebagai *thickening agent* bagi air dan sebagai bahan pembantu penyerapan zat warna pada proses pembuatan kertas. Dengan didirikannya pabrik akrilamida, maka industri kertas dan industri lainnya yang membutuhkan akrilamida sebagai flokulan tidak perlu mengimpor lagi dari luar negeri (Kirk Othmer, 1999).

1.2 Penentuan Kapasitas Pabrik

Berikut data impor akrilamida di Indonesia dari tahun 2010 sampai tahun 2018 :

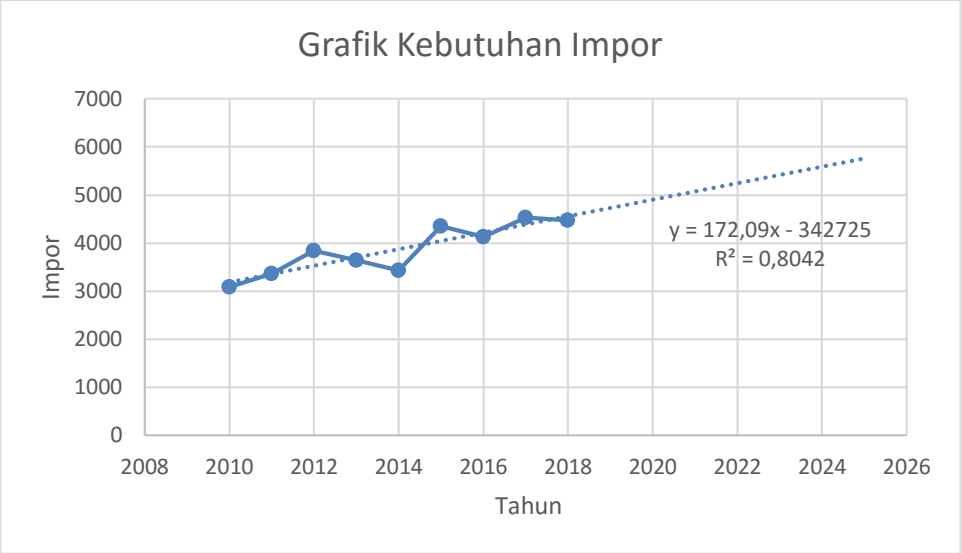
Tabel 1.1 Data kebutuhan impor akrilamida di Indonesia

No.	Tahun	Kebutuhan Impor (Ton/Tahun)
1	2010	3084.47
2	2011	3362.811
3	2012	3843.895
4	2013	3637.25
5	2014	3434.184
6	2015	4350.186
7	2016	4125.199
8	2017	4523.251
9	2018	4476.654

Sumber : Badan Pusat Statistik, Yogyakarta

Berdasarkan data impor di atas dapat disimpulkan bahwa kebutuhan konsumen akan akrilamida terus meningkat dari tahun ke tahun. Hal ini tentu menyebabkan kebutuhan akrilamida pada masa yang akan datang juga akan terus

meningkat sejalan dengan laju pertumbuhan industri yang menggunakan bahan baku akrilamida. Dari data Tabel 1.1, jika dibuat persamaan regresi dimana x sebagai fungsi tahun dan y sebagai fungsi prediksi kebutuhan impor akrilamida, maka didapat persamaan :



Gambar 1.1 Grafik kebutuhan impor akrilamida di Indonesia

Dari Gambar 1.1 dengan menggunakan data kebutuhan impor akrilamida di Indonesia setiap tahun, maka dapat diperoleh persamaan regresi dalam bentuk linier yaitu y = 172,09x - 342725 dengan nilai x = 2025 tahun prediksi kebutuhan impor akrilamida, sehingga dengan persamaan regresi tersebut dapat dihitung prediksi kebutuhan impor akrilamida pada tahun 2025 meningkat menjadi 5757,25 Ton/Tahun.

Pabrik penghasil akrilamida yang sudah berdiri di Indonesia yaitu PT. Tridomain Chemicals (TDC) berlokasi di Cilegon, Banten berproduksi dengan kapasitas sebesar 10.000 Ton/Tahun. Ketersediaan bahan baku yaitu akrilonitril

didapat dari Tong Suh Petrochemical Corp, Korea Selatan. Berdasarkan faktor tersebut, maka akan didirikan pabrik akrilamida pada tahun 2025 sebesar 10.000 ton/tahun. Produksi ini terdistribusi 33,5% untuk pemenuhan kebutuhan dalam negeri dan 66,5% akan di ekspor ke Australia karena Akrilamida tidak di produksi di Australia. Kebutuhan impor akrilamida rata-rata di Australia sebanyak 11.400 Ton/Tahun. Berikut daftar pabrik akrilamida yang sudah ada dapat dilihat pada Tabel 1.2.

Tabel 1.2 Data pabrik akrilamida di dunia

Nama Pabrik	Kapasitas Pabrik (Ton/Tahun)
Ciba specialties, Suffolk, Va, USA	14.968
Cytex Industries, Avondale, La, USA	40.823
Ondeo Nalco, Garyville, La, USA	15.875
S.N.F.Floerger, Riceboro, Ga, USA	64.863
Yongsan Mitsui Chemical, Inc, Korea	5.000
Tridomain Chemicals, Indonesia	10.000
Mitsui Chemical, Japan	40.000
Nitto Chemical, Japan	20.000

Sumber : Badan Pusat Statistik, Yogyakarta

Dilihat dari kebutuhan akrilamida yang semakin meningkat, pabrik akrilamida ini layak didirikan di Indonesia dengan pertimbangan :

1. Sebagai pemasok bahan baku untuk kebutuhan industri dalam negeri
2. Dengan adanya pabrik akrilamida di dalam negeri maka impor akrilamida dapat dikurangi

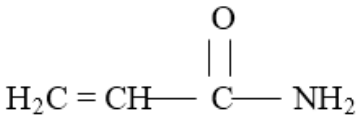
3. Dapat menambah devisa negara dengan mengekspor sebagian hasil produksi akrilamida ke luar negeri
4. Pemicu pendirian pabrik-pabrik baru yang menggunakan bahan baku akrilamida
5. Membuka lapangan pekerjaan baru pada penduduk sekitar wilayah industri yang akan didirikan
6. Bahan baku akrilonitril yang selalu tersedia dan harga produk yang lebih tinggi daripada harga bahan baku dapat memberikan keuntungan secara ekonomi.

1.3 Tinjauan Pustaka

1.3.1 Akrilamida

Akrilamida adalah bahan organik yang memiliki satu ikatan rangkap dengan rumus kimia C_3H_5NO. Akrilamida merupakan salah satu monomer hidrofilik yang digunakan sebagai bahan baku pembuatan poliakrilamida, berwarna putih, tidak berbau, berbentuk kristal padat yang sangat mudah larut dalam air, metanol, etanol, etil asetat, eter, aseton, sedikit larut dalam kloroform dan mudah bereaksi pada gugus amida atau ikatan rangkapnya. Polimerisasi mudah terjadi pada titik leburnya atau di bawah sinar ultraviolet. Akrilamida dalam larutan bersifat stabil pada suhu kamar dan tidak berpolimerisasi secara spontan. Akrilamida tidak kompatibel dalam suasana asam, basa, oksidator, dan besi. Pada kondisi normal, akrilamida terdekomposisi menjadi amonia tanpa pemanasan atau menjadi karbon dioksida, karbon monoksida, dan oksida nitrogen dengan pemanasan (Harahap, 2006).

Struktur kimia :



Struktur Kimia Akrilamida

Akrilamida adalah zat penggumpal polimer sintetik yang sering dipakai dalam pengolahan air limbah karena daya ikatnya yang kuat terhadap partikel tersuspensi dalam air. Akrilamida juga banyak digunakan di laboratorium untuk penelitian dan analisis. Akrilamida juga digunakan sebagai bahan baku untuk membuat beberapa jenis zat penjernih, perekat, tinta cetak, zat warna sintetik, zat penstabil emulsi, kertas, kosmetik, dan beberapa monomer seperti N-butoksiakrilamida dan N-metoksiakrilamida. Akrilamida juga digunakan sebagai kopolimer pada pembuatan lensa kontak. Di samping itu, akrilamida juga digunakan dalam konstruksi fondasi bendungan atau terowongan (Taeymens, 2004).

Pada umumnya, akrilamida yang terdapat di alam adalah buatan manusia, berasal dari residu monomer yang dilepaskan dari poliakrilamida untuk perawatan air minum karena tidak seluruh akrilamida terkoagulasi dan tetap berada di air sebagai pencemar. Akrilamida terdistribusi dengan baik dalam air karena kelarutannya yang tinggi dalam air. Akrilamida digunakan pada proses pengolahan plastik, pengemasan makanan, produksi karet sintesis, dan sebagai pemurni air. Gel akrilamida berperan pada proses elektroforesis sedangkan polimer akrilamida berfungsi juga sebagai bahan flokulasi dan pengental (Ötles, 2004).

1.3.2 Bahan Baku Pembuatan Akrilamida

a) Akrilonitril

Akrilonitril adalah monomer sintesis yang dihasilkan dari propilena dan ammonia. Akrilonitril (C_3H_3N) yang dihasilkan dari propilena, ammonia dan oksigen dengan mencampurkan katalis oksida.

b) Asam Sulfat

Asam sulfat merupakan asam mineral (anorganik) yang kuat. Zat ini larut dalam air pada semua perbandingan. Asam sulfat mempunyai banyak kegunaan dan merupakan salah satu produk utama industri kimia. Kegunaan utamanya termasuk pemrosesan bijih mineral, sintesis kimia, pemrosesan air limbah dan penggilingan minyak.

Asam sulfat murni yang tidak diencerkan tidak dapat ditemukan secara alami di bumi karena sifatnya higroskopis. Walaupun demikian, asam sulfat merupakan komponen utama hujan asam yang terjadi karena oksidasi sulfur dioksida di atmosfer dengan keberadaan air (oksidasi asam sulfit). Sulfur dioksida adalah produk sampingan utama dari pembakaran bahan bakar seperti batu bara dan minyak yang mengandung sulfur (belerang).

Asam sulfat 98% lebih stabil untuk disimpan dan merupakan bentuk asam sulfat yang paling umum. Asam sulfat 98% umumnya disebut sebagai asam sulfat pekat. Terdapat berbagai jenis konsentrasi asam sulfat yang digunakan untuk berbagai keperluan :

- 10%, asam sulfat encer untuk keperluan laboratorium
- 33,53%, asam baterai
- 62,18%, asam bilik atau asam pupuk

- 73,61%, asam menara atau asam glover
- 97%, asam pekat.

Terdapat juga asam sulfat pekat dalam berbagai kemurnian. Mutu teknis H_2SO_4 tidaklah murni dan seringkali berwarna, namun cocok digunakan untuk membuat pupuk. Mutu murni asam sulfat digunakan untuk membuat obat-obatan dan zat warna.

1.3.3 Proses Pembuatan Akrilamida

Proses pembuatan akrilamida ada dua macam, yaitu :

1. Metode Asam sulfat

Reaksi yang terjadi :

$C_3H_3N + H_2SO_4 + H_2O \rightarrow C_3H_5ON.H_2SO_4$

$C_3H_5ON.H_2SO_4 + Ca(OH)_2 \rightarrow C_3H_5ON + CaSO_4 + 2\ H_2O$

$H_2SO_4 + Ca(OH)_2 \rightarrow CaSO_4 + 2\ H_2O$

Pada proses ini mula-mula antara H_2O dengan asam sulfat pekat dicampur menjadi larutan asam sulfat encer. Kemudian direaksikan dengan akilonitril menjadi akrilamida sulfat pada suhu 90ºC dan tekanan 1,5 atm. Setelah itu dinetralkan dengan $Ca(OH)_2$ untuk mengikat sulfat, sehingga akan dihasilkan akrilamida dan $CaSO_4$. Larutan akrilamida dipekatkan dan dikristalkan. Kristal akrilamida kemudian akan dikeringkan. Reaksi hidrolisis berlangsung selama 0,5 jam. Reaksi hidrolisis ini relatif mudah dan memberikan hasil akrilamida sulfat yang tinggi. Proses netralisasi dilakukan dengan menggunakan $Ca(OH)_2$ di tangki Netraliser. Proses ini merupakan tahap yang penting, karena dalam proses ini terjadi pemisahan antara akrilamida dengan

asam sulfat sebagai $CaSO_4$, berdasarkan kelarutannya. Penggunaan $Ca(OH)_2$ dalam proses netralisasi yaitu karena antara $CaSO_4$ yang terbentuk dalam akrilamida merupakan senyawa yang tidak saling melarutkan sehingga memudahkan proses pemisahannya.

2. Metode Hidrasi Katalitik

Reaksi yang terjadi :

$C_3H_3N + H_2O \rightarrow C_3H_5ON$

Pada proses ini menggunakan katalis padat berupa logam tembaga. Reaksi berlangsung selama 1 jam, akrilonitril yang tidak bereaksi diuapkan sehingga akan terbentuk akrilamida murni. Proses hidrasi berlangsung pada suhu 50 ºC atau lebih tinggi. Kecepatan hidrasi akan lebih tinggi dengan meningkatkan suhu. Pada suhu150 ºC atau lebih, proses polimerisasi dari akrilonitril maupun akrilamida murni mulai berlangsung, oleh karena itu temperatur optimal adalah 70 sampai 150 ºC. Katalis yang digunakan jika sudah tidak aktif perlu diaktifkan kembali dengan proses regenerasi yang merupakan reaksi yang sangat eksotermis. Oleh karena itu dalam proses ini, hal tersebut merupakan masalah yang harus dihadapi.

1.3.4 Pemilihan Proses

Setelah memperhatikan kedua proses tersebut diatas dipilih proses yang pertama, yaitu proses asam sulfat dengan pertimbangan :

1. Proses asam sulfat merupakan proses yang komersil dan lebih sederhana.
2. Proses pemurnian produk lebih mudah daripada proses yang kedua.

3. Harga produk proses asam sulfat relatif lebih tinggi dibandingkan dengan proses hidrasi katalitik.

dipilih menggunakan proses ini karena suhu yang di gunakan lebih rendah serta ditinjau dari penggunaan katalis lebih ekonomis menggunakan asam sulfat .dan menghasilkan produk samping berupa gypsum. Serta untuk tingkat kemurniannya lebih tinggi menggunakan proses asam sulfat.

No	Komponen	Proses		
		Proses Asam Sulfat	Proses Hidrasi Katalitik	
1.	Reaksi	$C_3H_3N + H_2SO_4 + H_2O \rightarrow C_3H_5ON.H_2SO_4$	$C_3H_3N + H_2O \rightarrow C_3H_5ON$	
2.	Prinsip Proses	memberikan hasil akrilamida sulfat yang tinggi	Katalis(tembaga) yang digunakan jika sudah tidak aktif perlu diaktifkan kembali dengan proses regenerasi yang merupakan reaksi yang sangat eksotermis.	
3.	Kemurnian	99 %	97 %	-

Gambar 1.2 Perbandingan proses asam sulfat dengan proses hidrasi katalitik

1.3.5 Tinjauan Termodinamika

Perhitungan harga tetapan konstanta kesetimbangan (K) dapat ditinjau dari persamaan :

$\Delta G^o = - RT \ln K$ (Carl Yaws, 1999)

Dengan :

ΔG^o : Engergi Gibbs standar (kJ/mol)

R : Tetapan gas ideal (J/mol.K)

K : Kontanta kesetimbangan

Tabel 1.3 Harga $\Delta Hf°$ dan ΔG pada keadaan standar

Komponen	$\Delta Hf°$ pada 298 K (kJ/mol)	ΔG^opada 298 K (kJ/mol)

Akrilonitril	185	195,31
Asam Sulfat	-735,13	-653,47
Air	-241,8	-228,6
Akrilamida Sulfat	-905,13	-751,37

(Carl Yaws, 1999)

Sehingga ΔG_{reaksi} $= \Sigma \Delta G^o$ produk - $\Sigma \Delta G^o$ reaktan

$=[(-751,37)-(195,31+(-228,6)+(-653,47))]$ kJ/mol

ΔG^o_{reaksi} $= -64,61$ kJ/mol $= -64610$ J/mol

Jadi reaksi akan berjalan secara spontan karena nilai ΔG^o_{reaksi} negatif.

$$\ln K_{298} = -\frac{\Delta G^{\ o}}{RT}$$

$$= -\frac{(-64,61\frac{kJ}{mol})}{\left(8,3144\frac{J}{molK}\right)(298\ K)}$$

$\ln K_{298} = 26,07795$

$K_{298} = 2,1159 \times 10^{11}$

Maka nilai K dan T (K) dapat dihitung dengan meninjau persamaan kesetimbangan di bawah ini :

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

$Dengan:$

$\Delta H_R{}^o{}_{298} = \Delta H_f{}^o{}_{produk} - \Delta H_f{}^o{}_{reaktan}$

$= [\ (-905,13)-(185+(-735,13)+(-241,81))\ ]$ kJ/mol

$= -113,19$ kJ/mol

Jadi reaksi pembentukan akrilamida dari akrilonitril dan air merupakan

reaksi eksotermis, karena nilai ΔH total bernilai negatif yang berarti reaksi tersebut melepaskan panas.

Sehingga harga K pada suhu 90^{o}C dapat dihitung menggunakan persamaan :

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

$$ln\frac{K_2}{2{,}1159 \text{ x } 10^{11}} = \left(-\frac{(-113{,}19}{8{,}3144\frac{J}{mol.K}}\right)\left(\frac{1}{363} - \frac{1}{298}\right)$$

$$K_2 = 2{,}09866x10^{11}$$

Karena nilai K_2 pada suhu 90^{o}C sangat besar, maka reaksi bersifat irreversible (tidak dapat balik)

BAB II
Spesifikasi Bahan dan Produk

2.1 Spesifikasi Produk

2.1.1 Akrilamida

Rumus molekul	: C_3H_5NO
Berat molekul	: 71 g/gmol
Titik Didih	: 231,7 ^{0}C (760 mmHg)
Titik Lebur	: 82-86 ^{0}C
Densitas	: 1,122 g/ml pada suhu 30 ^{0}C
Viskositas	: 2,71 Cp pada suhu 25 ^{0}C
Spesific Gravity	: 1,0412 pada suhu 25 ^{0}C
Kelarutan dalam air	: 0,216 kg/100 kg air pada suhu 30 ^{0}C
Kemurnian	: 99 %
Impurities	: H_2O
Wujud	: Kristal Putih

(Yaws, 1999)

2.1.2 Kalsium Sulfat (*Gypsum)*

Rumus molekul	: $CaSO_4$
Berat molekul	: 136 g/gmol
Titik Lebur	: 163 ^{0}C
Densitas	: 2,546 g/ml
Kelarutan dalam air	: 1,8 gr/liter pada suhu 0 ^{0}C
Kemurnian	: 100 %

Impurities : -

Wujud : Serbuk berwarna putih

(Yaws, 1999)

2.2 Spesifikasi Bahan Baku

2.2.1 Akrilonitril

Rumus molekul : C_3H_3N

Berat molekul : 53 g/mol

Titik Didih : 77,04 ^oC

Titik Beku : - 83,5 ^0C

Titik Kritis : 246 ^0C

Tekanan Kritis : 34,9 atm

Viskositas : 0,34 Cp pada suhu 25 ^0C

Densitas : 0,806 g/ml pada suhu 20 ^0C

Kelarutan dalam air : 7,35% berat pada suhu 20 ^0C

Kemurnian : 99,4 %

Impurities : H_2O

Wujud : Jernih, cairan berbau menyengat

(Yaws, 1999)

2.2.2 Asam Sulfat

Rumus molekul : H_2SO_4

Berat molekul : 98 g/gmol

Titik Didih : 270 ^0C (1 atm)

Titik Beku : - 79 ^0C

Titik Kritis : 652 ^{0}C

Densitas : 1,837 g/ml

Viskositas : 3,9 Cp pada suhu 90 ^{0}C

Kapasitas Panas (Cp) : 138,9 J/mol.K

Impurities : H_2O

Kemurnian : 98%

Wujud : Cair tidak berwarna

(Yaws, 1999)

2.2.3 Kalsium Hidroksida

Rumus molekul : $Ca(OH)_2$

Berat molekul : 74 g/mol

Densitas : 2,24 g/ml

Viskositas : 0,3950 Cp pada suhu 30^o C

Titik Lebur : 580 ^{0}C

Kelarutan : 1,73 g/1000 ml pada suhu 20^o C

Kemurnian : 96,83%

Impurities : -

Wujud : Serbuk putih

(Yaws, 1999)

2.2.4 Air

Rumus molekul : H_2O

Berat molekul : 18 g/mol

Titik Didih : 100^{o}C

Titik Beku	: 0^oC
Titik Kritis	: 374,13 K
Densitas	: 1004,4285 kg/m^3 pada suhu 30^o C
Viskositas	: 0,553 Cp pada suhu 30^o C
Kapasitas Panas (Cp)	: 75,5565 J/mol.K
Wujud	: Cair bening

(Yaws, 1999)

2.3 Pengendalian Kualitas

2.3.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Sebelum dilakukan proses produksi, dilakukan pengujian terhadap kualitas bahan baku yang diperoleh. Pengujian ini dilakukan dengan tujuan agar bahan baku yang digunakan sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan. Evaluasi yang digunakan yaitu standart yang hampir sama dengan standart Amerika yaitu ASTM 1972.

2.3.2 Pengendalian Kualitas Produk

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

2.3.3 Pengendalian Proses Produksi

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

Beberapa alat kontrol yang di jalankan yaitu, control terhadap kondisi operasi baik tekanan maupun suhu. Alat *control* yang harus diatur pada kondisi tertentu antara lain :

- *Level Control*

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

- *Flow Rate*

  Merupakan alat yang dipasang untuk mengatur aliran, baik itu aliran masuk maupun aliran keluar proses.

- *Temperature Control*

  Umumnya *temperature control* mempunyai *set point* / batasan nilai suhu yang kita masukan kedalam parameter didalamnya. Ketika nilai suhu benda (nilai aktual) yang diukur melebihi set point beberapa derajat maka outputnya akan bekerja.

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

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

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

a. Pengendalian Kualitas Bahan Baku

   Pengendalian kualitas dari bahan baku dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana kualitas bahan baku yang digunakan, apakah sudah sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan untuk proses. Apabila setelah dianalisa ternyata tidak sesuai, maka ada kemungkinan besar bahan baku tersebut akan dikembalikan kepada *supplier*.

b. Pengendalian Kualitas Bahan Pembantu

   Bahan-bahan pembantu untuk proses pembuatan Akrilamida di

pabrik ini juga perlu dianalisa untuk mengetahui sifat-sifat fisisnya, apakah sudah sesuai dengan spesifikasi dari masing-masing bahan untuk membantu kelancaran proses.

c. Pengendalian Kualitas Produk

Pengendalian kualitas produk dilakukan terhadap produksi Akrilamida.

d. Pengendalian Kualitas Produk pada Waktu Pemindahan (dari satu tempat ke tempat lain).

Pengendalian kualitas yang dimaksud disini adalah pengawasan produk terutama Akrilamida pada saat akan dipindahkan dari tangki penyimpanan sementara (*day tank*) ke tangki penyimpanan tetap (*storage tank*), dari *storage tank* ke mobil truk dan ke kapal.

2.3.4 Pengendalian Kuantitas

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

2.3.5Pengendalian Waktu

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

2.3.6 Pengendalian Bahan Proses

Bila ingin dicapai kapasitas produksi yang diinginkan, maka bahan untuk

proses harus mencukupi. Karenanya diperlukan pengendalian bahan proses agar tidak terjadi kekurangan.

BAB III
PERANCANGAN PROSES

3.1 Uraian Proses

Asam sulfat 98% pada tekanan 1 atm dan suhu 30ºC diencerkan dengan H_2O menjadi asam sulfat 83% di dalam *Mixer* (M-01). Proses pengenceran ini mengeluarkan panas tetapi tidak terlalu besar sehingga tidak diperlukan pendingin. Diinginkan suhu keluar *Mixer* (M-01) 90ºC pada tekanan 1,5 atm sebelum masuk Reaktor (R) sehingga perlu dipanaskan terlebih dahulu di dalam *Heater* (HE-02). Sedangkan akrilonitril 98% pada tekanan 1 atm dan suhu 30ºC dipanaskan terlebih dahulu di dalam *Heater* (HE-01) menjadi 90ºC dan tekanan 1,5 atm sebelum diumpankan ke Reaktor (R). Reaksi akrilonitril menjadi akrilamida sulfat dilakukan dengan cara mencampurkan akrilonitril dengan asam sulfat, sehingga terbentuk akrilamida sulfat yang mana merupakan reaksi hidrolisis dengan konversi reaksi 95%.

Reaksi :

$C_3H_3N + H_2SO_4 + H_2O \rightarrow C_3H_5ON.\ H_2SO_4$

Reaksi dilakukan dalam Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB), reaktor beroperasi pada suhu tetap, yaitu 90ºC dan tekanan 1,5 atm. Reaksi ini bersifat eksotermis, sehingga untuk menjaga suhu reaksi diperlukan jaket pendingin. Setelah akrilamida sulfat terbentuk di dalam Reaktor (R), kemudian akrilamida sulfat ini dikeluarkan dari reaktor untuk diumpankan ke dalam *Netralizer* (N). Sebelum diumpankan, maka didinginkan terlebih dahulu dengan menggunakan Cooler (CL). Akrilamida sulfat dinetralisasi dengan $Ca(OH)_2$ dengan tujuan untuk memecah komponen asam sulfat pada akrilamida sulfat dan menetralkan sisa asam sulfat keluaran reaktor yang mana sebelumnya $Ca(OH)_2$ diencerkan terlebih dahulu di dalam *Mixer* (M-02) pada suhu 30ºC dan tekanan 1

atm. Proses di dalam *Netralizer* (N-01) ini dilakukan pada suhu 30ºC dan tekanan 1 atm.

Hasil netralisasi berupa $CaSO_4$ (gypsum) dan akrilamida yang mana dipisahkan dengan menggunakan alat *Rotary Drum Vacum Filter* (F). Hasil pemisahan berupa $CaSO_4$ di kirim ke Silo penyimpanan, sedangkan larutan akrilamida dipompa ke dalam *Evaporator* (E) untuk dipekatkan dan kemudian hasil bawah dari *Evaporator* dikristalkan dalam *Crystalizer* (CR). Hasil atas dari *Evaporator* kemudian dialirkan ke Unit Pembuangan Limbah (UPL).

Setelah terbentuk kristal, maka slurry dikeluarkan dan dipisahkan antara *mother liquor* dengan kristalnya di *Centrifuge* atau *Centrifugal Filter* (CF). Kristal basah dikirim ke *Rotary Dryer* (RD), sedangkan *mother liquor* dicampur dengan umpan yang masuk *Evaporator* (EV) untuk dipekatkan kembali. Kristal basah dikeringkan didalam *Rotary Dryer*, tujuannya adalah untuk mengurangi kadar airnya, sehingga menjadi kristal kering. Keluar dari *Rotary Dryer*, dihasilkan kemurnian produk akrilamida 99% berbentuk kristal, dan selanjutnya disimpan sementara dalam silo (S), sebelum proses pengepakan.

3.2 Spesifikasi Alat

3.2.1 Tangki Penyimpanan Akrilonitril (T-01)

Tugas	: Menyimpan bahan baku Akrilonitril selama 30 hari
Jenis	: Tangki silinder tegak dengan *conical head*
Fase	: Cair
Jumlah	: 1 buah

Kondisi Penyimpanan	: Suhu	: 30^0C
	Tekanan	: 1 atm
Ukuran	: Volume	: 1082.4942 m^3
	Diameter	: 13.7160 m
	Tinggi	: 9.1440 m
Tebal *shell*	: 3/4 in	
Tebal *head*	: 3/16 in	
Bahan	: *Stainless Steel 316*	
Harga	: $ 153,076.35	

3.2.2 Tangki Penyimpanan Asam sulfat (T-02)

Tugas	: Menyimpan bahan baku asam sulfat selama 7 hari	
Jenis	: Tangki silinder tegak dengan *conical head*	
Fase	: Cair	
Jumlah	: 1 buah	
Kondisi Penyimpanan	: Suhu	: 30^0C
	Tekanan	: 1 atm
Ukuran	: Volume	: 2001.5929 m^3
	Diameter	: 18.288 m
	Tinggi	: 7,315 m
Tebal *shell*	: 5/16 in	
Tebal *head*	: 3/16 in	
Bahan	: *Stainles steel 316*	
Harga	: $ 135,284.84	

3.2.3 Silo Penyimpanan CaOH (S-01)

Tugas	: Menyimpan CaOH sebelum diumpankan ke Mixer (M-02) dengan waktu tinggal selama 14 hari	
Jenis	: Silinder tegak dengan tutup atas datar dan bawah *conis*	
Fase	: Padat	
Jumlah	: 1 buah	
Kondisi Penyimpanan	: Suhu	: 30^0C
	Tekanan	: 1 atm
Ukuran	: Volume	: 128,564 m^3
	Diameter	: 3,7935 m
	Tinggi	: 11,848 m
Tebal *shell*	: ¼ in	
Tebal tutup atas	: 3/8 in	
Tebal tutup bawah	: 7/16	
Bahan	: *Carbon steel SA 283 grade C*	
Harga	: $ 60,421.84	

3.2.4 Silo Penyimpanan $CaSO_4$ (S-02)

Tugas	: Menyimpan produk samping $CaSO_4$ selama 7 hari sebanyak 334.282,7045 kg
Jenis	: Silinder tegak dengan tutup atas datar dan bawah *conis*
Fase	: Padat
Jumlah	: 1 buah

Kondisi Penyimpanan	: Suhu	: 30^0C
	Tekanan	: 1 atm
Ukuran	: Volume	: 225,256 m^3
	Diameter	: 4,575 m
	Tinggi	: 14,297 m
Tebal *shell*	: ½ in	
Tebal tutup atas	: 3/16 in	
Tebal tutup bawah	: 3/16 in	
Bahan	: *Carbon steel SA 283 grade C*	
Harga	: $ 55,800.66	

3.2.5 Silo Penyimpanan Akrilamida (S-03)

Tugas	: Menyimpan produk utama Akrilamida selama 7 hari sebanyak 159.090,9091 kg	
Jenis	: Silinder tegak dengan tutup atas datar dan bawah *conis*	
Fase	: Padat	
Jumlah	: 1 buah	
Kondisi Penyimpanan	: Suhu	: 30^0C
	Tekanan	: 1 atm
Ukuran	: Volume	: 236,523 m^3
	Diameter	: 4,648 m
	Tinggi	: 14,529 m
Tebal *shell*	: 3/8 in	

Tebal tutup atas : 3/16 in

Tebal tutup bawah : 3/16 in

Bahan : *Carbon steel SA 283 grade C*

Harga : $ 56,955.96

3.2.6 Mixer (M-01)

Tugas : Mengencerkan umpan Asam sulfat sebelum direaksikan di dalam Reaktor (R-01)

Kondisi Operasi : Suhu : 30 ^{0}C

Tekanan : 1 atm

Ukuran : Volume : 0,5263 m^3

Diameter : 0,8719 m

Tinggi : 1,3252 m

Tebal *shell* : 3/16 in

Tebal *head* : 3/16 in

Jenis *head* : *Torispherical flanged and dished head*

Pengaduk : Jenis pengaduk : Turbin dengan 4 *blade paddle*

Jumlah pengaduk : 1 buah

Diameter pengaduk : 0,3328 m

Putaran pengaduk : 230 rpm

Tenaga pengaduk : 1 Hp

Bahan : *Stainless Steel 316*

Harga : $ 7,740.89

3.2.7 Mixer (M-02)

Tugas : Mengencerkan Kalsium hidroksida sebelum diumpankan ke dalam *Netralizer* (N-01)

Kondisi Operasi : Suhu : 30 ^{0}C

Tekanan : 1 atm

Ukuran : Volume : 1,0292 m^3

Diameter : 0,9984 m

Tinggi : 1,4274 m

Tebal *shell* : 3/16 in

Tebal *head* : 3/16 in

Jenis *head* : *Torispherical flanged and dished head*

Pengaduk : Jenis pengaduk : Turbin dengan 4 *blade paddle*

Jumlah pengaduk : 1 buah

Diameter pengaduk : 0,3810 m

Putaran pengaduk : 250 rpm

Tenaga pengaduk : 1 Hp

Bahan : *Carbon steel SA 283 grade C*

Harga : $ 7,793.88

3.2.8 Reaktor (R)

Tugas : Mereaksikan Akrilonitril dan Asam sulfat untuk Menghasilkan Akrilamida Sulfat

Jenis : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB)

Jumlah : 1 buah

Kondisi Penyimpanan	: Suhu	: 90^0C	
	Tekanan	: 1,5 atm	
Ukuran	: Volume	: 10,7732 m^3	
	Diameter	: 2,4384 m	
	Tinggi	: 2,4384 m	
Tebal *shell*	: 3/16 in		
Tebal *head*	: ½ in		
Jenis *head*	: *Torispherical flanged and dished head*		
Jaket Pendingin	: Diameter dalam	: 2,4101 m	
	Diameter luar	: 2,6618 m	
	Tinggi Jaket	: 2,4384 m	
	Tebal dinding jaket	: 1/2 in	
Pengaduk	: Jumlah *baffle*	: 4 buah	
	Jumlah *blade*	: 6 buah	
	Lebar *baffle*	: 0,203 m	
	Jenis pengaduk	: *Flat blade turbin impellers*	
	Jumlah pengaduk	: 1 buah	
	Diameter pengaduk	: 0,8128 m	
	Putaran pengaduk	: 150 rpm	
	Tenaga pengaduk	: 3 Hp	
Bahan	: *Stainless Steel 316*		
Harga	: $ 106,217.65		

3.2.9 Netralizer (N-01)

Tugas : Menetralkan larutan keluar dari Reaktor (R)

menggunakan $Ca(OH)_2$

Jenis : Tangki Silinder Berpengaduk

Jumlah : 1 buah

Kondisi Penyimpanan : Suhu : 30^0C

Tekanan : 1 atm

Ukuran : Volume : 4,0239 m^3

Diameter : 2,1336 m

Tinggi : 2,4983 m

Tebal *shell* : 1/4 in

Tebal *head* : 3/8 in

Jenis *head* : *Torispherical flanged and dished head*

Jaket Pendingin : Diameter dalam : 1,9886 m

Diameter luar : 2,3378 m

Tinggi Jaket : 2,1336 m

Tebal dinding jaket : 3/4 in

Pengaduk : Jumlah *baffle* : 4 buah

Jumlah *blade* : 6 buah

Lebar *baffle* : 0,1178 m

Jenis pengaduk : *Flat blade turbin impellers*

Jumlah pengaduk : 1 buah

Diameter pengaduk : 0,7112 m

Putaran pengaduk : 90 rpm

Tenaga pengaduk : 22 Hp

Bahan : *Carbon Steel SA 283 Grade C*

Harga : $ 12,015

3.2.10 Rotary Drum Vacuum Filter (RDVF)

Tugas : Memisahkan padatan yang terbentuk di *Netralizer*

Jenis : *Rotary Drum Vacuum Filter*

Jumlah : 1 buah

Kondisi Operasi : Suhu : 30^0C

Tekanan : 1 atm

Ukuran : Diameter *drum* : 1,1410 m

Panjang : 0,5705 m

Kecepatan putaran : 0,5 rpm

Power : 8 Hp

Bahan : *Carbon Steel SA 283 Grade C*

Harga : $ 65,736.18

3.2.11 Evaporator (E-01)

Tugas : Memekatkan filtrat hasil keluaran RDVF

Jenis : *Long tube vertical evaporator, single effect*

Jumlah : 1 buah

Kondisi Operasi : Suhu : 105^0C

Tekanan : 1 atm

Ukuran : *Shell* : Fluida dingin (*cold fluid)*

ID :10 in

Baffle space : 2

Passes : 2

Tube *: Steam (hot fluid*)

OD : 1 in

Jumlah *tube* : 32

Panjang : 12 ft

BWG : 16

Pitch : 1 ¼ in tringular

Passes : 2

Bahan : *Carbon Steel SA 283 Grade C*

Harga : $ 61,461.59

3.2.12 Crytallizer (CR-01)

Tugas : Membentuk kristal-kristal Akrilamida

Jenis : *Strirred Tank Crystallizer*

Jumlah : 1 buah

Kondisi Penyimpanan : Suhu : 105^0C

Tekanan : 1 atm

Ukuran : Volume : 3,6819 m^3

Diameter : 1,1754 m

Tinggi : 0,5090 m

Tebal *shell* : 3/16 in

Tebal *head* : 5/16 in

Jenis *head* : *Torispherical flanged and dished head*

Jaket Pendingin : Diameter dalam : 1,1850 m

Diameter luar : 1,4367 m

Tinggi Jaket : 0,5090 m

Tebal dinding jaket : ½ in

Pengaduk : Jumlah *baffle* : 4 buah

Jumlah *blade* : 6 buah

Lebar *baffle* : 0,2667 m

Jenis pengaduk : *Flat blade turbin impellers*

Jumlah pengaduk : 1 buah

Diameter pengaduk : 1,0668 m

Putaran pengaduk : 13 rpm

Tenaga pengaduk : 1 Hp

Bahan : *Carbon Steel SA 283 Grade C*

Harga : $ 35.162,33

3.2.14 Centrifuge (CF-01)

Tugas : Memisahkan kristal akrilamida dari *mother liquor* yang keluar dari *crystallizer*

Jenis : *Knife-discharge bowl centrifuge*

Kondisi Penyimpanan : Suhu : 30^0C

Tekanan : 1 atm

Ukuran : Diameter *Bowl* : 0,9144 m

Kecepatan putaran : 1,2 rpm

Power pengaduk : 30 Hp

Bahan : *Carbon steel SA 283 grade C*

Harga : $ 24,723.27

3.2.15 Rotary Dryer (RD-01)

Tugas : Menguangi kadar air untuk mendapatkan

kemurnian Akrilamida sesuai spesifikasi

Jenis : *Direct contact counter current rotary dryer*

Kondisi Penyimpanan : Suhu masuk : 50 ^{0}C

Suhu keluar : 76 ^{0}C

Tekanan : 1 atm

Ukuran : Diameter rotary : 0,8336 m

Panjang rotary : 4,5811 m

Kecepatan putaran : 5,8225 rpm

Power : 1 Hp

Bahan : *Carbon steel SA 283 grade C*

Harga : $ 20,448.69

3.2.16 Heater (HE-01)

Tugas : Memanaskan larutan Akrilonitril dan H_2O dari suhu 30^{0}C sampai 90^{0}C sebelum diumpankan ke reaktor

Jenis : *Double pipe heat exchanger*

Luas transfer panas : 18,9243 ft^2

Panjang pipa : 48 ft

Annulus

- Fluida panas : *steam*

OD Pipa : 3,500 in

ID : 3,068 in

Pressure drop : 0,0125 psi

Inner Pipe : *light organic*

- Fluida dingin :

OD Pipa : 2,380 in

ID : 2,067 in

Pressure drop : 1,2299 psi

UC : 94,1676 Btu/hr.ft^{2}.^{0}F

UD : 47,5638 Btu/hr.ft^{2}.^{0}F

Rd *min* : 0,003 hr.ft^{2}.^{0}F/Btu

Rd *available* : 0,003338 hr.ft^{2}.^{0}F/Btu

Bahan : *Carbon steel SA 283 grade C*

Harga : $ 1.501

3.2.17 Heater (HE-02)

Tugas : Memanaskan asam sulfat dan H_2O dari suhu 30^{0}C sampai 90^{0}C sebelum diumpankan ke reaktor

Jenis : *Double pipe heat exchanger*

Luas transfer panas : 42,8299 ft^{2}

Panjang pipa : 60 ft

Annulus

- Fluida panas : *steam*

OD Pipa : 3,50 in

ID : 3,068 in

Pressure drop : 2,2247 psi

Inner Pipe

- Fluida dingin : *light organic*

OD Pipa :2,38 in

ID : 2,067 in

Pressure drop : 0,0647 psi

UC : 205,9925 Btu/hr.ft^2.^{0}F

UD : 127,3148 Btu/hr.ft^2.^{0}F

Rd *min* : 0,003 hr.ft^2.^{0}F/Btu

Rd *available* : 0,003045 hr.ft^2.^{0}F/Btu

Bahan : *Stainless steel 316*

Harga : $ 1.617.41

3.2.18 Cooler (CL-01)

Tugas : Mendinginkan larutan hasil keluaran Reaktor-02 dari suhu 90^{0}C sampai 30^{0}C

Jenis : *Double pipe heat exchanger*

Luas transfer panas : 65,9004 ft^2

Panjang pipa : 60 ft

Annulus

- Fluida panas : *Heavy Organic*

  OD Pipa : 4,50 in

  ID : 4,026 in

  Pressure drop : 1,1461 psi

Inner Pipe

- Fluida dingin : *Air*

  OD Pipa : 3,50 in

  ID : 3,068in

  Pressure drop : 0,0040 psi

UC : 162.2254 Btu/hr.ft^2.^{0}F

UD : 71,8652 Btu/hr.ft^2.^{0}F

Rd *min* : 0,003 hr.ft^2.^{0}F/Btu

Rd *available* : 0,003 hr.ft^2.^{0}F/Btu

Bahan : *Carbon steel SA 283 grade C*

Harga : $ 1.732,94

3.2.19 Condenser (CD-01)

Tugas : Mengkondensasikan produk atas yang keluar dari *Evaporator*

Jenis : *Shell and Tube Condenser*

Luas transfer panas : 1.181,2416 ft^2

Shell Side

- Fluida dingin : *Air*
  - ID : 21 ¼ in
  - *Baffle space* : 2
  - *Pass* : 2

Tube Side

- Fluida panas : Akrilonitril dan air
  - Jumlah *Tube* : 188
  - OD, BWG : 1 in, 16
  - ID : 21 ¼ in
  - *Pass* : 2

UC : 54,9638 Btu/hr.ft^2.^{0}F

UD : 47,0000 Btu/hr.ft^2.^{0}F

Rd *min* : 0,003 hr.ft^2.^{0}F/Btu

Rd *available* : 0,0032 hr.ft^{2}.^{0}F/Btu

Bahan : *Carbon steel SA 283 grade C*

Harga : $ 14.441,98

3.2.20 Screw Conveyor (SC-01)

Tugas : Mengangkut Kristal Akrilamida dari *Crystallizer* menuju *Centrifuge*

Fase : Padat

Jumlah : 1 buah

Ukuran : Diameter : *Flight*: 9 in

Pipa : 2,5 in

Panjang : 4,572 m

Power : 0,5 Hp

Bahan : *Carbon steel SA 283 grade C*

Harga : $1.318,59

3.2.21 Screw Conveyor (SC-02)

Tugas : Mengangkut Kristal Akrilamida dari *Centrifuge* menuju *Rotary Dryer*

Fase : Padat

Jumlah : 1 buah

Ukuran : Diameter : *Flight*: 9 in

Pipa : 2,5 in

Panjang : 4,572 m

Power : 0,5 Hp

Bahan : *Carbon steel SA 283 grade C*

Harga : $1.318,59

3.2.22 Bucket Elevator (BE-01)

Tugas : Mengangkut kalsium hidroksida dari Silo (S-01) menuju Mixer (M-02)

Type ukuran : 6 x 4 x 4,5 in

Bahan : *Carbon steel SA-283*

Dimensi : Jarak *bucket* :14 in

Tinggi elevator : 25 ft

Kecepatan Putar : 43 rpm

Daya : 1 Hp

Jumlah : 1

Harga : $ 7.852,00

3.2.23 Bucket Elevator (BE-02)

Tugas : Mengangkut *gypsum* dari *Belt Conveyer* (BC-01) menuju kedalam Silo (S-02)

Type ukuran : 6 x 4 x 4,5 in

Bahan : *Carbon steel*

Dimensi : Jarak *bucket* :14 in

Tinggi elevator : 25 ft

Kecepatan Putar : 43 rpm

Daya : 1 Hp

Jumlah : 1

Harga : $ 7.872,00

3.2.24 Bucket Elevator (BE-03)

Tugas : Mengangkut produk Akrilamida dari *Belt Conveyer* (BC-02) menuju kedalam Silo (S-03)

Type ukuran : 6 x 4 x 4,5 in

Bahan : *Carbon steel SA-283*

Dimensi : Jarak *bucket* : 14 in

Tinggi elevator : 25 ft

Kecepatan Putar : 43 rpm

Daya : 1 Hp

Jumlah : 1

Harga : $ 7.472,00

3.2.25 Belt Conveyor (BC-01)

Tugas : Mengangkut kalsium hidroksida dari Silo (S-01) menuju *Bucket Elevator* (BE-01)

Tipe : *Troughed belt on 45 idlers*

Spesifikasi : Lebar *Belt* : 7 in

Tinggi *Belt* : 7,62 m

Belt speed : 225 ft/min

Horse Power : 1 Hp

Jumlah : 1

Harga : $ 7.472,00

3.2.26 Belt Conveyor (BC-02)

Tugas : Mengangkut produk *gypsum* dari *Rotary Drum Vacum Filter* (RDVF-01) menuju *Bucket Elevator* (BE -01)

Tipe : *Troughed belt on 45 idlers*

Spesifikasi : Lebar *Belt* : 7 in
Tinggi *Belt* : 7,62 m
Belt speed : 225 ft/min
Horse Power : 1 Hp

Jumlah : 1

Harga : $ 7.472,00

3.2.27 Belt Conveyor (BC-03)

Tugas : Mengangkut produk Akrilamida dari *Rotary Dryer* (RD-01) ke *Bucket Elevator* (BE -02)

Tipe : *Troughed belt on 45 idlers*

Spesifikasi : Lebar *Belt* : 7 in
Tinggi *Belt* : 7,62 m
Belt speed : 225 ft/min
Horse Power : 1 Hp

Jumlah : 1

Harga : $ 7.472,00

3.2.28 Expansion Valve (EV-01)

Tugas : Menurunkan tekanan hasil keluaran Reaktor-02 dari 1,5 menjadi 1 atm

Jenis : *Globe Valve*

Ukuran : ID : 1,278 in
OD : 1,660 in
Schedule : 80
IPS : 1 ¼ in

Panjang pipa : 9,520 m

Bahan : *Carbon steel SA 283 grade C*

Harga : $ 65,93

3.2.29 Pompa (P-01)

Tugas : Mengalirkan Akrilonitril dari Tangki Penyimpanan (T-01) ke Reaktor *(R-01)*

Jenis : Pompa sentrifugal

Ukuran : ID : 0,957 in
Sch N : 80
NPS : 1 in

Total *head* : 1,1680 m

Motor penggerak : 0,0500 Hp , 3500 rpm

Bahan : *Carbon steel SA 283 grade C*

Jumlah : 1

Harga : $ 3.516,23

3.2.30 Pompa (P-02)

Tugas	: Mengalirkan Asam Sulfat dari Tangki Penyimpanan (T-02) menuju *Mixer* (M-01)	
Jenis	: Pompa sentrifugal	
Ukuran	: ID	: 1,278 in
	Sch N	: 80
	NPS	: 1,250 in
Total *head*	: 1 m	
Motor penggerak	: 0,083 Hp , 3500 rpm	
Bahan	: *Carbon steel SA 283 grade C*	
Jumlah	: 1	
Harga	: $ 3.516,23	

3.2.31 Pompa (P-03)

Tugas	: Mengalirkan larutan dari *Mixer* (M-01) ke Reaktor (R-01)	
Jenis	: Pompa sentrifugal	
Ukuran	: ID	: 1,278
	Sch N	: 80
	NPS	: 1,250 in
Total *head*	: 1,9 m	
Motor penggerak	: 0,083 Hp , 3500 rpm	
Bahan	: *Carbon steel SA 283 grade C*	
Jumlah	: 1	
Harga	: $ 3.516,23	

3.2.33 Pompa (P-04)

Tugas	: Mengalirkan larutan dari Reaktor (R) ke Netralizer (N)	
Jenis	: Pompa sentrifugal	
Ukuran	: ID	: 2,323 in
	Sch N	: 80
	NPS	: 2,5 in
Total *head*	: 2,2653 m	
Motor penggerak	: 0,25 Hp , 3500 rpm	
Bahan	: *Carbon steel SA 283 grade C*	
Jumlah	: 1	
Harga	: $ 3.516,23	

3.2.34 Pompa (P-05)

Tugas	: Mengalirkan larutan CaOH dari *Mixer* (M-02) ke *Netralizer* (N-01)	
Jenis	: Pompa sentrifugal	
Ukuran	: ID	: 1,278 in
	Sch N	: 80
	NPS	: 1,250 in
Total *head*	: 2,4542 m	
Motor penggerak	: 0,2500 Hp , 3500 rpm	
Bahan	: *Carbon steel SA 283 grade C*	
Jumlah	: 1	
Harga	: $ 3.516,23	

3.2.35 Pompa (P-06)

Tugas : Mengalirkan larutan dari *Netralizer* (N-01) ke *Rotary Drum Vacum Filter* (RDVF-01)

Jenis : *Reciproating Pump*

Ukuran : ID : 2,323 in

Sch N : 80

NPS : 2,5 in

Total *head* : 1,2653 m

Motor penggerak : 0,1250 Hp , 3500 rpm

Bahan : *Carbon steel SA 283 grade C*

Jumlah : 1

Harga : $ 5.471,00

3.2.36 Pompa (P-07)

Tugas : Mengalirkan larutan dari *Rotary Drum Vacum Filter* (RDVF-01) ke *Evaporator* (EV-01)

Jenis : Pompa sentrifugal

Ukuran : ID : 1,5 in

Sch N : 80

NPS : 1,5 in

Total *head* : 2,6804 m

Motor penggerak : 0,25 Hp , 3500 rpm

Bahan : *Carbon steel SA 283 grade C*

Jumlah : 1

Harga : $ 3.516,23

3.2.37 Pompa (P-08)

Tugas : Mengalirkan larutan dari *Evaporator* (EV-01) ke *Crystalizer* (CR-01)

Jenis : Pompa sentrifugal

Ukuran : ID : 1,38 in

Sch N : 80

NPS : 1,240 in

Total *head* : 2,4 m

Motor penggerak : 0,125 Hp , 3500 rpm

Bahan : *Carbon steel SA 283 grade C*

Jumlah : 1

Harga : $ 3.516,23

3.2.38 Pompa (P-09)

Tugas : Mengalirkan air yang keluar dari *Condenser* ke Unit Pembuangan Limbah

Jenis : Pompa sentrifugal

Ukuran : ID : 1,278 in

Sch N : 80

NPS : 1,250 in

Total *head* : 1,0718 m

Motor penggerak : 0,083 Hp , 3500 rpm

Bahan : *Carbon steel SA 283 grade C*

Jumlah : 1

Harga : $ 3.516,23

3.2.39 Pompa (P-10)

Tugas : Mengalirkan *mother liquor* dari *Centrifuge*(CF-01)
ke *Evaporator* (EV-01)

Jenis : Pompa sentrifugal

Ukuran : ID : 1,049 in
Sch N : 40
NPS : 1 in

Total *head* : 2,7438 m

Motor penggerak : 0,1250 Hp , 3500 rpm

Bahan : *Carbon steel SA 283 grade C*

Jumlah : 1

Harga : $ 3.516,23

3.3 Perencanaan Produksi

3.3.1 Analisis Kebutuhan Bahan Baku

Analisis kebutuhan bahan baku berkaitan dengan kebutuhan bahan baku yang diperlukan sesuai dengan kapasitas pabrik. Bahan baku pembuatan Akrilamida terdiri dari Akrilonitril, Asam Sulfat, Air dan Kalsium Hidroksida. Adapun kapasitas pabrik Akrilamida yang direncanakan sebesar 10.000 ton/tahun sehingga kebutuhan bahan baku sebesar :

Tabel 3.1 Kebutuhan Bahan Baku

Komponen	Kebutuhan bahan baku (ton/tahun)
Akrilonitril	7939,8527
Asam Sulfat	16.867,1881
Kalsium Hidroksida	10861.3788

3.3.2 Analisis Kebutuhan Peralatan Proses

Analisis kebutuhan peralatan proses meliputi kemampuan peralatan untuk proses dan umur atau jam kerja peralatan dan perawatannya. Dengan adanya analisis kebutuhan peralatan proses maka akan dapat diketahui anggaran yang diperlukan untuk peralatan proses, baik pembelian maupun perawatannya.

BAB IV
PERANCANGAN PABRIK

4.1 Lokasi Pabrik

Pemilihan dan penentuan lokasi pabrik merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam perencanaan pendirian pabrik, karena hal tersebut sangat mempengaruhi kegiatan pabrik, baik menyangkut produksi maupun distribusi produk. Penentuan lokasi pabrik juga berhubungan langsung dengan nilai ekonomis dari pabrik yang akan didirikan. Maka dari itu untuk menentukan lokasi pabrik yang tepat dibutuhkan beberapa pertimbangan, salah satu pertimbangan yang utama adalah penentuan lokasi pabrik harus memperhitungkan biaya produksi dan distribusi yang minimum.

Berdasarkan hal di atas, maka pabrik Akrilamida dengan kapasitas 10.000 ton/tahun direncanakan akan didirikan di Gresik dengan pertimbangan-pertimbangan dari berbagai faktor.

4.1.1 Faktor Utama Penentuan Lokasi Pabrik

Faktor primer merupakan faktor yang secara langsung mempengaruhi tujuan utama dari usaha pabrik. Tujuan utama ini meliputi proses produksi dan distribusi, adapun faktor-faktor primer yang berpengaruh secara langsung dalam pemilihan lokasi pabrik adalah :

1. Penyediaan Bahan Baku

   Lokasi pabrik sebaiknya dekat dengan penyediaan bahan baku dan pemasaran produk untuk menghemat biaya transportasi. Bahan baku

yang dibutuhkan dalam perencanaan pabrik Akrilamida antara lain Asam Sulfat, Akrilonitril, dan Kalsium Hidroksida dan Air. Bahan baku Akrilonitril masih impor dari Tong Suh Petrochemical Corp, Korea Selatan, maka lokasi pabrik harus berdekatan dengan pelabuhan yang berada di Gresik. Bahan pembantu Asam Sulfat direncanakan diperoleh dari PT. Petrokimia Gresik, sedangkan baha baku pendukung Kalsium Hidroksida diperoleh dari PT. Pentawira Agraha Sakti di Tuban, Jawa Timur. Sementara sumber air diperoleh dari sungai yang berada di Gresik.

2. Pemasaran

   Pemasaran merupakan salah satu hal yang sangat mempengaruhi studi kelayakan proses. Dengan pemasaran yang tepat akan menghasilkan keuntungan dan menjamin kelangsungan proyek. Dari segi pemasaran, lokasi pabrik di Gresik relatif strategis karena dekat dengan konsumen yang membutuhkan bahan baku Akrilamida, misalnya industri zat warna, kertas, kosmetik dan industri lainnya. Selain itu, lokasi pabrik yang dekat dengan pelabuhan dan kota Industri Gresik juga menguntungkan untuk pemasaran produk.

3. Utilitas

   Utilitas yang diperlukan adalah air, bahan bakar dan listrik. Kebutuhan air dapat dipenuhi dengan baik dan murah karena area kawasan industri Gresik ini memiliki sumber aliran sungai. Sarana yang lain seperti bahan bakar dan listrik dapat diperoleh dengan mudah karena dekat dengan Pertamina dan PLTU.

4. Tenaga Kerja

   Tenaga kerja merupakan modal utama pendirian suatu pabrik.

Sebagian besar tenaga kerja yang dibutuhkan adalah tenaga kerja yang berpendidikan kejuruan atau menengah dan sebagian sarjana. Untuk memenuhinya dapat diperoleh dari daerah sekitar lokasi pabrik yang mana telah dikenal sebagai kota industri. Selain itu faktor kedisiplinan dan pengalaman kerja juga menjadi prioritas dalam perekrutan tenaga kerja, sehingga diperoleh tenaga kerja yang berkualitas.

5. Transportasi

   Untuk mempermudah lalu lintas produk dan pemasarannya, pabrik didirikan di Gresik. Wilayah Gresik terletak pada posisi geografis yang strategis yang menyebabkan Gresik menjadi bagian dari pusat pertumbuhan industri di Indonesia. Sarana dan prasarana sangat mudah di jangkau, seperti jaringan jalan, terminal, Bandara Juanda, angkutan umum dan rel kereta api, serta jalan bebas hambatan (TOL) di Kabupaten Gresik. Sehingga diharapkan pemasaran Akrilamida baik ke daerah-daerah di pulau Jawa atau ke pulau-pulau lain di Indonesia maupun keluar negeri dapat berjalan dengan baik.

6. Keadaan Iklim

   Wilayah Gresik terletak pada ketinggian 0–85 m di atas permukaan laut. Curah hujan setahun rata-rata 1.475 mm dan temperatur udara berkisar 22^{o}C – 33 ^{o}C. Kondisi iklim dipengaruhi oleh wilayah bagian utara yang merupakan daerah pesisir pantai sepanjang kurang lebih 50 Km. Untuk pendirian pabrik, kondisi iklim cukup stabil dengan iklim rata-rata yang cukup baik.

Penentuan lokasi pabrik merupakan hal yang sangat penting yang akan menentukan kelancaran perusahaan dalam menjalankan operasinya. Berdasarkan pertimbangan tersebut maka wilayah ini memenuhi persyaratan untuk pembangunan sebuah pabrik.

4.1.2 Faktor Penunjang Penentuan Lokasi Pabrik

Gresik merupakan daerah kawasan industri yang telah ditetapkan oleh pemerintah, sehingga faktor-faktor seperti: tersedianya energi listrik, bahan bakar, air, iklim dan karakter tempat/lingkungan bukan merupakan suatu kendala karena semua telah dipertimbangkan pada penetapan kawasan tersebut sebagai kawasan industri. Dengan pertimbangan di atas maka dapat disimpulkan bahwa kawasan Gresik layak dijadikan lokasi pabrik Akrilamida di Indonesia.

4.2 Tata Letak Pabrik *(Plant Layout)*

Tata letak pabrik adalah tempat kedudukan dari bagian-bagian pabrik yang meliputi tempat bekerjanya karyawan, tempat peralatan, tempat penyimpanan bahan baku dan produk, dan sarana lain seperti utilitas, taman dan tempat parkir. Tata letak sangat penting dalam hal untuk mendapatkan efisiensi, keselamatan dan kelancaran dari para pekerja dan keselamatan proses. Untuk mendapatkan kondisi yang optimal, maka hal-hal yang perlu dipertimbangkan dalam menentukan tata letak pabrik adalah :

a. Pabrik Akrilamida merupakan pabrik baru atau bukan pengembangan sehingga dalam penentuan *lay out* tidak dibatasi oleh bangunan yang ada.
b. Berdasarkan data penggunaan Akrilamida yang terus meningkat dari tahun ke tahun maka pengembangan pabrik dimasa mendatang sangat diharapkan, untuk itu area perluasan pabrik perlu disediakan.
c. Faktor keamanan terutama bahaya kebakaran. Maka dalam perancangan *lay out* selalu diusahakan memisahkan sumber api dan sumber panas dari sumber bahan

yang mudah terbakar dan meledak. Mengelompokkan unit-unit proses yang satu dengan yang lainnya agar memudahkan pengalokasian bahaya kebakaran yang mungkin terjadi.

Secara garis besar, *lay out* pabrik dibagi menjadi beberapa daerah utama, antara lain :

a. Daerah Administrasi/Perkantoran, Laboratorium dan Fasilitas Penunjang

   Daerah administrasi merupakan pusat kegiatan administrasi pabrik yang mengatur kelancaran operasi dan keuangan pabrik. Laboratorium sebagai tempat yang menangani pengujian kualitas dan kuantitas bahan baku yang akan diproses serta produk yang akan dijual.

b. Daerah Proses dan Ruang Kontrol

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

c. Daerah Pergudangan, Umum, Bengkel, dan Garasi

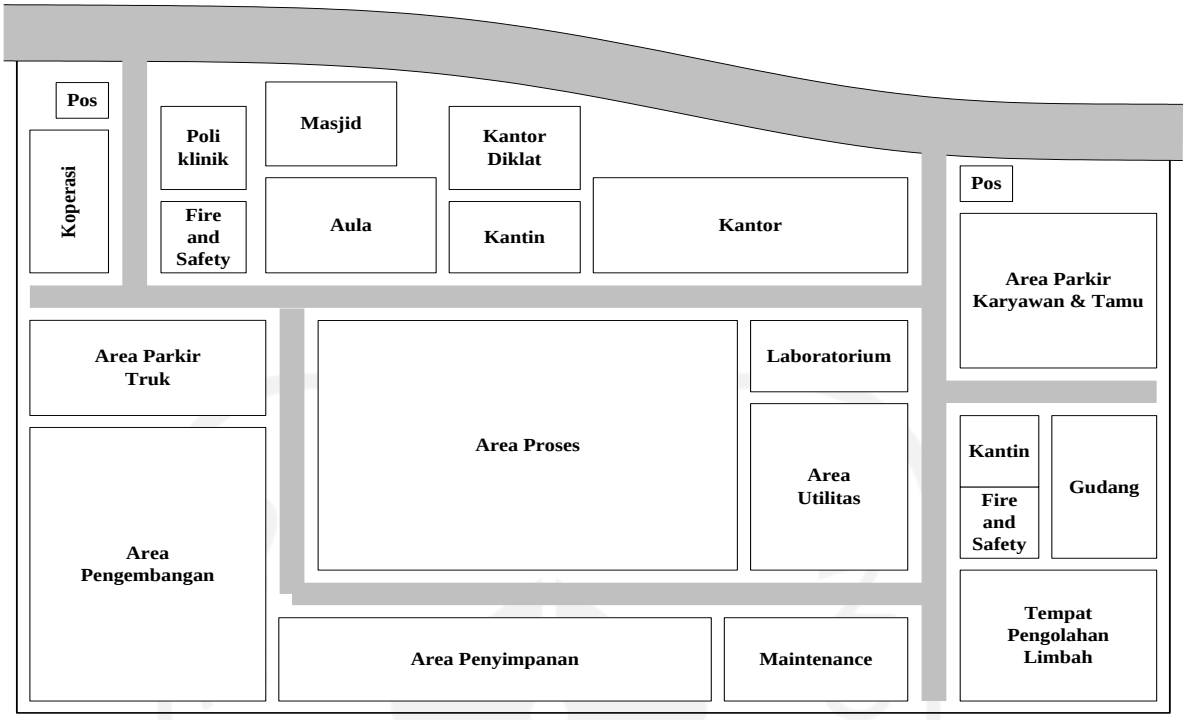
d. Daerah Utilitas dan *Power Station*

Merupakan lokasi pusat kegiatan penyediaan air, steam, air pendingin dan tenaga listrik disediakan guna menunjang jalannya proses.

Adapun perincian luas tanah sebagai bangunan pabrik bisa dilihat dari tabel dibawah ini :

Tabel 4.1 Perincian Luas Tanah dan Bangunan

Lokasi	panjang, m	lebar, m	luas, m2
	M	**M**	**m^2**
Kantor utama	44	20	616
Pos Keamanan/satpam	8	4	32
Mess	16	36	576
Parkir Tamu	12	22	264
Parkir Truk	20	12	240
Ruang timbang truk	12	6	72
Kantor teknik dan produksi	20	14	280
Klinik	12	10	120
Masjid	14	12	168
Kantin	16	12	192
Bengkel	12	24	288
Unit pemadam kebakaran	16	14	224
Gudang alat	22	10	220
Laboratorium	12	16	192
Utilitas	24	10	240
Area proses	70	50	3500
Control Room	28	10	280
Control Utilitas	10	10	100
Jalan dan taman	60	40	2400
Perluasan pabrik	100	50	5000
Total Luas Tanah			**15004**
Total Luas Bangunan			**7604**
Total			**15004**



Gambar 4.1 Tata Letak Pabrik Akrilamida Skala 1 : 1100

4.3 Tata Letak Mesin / Alat Proses *(Machine Layout)*

Tata letak merupakan suatu pengaturan yang optimal dari perangkat fasitas-fasilitas pabrik. Dalam perancangan tata letak peralatan proses pada pabrik ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu:

4.3.1. Aliran Bahan Baku dan Produk

Jalur aliran bahan baku dan produk harus menunjang kelancaran dan keamanan produksi serta dapat memberikan keuntungan ekonomis yang besar.

4.3.2. Aliran Udara

Sirkulasi udara di dalam dan sekitar area proses harus berjalan lancar. Hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya stagnasi udara pada suatu tempat berupa penumpukan atau akumulasi bahan kimia berbahaya yang dapat membahayakan keselamatan pekerja. Arah hembusan angin juga perlu diperhatikan.

4.3.3. Pencahayaan

Penerangan seluruh bagian pabrik harus memadai, terutama pada daerah-

daerah berbahaya yang beresiko tinggi perlu diberi penerangan tambahan.

4.3.4. Lalu Lintas Manusia dan Kendaraan

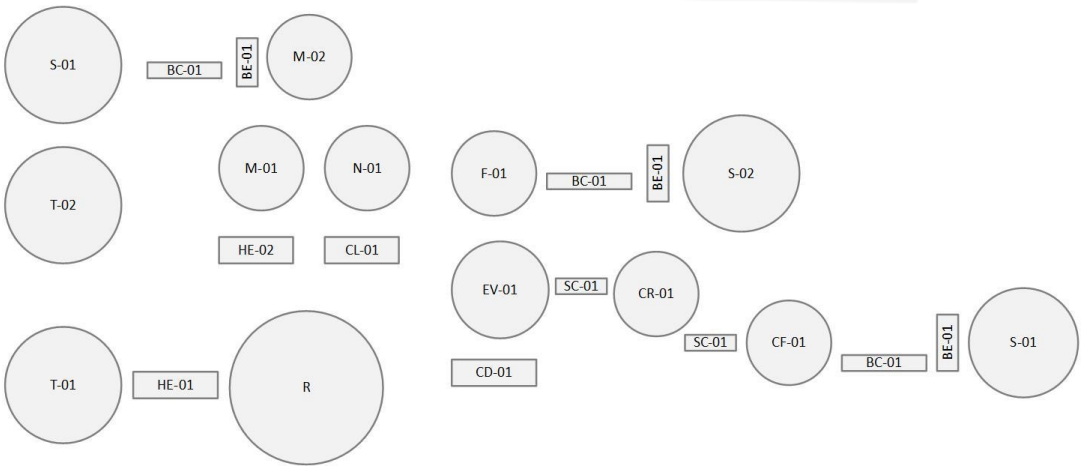
Perlu diperhatikan kemampuan pekerja dalam mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah, begitu juga untuk proses distribusi bahan baku dan produk dari mobil pengangkut ke tangki penyimpanan maupun sebaliknya. Keamanan dan keselamatan pekerja pun tentu saja harus menjadi prioritas utama dalam perancangan *lay out* pabrik.

4.3.5. Pertimbangan Ekonomi

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

4.3.6. Jarak Antar Alat Proses

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



Gambar 4.2 Tata Letak Alat Proses Pabrik Akrilamida

Keterangan :

1. S : Silo
2. T : Tangki Penyimpanan
3. R : Reaktor
4. N : Netralizer
5. F : Rotary Drum Vacuum Filter
6. EV : Evaporator
7. CR : Crystallizer
8. CF : Centrifuge
9. RD : Rotary Dryer
10. SC : Screw Conveyor
11. HE : Heater
12. CL : Cooler
13. EV : Expansion Valve
14. BC : Belt Conveyor
15. BE : Bucket Elevator

4.4 Alir Proses dan Material

Hasil perhitungan dari Neraca Massa dan Neraca Panas dalam perancangan pabrik Akrilamida adalah sebagai berikut :

4.4.1 Neraca Massa

4.4.1.1 Neraca Massa Total

Tabel 4.2 Neraca Massa Total

KOMPONEN	Input (Kg/jam)	Output (Kg/jam)
C_3H_3N (l)	982,2090	0,0000
C_3H_3N (g)	-	49,1105
H_2SO_4	1816,1601	-
$Ca(OH)_2$	1371,3862	-
H_2O (l)	2292,4388	144,7612
H_2O (g)	-	2497,9371
C_3H_5ON (s)	-	1250,0000
$CaSO_4$	-	2520,3855
JUMLAH	6462,1942	6462,1942

4.4.1.2 Neraca Massa Per Alat

Tabel 4.3 Neraca Massa di Mixer-01

KOMPONEN	Input (Kg/jam)	Output (Kg/jam)
H_2SO_4	1816,1601	1816,1601
H_2O	313,5353	313,5353
JUMLAH	**2129,6955**	**2129,6955**

Tabel 4.4 Neraca Massa di Mixer-02

KOMPONEN	Input (Kg/jam)	Output (Kg/jam)
$Ca(OH)_2$	**1371,3862**	**1371,3862**
H_2O	**1371,3862**	**1371,3862**
JUMLAH	**2742,7724**	**2742,7724**

Tabel 4.5 Neraca Massa di Reaktor

KOMPONEN	Input (Kg/jam)	Output (Kg/jam)
C_3H_3N	**982,2090**	**49,1105**
H_2SO_4	**1816,1601**	**90,8080**
H_2O	**333,5804**	**16,6790**
C_3H_5ON . H_2SO_4		**2975,3521**
JUMLAH	**3131,9496**	**3131,9496**

Tabel 4.6 Neraca Massa di Netralizer

KOMPONEN	Input (Kg/jam)	Output (Kg/jam)
C_3H_5ON		**1250,0000**
C_3H_3N	**49,1105**	**49,1105**
H_2SO_4	**90,8080**	
H_2O	**1388,0652**	**2055,2261**

C_3H_5ON . H_2SO_4	2975,3521	
$Ca(OH)_2$	1371,3862	
$CaSO_4$		2520,3855
JUMLAH	5874,7220	5874,7220

Tabel 4.7 Neraca Massa di Rotary Drum Vakum Filter/Filter

KOMPONEN	Input (Kg/jam)	Output (Kg/jam)
C_3H_5ON	1250,0000	1250,0000
C_3H_3N	49,1105	49,1105
H_2O	2642,6983	2642,6983
$CaSO_4$	2520,3855	2520,3855
JUMLAH	6462,1942	6462,1942

Tabel 4.8 Neraca Massa di Evaporator

KOMPONEN	Input (Kg/jam)	Output (Kg/jam)
$C_3H_5ON_{(aq)}$	1253,3237	1253,3237
C_3H_3N	49,1105	49,1105
H_2O	4049,2958	4049,2958
JUMLAH	5351,7299	5351,7299

Tabel 4.9 Neraca Massa di Crystallizer

KOMPONEN	Input (Kg/jam)	Output (Kg/jam)
$C_3H_5ON_{(aq)}$	1253,3237	3,4986
$C_3H_5ON_{(s)}$		1249,8251
H_2O	1619,7183	1619,7183
JUMLAH	2873,0420	2873,0420

Tabel 4.10 Neraca Massa di Centrifuge

KOMPONEN	Input (Kg/jam)	Output (Kg/jam)
C_3H_5ON (aq)	3,4986	3,4986
C_3H_5ON (s)	1249,8251	1249,8251
H_2O	1619,7183	1619,7183
JUMLAH	2873,0420	2873,0420

Tabel 4.11 Neraca Massa di Rotary Dryer

KOMPONEN	Input (Kg/jam)	Output (Kg/jam)
C_3H_5ON	1250,0000	1250,0000
H_2O (aq)	80,9859	12,6263
H_2O (g)		68,3597
JUMLAH	1330,9859	1330,9859

4.4.2 Neraca Panas

Suhu referensi = 25 ^oC

Tabel 4.12 Neraca Panas di Mixer-01

KOMPONEN	Input (Kg/jam)	Output (Kg/jam)
H_2SO_4	13003,2963	13003,2963
H_2O	6575,2958	6575,2958
JUMLAH	19578,5920	19578,5920

Tabel 4.13 Neraca Panas di Mixer-02

KOMPONEN	Input (Kg/jam)	Output (Kg/jam)
$Ca(OH)_2$	18,5322	18,5322
H_2O	28759,9788	28759,9788
JUMLAH	377,4864	377,4864

Tabel 4.14 Neraca Panas di Reaktor

Komponen	Input (kJ/Jam)	Ouput (kJ/Jam)
C_3H_3N	206118,7985	10305,9399
H_2SO_4	260817,7133	13040,8857
H_2O	135900,3186	6795,0159
C_3H_5ON . H_2SO_4	-	451730,3407
Panas reaksi	362611,7269	-
Pendingin	-	483576,3751
Total	**965448,5572**	**965448,5572**

Tabel 4.15 Neraca Panas di Netralizer

Komponen	Input (kJ/Jam)	Ouput (kJ/Jam)
C_3H_5ON	-	15015,7123
C_3H_3N	758,5060	758,5060
H_2SO_4	975,2472	-
H_2O	43664,6435	64651,6551
C_3H_5ON . H_2SO_4	33545,4095	-
$Ca(OH)_2$	27,7984	-
$CaSO_4$	-	27,7984
Panas reaksi	1593351,0764	-
Pendingin	-	1591869,0093
Total	**1672322,6811**	**1672322,6811**

Tabel 4.16 Neraca Panas di Rotary Drum Vakum Filter

Komponen	Input (kJ/Jam)	Ouput (kJ/Jam)
C_3H_5ON	15015,7123	15015,7123
C_3H_3N	758,5060	758,5060
H_2O	72580,0817	72580,0817
$CaSO_4$	27,79836916	27,79836916
Total	**88382,0984**	**88382,0984**

Tabel 4.17 Neraca Panas di Evaporator

Komponen	Input (kJ/Jam)	Ouput (kJ/Jam)
$C_3H_5ON_{(aq)}$	15050,2953	253994,2903
C_3H_3N	758,5060	12891,5609
H_2O	110334,2348	1766810,6899
Pemanas	1907553,5049	-
Total	**2033696,5411**	**2033696,5411**

Tabel 4.18 Neraca Panas di Crystallizer

Komponen	Input (kJ/Jam)	Ouput (kJ/Jam)
$C_3H_5ON_{(aq)}$	253994,2903	443,1183
$C_3H_5ON_{(s)}$	-	200345,4336
H_2O	703953,3984	514372,4315
Panas Pengkristalan	121,7929	-
Pendingin	-	242908,4982
Total	**958069,4816**	**958069,4816**

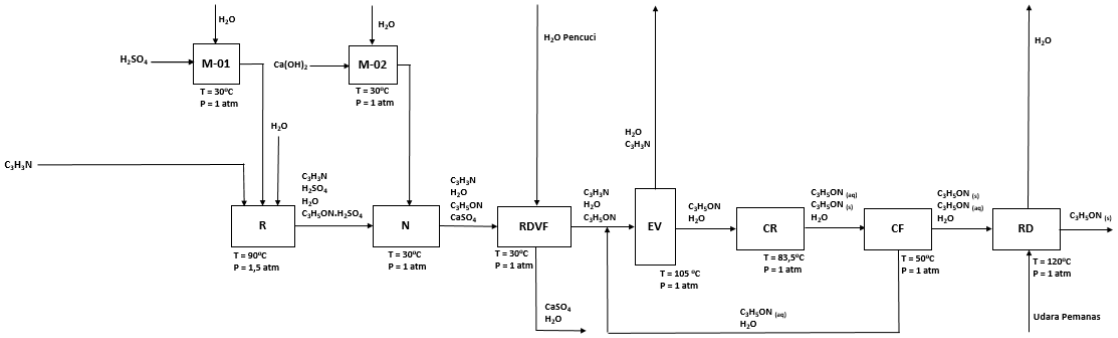
Tabel 4.19 Neraca Panas di Centrifuge

Komponen	Input (kJ/Jam)	Ouput (kJ/Jam)
$C_3H_5ON_{(aq)}$	184,9317	184,9317
$C_3H_5ON_{(s)}$	80388,5365	80388,5365
H_2O	220152,6640	220152,6640
Total	**300726,1322**	**300726,1322**

Tabel 4.20 Neraca Panas di Rotary Dryer

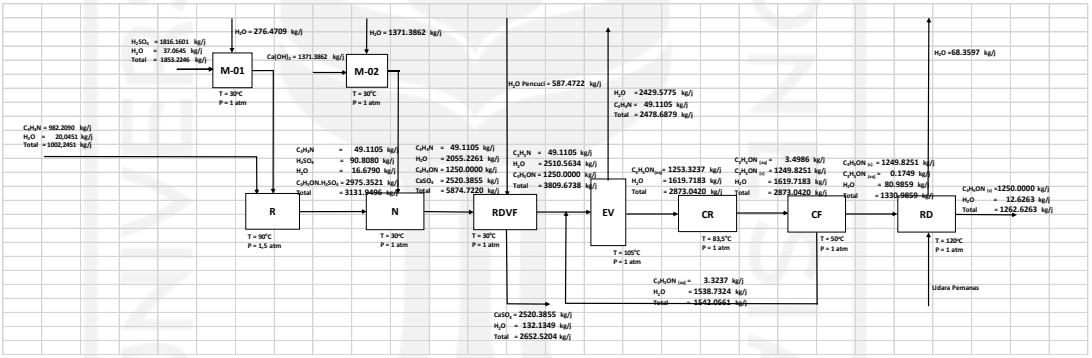
Komponen	Input (kJ/Jam)	Ouput (kJ/Jam)
$C_3H_5ON_{(s)}$	80398,2821	264611,8798
$H_2O_{(aq)}$	11007,6332	5937,5401
$H_2O_{(g)}$	-	189,3450
Udara Pemanas	179332,8496	-
Total	**270738,7649**	**270738,7649**

4.4.1 Diagram Alir Kualitatif



Gambar 4.3 Diagram Alir Kualitatif Pabrik Akrilamida

4.4.2 Diagram Alir Kuantitatif



Gambar 4.4 Diagram Alir Kuantatif Pabrik Akrilamida

4.5 Pelayanan Teknik (Utilitas)

Unit utilitas merupakan bagian dari pabrik yang berfungsi untuk menyediakan bahan-bahan penunjang untuk mendukung kelancaran pada sistem produksi di pabrik serta menyediakan tenaga atau sumber penggerak peralatan yang ada dalam proses produksi pabrik.

Penyediaan utilitas terdiri dari :

1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (*Water Treatment System*)

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

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

4.5.1.1 Unit Penyediaan Air

Dalam memenuhi kebutuhan air, suatu industri pada umumnya menggunakan air sumur, air sungai, air danau maupun air laut sebagai sumber untuk mendapatkan air.

Untuk pemenuhan kebutuhan ini pengadaan air diambil langsung dari air sungai. Oleh karena itu lokasi pabrik dipilih yang berdekatan dengan sumber mata air atau sungai sehingga dapat mencukupi kebutuhan air tersebut. Air sungai sebagai *raw water* nantinya digunakan untuk keperluan di lingkungan pabrik, antara lain dipergunakan untuk :

1. Air Proses

Hal-hal yang harus diperhatikan dalam air proses :

1. Kesadahan (*hardness*) yang dapat menyebabkan kerak
2. Besi yang dapat menimbulkan korosi
3. Minyak yang merupakan penyebab terganggunya *film corrotion inhibitor,*menurunkan *heat transfer coefficient,* dapat menjadi makanan mikroba sehingga menimbulkan endapan

2. Air pendingin

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

1. Air merupakan materi yang dapat diperoleh dalam jumlah besar
2. Mudah dalam pengaturan dan pengolahannya
3. Dapat menyerap sejumlah panas persatuan volum yang relatif cukup tinggi
4. Tidak terdekomposisi

3. Air umpan boiler

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

1. Zat-zat yang dapat menyebabkan korosi

Korosi yang terjadi didalam boiler disebabkan karena air mengandung larutan-larutan asam dan gas-gas yang terlarut

2. Zat yang menyebabkan kerak (*scale forming)*

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

3. Zat yang menyebabkan *foaming*

Air yang diambil dari proses pemanasan bisa menyebabkan *foaming* pada boiler karena adanya zat-zat organic dan zat-zat yang tak larut dalam jumlah besar. Efek pembusaan terjadi pada alkalinitas tinggi.

4. Air sanitasi

Air sanitasi digunakan untuk kebutuhan air minum, laboratorium, kantor dan rumah tangga.

- Syarat air sanitasi meliputi :
  - Suhu dibawah suhu udara luar
  - Warna jernih
  - Tidak mempunyai rasa

- Tidak berbau

- Syarat kimia meliputi :
  - Tidak mengandung zat organik maupun an-organik
  - Tidak beracun
- Syarat bakteriologis :
  - Tidak mengandung bakteri-bakteri, terutama bakteri pathogen

4.5.1.2 Unit Pengolahan Air

Tahapan - tahapan pengolahan air adalah sebagai berikut :

1. *Clarifier*

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

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

   a. $Al_2(SO_4)_3.18H_2O$, yang berfungsi sebagai flokulan.

   b. Na_2CO_3, yang berfungsi sebagai flokulan.

   Air baku dimasukkan ke dalam *clarifier* untuk mengendapkan lumpur dan partikel padat lainnya, dengan menginjeksikan alum ($Al_2(SO_4)_3.18H_2O$), *koagulan acid* sebagai pembantu pembentukan flok dan NaOH sebagai pengatur pH. Air baku ini dimasukkan melalui bagian tengah *clarifier* dan diaduk dengan agitator. Air bersih keluar dari pinggir *clarifier* secara *overflow*, sedangkan

sludge (flok) yang terbentuk akan mengendap secara gravitasi dan di *blowdown* secara berkala dalam waktu yang telah ditentukan. Air baku yang mempunyai *turbidity* sekitar 42 ppm diharapkan setelah keluar *clarifier turbidity* nya akan turun menjadi lebih kecil dari 10 ppm.

2. Penyaringan

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

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

3. Demineralisasi

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

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

a. *Cation Exchanger*

Cation exchanger ini berisi resin pengganti kation dimana

pengganti kation-kation yang dikandung di dalam air diganti dengan ion H^+ sehingga air yang akan keluar dari *cation exchanger* adalah air yang mengandung anion dan ion H^+.Sehingga air yang keluar dari *cation tower* adalah air yang mengandung anion dan ion H^+.

Reaksi:

$CaCO_3 \longrightarrow Ca^{2+} + CO_3^-$

$MgCl_2 + R - SO_3 \longrightarrow MgRSO_3 + Cl^- + H^+$

Na_2SO_4 (resin) $\longrightarrow Na^{2+} + SO_4^{2-}$

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

Reaksi:

$Mg + RSO_3 + H_2SO_4 \longrightarrow R_2SO_3H + MgSO_4$

b. *Anion Exchanger*

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

Reaksi:

$CO_3^- \longrightarrow CO_3$

$Cl^- + RNOH \longrightarrow RN\ Cl^- + OH^-$

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

Reaksi:

$RN\ Cl^- + NaOH \longrightarrow RNOH + NaCl$

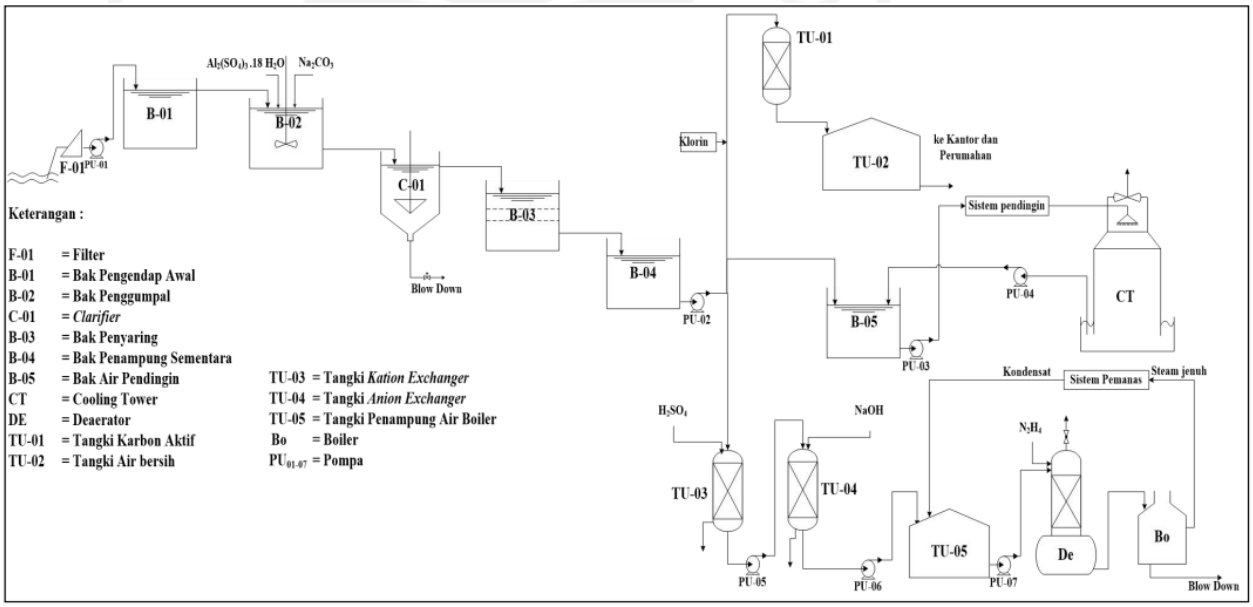
c. Deaerasi

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

Reaksi:

$2N_2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O + 2N_2$

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



Gambar 4.5 Diagram Alir Pengolahan Air

4.5.1.3 Kebutuhan Air

1. Kebutuhan air pembangkit steam

Tabel 4.21 Kebutuhan air pembangkit steam

Total kebutuhan steam :		
Heater -01	187.4263	kg/jam
Heater -02	339.1726	kg/jam
Evaporator	2,045.2253	kg/jam
Rotary Dryer	1,707.8962	kg/jam
		kg/jam
Total kebutuhan steam :	**4,279.7204**	kg/jam

2. Air Proses

Tabel 4.22 Kebutuhan Air Proses

Total kebutuhan air proses :		
Jaket Pendingin Reaktor	23.058,7782	kg/jam
Jaket Pendingin Netralizer	75.906,4262	kg/jam
Jaket Pendingin Crystallizer	11.582,8098	kg/jam
Cooler-01	3.584,6058	kg/jam
Condenser-01	57.708,0975	kg/jam
Air proses Mixer-01	436,5329	kg/jam
Air proses Mixer-02	2.165,3467	kg/jam
Air proses Reaktor	526,7059	kg/jam
Air pencuci di Filter	980,2583	kg/jam
Total kebutuhan air proses :	**175.949,5613**	kg/jam

Total kebutuhan air pendingin :		
Jaket Pendingin R-01	23,058.7782	kg/jam
Jaket Pendingin Netralizer	50,604.2841	kg/jam
Jaket Pendingin Crystallizer	8,653.7236	kg/jam
Cooler-01	2,389.7372	kg/jam
Air pendingin untuk kondenser :	38,758.1631	kg/jam
Total kebutuhan air pendingin :	**123,464.6863**	kg/jam

Jumlah air *make up* sebesar 10% dari air pendingin yang dibutuhkan oleh proses

= 10% x 123,464.6863 kg/jam

= 12,346.4686 kg/jam

Blowdown pada *boiler* sebesar 10%, sehingga

= 10% x 4,755.2449 kg/jam

= 475.525 kg/jam

Jumlah air *make up*

= (12,346.4686 + 475.525) kg/jam
= 12,821.8936 kg/jam

3. Air untuk perkantoran dan rumah tangga

Dianggap 1 orang membutuhkan air = 100 kg/hari

Jumlah karyawan = 149 orang

Tabel 4.23 Kebutuhan air untuk perkantoran dan rumah tangga

No	Penggunaan	Kebutuhan(kg/hari)
1.	Karyawan	14.900
2	Perumahan	12.000
3.	Laboratorium	500
4.	Bengkel	200
5.	Poliklinik	300
6.	Kantin, musholla, dan kebun	1.500
7.	Pemadam kebakaran	1.000
	Jumlah	**30.400**

Kebutuhan air total

= (175,949.543 + 18,821.8936 + (30.400/24)) kg/jam

= 194,898.094 kg/jam

Diambil angka keamanan 10%

= 1,1 x 194,898.094 kg/jam = 214,387.9037 kg/jam

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

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

Kapasitas : 4.755,2449 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, O_2, Ca dan Mg yang mungkin masih terikut dengan jalan menambahkan bahan - bahan kimia ke dalam *boiler feed water tank*. Selain itu juga perlu diatur pHnya yaitu sekitar 10,5 – 11,5 karena pada pH yang terlalu tinggi korosivitasnya tinggi.

Sebelum masuk ke *boiler*, umpan dimasukkan dahulu ke dalam *economizer*, yaitu alat penukar panas yang memanfaatkan panas dari gas sisa pembakaran minyak residu yang keluar dari *boiler*. Di dalam alat ini air dinaikkan temperaturnya hingga 150°C, kemudian diumpankan ke *boiler*.

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

4.5.3 Unit Pembangkit Listrik (*Power Plant System*)

Kebutuhan listrik pada pabrik ini dipenuhi oleh 2 sumber, yaitu PLN dan generator diesel. Generator juga digunakan sebagai tenaga cadangan apabila PLN mengalami gangguan.

Unit ini bertugas untuk menyediakan kebutuhan listrik yang meliputi:

a. Listrik untuk keperluan alat proses = 30,88 kWh
b. Listrik untuk keperluan alat utilitas = 19,269 kWh
c. Listrik untuk instrumentasi dan kontrol = 3,0092 kWh
d. Listrik untuk keperluan kantor dan rumah tangga = 15,0459 kWh

Total kebutuhan listrik adalah 78,239 kWh dan dengan faktor keamanan

sebesar 20% untuk proses dan utilitas, 5% untuk instrumen, dan 25% untuk kebutuhan rumah tangga. Maka total kebutuhan listrik adalah 93,8862 kWh. Kebutuhan listrik dipenuhi dari PLN dan generator sebagai cadangannya.

4.5.4 Unit Penyedia Udara Instrumen (*Instrument Air System*)

Udara tekan diperlukan untuk pemakaian alat *pneumatic control*. Total kebutuhan udara tekan diperkirakan sekitar 214,8174 m^3/jam.

4.5.5 Unit Penyediaan Bahan Bakar

Unit ini bertujuan untuk menyediakan bahan bakar yang digunakan pada *boiler*. Bahan bakar yang dipakai pada *boiler* adalah *fuel oil* dengan kebutuhan 143,7498 kg/jam.

4.5.6 Spesifikasi Alat-Alat Utilitas

a. Penyediaan Air

1. Bak Pengendap Awal (B-01)

   Fungsi : Mengendapkan kotoran dan lumpur yang terbawa dari air sungai

   Kapasitas : 12.905,4713 kg/jam

   Jenis : Bak persegi yang diperkuat beton bertulang.

   Dimensi : Tinggi = 3,0507 m
   Lebar = 6,1015 m
   Panjang = 6,1015 m

   Harga : $ 23.624,69

2. Bak penggumpal (B-02)

   Fungsi : Menggumpalkan suspensi yang tidak mengendap pada bak pengendapan awal dengan mencampurkan air dengan alum 5% dan CaOH 5%

   Jenis : Tangki silinder berpengaduk

   Kapasitas : 201110,4713 kg/jam

Dimensi : Tinggi = 2,9504 m

Diameter = 2,9504 m

Harga : $ 6.710,19

3. *Clarifier* (C-01)

Fungsi : Menggumpalkan dan mengendapkan kotoran yang ada pada air

Jenis : Bak silinder tegak dengan *bottom* kerucut.

Kapasitas : 72,9745 m^3/jam
Lama pengendapan : 4 jam

Dimensi : Diameter = 8,5103 m

Tinggi *Clarifiers* = 11,3471 m

Harga : $ 45.859,20

4. Bak Penyaring (B-03)

Fungsi : Menyaring sisa-sisa kotoran yang masih terdapat dalam air terutama kotoran

Jenis : dua buah kolom dengan saringan pasir
Kapasitas : 201110,4713 kg/jam

Tinggi : 3,6667 m
Diameter filter : 7,9299 m
Harga : $ 7.312,51

5. Bak Penampung sementara (B-04)

Fungsi : Menampung sementara air bersih yang keluar dari bak saringan pasir (*sand filter*)

Jenis : Bak empat persegi panjang beton bertulang dengan tutup
Kapasitas : 201110,4713 kg/jam

Panjang : 7,8442m
Tinggi : 3,9221 m
Lebar : 3,9221 m
Jumlah : 1

Harga : $ 6.710,19

6. Tangki klorinator (TU-01)

Fungsi : Mencampurkan klorin dalam bentuk kaporit ke dalam air untuk kebutuhan air minum dan air rumah tangga
Jenis : Tangki silinder berpengaduk
Kapasitas : 1266,6667 kg/jam
Dimensi : Tinggi = 0,9893 m
Diameter = 0,9893 m
Jumlah : 1
Harga : $ 3.523,85

b. Pengolahan Air Pemanas

1. *Kation Exchanger (*TU-03)

Fungsi : Menurunkan kesadahan air umpan boiler yang disebabkan oleh kation-kation seperti Ca dan Mg
Jenis : *Down flow kation exchanger*
Kapasitas : 5726 kg/jam
Dimensi : Tinggi = 6,0562 m
Diameter = 6,0562 m
Jumlah : 1
Harga : $ 2.713,99

2. *Anion Exchanger* (TU-04)

Fungsi : Menghilangkan anion seperti Cl, SO_4, dan NO_3 dari air keluaran *kation exchanger*
Jenis : *Down flow anion exchanger*
Volume : 5726 kg/jam
Tinggi : 1,0926 m
Diameter : 1,0926 m
Jumlah : 1
Harga : $ 2.679,12

3. Tangki Penampung Air Boiler (TU-05)

Fungsi : Mencampur kondensat sirkulasi dan *make up* air umpan boiler sebelum diumpankan sebagai umpan dalam boiler
Jenis : Tangki silinder tegak
Kapasitas : 5726 kg/jam
Tinggi : 0,8463 m

Diameter : 0,8463 m
Jumlah : 1
Harga : $ 2.679,12

4. Tangki Deaerator (DE)

Fungsi : Menghilangkan kandungan gas dalam air
Jenis : *Cold Water Vacuum Deaerator*
Kapasitas : 5726 kg/jam
Jumlah : 1
Harga : $ 10.276,45

c. Pengolahan Boiler

1. Boiler (Bo)

Fungsi : Membuat *steam* jenuh pada tekanan 10,4138 atm
Jenis : *Water Tube Boiler*
Kebutuhan steam : 5.726,6247 kg/jam
Jumlah : 1
Harga : $ 64.649,62

2. Tangki Bahan Bakar (*Feed Water Tank*)

Fungsi : Menyimpan bahan bakar yang digunakan untuk Kebutuhan selamar 10 hari
Jenis : Tangki Silinder Tegak
Volume : 5.726,6247 kg/jam
Dimensi : Tinggi = 6,1047 m
Diameter = 3,0523 m
Jumlah : 1
Harga : $ 97.279,68

d. Pompa Utilitas

1. Pompa Utilitas – 01 (PU-01)

Fungsi : Mengalirkan air dari sungai ke dalam bak pengendap
Jenis : *Centrifugal pump single stage*
Tipe : *Mixed Flow Impeller*
Bahan : *Commercial stell*
Kapasitas : 201110,4713 kg/jam

Head pompa : 23,6793 ft
Tenaga pompa : 7,9535 Hp
Tenaga motor : 10,000 Hp
Putaran standar : 1750 rpm
Jumlah : 1 buah

Harga : $ 12.656,26

2. Pompa Utilitas – 02 (PU-02)

Fungsi : Mengalirkan air dari bak pengendap ke bak penggumpal
Jenis : *Centrifugal pump single stage*
Tipe : *Mixed Flow Impeller*
Bahan : *Commercial stell*
Kapasitas : 201110,4713 kg/jam
Head pompa : 2,1280 ft
Tenaga pompa : 0,7148 Hp
Tenaga motor : 1,0000 Hp
Putaran standar : 1750 rpm
Jumlah : 1 buah
Harga : $ 12.493,66

3. Pompa Utilitas – 03 (PU-03)

Fungsi : Mengalirkan air dari bak penggumpal ke *clarifier*
Jenis : *Centrifugal pump single stage*
Tipe : *Mixed Flow Impeller*
Bahan : *Commercial stell*
Kapasitas : 201110,4713 kg/jam
Head pompa : 13,6765 ft
Tenaga pompa : 4,5937 Hp
Tenaga motor : 5,0000 Hp
Putaran standar : 1450 rpm
Jumlah : 1 buah
Harga : $ 12.493,66

4. Pompa Utilitas – 04 (PU-04)

Fungsi : Mengalirkan air dari *clarifier* ke bak penyaring
Jenis : *Centrifugal pump single stage*
Tipe : *Mixed Flow Impeller*
Bahan : *Commercial stell*
Kapasitas : 201110,4713 kg/jam
Head pompa : 0,4994 ft
Tenaga pompa : 0,1677 Hp
Tenaga motor : 0,2500 Hp
Putaran standar : 1750 rpm
Jumlah : 1 buah
Harga : $ 12.493,66

5. Pompa Utilitas – 05 (PU-05)

Fungsi : Mengalirkan air dari bak penyaring ke bak penampungan sementara
Jenis : *Centrifugal pump single stage*
Tipe : *Mixed Flow Impeller*
Bahan : *Commercial stell*
Kapasitas : 201110,4713 kg/jam
Head pompa : 5,4678 ft
Tenaga pompa : 1,8365 Hp
Tenaga motor : 2,0000 Hp
Putaran standar : 1750 rpm
Jumlah : 1 buah
Harga : $ 12.493,66

6. Pompa Utilitas – 06 (PU-06)

Fungsi : Mengalirkan air dari bak penampungan sementara
Jenis : *Centrifugal pump single stage*
Tipe : *Radial Flow Impeller*
Bahan : *Commercial stell*
Kapasitas : 201110,4713 kg/jam
Head pompa : 3,8614 ft
Tenaga pompa : 1,2970 Hp
Tenaga motor : 1,5000 Hp
Putaran standar : 1750 rpm
Putaran spesifik : 20707,8100 rpm
Jumlah : 1 buah
Harga : $ 12.493,66

7. Pompa Utilitas – 07 (PU-07)

Fungsi : Mengalirkan air dari tangki klorinator untuk keperluan domestik
Jenis : *Centrifugal pump single stage*
Tipe : *Mixed Flow Impeller*
Bahan : *Commercial stell*
Kapasitas : 1266,6667 kg/jam
Head pompa : 24,4699 ft
Tenaga pompa : 0,0828 Hp
Tenaga motor : 0,1250 Hp
Putaran standar : 1750 rpm
Putaran spesifik : 411,4664 rpm
Jumlah : 1 buah
Harga : $ 533,92

8. Pompa Utilitas – 08 (PU-08)

Fungsi : Mengalirkan air dari *Kation Exchanger* ke *Anion Exchanger*

Jenis : *Centrifugal pump single stage*
Tipe : *Radial Flow Impeller*
Bahan : *Commercial stell*
Kapasitas : 5726,6247 kg/jam
Head pompa : 8,1765 ft
Tenaga pompa : 0,0962 Hp
Tenaga motor : 0,1250 Hp
Putaran standar : 1750 rpm
Putaran spesifik : 1990,6723 rpm
Jumlah : 1 buah
Harga : $ 10.060,11

9. Pompa Utilitas – 09 (PU-09)

Fungsi : Mengalirkan air dari *Anion Exchanger* ke Deaerator
Jenis : *Centrifugal pump single stage*
Tipe : *Mixed Flow Impeller*
Bahan : *Commercial stell*
Kapasitas : 5726,6247 kg/jam
Head pompa : 8,3423 ft
Tenaga pompa : 0,3192 Hp
Tenaga motor : 0,5000 Hp
Putaran standar : 1750 rpm
Putaran spesifik : 1960,9345 rpm
Jumlah : 1 buah
Harga : $ 10.060,11

10. Pompa Utilitas – 10 (PU-10)

Fungsi : Mengalirkan air dari tangki bahan bakar ke boiler
Jenis : *Centrifugal pump single stage*
Tipe : *Mixed Flow Impeller*
Bahan : *Commercial stell*
Kapasitas : 5726,6247 kg/jam
Head pompa : 10,0725 ft
Tenaga pompa : 0,3083 Hp
Tenaga motor : 0,5000 Hp
Putaran standar : 1750 rpm
Putaran spesifik : 1702,4431 rpm
Jumlah : 1 buah
Harga : $ 10.060,11

11. Pompa Utilitas – (PU-11)

Fungsi : Mengalirkan air dari deaerator ke boiler
Jenis : *Centrifugal pump single stage*
Tipe : *Radial Flow Impeller*
Bahan : *Commercial stell*
Kapasitas : 5726,6247 kg/jam
Head pompa : 7,9659 ft
Tenaga pompa : 0,3048 Hp

Tenaga motor : 0,5000 Hp
Putaran standar : 1750 rpm
Putaran spesifik : 2030,0275 rpm
Jumlah : 1 buah
Harga : $ 10.060,11

4.6 Organisasi Perusahaan

4.6.1 Bentuk Perusahaan

Ditinjau dari badan hukum, bentuk perusahaan digolongkan menjadi empat, yaitu:

1) Perusahaan perorangan, modal dimiliki oleh satu orang yang bertanggung jawab penuh terhadap maju mundurnya perusahaan.
2) Persekutuan firma, modal dikumpulkan dari dua orang atau lebih, tanggung jawab yang sama menurut perjanjian, didirikan dengan akte notaris.
3) Persekutuan Komanditer (*CV/Commanditaire Veenootshaps*) terdiri dari dua orang atau lebih yang masing-masing berperan sebagai sekutu aktif (orang yang menjalankan perusahaan) dan sekutu pasif (orang yang hanya menyertakan modalnya dan bertanggung jawab sebatas modal yang dimasukkan saja).
4) Perseroan Terbatas, persekutuan untuk mendirikan perusahaan dengan modal diperoleh dari penjualan saham, pemegang saham bertanggung jawab sebesar modal yang dimiliki.

Pabrik Akrilamida ini direncanakan didirikan pada tahun 2021 dengan bentuk Perseroan Terbatas (PT). Perseroan Terbatas (PT) merupakan bentuk

perusahaan yang mendapatkan modalnya dari penjualan saham dimana tiap sekutu turut mengambil bagian sebanyak satu saham atau lebih. Saham adalah surat berharga yang dikeluarkan oleh perusahaan atau PT tersebut dan orang yang memiliki saham berarti telah menyetorkan modal keperusahaan, yang berarti pula ikut memiliki perusahaan. Dalam perseroan terbatas pemegang saham hanya bertanggung jawab menyetor penuh jumlah yang disebutkan dalam tiap-tiap saham.

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

1. Mudah untuk mendapatkan modal, yaitu dengan menjual saham perusahaan.
2. Tanggung jawab pemegang saham terbatas, sehingga kelancaran produksi hanya dipegang pimpinan perusahaan.
3. Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain, pemilik perusahaan adalah para pemegang saham dan pengurus perusahaan adalah direksi beserta staff yang diawasi oleh Dewan Komisaris.
4. Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin, karena tidak berpengaruh dengan berhentinya pemegang saham, direksi beserta stafnya atau karyawan perusahaan.
5. Effisiensi dari managemen. Para pemegang saham dapat mimilih orang yang ahli sebagai dewan komisaris.
6. Lapangan usaha yang luas. Suatu PT dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat, sehingga modal ini PT dapat memperluas usahanya.

Ciri-ciri Perseroan Terbatas (PT) adalah :

1. Perusahaan didirikan dengan akta notaris berdasarkan kitab undang-undang hukum dagang.
2. Pemilik perusahaan adalah pemilik pemegang saham.
3. Biasanya modal ditentukan dalam akta pendirian dan terdiri dari saham-saham.

4. Perusahaan dipimpin oleh direksi yang dipilih oleh para pemegang saham.
5. Pembinaan personalia sepenuhnya diserahkan kepada direksi dengan memperhatikan undang-undang pemburuhan.

4.6.2 Struktur Organisasi Perusahaan

Salah satu faktor yang menunjang kemajuan perusahaan adalah struktur organisasi yang digunakan dalam perusahaan tersebut. Hal ini berhubungan dengan komunikasi yang terjadi di dalam perusahaan, demi tercapainya keselamatan kerja antar karyawan. Terdapat beberapa macam struktur organisasi antara lain:

a. Struktur Organisasi *Line*

   Di dalam sturuktur ini biasanya paling sedikit mempunyai tiga fungsi dasar yaitu produksi, pemasaran dan keuangan. Fungsi ini tersusun dalam suatu organisasi dimana rantai perintah jelas dan mengalir ke bawah melalui tingkatan–tingkatan manajerial. Individi-individu dalam departemen-departemen melaksanakan kegiatan utama perusahaan. Setiap orang mempunyai hubungan pelaporan hanya dengan satu atasan, sehingga ada kesatuan perintah.

b. Struktur Organisasi Fungsional

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

c. Struktur Organisasi *Line and Staff*

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

   Struktur organisasi yang dipilih adalah struktur organisasi yang baik, yaitu sistem line dan staf pada sistem ini, garis kekuasaan lebih sederhana dan praktis. Demikian pula dalam pembagian tugas kerja seperti yang terdapat dalam sistem organisasi fungsional sangat jelas. Sehingga seorang karyawan hanya bertanggung jawab pada seorang atasan saja

sedangkan untuk mencapai kelancaran produksi maka perlu dibentuk staf ahli yang terdiri atas orang-orang yang ahli dalam bidang tertentu. Staf ahli akan memberikan pemikiran dan nasehat kepada tingkat pengawasan demi tercapainya tujuan perusahaan.

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

1. Sebagai line yaitu orang-orang yang melaksanakan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan.
2. Sebagai staf yaitu orang-orang yang melaksanakan tugasnya dengan keahlian yang dimilikinya, dalam hal ini berfungsi untuk memberikan saran-saran kepada unit operasional.

Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan, dalam melaksanakan tugas sehari-harinya diwakili oleh dewan komisaris, sedangkan tugas untuk menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh direksi utama yang dibantu oleh direksi produksi serta direksi keuangan dan umum. Direksi produksi membawahi bidang pemasaran, teknik dan produksi. Sedangkan direksi keuangan dan umum membawahi bidang keuangan dan umum. Direksi ini membawahi dan mengawasi para karyawan perusahaan pada masing-masing bidangnya. Karyawan perusahaan dibagi dalam beberapa kelompok regu yang dipimpin oleh masing-masing kepala regu dan setiap kepala regu akan bertanggung jawab kepada kapala pengawas pada masing-masing seksi.

Manfaat adanya struktur organisasi adalah:

1. Persoalan mengenai pembatasan tugas, tanggung jawab, wewenang dan lain-lain lebih jelas.
2. Penempatan pegawai lebih tepat.
3. Penyusunan program pengembangan lebih terarah.
4. Turut menentukan pelatihan yang diperlukan untuk pejabat yang sudah ada.
5. Dapat megatur kembali langkah kerja dan prosedur kerja yang berlaku bila terbukti kurang lancar.

4.6.3 Tugas dan Wewenang

4.6.3.1 Pemegang Saham

Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan tersebut. Pemegang saham ini adalah pemilik perusahaan. Kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang berbentuk PT adalah Rapat Umum Pemegang Saham yang biasanya dilakukan setahun sekali. Pada rapat tersebut, para memegang saham bertugas untuk:

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

4.6.3.2 Dewan Komisaris

Dewan Komisaris diangkat pemegang saham dalam Rapat Umum. Dewan komisaris yang dipimpin komisaris utama merupakan pelaksana dari pemilik saham dan bertanggung jawab terhadap pemilik saham. Tugas dewan komisaris:

1. Menilai dan menyetujui rencana dewan direksi tentang kebijakan umum, target laba perusahaan, alokasi sumber-sumber dana dan pengarahan pemasaran.
2. Mengawasi tugas-tugas dewan direksi.
3. Membantu dewan direksi dalam hal-hal yang penting.
4. Mempertanggungjawabkan perusahaan kepada pemegang saham.

4.6.3.3 Dewan Direksi

Direktur utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab sepenuhnya terhadap kemajuan perusahaan. Direktur utama bertanggung jawab pada dewan komisaris atas segala tindakan dan kebijaksanaan yang telah diambil sebagai pimpinan perusahaan. Dewan direksi yang terdiri direktur utama, direktur produksi dan direktur keuangan dan umum minimal lulusan sarjana yang telah berpengalaman dibidangnya.

Direktur utama membawahi direktur teknik dan produksi serta direktur keuangan dan umum. Tugas masing-masing direktur adalah sebagai berikut:

Tugas direktur utama antara lain:

- Melaksanakan kebijakan perusahaan dan bertanggung jawab pada Rapat Umum Pemegang Saham.
- Menjaga kestabilan organisasi dan membuat hubungan yang baik antara pemilik saham, pimpinan, karyawan dan konsumen.
- Mengangkat dan memberhentikan kepala bagian atas persetujuan Rapat Umum Pemegang Saham.
- Mengkoordinasi kerja sama dengan direktur produksi serta direktur keuangan dan umum.
- Tugas direktur produksi antara lain:
- Bertanggung jawab pada direktur utama dalam bidang produksi dan teknik.
- Mengkoordinasi, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepada bagian yang menjadi bawahannya.
- Tugas direktur keuangan dan umum antara lain:
- Bertanggungjawab pada direktur utama dalam bidang keuangan, pelayanan umum dan pemasaran.
- Mengkoordinasi, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala bagian yang menjadi bawahannya.

4.6.3.4 Staff Ahli

Staff ahli terdiri dari tenaga-tenaga ahli yang bertugas membantu dewan direksi dalam menjalankan tugasnya baik yang berhubungan dengan teknik maupun administrasi. Staff ahli bertanggung jawab kepada direktur utama sesuai dengan bidang keahliannya masing- masing.

Tugas dan wewenang staff ahli :

- Memberikan nasehat dan saran dalam perencanaan pengembangan perusahaan.
- Mengadakan evaluasi teknik dan ekonomi perusahaan.
- Memberikan saran dalam bidang hukum.

4.6.3.5 Kepala Bagian

Secara umum tugas kepala bagian adalah mengkoordinasi, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis-garis yang diberikan oleh pimpinan perusahaan. Kepala bagian dapat juga bertindak sebagai staf direktur bersama-sama dengan staf ahli. Kepala bagian ini bartanggung jawab kepada direktur yang menangani bidang tersebut.

Kepala bagian terdiri dari :

1. Kepala Bagian Produksi

Bertanggung jawab kepada direktur teknik dan produksi dalam bidang mutu dan kelancaran produksi. Kepala bagian produksi membawahi :

a. Seksi proses

Tugas seksi Proses:

- Mengawasi jalannya proses dan produksi.
- Menjalankan tindakan seperlunya pada peralatan produksi yang mengalami kerusakan sebelum diperbaiki oleh seksi yang berwenang.

b. Seksi pengendalian

Tugas seksi pengendalian adalah menangani hal-hal yang dapat mengancap keselamatan pekerja dan mengurangi potensi bahaya yang ada.

c. Seksi pengembangan proses

d. Seksi laboratorium

Tugas seksi laboratorium antara lain:

- Mengawasi dan menganalisa mutu bahan baku dan bahan pembantu
- Mengawasi dan menganalisa mutu produk
- Mengawasi hal-hal yang berhubungan dengan buangan produk
- Membuat laporan berkala pada kepala bagian produksi

2. Kepala Bagian Teknik

Tugas kepala bagian teknik antara lain:

- Bertanggung jawab kepada direktur teknik dan produksi dalam bidang peralatan proses dan utilitas
- Mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya

Kepala bagian teknik membawahi :

a. Seksi Pemeliharaan

Tugas seksi pemeliharaan :

- Melaksanakan peliharaan fasilitas gedung dan peralatan pabrik.
- Memperbaiki kerusakan peralatan pabrik.

b. Seksi utilitas

Tugas seksi utilitas adalah melaksanakan dan mengatur sarana utilitas untuk memenuhi kebutuhan proses, kebutuhan air, uap air, dan tenaga listrik.

3. Kepala Bagian Pemasaran

Bertanggung jawab kepada direktur keuangan dan umum dalam bidang penyediaan bahan baku dan pemasaran hasil produksi.

Kepala bagian pemasaran membawahi :

a. Seksi perencanaan

Tugas seksi perencanaan :

- Merencanakan besarnya produksi yang akan dicapai pabrik.
- Merencanakan kebutuhan bahan baku dan bahan pembantu yang akan dibeli.

b. Seksi pembelian

Tugas seksi pembelian :

- Melaksanakan pembelian barang dan peralatan yang dibutuhkan perusahaan.
- Mengetahui harga pasaran dan mutu bahan baku serta mengatur keluar masuknya bahan dan alat dari gudang.

c. Seksi pemasaran

Tugas seksi pemasaran :

- Merencanakan strategi penjualan hasil produksi.
- Mengatur distribusi hasil produksi dari gudang.

4. Kepala Bagian Administrasi dan Keuangan

Bertanggung jawab kepada direktur keuangan dan umum dalam bidang administrasi dan keuangan.

Kepala bagian administrasi dan keuangan membawahi :

a. Seksi administrasi

Tugas seksi admistrasi adalah menyelenggarakan pencatatan hutang piutang, administrasi persediaan kantor dan pembukuan serta masalah perpajakan.

b. Seksi kas

Tugas seksi kas :

- Menghitung penggunaan uang perusahaan, mengamankan uang dan membuat anggaran tentang keuntungan masa depan.
- Mengadakan perhitungan tentang gaji dan insentif karyawan.

5. Kepala Bagian Umum

Bertanggung jawab kepada direktur keuangan dan umum dalam bidang personalia, hubungan masyarakat, dan keamanan.

Kepala bagian umum membawahi :

a. Seksi personalia

Tugas seksi personalia :

- Membina tenaga kerja dan menciptakan suasana kerja sebaik mungkin antara pekerjaan serta lingkungannya supaya tidak terjadi pemborosan waktu dan biaya.
- Mengusahakan disiplin kerja yang tinggi dan menciptakan kondisi kerja tenang dan dinamis.
- Membina karier para karyawan dan melaksanakan hal-hal yang berhubungan dengan kesejahteraan karyawan.

b. Seksi humas

Tugas seksi humas adalah mengatur hubungan antara perusahaan dengan masyarakat di luar lingkungan perusahaan.

c. Seksi keamanan

Tugas seksi keamanan :

- Menjaga semua bangunana pabrik dan fasilitas perusahaan
- Mengawasi keluar masuknya orang-orang, baik karyawan maupun bukan karyawan di lingkungan pabrik dan perusahaan.

- Menjaga dan memelihara kerahasiaan yang berhubungan dengan intern perusahaan.

d. Seksi komunikasi

Tugas seksi komunikasi :

- Menyelenggarakan semua sistem komunikasi di area pabrik.
- Menjalin hubungan dengan penyelenggara telekomunikasi pihak lain.

6. Kepala Seksi

Kepala seksi adalah pelaksana pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai rencana yang telah diatur oleh kepala bagian masing-masing, agar diperoleh hasil yang maksimum dan efektif selama berlangsungnya proses produksi. Setiap kepala seksi bertanggung jawab kepada kepala bagian sesuai dengan seksinya masing-masing.

a. Kepala Seksi Proses

Tugas : Memimpin langsung serta memantau kelancaran proses produksi.

b. Kepala Seksi Bahan Baku dan Produk

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

c. Kepala Seksi Utilitas

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

d. Kepala Seksi Pemeliharaan dan Bengkel

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

e. Kepala Seksi Listrik dan Instrumentasi

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

f. Kepala Seksi Bagian Penelitian dan Pengembangan

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

g. Kepala Seksi Laboratorium dan pengendalian mutu

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

h. Kepala Seksi Keuangan

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

i. Kepala Seksi Pemasaran

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

j. Kepala Seksi Tata Usaha

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

k. Kepala Seksi Personalia

Tugas : Mengkoordinasikan kegiatan yang berhubungan dengan kepegawaian.

l. Kepala Seksi Humas

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

m. Kepala Seksi Keamanan

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

n. Kepala Seksi Kesehatan dan Keselamatan Kerja

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

o. Kepala Seksi Unit Pengolahan Limbah

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

4.6.4 Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji

Pada pabrik Akrilamida ini sistem gaji karyawan berbeda-beda tergantung pada status karyawan, kedudukan, tanggung jawab, dan keahlian.

Pembagian karyawan pabrik ini dibagi menjadi tiga golongan sebagai berikut :

1. Karyawan tetap

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

   Yaitu karyawan yang diangkat dan diberhentikan oleh direksi tanpa SK dan mendapat upah harian yang dibayar tiap-tiap akhir pekan.
3. Karyawan borongan

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

4.6.5 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji

4.6.5.1 Penggolongan Jabatan dan Keahlian

Penggolongan jabatan keahlian pada pabrik Akrilamida ini adalah sebagai berikut :

Tabel 4.24 Penggolongan Jabatan Keahlian

No	Jabatan	Pendidikan
1.	Direktur Utama	Sarjana Teknik Kimia
2.	Direktur Teknik dan Produksi	Sarjana Teknik Kimia
3.	Direktur Keuangan dan Umum	Sarjana Ekonomi
4.	Kepala Bagian Produksi	Sarjana Teknik Kimia
5.	Kepala Bagian Teknik	Sarjana Teknik Mesin/Elektro
6.	Kepala Bagian Keuangan	Sarjana Ekonomi

7.	Kepala Bagian Pemasaran	Sarjana Ekonomi
8.	Kepala Bagian Umum	Sarjana Hukum
9.	Kepala Seksi	Sarjana Muda (SI)
10.	Operator	STM/SMU/Sederajat
11.	Sekretaris	Akademi Sekretaris
12.	Staff	Sarjana Muda / D III
13.	Medis	Dokter
13.	Paramedis	Perawat
14.	Lain-lain	SD/SMP/Sederjat

4.6.5.2 Jumlah Karyawan dan Gaji

Jumlah karyawan harus ditentukan dengan tepat, sehingga semua pekerjaan yang ada dapat dilaksanakan dengan baik dan efektif.

Tabel 4.25 Perincian Jumlah Karyawan dan Gaji

Jabatan	Jmlh	Gaji per Bulan (Rp)	Total Gaji (Rp)
Direktur Utama	1	60.000.000,00	60.000.000,00
Direktur Teknik dan Produksi	1	50.000.000,00	50.000.000,00
Direktur Keuangan dan Umum	1	50.000.000,00	50.000.000,00
Staff Ahli	1	40.000.000,00	40.000.000,00
Ka. DIv Umum	1	35.000.000,00	35.000.000,00
Ka. Div. Pemasaran	1	35.000.000,00	35.000.000,00
Ka. Div. Keuangan	1	35.000.000,00	35.000.000,00
Ka. Div. Teknik	1	35.000.000,00	35.000.000,00
Ka. Div. Produksi	1	35.000.000,00	35.000.000,00
Ka. Div. Litbang	1	35.000.000,00	35.000.000,00
Ka. Sek. Personalia	1	25.000.000,00	25.000.000,00
Ka. Sek. Humas	1	25.000.000,00	25.000.000,00
Ka. Sek. Keamanan	1	25.000.000,00	25.000.000,00
Ka. Sek. Pembelian	1	25.000.000,00	25.000.000,00
Ka. Sek. Pemasaran	1	25.000.000,00	25.000.000,00
Ka. Sek. Administrasi	1	25.000.000,00	25.000.000,00
Ka. Sek. Kas/Anggaran	1	25.000.000,00	25.000.000,00
Ka. Sek. Proses	1	25.000.000,00	25.000.000,00
Ka. Sek. Pengendalian	1	25.000.000,00	25.000.000,00
Ka. Sek. Laboratorium	1	25.000.000,00	25.000.000,00
Ka. Sek. Utilitas	1	25.000.000,00	25.000.000,00
Ka. Sek. Pengembangan	1	25.000.000,00	25.000.000,00
Ka. Sek. Penelitian	1	25.000.000,00	25.000.000,00
Karyawan Personalia	3	9.000.000,00	27.000.000,00
Karyawan Humas	3	9.000.000,00	27.000.000,00
Karyawan Keamanan	5	9.000.000,00	45.000.000,00
Karyawan Pembelian	4	5.000.000,00	20.000.000,00
Karyawan Pemasaran	4	9.000.000,00	36.000.000,00
Karyawan Administrasi	3	9.000.000,00	27.000.000,00

Karyawan Kas/Anggaran	3	9.000.000,00	27.000.000,00
Karyawan Proses	40	9.000.000,00	360.000.000,00
Karyawan Pengendalian	5	9.000.000,00	45.000.000,00
Karyawan Laboratorium	4	9.000.000,00	36.000.000,00
Karyawan Pemeliharaan	7	9.000.000,00	63.000.000,00
Karyawan Utilitas	10	9.000.000,00	90.000.000,00
Karyawan KKK	6	9.000.000,00	54.000.000,00
Karyawan Litbang	3	9.000.000,00	27.000.000,00
Sekretaris	5	13.000.000,00	65.000.000,00
Medis	2	10.000.000,00	20.000.000,00
Paramedis	3	9.000.000,00	27.000.000,00
Sopir	6	5.000.000,00	30.000.000,00
Cleaning Service	5	4.000.000,00	20.000.000,00
Total	144		1.781.000.000,00

Total gaji pertahun = Rp. 21.372.000.000

4.6.6 Pembagian Jam Kerja Karyawan

Pabrik Akrilamida direncanakan beroperasi 330 hari selama satu tahun dan 24 jam per hari. Sisa hari yang bukan hari libur digunakan untuk perbaikan, perawatan atau *shut down*. Pembagian jam kerja karyawan digolongkan dalam dua golongan, yaitu :

1. Karyawan *non-shift*

Karyawan *non-shift* adalah para karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung, yang termasuk para karyawan ini adalah Direktur, Staf Ahli, Kepala Bagian, Kepala Seksi serta bawahan yang berada dikantor. Karyawan ini dalam satu minggu akan bekerja selama 5 hari yaitu hari senin - jum'at (pukul 07.00-16.00) dengan jam istirahat pukul 12.00-13.00 untuk hari senin – kamis dan pukul 11.00 – 13.00 untuk hari jum'at.

2.Karyawan *shift*

Karyawan *shift* adalah karyawan yang langsung menangani proses produksi atau mengatur bagian-bagian tertentu dari pabrik yang mempunyai hubungan dengan masalah keamanan dan kelancaran produksi, yang termasuk

para karyawan ini adalah operator produksi, sebagian dari bagian teknik, bagian gudang dan bagian-bagian lain yang harus selalu siaga untuk menjaga keselamatan serta keamanan pabrik. Para karyawan *shift* ini akan bekerja bergantian sehari semalam dibagi dalam 3 *shift* dengan pengaturan sebagai berikut

- *shift* pagi : pukul 07.00 – 15.00
- *shift* siang : pukul 15.00 – 22.00
- *shift* malam : pukul 22.00 – 07.00

Untuk karyawan tiap *shift* ini dibagi menjadi 4 regu, dimana 3 regu bekerja dan 1 regu istirahat dan dikenakan secara bergantian. Tiap regu mendapat giliran 3 hari kerja dan satu hari libur. Untuk hari libur atau hari besar yang ditetapkan pemerintah, maka regu yang masuk tetap masuk.

Hari	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Pagi	D	D	A	A	B	B	C	C	C	D
Sore	C	C	D	D	A	A	B	B	B	C
Malam	B	B	C	C	D	D	A	A	A	B
Off	A	A	B	B	C	C	D	D	D	A
Hari	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**
Pagi	D	A	A	B	B	B	C	C	D	D
Sore	C	D	D	A	A	A	B	B	C	C
Malam	B	C	C	D	D	D	A	A	B	B
Off	A	B	B	C	C	C	D	D	A	A

Hari	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**
Pagi	A	A	A	B	B	C	C	C
Sore	D	D	D	A	A	B	B	B
Malam	C	C	C	D	D	A	A	A
Off	B	B	B	C	C	D	D	D

4.6.7 Kesejahteraan Karyawan

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

a. Tunjangan

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

b. Cuti

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

c. Pakaian Kerja

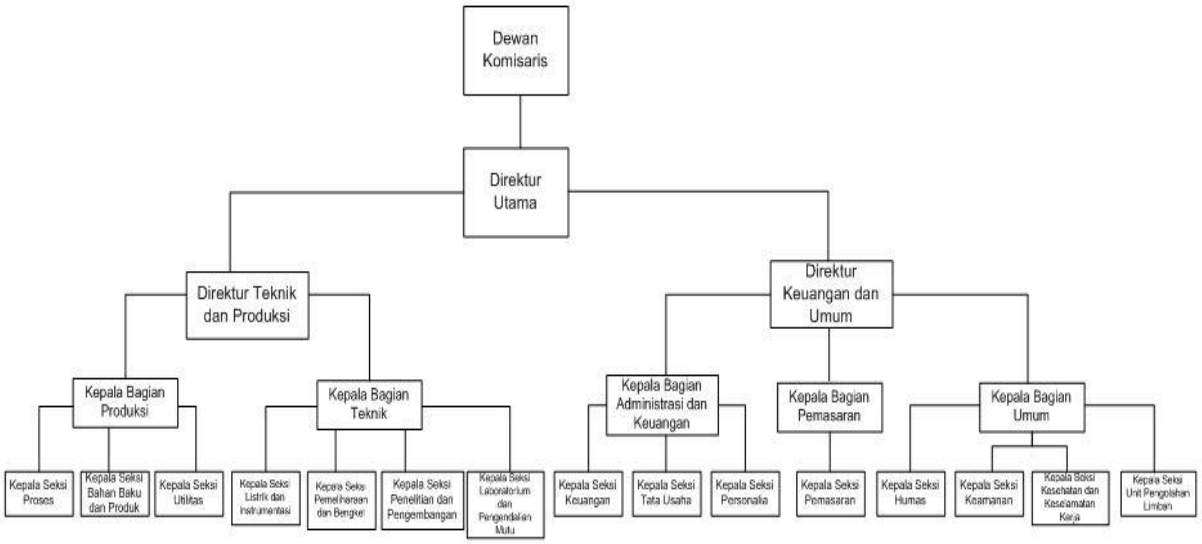
Pakaian kerja diberikan kepada setiap karyawan sejumlah 3 pasang untuk setiap tahunnya.

d. Pengobatan

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

e. Asuransi

Bagi karyawan yang bekerja di perusahaan ini didaftarkan sebagai salah satu peserta asuransi seperti JAMSOSTEK.



Gambar 4.6 Struktur Organisasi Perusahaan

4.1 Evaluasi Ekonomi

Evaluasi ekonomi dalam pra rancangan pabrik diperlukan untuk memperkirakan apakah pabrik yang akan didirikan merupakan suatu investasi yang layak dan menguntungkan atau tidak dengan memperhitungkan beberapa hal yang meliputi kebutuhan modal investasi, besarnya keuntungan yang diperoleh, lamanya modal investasi dapat dikembalikan, dan terjadinya titik impas dimana total biaya produksi sama dengan keuntungan yang diperoleh.

Dalam evaluasi ekonomi ini faktor-faktor yang ditinjau antara lain :

1. *Return Of Investment*
2. *Pay Out Time*
3. *Discounted Cash Flow rate Of Return*
4. *Break Even Point*
5. *Shut Down Point*
6. *Return Of Equity*

Sebelum dilakukan analisa terhadap kelima faktor tersebut, maka perlu

dilakukan perkiraan terhadap beberapa hal sebagai berikut:

1. Penentuan modal industri (*Total Capital Investment*), meliputi :
   a. Modal tetap (*Fixed Capital Investment*)
   b. Modal kerja (*Working Capital Investment*)
2. Penentuan biaya produksi total (*Total Production Cost*), meliputi :
   a. Biaya pembuatan *(Manufacturing Cost*)
   b. Biaya pengeluaran umum (*General Expenses*)
3. Pendapatan modal
4. Penentuan Titik Impas

   Untuk mengetahui titik impas, maka perlu dilakukan perkiraan terhadap :
   a. Biaya tetap (*Fixed Cost*)
   b. Biaya variabel (*Variable Cost*)
   c. Biaya mengambang (*Regulated Cost*)

4.7.1 Penaksiran Harga Alat

Harga peralatan yang menunjang proses produksi pabrik selalu berubah setiap tahun karena dipengaruhi oleh kondisi ekonomi. Harga peralatan pada tahun rencana pabrik akan didirikan dapat ditentukan dengan menggunakan index harga pada tahun tersebut. Index harga pada tahun analisa dapat ditentukan dengan persamaan regresi linear terhadap index-index harga tahun sebelumnya.

Tabel 4.26 Index Harga Tiap Tahun

Tahun (X)	indeks (Y)
1987	324
1988	343

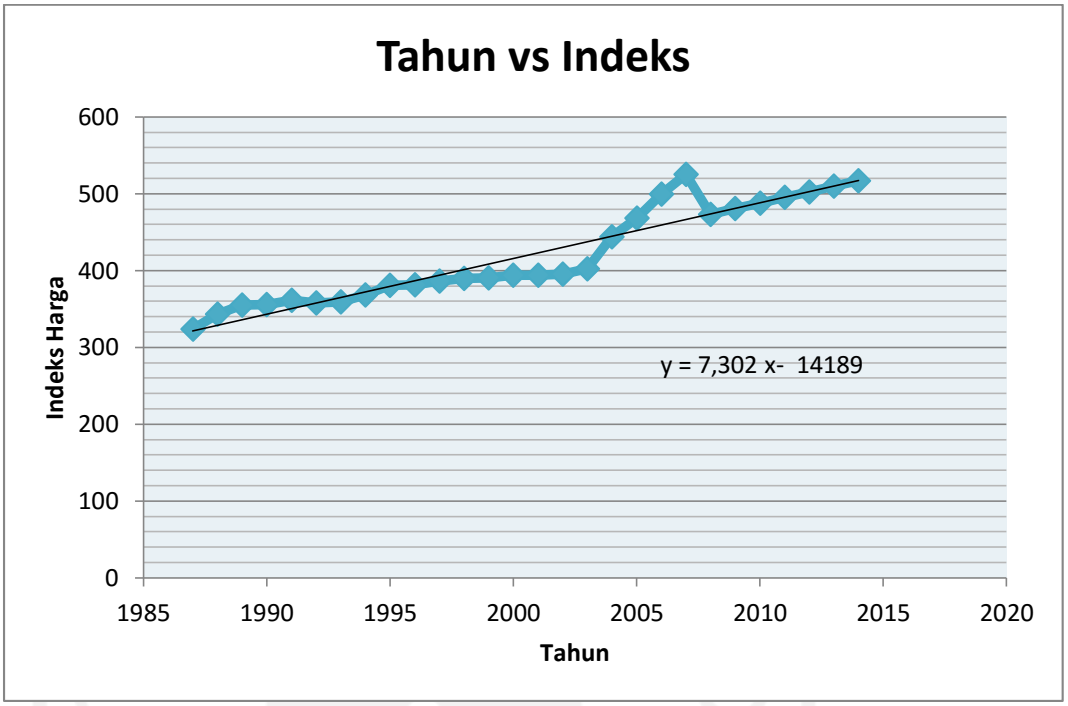
1989	355
1990	356
1991	361,3
1992	358,2
1993	359,2
1994	368,1
1995	381,1
1996	381,7
1997	386,5
1998	389,5
1999	390,6
2000	394,1
2001	394,3
2002	395,6
2003	402
2004	444,2
2005	468,2
2006	499,6
2007	525,4
2008	473,42
2009	480,72
2010	488,02
2011	495,32
2012	502,62
2013	509,93
2014	517,23

Sumber : (Petter Timmerhaus, 1990)

Berdasarkan data di atas persamaan yang diperoleh adalah :

y = 7,302x – 14189

Pabrik Akrilamida dengan kapasitas produksi 15.000 ton/tahun rencananya akan didirikan pada tahun 2025, maka dengan memasukan harga x = 2025 pada persamaan di atas diperoleh index harga pada tahun 2021 (y) adalah **597,55.**



Gambar 4.7 Grafik Tahun vs. Index Harga

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

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

Dalam hubungan ini:

Ex : Harga pembelian

Ey : Harga pembelian pada tahun referensi (1955, 1990 dan 2007, 2014)

Nx : Index harga pada tahun pembelian

Ny : Index harga pada tahun referensi (1955, 1990 dan 2007, 2014)

4.7.2 Dasar Perhitungan

Kapasitas Produksi = 10.000 ton/tahun

Satu tahun operasi = 330 hari

Pabrik didirikan = 2025

Kurs mata uang = 1 US$ = Rp 14264,-

4.7.3 Perhitungan Biaya

4.7.3.1 *Capital Investment*

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

Capital investment meliputi :

a. *Fixed Capital Investment*

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

b. *Working Capital Investment*

   Working Capital Investment adalah modal untuk menjalankan operasi dari suatu pabrik selama waktu tertentu.

4.7.3.2 *Manufacturing Cost*

Manufacturing cost adalah biaya yang diperlukan untuk produksi suatu bahan, merupakan jumlah *direct, indirect* dan *fixed manufacturing cost* yang berkaitan dengan produk.

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

a. *Direct Cost*

   Direct cost adalah pengeluaran yang berkaitan langsung dengan pembuatan produk.

b. *Indirect Cost*

Indirect cost adalah pengeluaran-pengeluaran sebagai akibat tidak langsung karena operasi pabrik.

c. *Fixed Cost*

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

4.7.3.3 *General Expense*

Genaral expense atau pengeluaran umum meliputi pengeluaran-pengeluaran yang berkaitan dengan fungsi perusahaan yang tidak termasuk *Manufacturing Cost*.

4.7.4 Analisa Kelayakan

Analisa atau evaluasi kelayakan pada suatu perancangan pabrik dilakukan untuk dapat mengetahui seberapa besar keuntungan yang diperoleh sehingga dapat dikategorikan apakah pabrik tersebut potensial untuk didirikan atau tidak. Beberapa komponen yang harus dihitung dalam menyatakan kelayakan suatu pabrik adalah :

4.7.4.1 *Percent Return On Investment* (% ROI)

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

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

4.7.4.2 *Pay Out Time* (POT)

Waktu pengembalian modal yang dihasilkan berdasarkan keuntungan yang diperoleh. Perhitungan ini diperlukan untuk mengetahui dalam

berapa tahun investasi yang telah dilakukan akan kembali.

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

4.7.4.3 *Discounted Cash Flow Rate Of Return* (DCFR)

Merupakan besarnya perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahun, didasarkan atas investasi yang tidak kembali pada setiap akhir tahun selama umur pabrik.

Persamaan untuk menentukan DCFR :

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

Dimana:

FC : *Fixed capital*

WC : *Working capital*

SV : *Salvage value*

C : *Cash flow*

: *profit after taxes + depresiasi + finance*

n : Umur pabrik = 10 tahun

i : Nilai DCFR

4.7.4.4 *Break Even Point* (BEP)

Break even point adalah suatu titik impas dimana pabrik tidak mengalami untung maupun rugi. Kapasitas produksi pada saat *sales*sama dengan *total cost*. Pabrik akan rugi jika beroperasi dibawah BEP dan akan untung jika beroperasi diatas BEP.

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

Dimana :

Fa : *Annual Fixed Manufacturing Cost* pada produksi maksimum

Ra : *Annual Regulated Expenses* pada produksi maksimum

Va : *Annual Variable Value* pada produksi maksimum

Sa : *Annual Sales Value* pada produksi maksimum

4.7.4.5 *Shut Down Point* (SDP)

Shut down point adalah level produksi dimana biaya untuk menjalankan operasi pabrik akan lebih mahal daripada biaya untuk menutup pabrik dan membayar *fixed cost*.

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

4.7.4.6 *Return On Equity* (ROE)

Return on equity (ROE) adalah jumlah imbal hasil dari laba bersih terhadap ekuitas dan dinyatakan dalam bentuk persen. ROE digunakan untuk mengukur kemampuan suatu emiten dalam menghasilkan laba dengan bermodalkan ekuitas yang sudah diinvestasikan pemegang saham.

$$ROE = \frac{Profit}{Equity} x100\%$$

4.7.5 Hasil Perhitungan

4.7.5.1 Penentuan *Fixed Capital Investment* (FCI)

Tabel 4.27 *Physical Plant Cost* (PPC)

Physical Plant Cost (PPC)					
No	***Tipe of Capital Investment***	**Harga (Rp)**		**Harga ($)**	
1	Harga Alat	Rp	32,690,419,477	$	2,291,813
2	Instalasi	Rp	4,020,023,205	$	281,830
3	Pemipaan	Rp	14,023,240,229	$	983,121
4	Instrumentasi	Rp	3,236,274,523	$	226,884
5	Isolasi	Rp	1,536,270,037	$	107,703
6	Instalasi Listrik	Rp	3,922,850,337	$	275,018
7	Pembelian Tanah dan Perbaikan	Rp	35,323,392,000	$	2,476,402
8	Pembuatan Bangunan dan Perlengkapan	Rp	26,514,400,000	$	1,858,833
9	Utilitas	Rp	8,086,828,883	$	566,940
Physical Plant Cost (PPC)		**Rp**	**129,353,698,692**	**$**	**9,068,543**

Tabel 4.28 *Direct Plant Cost* (DPC)

Direct Plant Cost (DPC)					
No	***Tipe of Capital Investment***	**Harga (Rp)**		**Harga ($)**	
1	Teknik dan Konstruksi	Rp	38,238,298,138	$	2,680,756
Total (DPC + PPC)		**Rp**	**167,591,996,830**	**$**	**11,749,299**

Tabel 4.29 *Fixed Capital Investment* (FCI)

Fixed Capital Investment (FCI)					
No	***Tipe of Capital Investment***	**Harga (Rp)**		**Harga ($)**	
1	Total DPC + PPC	Rp	167,591,996,830	$	11,749,299
2	Kontraktor	Rp	18,354,383,106	$	1,286,763
3	Biaya tak terduga	Rp	27,531,574,660	$	1,930,144
Fixed Capital Investment (FCI)		**Rp**	**213,477,954,596**	**$**	**14,966,205**

4.7.5.2 Penentuan *Total Production Cost* (TPC)

Tabel 4.30 *Direct Manufacturing Cost* (DMC)

Direct Manufacturing Cost (DMC)					
No	***Tipe of Expense***	**Harga (Rp)**		**Harga ($)**	
1	*Raw Material*	Rp	269,032,406,094	$	18,860,937
2	*Labor*	Rp	7,906,800,000	$	554,319
3	*Supervision*	Rp	790,680,000	$	55,432
4	*Maitenance*	Rp	790,680,000	$	55,432
5	*Plant Supplies*	Rp	118,602,000	$	8,315
6	*Royalty and Patents*	Rp	31,884,014,676	$	2,235,279
7	*Utilities*	Rp	3,398,889,883	$	238,284
Direct Manufacturing Cost (DMC)		**Rp**	**313,922,072,653**	**$**	**22,007,997**

Tabel 4.31 *Indirect Manufacturing Cost* (IMC)

Indirect Manufacturing Cost (IMC)					
No	***Tipe of Expense***	**Harga (Rp)**		**Harga ($)**	
1	*Payroll Overhead*	Rp	1,186,020,000	$	83,148
2	*Laboratory*	Rp	1,581,360,000	$	110,864
3	*Plant Overhead*	Rp	3,953,400,000	$	277,159
4	*Packaging and Shipping*	Rp	1,594,200,734	$	111,764
Indirect Manufacturing Cost (IMC)		**Rp**	**8,314,980,734**	**$**	**582,935**

Tabel 4.32 *Fixed Manufacturing Cost* (FMC)

Fixed Manufacturing Cost (FMC)					
No	***Tipe of Expense***	**Harga (Rp)**		**Harga ($)**	
1	*Depreciation*	Rp	66,075,779,183	$	4,632,346
2	*Property taxes*	Rp	11,012,629,864	$	772,058
3	*Insurance*	Rp	5,506,314,932	$	386,029
Fixed Manufacturing Cost (FMC)		**Rp**	**82,594,723,979**	**$**	**5,790,432**

Tabel 4.33 *Manufacturing Cost* (MC)

Manufacturing Cost (MC)					
No	***Tipe of Expense***	**Harga (Rp)**		**Harga ($)**	
1	*Direct Manufacturing Cost (DMC)*	Rp	313,922,072,653	$	22,007,997
2	*Indirect Manufacturing Cost (IMC)*	Rp	8,314,980,734	$	582,935
3	*Fixed Manufacturing Cost (FMC)*	Rp	82,594,723,979	$	5,790,432
Manufacturing Cost (MC)		**Rp**	**404,831,777,366**	**$**	**28,381,364**

Tabel 4.34 *General Expense* (GE)

GENERAL EXPENSE					
No	***Tipe of Expense***	**Harga (Rp)**		**Harga ($)**	
1	*Administration*	Rp	20,241,588,868	$	1,419,068
2	*Sales expense*	Rp	48,579,813,284	$	3,405,764
3	*Research*	Rp	20,241,588,868	$	1,419,068
4	*Finance*	Rp	24,830,519,592	$	1,740,782
General Expense (GE)		**Rp**	**113,893,510,613**	**$**	**7,984,682**

Tabel 4.35 *Total Production Cost* (TPC)

Total Production Cost (TPC)					
No	***Tipe of Expense***	**Harga (Rp)**		**Harga ($)**	
1	*Manufacturing Cost (MC)*	Rp	404,831,777,366	$	28,381,364
2	*General Expense (GE)*	Rp	113,893,510,613	$	7,984,682
Total Production Cost (TPC)		**Rp**	**518,725,287,978**	**$**	**36,366,047**

4.7.5.3 Penentuan *Fixed Cost* (Fa)

Tabel 4.36 *Fixed Cost* (Fa)

Fixed Cost (Fa)					
No	***Tipe of Expense***	**Harga (Rp)**		**Harga ($)**	
1	*Depreciation*	Rp	66,075,779,183	$	4,632,346
2	*Property taxes*	Rp	11,012,629,864	$	772,058
3	*Insurance*	Rp	5,506,314,932	$	386,029
Fixed Cost (Fa)		**Rp**	**82,594,723,979**	**$**	**5,790,432**

4.7.5.4 Penetuan *Variable Cost* (Va)

Tabel 4.37 *Variable Cost* (Va)

Variable Cost (Va)					
No	***Tipe of Expense***	**Harga (Rp)**		**Harga ($)**	
1	*Raw material*	Rp	269,032,406,094	$	18,860,937
2	*Packaging & shipping*	Rp	1,594,200,734	$	111,764
3	*Utilities*	Rp	3,398,889,883	$	238,284
4	*Royalties and Patents*	Rp	31,884,014,676	$	2,235,279
Variable Cost (Va)		**Rp**	**305,909,511,387**	**$**	**21,446,264**

4.7.5.5 Penentuan *Regulated Cost* (Ra)

Tabel 4.38 *Regulated Cost* (Ra)

Regulated Cost (Ra)					
No	***Tipe of Expense***	**Harga (Rp)**		**Harga ($)**	
1	*Labor cost*	Rp	7,906,800,000	$	554,319
2	*Plant overhead*	Rp	3,953,400,000	$	277,159
3	*Payroll overhead*	Rp	1,186,020,000	$	83,148
4	*Supervision*	Rp	790,680,000	$	55,432
5	*Laboratory*	Rp	1,581,360,000	$	110,864
6	*Administration*	Rp	20,241,588,868	$	1,419,068
7	*Finance*	Rp	24,830,519,592	$	1,740,782
8	*Sales expense*	Rp	48,579,813,284	$	3,405,764
9	*Research*	Rp	20,241,588,868	$	1,419,068
10	*Maintenance*	Rp	790,680,000	$	55,432
11	*Plant supplies*	Rp	118,602,000	$	8,315
Regulated Cost (Ra)		**Rp**	**130,221,052,613**	**$**	**9,129,350**

4.7.5.6 Analisa Kelayakan

a. *Persent Return of Investment* (ROI)

$$\text{ROI} = \frac{\text{Pr}\,ofit}{FCI} \text{ x } 100\%$$

ROI setelah Pajak = 43,21 %

b. *Pay Out Time* (POT)

$$\text{POT} = \frac{FCI}{Keuntungan + Depresiasi}$$

POT setelah Pajak = 2,1 tahun

c. *Break Even Point* (BEP)

Fixed Manufacturing Cost (Fa) = Rp 82.594.723.979

Variabel Cost (Va) = Rp 305.909.511.387

Regulated Cost (Ra) = Rp 130.221.052.613

Penjualan Produk (Sa) = Rp 637.680.293.515

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

BEP = 50,56%

d. *Shut Down Point* (SDP)

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

SDP = 16,24 %

e. *Discounted Cash Flow* (DCF)

Umur Pabrik = 10 tahun

Fixed Capital (FC)+Working Capital(WC)=Rp 524.270.421.180

Salvage Value (SV) = Rp 41.297.361.989
DCFR = 21% %
Bunga Simpanan Bank rata-rata saat ini 7,25%

BAB V
PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Pabrik akrilamida dari akrilonitril dan asam asetat dengan proses asam sulfat kapasitas 10.000 ton/tahun, dapat digolongkan sebagai pabrik beresiko rendah (*low risk*) karena :

1. Berdasarkan tinjauan proses, kondisi operasi, sifat-sifat bahan baku dan produk, serta lokasi pabrik, maka pabrik akrilamida dari akrilonitril dengan proses asam sulfat ini tergolong pabrik beresiko rendah *(low risk)*.
2. Pendirian pabrik akrilamida di Indonesia cukup menarik karena diperkirakan kebutuhan akrilamida akan meningkat sejalan dengan terus berkembangnya industri di Indonesia.
3. Dari segi bahan baku, pemasaran dan lingkungan, lokasi pabrik akrilamida di daerah Gresik, Jawa Timur cukup menguntungkan karena kemudahan dalam mendapatkan bahan baku, tenaga kerja, ketersediaan air, listrik dan pendistribusian produk.
4. Berdasarkan hasil analisis ekonomi adalah sebagai berikut :
   1) *Return On Investment* (ROI) :

      Presentase ROI setelah pajak sebesar 37,59%. Syarat ROI untuk pabrik kimia dengan resiko rendah minimum adalah 11% (Aries & Newton, 1955) pabrik ini telah memenuhi syarat batas ROI sebelum pajak yang disyaratkan 11 %.

2) *Pay Out Time* (POT) :

POT setelah pajak selama 2,1 tahun. Syarat POT untuk pabrik kimia dengan resiko rendah maksimum adalah 5 tahun (Aries & Newton, 1955).

3) *Break Event Point* (BEP) pada 50,562 %, dan *Shut Down Point* (SDP) pada 16,24%. BEP untuk pabrik kimia pada umumnya adalah 40-60%.

4) *Discounted Cash Flow Rate* (DCFR) sebesar 21 %. Suku bunga pinjaman di bank saat ini adalah 7,5 %/ Syarat minimum DCFR adalah di atas suku bunga pinjaman bank yaitu sekitar 1,5 x suku bunga pinjaman bank (1,5 x 7,5 % = 11,25 %).

Dari hasil analisis ekonomi, berdasarkan perbandingan beberapa perbandingan presentase modal sendiri dan modal dari bank, maka dipilih jenis presentase modal dengan modal sendiri 50% dan modal dari pinjam bank sebesar 50%. Sehingga pabrik akrilamida dari akrilonitril dan asam sulfat dengan proses asam sulfat ini layak dan menarik untuk dikaji lebih lanjut.

5.2 Saran

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

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

Dalam prarancangan suatu pabrik kimia diperlukan pemahaman tentang konsep-konsep dasar yang dapat memudahkan dalam hal perancangannya. Misalnya, pemilihan alat proses, atau alat penunjang, bahan baku, kondisi operasi, dan lain-lain. Selain itu juga harus melakukan pencarian data-data yang diperlukan sebelum membangun suatu pabrik kimia sehingga dengan informasi dan data-data yang lengkap dapat mempermudah suatu prarancangan pabrik kimia.

DAFTAR PUSTAKA

Brown, G.G., 1950, “Unit Operation”, John Wiley and Sons Inc, New York.

Brownell, L.E and Young, E.H., 1959., “Equipment Design”, John Willey & Sons, inc., New York.

Coulson, J.M., Richardson, J.F., 1983, “Chemical Engineering Design”, Elsevier Butterworth-Heinemann, Oxford

Geankoplis, J.C., 1978, “*Transport Process and Unit Operation*” *Third Edition*, Prentice Hall International Inc., United States of America.

Kementrian Perindustrian Indonesia. 2019. “Pemerintah Pacu Industri Kimia Jadi Penggerak Ekonomi Nasional”. Jakarta.

Harga Alat, www.matche.com, diakses pada tanggal 25 September 2020

Harga Bahan, www.indonesian.alibaban.com, diakses pada tanggal 15 Oktober 2020

Kern, D.Q., 1950, “Process Heat Transfer”, McGraw-Hill International Book Company Inc., New York.

Kirk, R.E. and Othmer, D.F., 1982, *Encyclopedia of Chemical Technology, 3rd Edition*, vol. 4, New york., Interscience Publishing Inc.

Perry, R.H., and Green, D.W., 1984, “Perry’s Chemical Engineer’s Handbook”, 6th ed., McGraw-Hillo Book Company, New York.

Peters, M. S., & Timmerhaus, K. D. (1991). Plant Design and Economics for Chemical Engineers 4th Ed. New York: McGraw-Hill Book Company.

Seader, J.D., and Henley, E.J., 2006, *Separation Process Principles, Second Edition,* New York : John Wiley & Sons, Inc.

Smith, J.M., Van Ness, H.G., and Abbott, M., 1997, "*Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics*", *Sixth Edition*., New York : Mc Graw Hill Book Companies, Inc.

Ullmann, (1987), "*Encyclopedia of Industrial Chemistry*", Vol, A.10, 5th edition, VCH Verlagsgesellschaft, Weinhem Federal Republic of Germany.

Friedman, L.J. and Friedman S.J. (2004) *The wet gas sulphuric acid plant (part2). Sulphur,293, july-august 2004,29 35.*

Lovejoy, E.R., Hanson, D.R., Huey, L.G.(1996) *Kinetics and products of the gas-Phase Reaction of SO_3 with water. J phys Chem, 100, pp 19911-19916*

BASF (2004) BASF catalyst (Technical leaflet)

Laursen, J.K., Haldor, T.A., "*details advances in sulfur recovery by the WSA process"*

Hamzehlouyan, Et.al (2014) *Experimental and Kinetic Study Of SO_2 Oxidation on a PT/Al_2O_3 catalyst.*

WALAS, S.M., "Chemical Equipment Process", ButterworthHeinemann, Woburn, 1990.

Peters, M. S., and Timmerhouse, K. D., "Plant Design and Economics Chemical Engineers", 3rd ed., Mc. Graw Hill Book Co., New York, 1968.

Sander, U.H.F., Fischer, H., Rothe, U., Kola, R. And More, A.l. (1984) *suphur, sulphur dioxide and sulphuric acid: an introduction to their Industrial Chemistry and Technology*. British Sulphur Corp., London, UK, 283.

Yaws, C.L., 1999, "*Chemical Properties Handbook Physical, Thermodynamic, Enviromental, Transport, Safety, and Health Related Properties For Organic and Inorganic Chemicals*", New York : Mc Graw Hill Book Companies, Inc.

Zhou, *et al*. 2014. *Method For Preparing Sulfuric Acid By Using Hydrogen Sulfide*. Patent, US 2014/0205534.

Pencarian data Kapasitas Pabrik dan Pabrik yang sudah berdiri , Impor www.bppt.go.id dan www.bps.go.id, Diakses pada Tanggal 5 April 2020.

LAMPIRAN A

LAMPIRAN A

PERANCANGAN REAKTOR

Fungsi : Tempat mereaksikan bahan baku akrilonitril dan asam sulfat

Jenis : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk

Suhu : 90 C

Tekanan : 1,5 atm

Kondisi : Isotermal

Bentuk Head : *Torispherical flanged and dished head*

Bahan Kontruksi : *Stainless steel type 316*

Jumlah : 1 buah

Reaksi yang terjadi :

$$C3H3N + H2SO4 + H2O \rightarrow C3H5ON.H2SO4$$

$$A + B + C \rightarrow D$$

Dari data diperoleh perhitungan densitas sebagai berikut :

T = 90C = 363 K (Tabel 8-1, Carl Yaws, hal 189)

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

Komponen	A	B	n	Tc	density (ρ), g/ml	ρ, (kg/m^3)
C_3H_3N	0,2503	0,2293	0,28939	535,0000	0,7228	722,8058
H_2SO_4	0,42169	0,19356	0,2857	925,0000	1,7520	1752,0370
H_2O	0,34710	0,27400	0,28571	647,1300	0,9658	965,7752

Komponen	massa (kg/jam)	ρ, (kg/m^3)	Fv (m^3/jam)
C_3H_3N	982.2090	722.8058	1.35888
H_2SO_4	1816.1601	1752.0370	1.03660
H_2O	333.5804299	965.7752	0.345401728
Total			2.74088

Dengan adanya nilai densitas, maka kita dapat menghitung konsentrasi bahan baku mula-mula :

Komponen	BM (kg/kmol)	massa (kg)	Konsentrasi awal	
C_3H_3N	53	982.2090437	6.7614	$\mathbf{C_{Ao}}$
H_2SO_4	98	1816.160119	6.7614	$\mathbf{C_{Bo}}$
H_2O	18	333.5804299	6.7614	

Maka dapat diketahui nilai :
C_{Ao} = 6,7614kmol/m^3
C_{Bo} = 6,7614 kmol/m^3
Cc_o = 6,7614 kmol/m^3

1. PERHITUNGAN VOLUME REAKTOR

Asumsi :

- Volume cairan selama reaksi tetap
- Bisa dianggap isotermal karna cairan dalam tanki RATB

Dari data patent (ind. Eng. Chem., vol 44 no 9, 1952) diperoleh :
T = 90 c 363 k
XA = 0,95
M = 1
Fv = 2,740884525 m3/jam

Menghitung konsentrasi C0

Cao = 13,63784618 KmolJam/m^3
Cbo = 17,87792904 KmolJam/m^3

Menghitung kecepatan reaksi (-rA)

CA = Cao(1-Xa) CB = Cbo(1-Xb)
= 0,681892309 KmolJam/m^3 = 0,893896452

K = Ln(Cao/Ca)
= 2,995732274

(-rA) = K CA CB
= 1,826021993 kmolJam/m^3

Menghitung Volume Reaktor Menghitung volume reaktan

Vo = massa total/p cairan = 2,740884525

V cairan dlam reaktor = (Fao.Xa)/k.Ca
= 8,618523577 m^3
V reaktor = 10,77315447 m^3

Menghitung waktu tinggal

σ = V/Vo
= 3,144431478 jam

OPTIMASI REAKTOR								
Optimasi	Volume (m3)			Konversi				Waktu
Jumlah Reaktor	V1	V2	v3	X0	XA	XB		Tinggal
1 RATB	8,6185	-	-	0	0,95	-		3,1444315
2 RATB	2,6217	2,62173469	-	0,00	0,85	0,95		0,9565287
3 RATB	1,076523063	1,076523063	1,076523063	0,00	0,78	0,91	0,95	0,3927648

dipilih 1 reaktor
v tiap reaktor = 8,6185 m3

v reaktor = 10,77315447

n	V (gallon)	Harga ($)	Harga Total ($)
1	2845,9658	91940	91940
2	865,7361	53940	107880
3	355,4841	36200	108600

Karena harga 1 reaktor lebih murah

2. PERHITUNGAN DIMENSI REAKTOR

Keterangan:

- Reaktor dilengkapi dengan pengaduk agar suhu, tekanan, dan komposisi dalam reaktor selalu seragam.
- Reaktan dan produk bersifat korosif, sehingga dipilih bahan stainless steel AISI 316 sebagai bahan konstruksi reaktor.
- Reaktor dilengkapi jaket untuk menjaga agar suhu dalam reaktor tetap isothermal.

Menghitung viskositas (Tabel 22-1, Carl Yaws, hal 482)

$$\log_{10} n_{liq} = A + B/T + C\,T + D\,T^2$$

Komponen	A	B	C	D	viscosity (cp)	υ (lb/ft.jam)
C_3H_3N	-6,347	8,15E+02	1,57E-02	0,0000	0,2032	0,4916
H_2SO_4	-18,7045	3,50E+03	3,31E-02	0,0000	4,9261	11,9166
H_2O	-10,21580	1792,50000	1,77E-02	0,0000	0,3118	0,7542

Komponen	Laju alir (kg/jam)	Fraksi Berat	ρ camp (kg/m3)	υ camp (lb/ft.jam)
C_3H_3N	982.2090	0.3510	253.7001	0.1725
H_2SO_4	1816.1601	0.6490	1137.0836	7.7339
Total	2798.3692	1.0000	1390.7837	7.9065

Volume Reaktor

Reaktor dirancang sehingga 80% volumenya berisi reaktan

Vreaktan = 8,6815 m^3

Vreaktor = 10,7732 m^3

Untuk desain optimum, dipilih nilai H/D = 1 (Brownell and Young, 1959)

D = H

$V = \frac{\pi}{4} D^2 H$

$V = \frac{\pi}{4} D^3$

$D^3 = \frac{4V}{\pi}$

$D = \left(\frac{4V}{\pi}\right)^{1/3}$

$D = \left(\frac{4\ x\ 1{,}1422\ m^3}{3{,}14}\right)^{1/3}$

D = 2,3942 m

H = 2,3942 m

Design Pressure and Temperature

Operating pressure

Reaktor beroperasi pada tekanan atmosferis.

P = 1,5 atm

Tekanan hidrostatis di dasar reaktor disebabkan oleh adanya cairan di dalam reaktor.

Ph = ρgh

Dengan,

Ph = Tekanan hidrostatis dalam reaktor, Pa

ρ = Massa jenis cairan dalam reaktor, kg/m3

h = Tinggi level cairan dalam reaktor, m

h = 0,8 x 2,3942 m = 1,9153 m

Ph = (1308,9639 kg/m^3)(9,8 m/s^2)(1,9153 m) = 26105,9480 Pa = 0,2611 atm

Sehingga,

Poperasi = (1,5 + 0,2611) atm = 1,7611 atm

Desain Pressure

Desain pressure di set 10% di atas operating pressure.

Pdesign = (110%)(1,7661 atm) = 1,9372 atm = 28,4684 psi

Operating Temperature

Reaktor beroperasi pada suhu reaksi yaitu 90C.

Design Temparature

Reaktor didesign agar dapat beroperasi pada suhu 10% di atas suhu operasinya.

Tdesign = (110%)(90 C) = 99 C = 372 K

Material
Dipilih material yang tahan korosif yaitu stainless steel 316.

Design Stress
Untuk material Stainless Steel AISI 316 yang bekerja pada temperatur kurang dari 200 F, tensile strength sebesar 18750 psi. (Appendix D, Brownell and Young)

Tebal Shell
Untuk mencari tebal shell, digunakan persamaan berikut (Rase and Barrow, 1957).

$$t_s = \frac{P.r_i}{f.E - 0{,}6.P} + C$$

Dengan,
ts = Tebal shell, in
P = Tekanan design, psi
ri = Jari-jari, in
f = Allowable working stress, psi
E = Joint efficiency
C = Corrosion allowance, in
Dari perhitungan sebelumnya diketahui diameter reaktor sebesar 1,9798 m.
Sehingga,
ri = D/2
= (2,3942 m)/2
= 1,1471 m
= 47,197 in
Joint efficiency sebesar 0,8

$$t_s = \frac{(27{,}5327 \text{ psi}) x (38{,}9719 \text{ in})}{[(18750\ psi) x 0{,}8] - [(0{,}6 x (27{,}5327 \text{ psi})]}$$

$$t_s = 0{,}0895\ in$$

Untuk perancangan, diambil tebal shell standard sebesar 5/16 in atau 0,3125 in.

$$t_s = 0{,}3125\ in = 0{,}0048\ m$$

Outside diameter reaktor dapat dihitung dengan inside diameter ditambah 2 kali tebal dinding.

OD = ID + 2 x t_s
= (1,9798+ 2 x 0,0048) m
= 2,4101 m
= 94,88 in

Untuk perancangan diambil OD standard sebesar 96 in.

Sehingga, OD = 96 in

= 2,4384 m

H = OD = 96 in = 2,4384 m

ID = OD – 2 x t_s

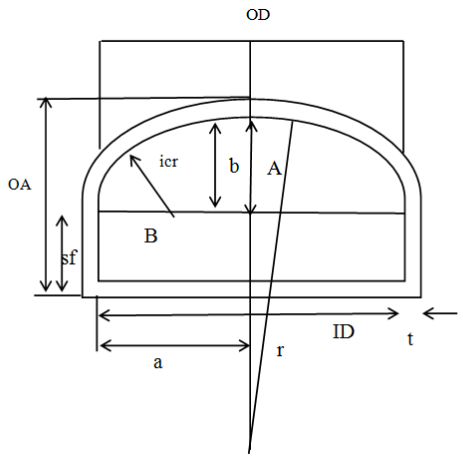
= (2,4384 – 2 x 0,0048) m

= 2,4225 m

= 95,3750 in

Head

Reaktor beroperasi pada tekanan hampir atmosferis, sehingga digunakan torisperichal flanged and dished head. Torisperichal flanged and dished head merupakan jenis head yang paling ekonomis dan hanya sesuai untuk vessel dengan tekanan rendah dan diameter besar, sesuai dengan kondisi reaktor. Head pada reaktor didesain berdasarkan outside diameternya.



Menentukan Tebal Head

$$t_h = \frac{P r W}{2 f E - 0{,}2 P} + C$$

(Brownell, Young, 1959, hal 138)

Keterangan :

th = tebal tutup

rc = radius crown

w = faktor intensifikasi stress

Dengan,

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

icr = 0,875

r = 96 in

w = 3,3686 in

Maka didapat nilai th = 0,3069 in

Dipilih th stndart = 5/16 atau 0,3125 in

Menentukan tinggi head

Untuk th = 1/2 in, diperoleh :

icr = 0,875

sf = 2 in (tebal head 5/16, range sf = 1,5 – 2) (Brownell, Young, 1959, Tabel 5.6)

ID = 83,6250 in

= 2,1241 m

r = 84 in

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

$$b = r - \sqrt{(BC)^2 - (AB)^2}$$

$$AB = \frac{ID}{2} - icr$$

$$BC = r - icr$$

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

$$OA = t + b + sf$$

Sehigga diperoleh,

a = 47,6875 in

AB = 46,8125 in

BC = 95,125 in

AC = 82,8092 in

b = 13,1908 in

Maka tinggi *head* (OA) = th + b + sf

OA = 15,5033 in (Tinggi head)

Sehingga tinggi total tangki (Htot) = H + (2 x OA)

= [96 + (2 x 15,5033)] in

=127,0067 in= 3,2259 m

Volume Torispherical dished head :

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

Vhead = 0,000697 m^3

Vsf $= \pi/4 . D^2 . Sf$

Vsf = 0,234029 m^3

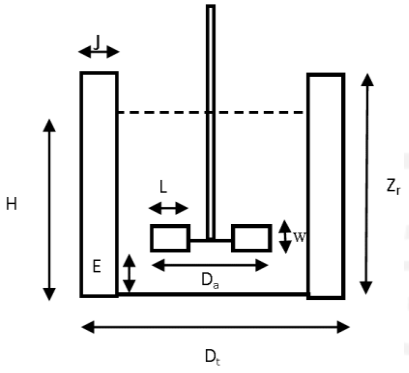
Jadi, volume sebuah head = Vhead + Vsf = 0,234726 m^3

Dimensi Pengaduk

Perancangan pengadukan menggunakan literatur dari : Geankoplis, C. J., Ed.2nd, 1983, hal. 154 ; Wallas, M., 1990, hal, 288 ; Brown, G., 1950, hal. 507; Mccabe and smith, 1993.

Digunakan impeller dengan jenis : Six flat blade open turbin dengan 4 baffle

Dasar pemilihan : sesuai dengan pengadukan larutan dengan viskositas (Geankoplis, 1993)



Untuk perancangan, dipilih typical dimension untuk pengaduk sebagai berikut (McCabe and Smith, 1993).

$$\frac{D_a}{D_t} = \frac{1}{3} \qquad \frac{Z_r}{D_t} = 1 \qquad \frac{J}{D_t} = \frac{1}{12}$$

$$\frac{E}{D_t} = \frac{1}{3} \qquad \frac{W}{D_a} = \frac{1}{3} \qquad \frac{L}{D_a} = \frac{1}{4}$$

Dengan,

Dt = Diameter reaktor
Da = Diameter pengaduk
J = Lebar baffle
E = Jarak pengaduk dari dasar reaktor
W = Lebar pengaduk
L = Panjang pengaduk
Zr = Tinggi reaktor
H = Tinggi cairan dalam reaktor

Dari hasil perhitungan, untuk reaktor diperoleh:

Dt = 2,4384 m
Da = 0,8128 m
J = 0,2032 m
E = 0,8128 m
W = 0,2709 m
L = 0,2032 m

Kecepatan Putaran Pengaduk

Kecepatan putaran pengaduk dapat dihitung dengan persamaan berikut (Rase, 1957).

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

Dengan,

N = Kecepatan putaran pengaduk, rpm
WELH = Water equivalent liquid high, ft
WELH = Zl x Sg
Zl = Tinggi cairan di shell. ft
Sg = Specific gravity
Di = Diameter pengaduk

Dari hasil perhitungan diperoleh :

Di = 0,8128 m
= 32,0000 in
= 2,6667 ft

Volume cairan di shell = volume reaktan – volume sebuah head
= 8,6185 m^3 – 0,234726 m^3
= 8,3838 m^3

Sehingga,

Zl = Volume cairan di tangki / Luas alas tangki
= 8,3838 m^3 / (1/4 x 3,14 x 2,42252) m^3
= 5,9691 ft

ρair = 965,7752 kg/m^3

ρcairan= 1390,7837 kg/m^3

$$sg = \frac{\rho\ cairan}{\rho\ air} = \frac{1390{,}7837\ \text{kg/m3}}{965{,}7752\ \text{kg/m3}} = 1{,}4401$$

WELH = 5,8903 ft

N = 100 rpm

Untuk perancangan, diambil nilai kecepatan putaran pengaduk sebesar 100 rpm

Jumlah Pengaduk

Jumlah pengaduk dihitung dengan persamaan berikut (Rase, 1957).

$$n = \frac{WELH}{ID}$$

Dengan,

n = Jumlah pengaduk

ID = Diameter dalam reactor

Dari hasil perhitungan diperoleh:

ID = 7,9459 ft

WELH = 8,5959 ft

Sehingga,

N = 1,0818 buah

Untuk perancangan, diambil jumlah pengaduk sebanyak 1 buah.

Pengecekan Bilangan Reynold

Bilangan Reynold dihitung dengan persamaan berikut.(Geankoplis, pers 3.4-1)

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

Dengan,

N_{Re} = Bilangan Reynold

Di = Diameter pengaduk, ft

N = Kecepatan pengadukan, rps

ρ = Massa jenis cairan, lb/ft^3

μ = Viskositas larutan, lb/ft.s

Dari hasil perhitungan diperoleh,

Di = 2,6667 ft

N = 1,5162 rps

ρ = 1390,7837 kg/m^3 = 86,8287 lb/ft^3

μ = 0,0022 lb/ft.s

Sehingga,

N_{Re} = 426253,0905 (Turbulen)

Np = 3 → (fig 34,5 Geankoplis, 2003)

Power Pengaduk

Power pengaduk dihitung dengan persamaan berikut.

$$P = \frac{N_P (\rho) n^3 . Da^5}{g_c}$$

Dengan,

N = Kecepatan putaran pengaduk, rps

Di = Diameter pengaduk, ft

ρ = Densitas campuran, lb/ft3

gc = Gaya gravitasi

Dari perhitungan sebelumnya diperoleh:

N = 1,5162 rps

Di = 2,6667 ft

ρ = 86,8287 lb/ft^3

gc = 32,15 ft/s^2

Np = 3

Sehingga :

P = 3807,9545 watt

= 5,1066 Hp

Efisiensi 85% = 6,0077 Hp

Untuk perancangan diambil power standar sebesar 6 hp.

Perhitungan Desain Jaket Pendingin

Menghitung Jaket pendingin

Q pendingin = 322384,25 kj/jam (Lampiran neraca panas)

∫ Cp dT air (30^{o}C) = 377,4864 kj/kmol

massa air pendingin = 483576,3751 kj/jam / 377,4864 kj/kmol

= 854,0288 kmol/jam

= 15372,5188 kg/jam

V air pendingin = massa air pendingin : densitas air

= 15,9173 m^3/jam

Diameter dalam jaket = diameter reaktor + (2 x tebal shell)

= 2,4101 m

Asumsi jarak jaket = 5 in = 0,1258 m

Diameter luar jaket = 2,4101 m + (2 x 0,1258 m)

= 2,6618 m

Tinggi jaket pendingin

H = Hs = 2,4384 m

Tekanan hidrostatis = ρ x g x h

= (965,7752 kg/m^3)(9,8 m/s^2)(2,1336 m)

= 23,0785 kpa

Tekanan operasi = 151,9875 kpa + 23,0785 kpa

= 175,0660 kpa

Tekanan desain = 1,2 x 175,0660 kpa

= 210,0792 kpa

Tebal jaket pendingin

$$t = \frac{PxR}{SE - 0{,}6P}$$

t = 0,0188 m = 0,7468 in

Maka tebal jaket pendingin yang dibutuhkan = 0,7468 in

Maka dipilih tebal jaket standar = 0,75 in

Spesifikasi Alat Reaktor

Tugas : Mereaksikan Akrilonitril dan Asam sulfat untuk Menghasilkan Akrilamida Sulfat

Jenis : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB)

Jumlah : 1 buah

Kondisi Penyimpanan : Suhu : 90^0C

Tekanan : 1,5 atm

Ukuran : Volume : 10,7732 m^3

Diameter : 2,4384 m

Tinggi : 2,4384 m

Tebal *shell* : 5/16 in

Tebal *head* : 5/16 in

Jenis *head* : *Torispherical flanged and dished head*

Jaket Pendingin : Diameter dalam : 2,4101 m

Diameter luar : 2,6618 m

Tinggi Jaket : 2,4384 m

Tebal dinding jaket : 3/4 in

Pengaduk : Jumlah *baffle* : 4 buah

Jumlah *blade* : 6 buah

Lebar *baffle* : 0,127 m

Jenis pengaduk : *Flat blade turbin impellers*

Jumlah pengaduk : 1 buah

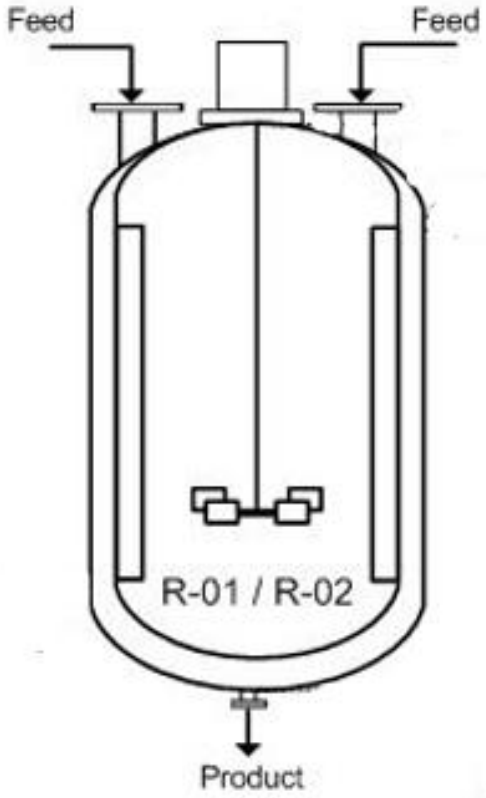
Diameter pengaduk : 0,8128 m

Putaran pengaduk : 150 rpm

Tenaga pengaduk : 6 Hp

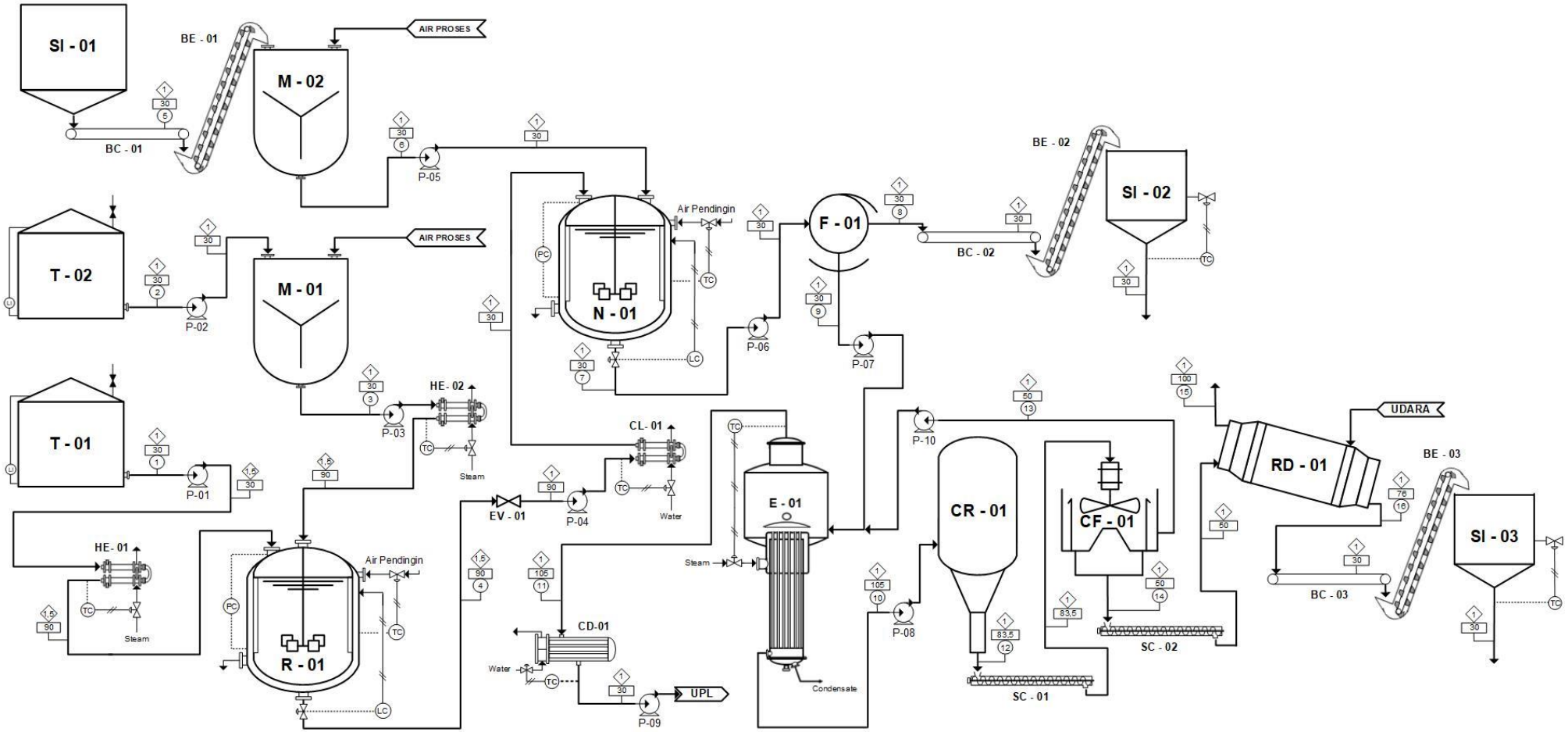
Bahan : *Stainless Steel 316*

Harga : $ 91.940,


Feed
Feed
R-01 / R-02
Product

LAMPIRAN B

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PERANCANGAN PABRIK AKRILAMIDA DARI AKRILONITRIL DAN ASAM SULFAT
KAPASITAS 10.000 TON / TAHUN



KOMPONEN	Nomor Arus (Kg/Jam)															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
C_3H_3N	982.209			49.1104			49.1104		49.1104		49.1104					
H_2SO_4		1816.16	1816.16	90.808												
$Ca(OH)_2$					1371.386	1371.386										
$C_3H_3ON \cdot H_2SO_4$				2975.352												
$C_3H_3ON_{(aq)}$							1250		1250	1253.324		3.498592	3.323662	0.17493		
$CaSO_4$							2520.386	2520.385								
H_2O	20.0451	37.0645	313.5353	16.679		1371.386	2055.226	132.1349	2510.563	1619.718	2429.577	1619.718	1538.732	80.98592		12.62626
$C_3H_3ON_{(s)}$												1249.825		1249.825		1250
$H_2O_{(g)}$															68.35965	
Jumlah	1002.254	1853.225	2129.695	3131.95	1371.386	2742.772	5874.722	2652.52	3809.674	2873.042	2478.688	2873.042	1542.056	1330.986	68.35965	1262.626

ALAT	KETERANGAN
BC	Belt Conveyor
BE	Bucket Elevator
CD	Condensor
CL	Cooler
CF	Centrifuge
CR	Crystallizer
DC	Decanter
E	Evaporator
EV	Expansion Valve
F	Filter
M	Mixer
N	Netralizer
P	Pompa
R	Reaktor
SC	Screw Conveyor
SI	Silo
T	Tangki

SIMBOL	KETERANGAN
LI	Level Indicator
LC	Level Controller
PC	Pressure Controller
TC	Temperature Controller
	Nomor Arus
	Suhu, C
	Tekanan, atm
	Control Valve
	Electric Connection
	Piping
	Udara Tekan
	Vent

JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JOGJAKARTA

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PERANCANGAN PABRIK AKRILAMIDA
DARI AKRILONITRIL DENGAN PROSES ASAM SULFAT
KAPASITAS 10.000 TON/TAHUN

Dikerjakan oleh:
1. Deni Nur Alamsyah (16 521 179)
2. Muhamad Nurasfan (16 521 180)

Dosen pembimbing:
1. Dr. Arif Hidayat, S.T., M.T.
2. Tintin Mutiara, S.T., M.Eng