PRA RANCANGAN
PABRIK METHYL METHACRYLATE DARI METHACRYLAMID SULFAT DAN METHANOL
KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia



Disusun oleh:

Muhamad Rauf **02 521 163**

Nur Amri Prasetyo **03 521 033**

JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JOGJAKARTA

2007

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PRA RANCANGAN PABRIK *METHYL METHACRYLATE*
DARI *METHACRYLAMID SULFAT* DAN *METHANOL*
KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN

TUGAS AKHIR

Disusun oleh:

Muhamad Rauf	02 521 163
Nur Amri Prasetyo	03 521 033

Jogjakarta, Oktober 2007

Menyetujui,
Dosen Pembimbing Tugas Akhir

Pembimbing I,

DR.IR. Farham HM Saleh, MSIE.,

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA

METHYL METHACRYLAYE DARI *METHACRYLAMID SULFAT* DAN *METHANOL*

KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN

TUGAS AKHIR

Telah dipertahankan didepan sidang penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Kimia

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, Oktober 2007

Tim Penguji

DR.IR. Farham HM Saleh., MSIE.,
Ketua

DR. Suharno Rusdi
Anggota I

IR. Djaka Hartaja, MM
Anggota II

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Kimia

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Dra. Kamariah Anwar, MS

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL TUGAS AKHIR PRA RANCANGAN PABRIK

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama	: **Muhamad Rauf**	Nama	: **Nur Amri Prasetyo**
No. Mahasiswa	: **02 521 163**	No. Mahasiswa	: **03 521 033**

Menyatakan bahwa seluruh hasil penelitian ini adalah hasil karya saya sendiri. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya sendiri, maka saya siap menanggung resiko dan konsekuensi apapun.

Demikianlah pernyataan ini saya buat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, Oktober 2007

Muhamad Rauf

Nur Amri Prasetyo

KATA PENGANTAR

بسم الله الرحمن الرحيم

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Segala Puji dan Syukur kita panjatkan Ke hadirat Allah SWT sehingga kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan baik. Teriring sholawat serta salam semoga tercurah kepada suri tauladan kita Nabi Muhammad SAW.

Sesuai dengan kurikulum pada program studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Industri Universitas Islam Indonesia, maka salah satu kewajiban bagi setiap mahasiswa adalah menempuh Tugas Akhir yang merupakan syarat yang harus ditempuh untuk menuju kelulusan. Untuk memenuhi kewajiban tersebut, maka kami telah melaksanakan Tugas Akhir dengan mengambil judul **Pra rancangan pabrik kimia, pembuatan Methyl Methacrylat dari Methacrylamid Sulfat dan Metanol dengan kapasitas 40.000 ton/tahun..**

Terlaksananya Tugas Akhir ini tentu saja tidak lepas dari bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Fathul Wahid, selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
2. Ibu Dra. Hj. Kamariah Anwar, M.S, selaku Ketua jurusan Teknik Kimia, FTI UII

3. Bapak DR.IR. Farham HM Saleh, MSIE., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan dalam penyusunan dan penulisan tugas akhir ini.
4. Seluruh civitas akademika di lingkungan jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
5. Semua pihak yang telah membantu penulis hingga terselesaikannya laporan ini.

Penulis menyadari bahwa penyusunan laporan ini masih banyak kesalahan dan kekurangannya. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan penulisan yang akan datang.

Akhirnya penulis berharap laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis pada khususnya dan bagi pembaca pada umumnya.

Wassalamualaikum Wr., Wb.

Yogyakarta, Oktober 2007

Penyusun

MOTTO

" Dan banyak hal kewajiban yang tidak kamu suka justru membawa kebaikan bagimu, dan banyak hal yang kamu suka justru membawa bencana bagimu, Allah Yang Maha Tahu sedang kamu tidak mengetahuinya ".
(QS. Al Baqarah : 216)

" Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman dan berilmu pengetahuan beberapa derajat "
(QS. Al Mujaadilah : 11)

Tuntutlah ilmu dan belajarlah untuk ilmu, ketenangan, dan kehormatan diri, dan bersikaplah rendah hati kepada orang-orang yang mengajarmu
(HR. Athabrani)

Garis pemisah antara sukses dan gagal terlalu halus sehingga jarang sadar bahwa kita telah melampauinya. Sedemikian halusnya sehingga kita tidak sadar bahwa kita menginjaknya.
(Elbert Hubbard)

" It's nice to be important, but more important to be nice "
(Ebet Kadarusman)

HALAMAN PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِيْمِ

Alhamdulillahi Rabbil'alamin..

Semangat, ketekunan, pemikiran, dan kerja keras telah menghasilkan suatu karya, karya yang tidak lepas dari dukungan dan do'a dari orang-orang yang kusayangi dan juga berkat anugerah dan rahmat Allah SWT.

Dengan segenap hati, Tugas Akhir ini ku persembahkan kepada :

MY DAD Abah Achlam

And

My Mom Mamah que

(Thanks for everything to make me think and learn more and more.. "You are the best parents in the world forever")

MY BIG BROTHERS Aa, Agus Eka Juanda,

(Thanks for everything... terutama buat do'a dan dukungannya...)

My Brother Novi end Irfan

(Gepet lulus yah Jangan lupa rajin belajar, jangan sia-siakan masa mudamu..banyak-banyaklah cari ilmu dan kegiatan yang bermanfaat n jangan kebanyakan main N" Pacaran...)

My Best Partner and Friend **Nur Amri P, ST**

(Kamu memang the best yang bisa diandalkan..!!! Semoga kita dapat bekerjasama lagi di lain waktu..Good Luck bro!!!)

Rauf special thanks to ....

THE GREAT LORD ALLAH SWT

Sang pencipta, pemilik skenario kehidupan bagi semua makhluk-Nya.
Segala nikmat yang diberi adalah bukti kasih sayang-Nya.
Segala puji pada-Nya adalah tanda kesyukuran hamba.
Semoga Engkau ampuni segala dosa dan khilaf hamba-Mu ini.
Tetap dalam iman, taqwa dan istiqomah di jalan-Nya untuk menggapai surga-Mu. Amin....

THE MESSENGER MUHAMMAD S.A.W

Shalawat serta salam kita panjatkan kepadanya yang selalu kita nantikan syafaatnya.

Om-Om dan Tante-tanteku serta Sepupu-sepupuku yang di banten, lampung, medan, bogor, dan Jakarta.

terima kasih atas kasih sayang dan dukungannya yang telah mewarnai masa-masa liburanku.

SOMEONE (NENG S..)

Thanks to be my soulmate and your support. Even we are not together again.
I always remember wherever you are..!!

teh uyun, lia, dan keponakanqu nazwa

trima kasih untuk doa, dukungan dan kasih sayangnya

NEW! 02

(Imank, Wisnu Sehat, Akang Indra, Pakde Rofik, Papih Imron, Giri, Tantra, Singgih, Aji, Efindra, Rina(Comel),Danik, Yani, Riska(che2), Mamih Ika, Risak, Lulik, Ruli, Rutka)

Terimakasih untuk kebersamaan nya selama Kita di jogja Kalian adalah keluarga besarqu di jogja.

CHEMENG '01
(Alfha Dian p (chen2), Arief P, DeTyas, Neng Widy, Dewy, Aries, Vita , Nining, yuli, Risa Elok, De anggra 06,
serta teman-teman yang lain yang tidak disebutkan, mohon maaf....Selalu ada canda dalam kebersamaan, cerita kita selalu indah untuk dikenang, susahnya kita selalu ringan terasa, itulah kita wahai saudaraku. Selalu akan kukenang indahnya persaudaraan kita.

Imank (Thanks atas Segala bantuannya transportasi..dan lain-lain Sorry udah banyak ngerepotin..!!!),

Anyonk (thanks for Atas pinjaman 2 nya tentunya.... It's very useful for me),

WISNU SEHAT N AKANG INDRA (Ayo cari kerjanya pada semangat biar cepat dapet...!!), Pakde Rafik (Kerja yang Semangat Bro..chayo bro!!), Giri n Hendro (Ayo ple semangat nyusul wisudanya)

Anak-anak Wong Banten di Jogja (lainnya.. 'Makasih banyak atas dukungan Kalian Semua"...)

KOTA NGAYOGYAKARTA HADININGRAT
Untuk makanan, pasar, pariwisata, pusat perbelanjaan dan berbagai kenangan terindah yang sulit dilupakan....Wish someday i'm gonna come again..!!!

Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu baik secara langsung maupun tidak langsung ikut membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.
Matur Nuwun..!!!!

Amri special thanks to .....

The Great Lord Allah SWT

Sang pencipta, pemilik skenario kehidupan bagi semua makhluk-Nya.
Segala nikmat yang diberi adalah bukti kasih sayang-Nya.
Segala puji pada-Nya adalah tanda kesyukuran hamba.
Semoga Engkau [illegible] segala dosa dan khilaf hamba-Mu ini.
Tetap dalam iman, taqwa dan istiqomah di jalan-Nya untuk menggapai surga-Mu. Amin....

The Messenger Muhammad s.a.w
Sholawat serta salam kita panjatkan kepadanya yang selalu kita nantikan syafaatnya.

Terimakasih kepada ayahanda dan ibunda tercinta yang selalu memberikan dukungan dan harapan dalam setiap nafasku, yang selalu memberikan doa dan kasih sayang dalam setiap derap langkahku, yang telah memberi arahan dan bimbingan dalam setiap perjalananku,.. Kalian adalah cahaya inspirasi dalam hidupku.

Bwat Ipul adekku,.....,.....,..... cepetan lulus.

Simbah Prambanan dan simbah Jatinom. Pakde, Bude, Om, Bulik dan semua saudara yang di Prambanan, Sragen, Tegal, Bogor, Yogyakarta,Solo, Surabaya, Grobogan, Madiun, dan Jakarta.

Terima kasih atas kasih sayang dan dukungannya yang telah mewarnai masa-masa studiku.

Chemeng UII-03

Aris, Dewi, Doni, Joko, Sofia, Otong, Mahfud, Diana Pati, Rasyid, Nining, Vita, Juli, Dedi, Budi, Yuli(Adekku), Indri, Dian Indramayu,Herman, Wulan, Lia, Wiwid, Diba, Riza, Ima, Nurul, Titis, mb Srie. Dika cew, Kukuh, Ari, Eko, Nawan, Aji, Koko, Antok, Didik, Lely, Budi.

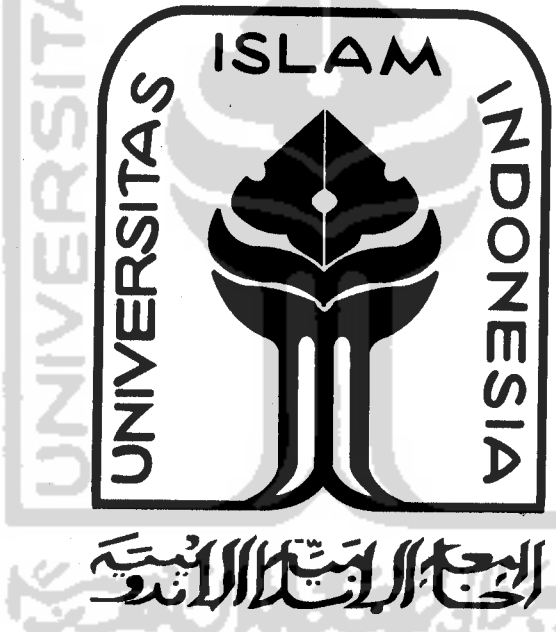
serta teman-teman yang lain yang tidak disebutkan, mohon maaf....Selalu ada canda dalam kebersamaan, cerita kita selalu indah untuk dikenang, susahnya kita selalu ringan terasa, itulah kita wahai saudaraku. Selalu akan kukenang indahnya persaudaraan kita.

Imank(Thanks atas Segala bantuannya transportasi..dan lain-lain Sorry udah banyak ngerepotin..!!!),
Diba, Ima, Aris, Dewi (Ayo cari kerjanya pada semangat biar cepat dapet...!!), **Joko, Doni, Otong,dll** (Ayo bro semangat nyari cew-nya)
Temen-temen maen : ***Catur, Septi, Blembong, Komang, Mono, Cheng, Gading, dll.***
Temen-temen **Parkiran FTI, Satpam FTI** di UII, Jogja (lainnya.."Makasih banyak atas **dukungan Kalian Semua" . . .**)

Kota NgaYogyakarta Hadiningrat
Untuk makanan, pasar, pariwisata, pusat perbelanjaan dan berbagai kenangan terindah yang sulit dilupakan bersama temen-temenku....

Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu baik secara langsung maupun tidak langsung ikut membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.
Matur suwun..!!!!




ISLAM
UNIVERSITAS
INDONESIA
الجامعة الإسلامية الإندونيسية

DAFTAR ISI

Halaman Judul..... i

Halaman Pengesahan Pembimbing..... ii

Halaman Pengesahan Penguji..... iii

Halaman Pernyataan..... iv

Kata Pengantar..... v

MOTTO..... vii

Halaman Persembahan..... viii

Daftar Isi..... xiv

Daftar Tabel..... xix

Daftar Gambar..... xxi

Abstract

Abstraksi

BAB I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik..... 1

1.2. Tinjauan Pustaka..... 8

BAB II. DESKRIPSI PROSES

2.1. Spesifikasi Bahan Baku Dan Produk..... 12

2.1.1. Spesifikasi Bahan Baku..... 12

2.1.2 Spesifikasi Produk 14

2.2. Konsep Proses 16

2.2.1 Dasar Reaksi 16

2.2.2 Aspek Thermodinamika 16

2.3. Tahap Proses 19

2.3.1 Tahap Penyiapan Bahan Baku 19

2.3.2 Tahap Reaksi 19

2.3.3 Tahap Pemisahan dan Pemurnian Hasil 20

2.4. Diagram Alir Neraca Massa dan Neraca Panas 21

2.5. Tata Letak Pabrik 29

2.6. Tata Letak Alat Proses 35

2.7. Alir Proses dan Material 38

BAB III. SPESIFIKASI PERALATAN PROSES

3.1. Spesifikasi Alat 41

BAB IV. UNIT PENDUKUNG PROSES DAN LABORATORIUM

4.1. Unit Pendukung proses (Utilitas) 61

4.1.1. Unit Penyediaan air 61

4.1.2. Unit Pengolahan Air Untuk Perkantoran 64

4.1.3. Unit Pengolahan Air Untuk Umpan Boiler 64

4.1.4. Kebutuhan Air 67

4.1.5. Alat – alat Pengolahan Air 73

4.1.6. Unit Penyediaan Steam..... 85
4.1.7. Unit Penyediaan Bahan Bakar..... 86
4.1.8. Unit Penyediaan Listrik..... 87
4.1.9. Unit Penyediaan udara Tekan..... 87
4.1.10. Unit Pengolahan Limbah..... 88
4.2. Laboratorium..... 88
4.2.1. Kegunaan Laboratorium..... 88
4.2.2 Program Kerja Laboratorium..... 89
4.2.3. Alat – alat Utama Laboratorium..... 91

BAB V. MANAJEMEN PERUSAHAAN

5.1. Bentuk perusahaan..... 94
5.2. Struktur Organisasi Perusahaan..... 95
5.3. Tugas Dan Wewenang..... 97
5.3.1. Pemegang Saham..... 97
5.3.2. Dewan Komisaris..... 98
5.3.3. Direktur Utama..... 98
5.3.4. Manajer..... 99
5.3.5. Kepala Bagian..... 100
5.3.6. Kepala Seksi..... 106
5.4. Status Karyawan dan Sistem Penggajian..... 106
5.5. Pembagian Jam Kerja Karyawan..... 107

5.6. Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji..... 110
5.6.1. Penggolongan Jabatan..... 110
5.6.2. Perincian Jumlah Karyawan..... 111
5.6.3. Penggolongan dan Gaji..... 113
5.7. Kesejahteraan Sosial Karyawan..... 114
5.8. Manajemen Produksi..... 116
5.8.1. Perencanaan Produksi..... 117
5.8.2. Pengendalian Produksi..... 118
5.9. Analisa Ekonomi..... 120
5.9.1. Penaksiran Harga Alat..... 121
5.9.2. Dasar Perhitungan..... 123
5.9.3. Perhitungan Biaya..... 124
5.9.3.1. *Capital Investment*..... 124
5.9.3.2. *Manufacturing Cost*..... 124
5.9.3.3. *General Expense*..... 125
5.9.4. Analisa Kelayakan..... 125
5.9.4.1. *Percent Return On Investment (ROI)*..... 125
5.9.4.2. *Pay Out Time (POT)*..... 126
5.9.4.3. *Discounted Cash Flow of Retrun (DCFR)*..... 126
5.9.4.4. *Break Even Point (BEP)*..... 126
5.9.4.5. *Shut Down Point (SDP)*..... 127

5.9.5. Hasil Perhitungan..... 127

5.9.5.1 Penentuan *Total Capital Investment*..... 127

5.9.5.2. Biaya Produksi Total *(Total Production Cost)*..... 129

5.9.5.3 Keuntungan *(Profit)*..... 130

5.9.5.4. Analisa Kelayakan..... 131

BAB VI. PENUTUP

6.1 Kesimpulan..... 134

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

REAKTOR

INTISARI

Pabrik Methyl methacrylate (MMA) ini mereaksikan secara esterifikasi antara Methacrylic Sulfat (MS) dengan Methanol menjadi Methyl Methacrylate, kapasitas 40.000 ton per tahun ini direncanakan beroprasi selama 330 hari per tahun.Reaksi berlangsung pada fase cair,irreversible,eksotermis dan non adiabatic. Konversi reaksi yang diharapkan sebesar 96%. Reaksi dilakukan dalam 2 buah Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) yang disusun secara seri. Pabrik ini digolongkan beresiko rendah karena beroprasi pada kondisi suhu dan tekanan yang tidak terlalu tinggi serta sifat bahan baku dan produk yang tidak membahayakan.

Produk Methyl Methacrylate (98%) diproduksi sebanyak 5050.505 kg/jam membutuhkan bahan baku Methacrylic Sulfat sebnyak 9475,8293 kg/jam, dan methanol sebanyak 1639,5586 kg/jam. Utilitas pendukung proses meliputi penyediaan air untuk pendingin pada proses sebesar 14.96,620,05 kg/jam,air untuk kebutuhan steam sebesar 2,24,345 kg/jam,yang diproduksi dari boiler dengan bahan bakar fuel oil sebesar 59.511,117 kg/jam, air untuk keperluan rumah tangga dan kantor sebesar 3.274,731 kg/jam. Kebutuhan listrik sebesar 400.5851 kW diperoleh dari PLN dan disediakan sebuah Generator set sebagai cadangan. Kebutuhan udara tekan sebesar 500 kg/jam. Pabrik ini direncanakan didirikan di Gersik, Jawa Timur pada tahun 2014dengan luas tanah 28625 m2 dan memerlukan karyawan 185 orang.

Berdasarkan evaluasi ekonomi modal tetap yang diperlukan perusahaan sebesar US$. 9.421,517,70 + Rp.32.909,709,133,34 dan modal kerja yang diperlukan US$. 21.634,094,37 + Rp. 44.609,167,898,08. Keuntungan sebelum pajak sebesar Rp. 24.179,530,604,14.keuntungan setelah pajak sebesar Rp. 14.507,718,362,49. ROI sebelum pajak 19.9054 % ROI sesudah pajak 11.9433 %, POT sebelum pajak 3.3974 tahun, POT sesugah pajak 4.5672 tahun, BEP sebesar 44.38 %, SDP sebesar 29.73 % dan DCFR 33 %.dari tinjauan ekonomi tersebuat, maka pendirian pabrik Methyle Methacrylate ini layak untuk didirikan.

ABSTRACT

Preliminary design of methyl methacrylate plant by capacity of 40,000 tons/year is built in industrial area of Gresik-East Java, using the land area of 28,625 m^2. This chemical plant will be operated for 330 days/year or 24 hours per day and employ about 185 employees.

The needs of raw material are Metacrylamid Sulfat 9475,8293 *kg/hour and Methanol* 1639,5586 *kg/hour. The production process will be operated at temperature of 30°C, at pressure about 3 atm using Continuous Stirred Tank Reaktor (CSTR) with conversion 96 %. The utilities consist of 73,204.7799 kg/hour of cooling water,* 1496,62005 *kg/hour of processing water,* 3.274,731 *kg/hour of housing water and,* 224,345 *kg/hour of steam. The power of electricity provided by PLN is about* 400.5851*KW . This chemical plant also uses generator set as reserve.*

An economic analysis shows that the chemical plant needs to be covered by fixed capital of about US$. 9.421,517,70 + Rp.32.909,709,133,34 *working capital of about* US$. 21.634,094,37 + Rp. 44.609,167,898,08. *The profit before tax is Rp.* 24.179,530,604,14. *while the profit after tax is Rp.* 14.507,718,362,49. *Percentage of return on investemen (ROI) before tax is* 19.9054 *% while after tax is* 11.9433 *%. Pay out time (POT) before tax is* 3.3974 *years while after tax is* 4.5672 *years. The value of break evek point (BEP) for about* 44.38 *% and shut down point (SDP) of about* 29.73 *%. Based on the economic analysis, it is concluded that plant design of Methyl Methacrylat with capacity of 40,000 tons/year is visible to be built.*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Memasuki era globalisasi, persaingan pasar bebas membuat Indonesia harus memikirkan potensi industri kimia. Bagaimanapun juga dengan pendirian industri kimia akan meningkatkan pertumbuhan ekonomi dan menekan tingkat pengangguran.

Methyl methacrylate (MMA) merupakan salah satu hasil industri kimia yang dibutuhkan baik sebagai bahan baku maupun sebagai bahan penunjang. Senyawa ini mempunyai rumus molekul $CH_2=C(CH_3)COOCH_3$ berwujud cair pada suhu kamar dan tekanan atmosferis, tidak berwarna, mudah meledak, larut dalam kebanyakan pelarut organik dan sedikit larut dalam air. *Methyl Methacrylate* yang merupakan senyawa turunan ester dari *Methacrylic Sulfat (MS)* mengeluarkan bau yang tidak enak dan penggunaannya di industri tidak beracun, sedangkan jika berkontak dengan kulit akan mengakibatkan iritasi lokal ringan saja.

Pemanfaatan *Methyl Methacrylate* antara lain digunakan dalam industri Acrylic plastics dan Acrylic resins, 47% (cast dan extruded sheet, 32%; molding powders dan molding resins, 15%); surface coatings, 24%; impact modifiers, 13%; emulsion polymers, 8%; mineral-based sheet, 3%; higher methacrylates, 2%; polyester modifiers, 2%; lain-lain, 1% (sumber: www.chemexpo.com).

Pertumbuhan dari kebutuhan akan MMA untuk pemanfaatan umum seperti industri light fixture, kaca, signs, ditopang oleh pertumbuhan ekonomi terutama oleh industri konstruksi dan proyek perumahan. Industri otomotive merupakan pasar utama untuk MMA pada pembuatan komponen molding dan extrusion, meskipun aplikasi di bidang medis dan optical disk tumbuh lebih cepat dari skala industri yang lebih kecil. Pada industri surface coatings, MMA telah meraih lebih dari 60% pasar untuk cat eksterior rumah. Selain itu *Methyl methacrylate* juga digunakan dalam industri pembuatan plastik, resin akrilik, lensa dan frame kacamata, bahan dasar pembuatan transparan sheet, surface coating, molding dan extrusion resin, floor polishes, lapisan pesawat terbang, kapal dan mobil.

Kebutuhan yang besar untuk industri perumahan, ditambah dengan pasar otomotif yang meningkat, merupakan pendorong utama industri MMA dan derivatifnya. Pasar Acrylic sheet tumbuh sebesar 2,5 – 3,5% pertahun selama lima tahun terakhir, dengan perkiraan permintaan kurang lebih 1,7 milyar pound pertahun pada tahun 2014 dan seterusnya. Proyek baru dipusatkan di negara Asia selain Jepang. Negara-negara di Asia Timur sendiri mengestimasikan untuk menguasai hingga seperempat dari kebutuhan MMA secara global (sumber: www.chemexpo.com).

Keberadaan *Methyl Methacrylate* dalam negeri menurut data Biro Pusat Statistik dari tahun ke tahun semakin meningkat seiring dengan laju pertumbuhan industri Indonesia. Oleh karena itu akan dicoba merancang pabrik *Methyl Methacrylate* yang belum ada di Indonesia, dengan harapan dapat mengurangi ketergantungan terhadap negara lain, menambah devisa negara dan membuka

peluang kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pendirian pabrik *Methyl methacrylate* ini mempunyai prospek yang baik di masa mendatang.

1.2. Kapasitas Perancangan.

Didalam pemilihan kapasitas pabrik metil metakrilat ada beberapa hal yang perlu dipertimbangkan, yaitu:

1. kebutuhan metil metakrilat di Indonesia
2. ketersediaan bahan baku
3. kapasitas yang sudah beroprasi

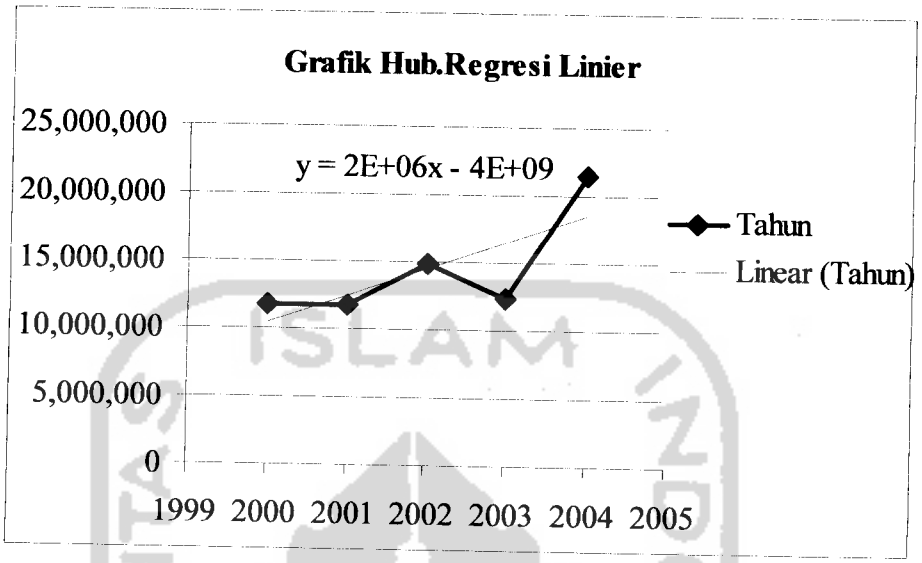
1.2.1. Kebutuhan Metil Metakrilat di indonesia.

Seiring dengan industi pemakaianya, pendirian pabrik Metil Metakrilat perlu dilakukan untuk mengurang ketergantungan terhadap impor.Berdasarakan data impor dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan impor metil metakrilat dengan kondisi industialisasi di Indonesia. Peningkatan kebutuhan metil metakrilat di Indonesia dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tahun	Kebutuhan per tahun (kg)
2000	11.798.256
2001	11.802.236
2002	14.890.236
2003	12.411.280
2004	21.538.326

Sumber : Badan Pusat Statistik, Tahun 2007

Tabel 1.1 Kebutuhan Metil Metakrilat di Indonesia



Gambar 1.1. Grafik Hubungan Regresi Linier Kebutuhan Methyl Metakrilat Pertahun.

Jadi kebutuhan Methyl Metakrilat tahun 2014 = (2E+6 x (2014)) – 4E+9

= 28.000.000 kg

= 28.000 Ton

1.2.2. Ketersediaan bahan baku

Bahan baku yang digunakan untuk industri metil metakrilat adalah Metakrilamid Sulfat dan Metanol. Bahan baku berupa Metanol dapat diperoleh dari pulau Kalimantan terutama pulau Bunyu, sedangkan bahan baku yang berupa metakrilamid sulfat diperoleh secara impor dari negara Jepang, Singapura, dan Taiwan. Sedangkan area Gersik terletak dengan pelabuhan, sehingga akan mempermudah pengadaan bahan baku yang digunakan.

1.2.3. Kapasitas yang beroperasi

Dari Hydrocarbon Prosessing. Diperoleh data bahwa kapasitas minimal yang sudah ada untuk pendiriaan pabrik metil metakrilat adalah 20.000 ton/tahun yang berlokasi di Spanyol. Sedangkan kapasitas terbesar sampai saat ini untuk

pabrik tersebut adalah 430.000 ton/tahun dengan lokasi pabrik di Deer park, Texas. (sumber: www.chemexpo.com).

Berdasarkan pada hal-hal tersebut diatas, maka dalam perancangan pabrik metil metakrilat ini dipilih dengan kapasitas 40.000 ton/tahun dan pabrik mulai beroprsai pada tahun 2014. kapasitas perancangan ini ditetapkan sebesar 40,000 ton dengan alasan.

1. Dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri sehingga tidak perlu impor lagi.
2. Dapat membuka kesempatan berdirinya lapangan pekerjaan baru bagi masyarakat.
3. Sebagian produk bisa diekspor ke luar negeri sehingga menghasilkan tambahan devisa negara.

1.3. Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik merupakan salah satu faktor utama yang menentukan keberhasilan dan kelangsungan proses suatu pabrik, tersedianya bahan baku, pemasaran, transportasi, tenaga kerja, air, iklim, kebijakan pemerintah mengenai kawasan industi, pajak dan peraturan serta komunikasi.

Berdasarkan hal tersebut diatas. Maka lokasi pabrik metil metakrilat dipilih dikawasan industri Gersik dengan pertimbangan :

1. Tersedianya Bahan Baku

Bahan baku merupakan hal yang paling utama dalam pengoperasian suatu pabrik, karena suatu pabrik akan beroperasi atau tidak sangat tergantung pada ketersediaan bahan baku. Pabrik metil metakrilat direncanakan didirikan di

Kawasan Industri Gersik, karena letaknya lebih strategis, baik untuk suplai bahan baku maupun untuk pemasaran.

2. Pemasaran

Besar kecilnya pangsa pasar yang dikuasai oleh suatu perusahaan akan mempengaruhi perkembangan pabrik dimasa yang akan datang. Pabrik Metil Metaktilat yang akan didirikan ini bertujuan untuk memenuhi permintaan dalam negeri dan untuk diekspor. Untuk pemasaran dalam negeri pulau jawa dan sumatra. Dan untuk pemasaran luar negeri yaitu pabrik plastik (Malaysia, Australia, dan Cina), pabrik resin (Jepang , Malaysia, dan Cina), pabrik cat (Jepang), pabrik kosmetik (Argentina dan Amerika) dengan perbandingan persentase 50% dari kapasitas produksi untuk kebutuhan dalam negeri dan sisanya untuk diekspor keluar negeri.

3. Tersedianya Fasilitas Transportasi

Transportasi sangat dibutuhkan sebagai penunjang utama untuk penyediaan bahan baku pemasaran produk. Fasilitas transportasi meliputi darat (jalan raya), laut dan udara. Dengan adanya jalur transportasi ini, maka hubungan antar daerah tidak mengalami hambatan.

4. Tersedianya Tenaga Kerja

Faktor tenaga kerja merupakan hal yang cukup penting untuk menunjang kelancaran proses produksi. Tenaga kerja dapat dipenuhi dari sumber daya manusia dapat ditinjau dari segi aspek pendidikan yang memadai, pemeratan tenaga kerja serta pemberiaan ongkos atau gaji yang cukup yang disesuaikan dengan pendidikan dan keterampilan yang dimiliki.

5. Tersedianya air

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

6. Iklim

Iklim yang terlalu panas akan mengakibatkan diperlukannya peralatan pendingin yang lebih banyak, sedangkan iklim yang terlalu dingin atau lembab akan berakibat bertambahnya biaya konstruksi pabrik karena diperlukan perlindungan khusus pada alat-alat proses. Didaerah Gersik merupakan daerah dengan iklim kering dan curah hujan yang cukup tinggi. Hal ini mengakibatkan kawasan daerah Gersik memiliki humudity yang tinggi serta suhu yang tinggi. Mengingat kondisi hal tersebut maka kawasan industri Gersik cocok untuk dijadikan lokasi pabrik metil metakrilat ini.

7. komunikasi

Komunikasi merupakan faktor yang penting untuk kemajuan suatu industri. Di daerah Gersik khususnya Kawasan Industri Gersik fasilitas telekomunikasi mudah didapat.

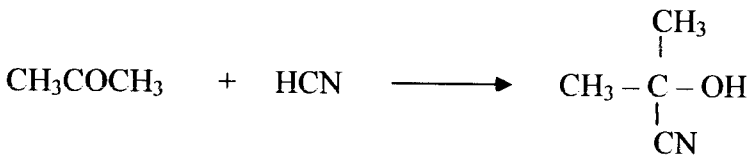
1.2. Tinjauan Pustaka

Methacrylic Sulfat (MS) adalah asam organik sederhana yang tidak jenuh, dibuat pertama kali pada tahun 1865 dari *Ethyl methacrylate* yang diperoleh dari dehidrasi *Ethyl α-hydroxyisobutirate*. Produksinya secara komersial dari *Methacrylate* dimulai awal tahun 1930-an bersamaan dengan *Acrylate*, yaitu menggunakan proses *Aceton cyanohydrin (ACH)*. *ACH* dikonversi menjadi *α-hydroxybutyrate ester* yang diikuti dengan dehidrasi menjadi *Methacrylate* dengan PCl_5.

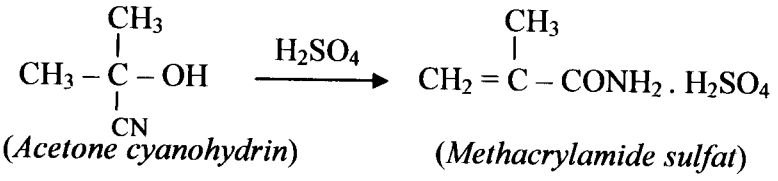
Walaupun secara teoritis MMA diperoleh dari berbagai macam bahan baku dan berbagai route proses, tetapi sampai saat ini baru dua route yang sudah dimanfaatkan skala industri komersial, yaitu proses *Aceton cyanohrydrin* yang merupakan proses konvensional dan proses oksidasi *Isobutylene* yang dikembangkan dewasa ini.

1.3.1. Route Acetone Cyanohydrin

Secara komersial proses *Acetone cyanohydrin* (ACH) menggunakan bahan dasar *Acetone, Hydrogen cyanide, Methanol* dan *Sulfuric acid*. Prosesnya terdiri dari tiga tahap reaksi, yaitu :



(*Acetone*) (*Hydrogen cyanide*) (*Acetone cyanohydrin*)



(*Acetone cyanohydrin*) (*Methacrylamide sulfat*)



(*Methacrylamide sulfat*) (*Methanol*) (*Methyl methacrylate*)

Gambar 1.2. Tahap reaksi proses Aceton cyanohidrin

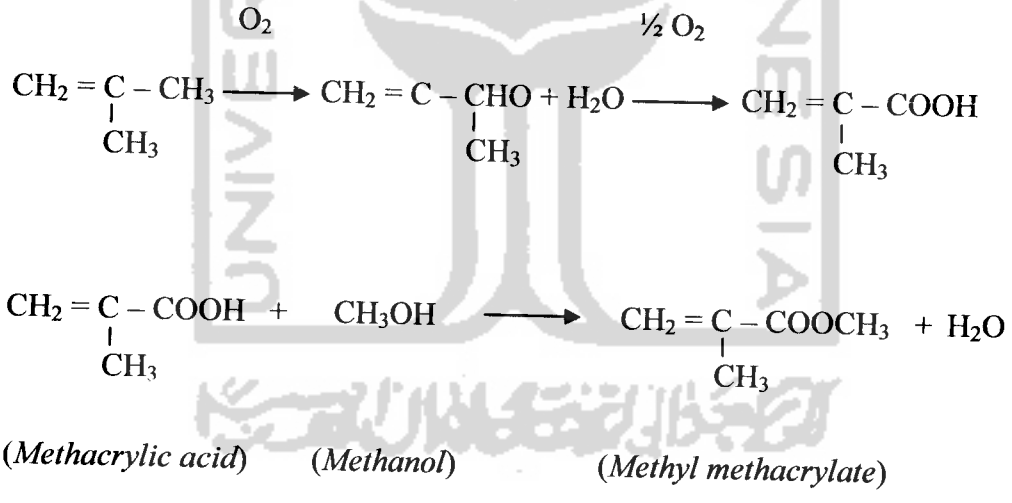
Tahap pertama dengan mereaksikan *Acetone* dan *Hydrogen cyanide* untuk membentuk *Acetone cyanohidrin* (ACH). Tahap kedua, *Acetone cyanohidrin* yang terbentuk direaksikan dengan Asam sulfat untuk *membentuk Methacrylamide sulfate*. Sulfate ini kemudian diesterifikasi dengan *Methanol* untuk menghasilkan *Methyl methacrylate* dengan *Amonium bisulfate* sebagai hasil sampingnya.

Permasalahan dari proses ACH yang konvensional ini adalah dalam hal pemakaian *Hydrogen cyanide* yang beracun, disposal wastenya membutuhkan penanganan khusus dan dihasilkan produk samping *Bisulfate* yang jumlahnya sama dengan jumlah *Methyl methacrylate* yang dihasilkan. *Ammonium bisulfate* yang terbentuk harus direcovery dengan proses pyrolisa untuk mendapatkan asam sulfat kembali.

Contoh dari pabrik yang menggunakan proses ACH ini adalah beberapa pabrik besar di Amerika Serikat seperti ICI Acrylics, Cyro Industries dan BP Chemicals, yang memproduksi kurang lebih 1,7 juta pound MMA setiap tahunnya.

1.3.2. Route Oksidasi C – 4

Proses ini terdiri dari dua stage oksidasi pada *iso-Butylene* atau *t-Butyl Alcohol* hingga menjadi *Methyl methacrylate*. Pada proses ini hanya digunakan *Hydrocarbon* sebagai bahan dasar dan udara sebagai reaktan. Stage pertama, *iso-Butylene* dioksidasi menjadi *Methacrolein*, dan stage kedua *Methacrolein* dioksidasi menjadi *Methacrylic acid*. *Methacrylic acid* dipisahkan dari produk samping untuk kemudian diesterifikasi dengan *Methanol* menjadi *Methyl methacrylate*. Reaksinya adalah sebagai berikut :



Gambar 1.3. Tahap reaksi route oksidasi C – 4

Dalam hal memilih suatu proses produksi, sudah barang tentu dipertimbangkan untuk memilih proses yang ekonomis dengan biaya bahan baku dan utilitas yang murah, investasi dan biaya yang relatif rendah, biaya pengelolaan limbah yang minimal serta yield atau konversi reaksi yang tinggi.

BAB II

DISKRIPSI PROSES

2.1. Spesifikasi Bahan Baku dan Produk

2.1.1. Spesifikasi Bahan Baku

1. Methacrylic Sulfat (MS)

Rumus Molekul	: $C_4H_{10}NO_5$
Berat Molekul	: 183
Kenampakan	: Cairan bening tak berwarna
Kemurnian	: 96% ; 4% air
Boiling point (Tb)	: 435.7 K
Freezing Point (Tf)	: 288 K
Viscositas	: 1.3 cp (pada 25°C)
Densitas	: 1.015 g/cm^3 (pada 25°C)
Spesific Gravity	: 1.015
Inhibitor, ppm	: 100 MEHQ – 1000 HQ
Kapasitas panas	: 2.1 – 2.3 J/g.K
Panas penguapan	: 1.277 kJ/g
Titik kritis, Tc	: 638.4 K
Pc	: 49.0521 bar = 48.4095 atm
Vc	: 252.4 cm^3/gmol
Konstanta Antoine, ANT A	: 18.48984

ANT B : 4475.79600

ANT C : -57.04485

Kelarutan : tidak larut dalam air (kecil)

2. Methanol (MetOH)

Rumus Molekul : CH_3OH

Berat Molekul : 32

Kenampakan : Cairan bening tak berwarna

Kemurnian : 98% ; 2% air

Boiling point (Tb) : 337.55 K

Freezing Point (Tf) : 176 K

Viscositas : 0.541 cp (pada 25°C)

Densitas : 0.7866 g/cm^3

Spesific Gravity : 0.792 (20°C/4)

Kapasitas panas : 0.590 cal/g°C (pada 5 – 10°C)

Panas penguapan : 35.278 J/mol

Titik kritis, Tc : 513.15 K

Pc : 78.7 atm

Vc : 118 cm^3/gmol

Konstanta Antoine, ANT A : 18.58750

ANT B : 3626.55000

ANT C : - 34.44000

Kelarutan : air (~), alkohol (~), eter (~)

2.1.2. Spesifikasi Produk

1. Methyl methacrylate (MMA)

Rumus Molekul		: $C_5H_8O_2$
Berat Molekul		: 100.11
Kenampakan		: Cairan bening tak berwarna
Kemurnian		: 97% ; 3% impurities
Boiling point (Tb)		: 373.5 K
Freezing Point		: 225.4 K
Viscositas		: 0.569 cp (pada 25°C)
Densitas		: 0.939 (pada 25°C)
Spesific Gravity		: 0.94
Inhibitor, ppm		: 10 MEHQ
Kapasitas panas		: 1.9 J/g.K
Panas penguapan		: 0.36 kJ/g
Titik kritis, Tc		: 555.93676 K
Pc		: 41.083899 atm
Vc		: 310.8895 cm^3/gmol
Konstanta Antoine,	ANT A	: 15.91442
	ANT B	: 2853.02200
	ANT C	: -65.68391
Kelarutan		: tidak larut dalam air (kelarutan <)

2. Water (Air)

Rumus Molekul	: H_2O
Berat Molekul	: 18
Kenampakan	: Cairan bening tak berwarna
Boiling point (Tb)	: 373.15 K
Freezing Point	: 273.15 K
Viscositas	: 0.85 cp (pada 30°C)
Densitas	: 0.995647 g/cm^3 (pada 30°C)
Konduktivitas panas	: 0.364 BTU/J.ft.°F
Titik kritis, Tc	: 647.3 K
Pc	: 218.4 atm
Vc	: 56 cm^3/gmol
Konstanta Antoine, ANT A	: 18.30360
ANT B	: 3816.44000
ANT C	: - 46.13000
Kelarutan	: air (~), alkohol (~), eter (~)

3. Ammonium Bisulfat

Rumus Molekul	: NH_4HSO_4
Bentuk Fisik	: Cair
Warna	: Tidak berwarna
Berat Molekul	: 115 gr/mol
Titik lebur	: 146.9 oC
Densitas	: 1.77 gr/cm3

2.2. Konsep proses

2.2.1. Dasar Reaksi

Reaksi Pembentukan Methyl Methcrylat adalah dengan menggunakan Reaksi esterifikasi:

Reaksi:

$$CH_2 = C - CONH_2.H_2SO_4 + CH_3OH \longrightarrow CH_2 = CCOOCH_3 + NH_4HSO_4$$

(*Methacrylamide sulfat*) (*Methanol*) (*Methyl methacrylate*) (Amm.bisulfat)

2.2.2. Aspek Thermodinamika

Untuk mengetahui apakah reaksi bersifat eksotermis atau endotermis, maka perlu diketahui pansa reaksinya yang dapat dihitung dengan cara mengurangkan pansa pembentukan produk dengan panas pembentukan reaktan.

Reaksi berlangsung didalam reactor esterifikasi:

$$CH_2 = C - CONH_2.H_2SO_4 + CH_3OH \longrightarrow CH_2 = CCOOCH_3 + NH_4HSO_4$$

(*Methacrylamide sulfat*) (*Methanol*) (*Methyl methacrylate*) (*Amm bisulfat*)

Enthlpi reaksi pada suhu 25 °c = 298 K :

Delta H °f Methanol = -200,94 Kj /mol

Delta H f Amonium bisulfat = -1027,0 Kj /mol

Delta H f Methacrylamid sulfat = - 920,1 Kj /mol

Delta H Methyl Methacrylat = - 347,36 Kj /mol

Sehingga:

Delta H f Produk = (-347,36) + (-1027,0) Kj / mol

= - 1374,36 Kj / mol

Delta H f reaktan = (-200,94) + (-920,1) Kj / mol

= - 1121,04 Kj / mol

Delta H f reaksi = Delta H produk – Delta H reaktan

= (- 1374,36) – (-1121,04) Kj /mol

= - 253,32 Kj /mol

Ternyata harga delta Hf menujukan harga negatif, maka reaksi merupakan reaski eksotermis.

Jika ditinjau dari energi Gibbs,

Delta G masing-masing komponen pada suhu 298 K adalah sebagai berikut:

Methcrilamid sulfat = -139,369 Kcal/mol

Methanol = - 39,850 Kcal/mol

Methyl Methcrylat = - 74, 6191 Kcal/mol

Ammonium Bisulfat = - 183,830 Kcal/mol

Sehingga Reaksinya:

Delta G produk = (- 74,6191) + (- 183,830)Kcal/mol

= - 258,4492 Kacl/mol

Delta G reaktan = (- 139,369) + (- 39,850) kcal/mol

= - 179,219 Kcal/mol

Delta G 298 = Delta G produk – Delta reaktan

= (- 258,4492) – (- 179,219)

= - 79,2302 Kcal/mol

Dimana

$$\ln k = \frac{-\Delta G}{RT} \quad \text{.....(1)}$$

(Smith,1975)

Reaksi

$$\ln k = \frac{-(-79230,2}{1,987 * 298}$$

$$= 133,806$$

K = 1,2922 x 10^58

Sedangkan ΔG pembetukan pada suhu operasi (363 K) adalah :

Metakrilamid Sulfat = -4,79956 Kcal/mol

Methanol = -106,357 Kcal/mol

Metil Metakrilat = -71,04696 Kcal/mol

Ammonium Bisulfat = -98,350 Kcal/mol

Reaksi :

ΔG produk = (-71,04696) Kcal/mol + (-98,350) Kcal/mol

= -169,39696 Kcal/mol

ΔG reaktan = (-92,64036) Kcal/mol + (-44,70876) Kcal/mol

= -137,34912 Kcal/mol

ΔG 298 K = ΔG produk - ΔG reaktan

= (-169,39696) Kcal/mol +(-137,34912) Kcal/mol

= -32,04784 Kcal/mol

Reaksi :

$$\ln K = \frac{-(-32,04784)}{1,987 * 353}$$

K = 6,969 x 10 ^19



Ternyata harga K sangat besar, artinya kecepatan reaksi ke kanan jauh lebih besar daripada kecepatan reaksi ke kiri. Hal ini menunjukkan bahwa reaksi berjalan ke kanan dan dianggap reaksi satu arah (Irreversible).

2.3. Tahap Proses

Pembuatan *Methyl methacrylate* dari *Methacrylic sulfat* dan *Methanol* terdiri atas tiga tahap, yakni tahap persiapan bahan baku, tahap reaksi, tahap pemisahan dan pemurnian hasil.

2.3.1. Tahap Penyiapan Bahan Baku

Tahap penyimpan bahan baku dimaksud untuk menyesuaikan kondisi bahan baku dengan kondisi reactor Bahan baku utama yang digunakan dalam proses ini adalah *Methacrylic sulfat* 96% disimpan dalam fase cair pada suhu 30 ^{o}C dan tekanan 1 atm didalam tangki penyimpanan (T-01), MS dipanaskan pada heter (H-01) sampai suhu 90 ^{o}C kemudian dialirkan menuju reactor (R-01) menggunakan pompa (P-01) dan *Methanol* 98% dari tangki penyimpanan (T-02). yang berbentuk cair, dipompa dari tangki penyimpan untuk direaksikan dengan *Methacrylic sulfat* di dalam Reaktor. Pada tahap ini perbandingan mol antara umpan *Methanol* dengan *Methacrylic sulfat* diatur sebesar 2 : 1. Bahan baku masuk reaktor diusahakan pada suhu reaksi yakni 90 ^{o}C.

2.3.2. Tahap Reaksi

Bahan baku yang sudah siap, dimasukkan ke dalam Reaktor. Reaktor yang digunakan dalam prarancangan pabrik ini adalah jenis Reaktor Alir Tangki Berpengaduk/Continuous Stirred Tank Reactor. Pada tahap ini digunakan dua

buah Reaktor Alir Tangki Berpengaduk yang dioperasikan secara seri. Karena reaksi antara *Methacrylic sulfat* dan *Methanol* merupakan reaksi eksotermis sehingga digunakan coil pendingin , maka ke dalam Reaktor ditambahkan panas melalui koil pendingin dan umpan diusahakan masuk pada suhu reaksi.

Suhu reaksi dalam reaktor 90°C dan karena reaksi berjalan isothermal maka suhu keluar dari reaktor juga 90°C, dan tekanan keluar reaktor 3 atmosfer. Aliran keluar dari Reaktor dipompa menuju ke Stripper.

2.3.3. Tahap Pemisahan dan Pemurnian Hasil

Hasil keluaran atau produk reaktor (R-02), Dialiran dari reaktor dimasukkan ke dalam Stripper (ST) untuk memisahkan antara larutan fase ringan dengan fase berat yang dihasilkan oleh Reaktor. Atau dengan fungsi lain yakni untuk memisahkan sebagian air yang masih terkandung dalam process streams (hal 344, Coulson, 1989).

Kemudian dari stripper ini, sebagian hasil atasnya (light product) adalah MMA, Metanol, air dan hasil bawah (weight product) dialirkan menuju ke Menara Distilasi-01 (MD-01) dan hasil bawah stripper (ST) dialirkan menuju ke unit pengolahan limbah. Menara Distilasi-01 bertugas memisahkan *Methanol* dengan MMA. Hasil bawah Menara Distilasi-01 yang mengandung sebagian besar MMA, hasil ini kemudian dilewatkan ke cooler (C-04). Untuk diturunkan suhunya hingga 30 C, kemudian dimasukan ketangki penyimpanan (T-03), Sedangkan hasil atasnya direcycle kembali sebagai umpan.

2.4. Diagram Alir Neraca Massa dan Neraca Panas

NERACA MASSA

2.4.1. Neraca Massa Overall (Keseluruhan)

Setting neraca massa secara keseluruhan pada proses pembuatan Methyl methacrylate untuk perancangan pabrik ini disajikan pada tabel 2.1 berikut :

Tabel 2.1. Neraca Massa Overall

	IN	OUT
Komponen	kg/jam	kg/jam
MMA	9969.6893	14893.4190
CH_3OH	10927.6027	9352.0092
H_2O	367.0665	367.0665
MS	9761.2942	750.8688
NH_4HSO_4	5662.2892	11324.5784
total	36687.9420	36687.9420

2.4.2. Neraca Massa Tiap Alat

Setting neraca massa alat terdiri atas neraca massa reactor, Stripper dan menara distilasi, sebagaimana disajikan pada Tabel 2.2 hingga Tabel 2.4 berikut. Waktu setting operasi ditargetkan 1 tahun = 330 hari, 1 hari = 24 jam, 1 jam = 60 menit. Basis Perhitungan : 1 jam operasi

Tabel 2.2. Neraca Massa Reaktor (R)

Komponen	**masuk,kg/jam**	**keluar,kg/jam**
MMA	0	4972.719647
CH3OH	4692.9299	3117.3364
H2O	122.7607	122.7607
MS	9385.8598	375.4344
NH4HSO4	0	5662.2892
Total	**14250.5403**	**14250.5403**

Tabel 2.3. Neraca Massa Stripper (ST)

Komponen	Masuk,kg/jam	Atas,kg/jam	Bawah,kg/jam
MMA	4972.7196	4947.9797	24.7398
CH3OH	3117.3364	3117.3364	0
H2O	122.7607	121.5452	1.2154
MS	375.4344	0	375.4344
NH4HSO4	5662.2892	0	5662.2892
Total	**14250.5403**	**8186.8613**	**6063.6789**

Tabel 2.4. Neraca Massa Menara Distilasi-01 (MD-01)

Komponen	Masuk,kg/jam	Produk,kg/jam	Recycle,kg/jam
MMA	4947.9797	4898.9898	48.9898
CH3OH	3117.3364	31.1733	3086.1630
H2O	121.5452	120.3418	1.2034
Total	**8186.8613**	**5050.505**	**3136.3563**

NERACA PANAS

2.4.1. Neraca Panas Overall (Keseluruhan)

Setting neraca panas meliputi neraca panas secara keseluruhan disajikan pada Tabel 2.5 berikut :

Tabel 2.5 Neraca Panas Overall

Komponen	IN kkal/jam	OUT kkal/jam
MMA	-4.896E+11	-8.24258E+11
CH3OH	1256514	1531133.816
H2O	-1.205E+11	-1.54745E+11
MS	-2.157E+12	-6.79561E+11
NH4HSO4	1043061.6	307258.4611
Steam	-3600198.4	-1.11E+12
Total	**-2.767E+12**	**-2.76693E+12**

3.2.2. Neraca Panas Tiap Alat

Setting neraca panas untuk tiap alat disajikan pada Tabel berikut :

Tabel 2.6. Neraca Panas Reaktor

Komponen	Masuk, kJ/jam	Keluar, kJ/jam
MS	-2.02E+12	-1.40E+11
CH_3OH	4.96E+04	36440.54
MMA	-1.54E+09	-2.69E+11
H_2O	-2.93E+10	50398415439
NH4HSO4	0	0
Panas hasil reaksi	-2598498.4	0
Panas yang diambil koil	0	-1.60E+12
Total	**-2.06E+12**	**-2.06E+12**

Tabel 2.7. Neraca Panas Stripper

Komponen	Masuk, kJ/jam	Keluar, kJ/jam
MMA	-2.56E+11	-2.56E+16
CH_3OH	36090.0010	35973.1019
H2O	-47940015045	-48604476407
MS	-1.33E+11	-5.40E+11
NH4HSO4	0	0
Beban panas	0	2.56E+16
Total	**-4.37E+11**	**-4.37E+11**

Tabel 2.8. Neraca Panas MD-01

Komponen	Masuk, kJ/jam	Keluar, kJ/jam
MMA	-2.32E+11	-2.99E+11
CH_3OH	35446.7387	34943.2995
H2O	-43210450263	-55742258215
MS	0	0
NH4HSO4	0	0
Beban panas	0	7.98E+10
Total	**-2.75E+11**	**-2.75E+11**

Tabel 2.9. Neraca Panas Cooler-01

Komponen	Input Q,kJ/jam	Output Q,kJ/jam
MMA	1.84E+05	1.72E+05
CH_3OH	170861.21	159470.46
H_2O	8960.3035	8362.9499
MS	1.45E+04	1.35E+04
NH_4HSO_4	242572.47	226400.97
beban panas	-4.14E+04	0
Total	**6.21E+05**	**6.21E+05**

Tabel 2.10. Neraca Panas Cooler-02

Komponen	input	output
	Q,kJ/jam	Q,kJ/jam
MMA	1.67E+05	1.49E+05
CH_3OH	155673.6	138587.42
H2O	8082.999	7195.8405
MS	0.00E+00	0.00E+00
NH_4HSO_4	0	0
beban panas	-3.63E+04	0
Total	**3.31E+05**	**3.31E+05**

Tabel 2.11. Neraca Panas Cooler-03

Komponen	input	output
	Q,kJ/jam	Q,kJ/jam
MMA	3.03E+03	3.06E+02
CH_3OH	0	0
H_2O	292.7623	29.5719
MS	4.78E+04	4.83E+03
NH_4HSO_4	800489.2	80857.49
beban panas	7.66E+05	0
Total	**8.52E+05**	**8.52E+05**

Tabel 2.12. Neraca Panas Cooler-04

Komponen	input	output
	Q,kJ/jam	Q,kJ/jam
MMA	2.10E+05	6.06E+04
CH_3OH	1974.396	569.5373
H_2O	10150.11	2927.916
MS	0.00E+00	0.00E+00
NH_4HSO_4	0	0
beban panas	-1.58E+05	0
	6.40E+04	**6.40E+04**

Tabel 2.13. Neraca Panas Heater-01

Komponen	input	output
	Q,kJ/jam	Q,kJ/jam
MMA	6.06E+02	1.82E+03
CH_3OH	67334.2	20203.8590
H_2O	29.2787	87.8361
MS	0.00E+00	0.00E+00
NH_4HSO_4	0	0
Beban panas	0	-1.36E+05
Total	**6.80E+04**	**6.80E+04**

Tabel 2.14. Neraca Panas Heater-02

Komponen	input Q,kJ/jam	output Q,kJ/jam
MMA	6.06E+02	1.82E+04
CH_3OH	67346.2	202038.59
H_2O	29.2787	87.8261
MS	0.00E+00	0.00E+00
NH_4HSO_4	0	0
beban panas	0	-1.38E+05
Total	**6.80E+04**	**6.80E+04**

Tabel 2.15. Neraca Panas Heater-03

Komponen	input Q,kJ/jam	output Q,kJ/jam
MMA	1.29E+03	1.82E+03
CH_3OH	120286.3	169152.59
H_2O	62.4612	87.8361
MS	0.00E+00	0.00E+00
NH_4HSO_4	0	0
beban panas	0	-4.94E+04
Total	**1.22E+05**	**1.22E+05**

2.5. TATA LETAK PABRIK

Tata letak pabrik adalah tempat kedudukan dari bagian-bagian pabrik yang meliputi tempat bekerjanya karyawan, tempat peralatan, tempat penimbunan bahan baku dan produk yang saling berhubungan. Tata letak pabrik harus dirancang sedemikian rupa sehingga penggunaan area pabrik effisien dan proses produksi serta distribusi dapat berjalan dengan lancar, keamanan, keselamatan, dan kenyamanan bagi karyawan dapat terpenuhi.

Selain peralatan proses, beberapa bangunan fisik lain seperti kantor, bengkel, poliklinik, laboratorium, kantin, pemadam kebakaran, pos penjagaan, dan sebagainya ditempatkan pada bagian yang tidak mengganggu lalu lintas, barang dan proses.

Adapun hal-hal yang perlu diperhatikan dalam perancangan tata letak pabrik adalah:

a) Daerah Proses

Daerah proses adalah daerah yang digunakan untuk menempatkan alat-alat yang berhubungan dengan proses produksi. Dimana daerah proses ini diletakkan pada daerah yang terpisah dari bagian lain.

b) Keamanan

Keamanan terhadap kemungkinan adanya bahaya kebakaran, ledakan, asap, atau gas beracun harus benar-benar diperhatikan di dalam menentukan tata letak pabrik. Untuk itu harus dilakukan penempatan alat-alat pengamanan seperti hidran, penampung air yang cukup, dan penahan ledakan. Tangki penyimpanan bahan baku dan produk yang

berbahaya harus diletakkan di area khusus dan perlu adanya jarak antara bangunan satu dengan lainnya guna memberikan pertolongan dan penyediaan jalan bagi karyawan untuk menyelamatkan diri.

c) Luas Area yang Tersedia

Harga tanah menjadi hal yang membatasi kemampuan penyedia area. Pemakaian tempat disesuaikan dengan area yang tersedia. Jika harga tanah amat tinggi, maka diperlukan effisiensi dalam pemakaian ruangan hingga peralatan tertentu diletakkan diatas peralatan yang lain, ataupun lantai ruangan diatur sedemikian rupa agar menghemat tempat.

d) Instalasi dan Utilitas

Pemasangan dan distribusi yang baik dari gas, udara, steam, dan listrik akan membantu kemudahan kerja dan perawatan. Penempatan peralatan proses di tata sedemikian rupa sehingga petugas dapat dengan mudah menjangkaunya dan dapat terjalin kelancaran operasi serta memudahkan perawatannya.

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

- Daerah administrasi/perkantoran, laboratorium dan ruang kontrol

  Disini merupakan pusat kegiatan administrasi pabrik yang mengatur kelancaran operasi. Laboratorium dan ruang kontrol sebagai pusat pengendalian proses serta produk.

- Daerah proses

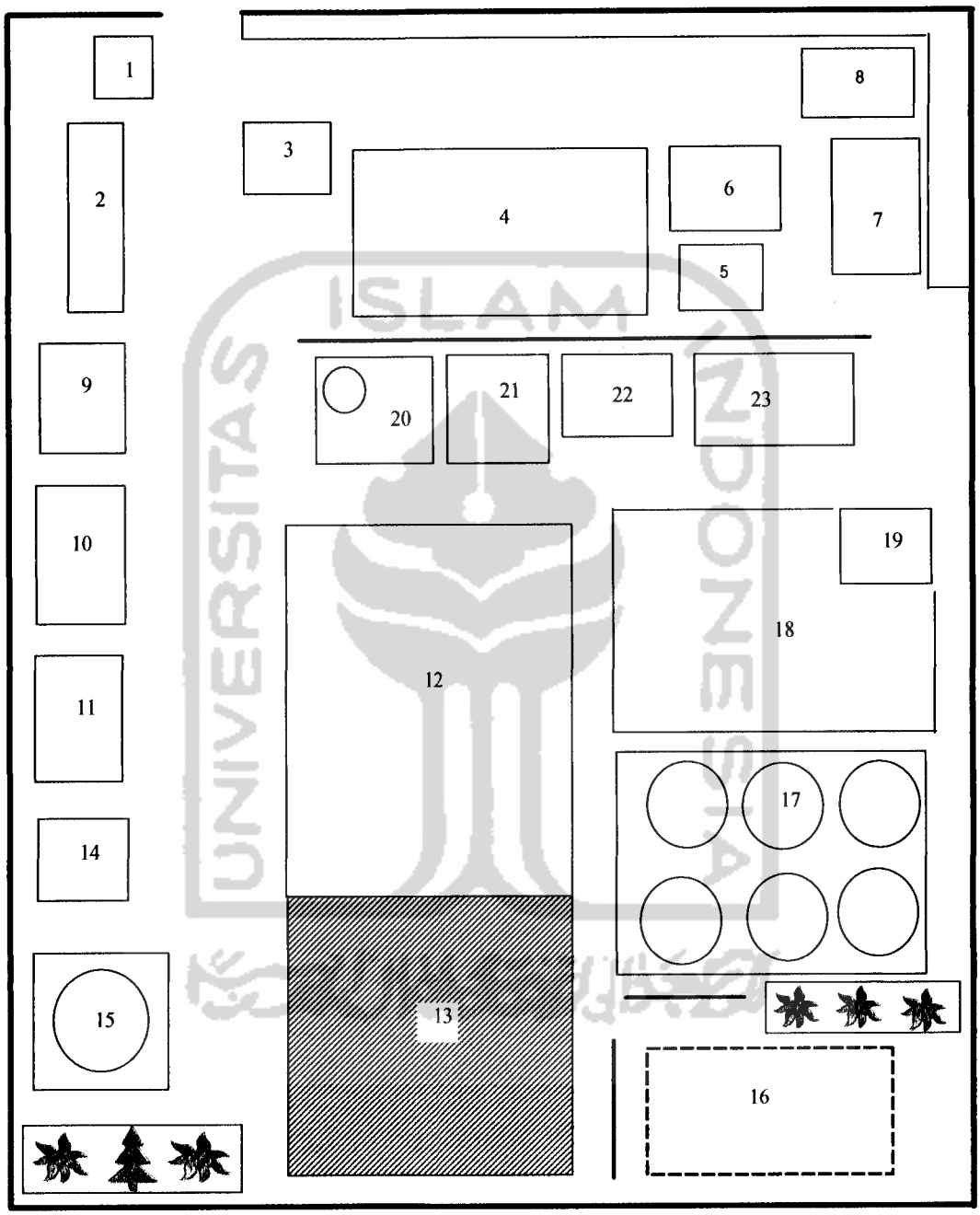
- Daerah tempat alat-alat proses diletakkan dan tempat proses berlangsung
- Daerah pergudangan umum, bengkel dan garasi
- Daerah utilitas

Tabel 2.16. memperlihatkan rencana luas penggunaan ruang pada masing-masing unit yang ada pada pabrik. Perencanaan luas bangunan untuk masing-masing unit ini, disamping ditentukan oleh pertimbangan aktivitas kegiatan yang ada pada unit yang bersangkutan, juga ditentukan oleh peralatan-peralatan pendukung lainnya. Sedang rencana untuk tata letak pabrik, sesuai dengan unit-unit yang ada diperlihatkan pada Gambar 2.16.

Tabel 2.16. Perincian luas tanah bangunan pabrik

No	Bangunan	Ukuran (m)	Luas (m^2)
1	2	3	4
1	Pos Penjagaan	5 x 5	25
2	Area parkir	25 x 45	1125
3	Poliklinik	10 x 10	100
4	Kantor	50 x 30	1500
5	Kantin	20 x 15	300
6	Ruang serba guna	30 x 20	600
7	Mess	40 x 20	800
8	Masjid	20 x 10	200
9	Laboratorium	20 x 25	500

10	Control room	25 x 15	375
11	Unit Pemadam kebakaran	20 x 15	300
12	Area proses	75 x 60	4500
13	Area perluasan proses	60 x 60	3600
14	Gudang alat	25 x 15	375
15	Storage produk	25 x 20	500
16	Pengolahan limbah	25 x 35	875
17	Storage bahan baku	65 x 60	3900
18	Area utilitas	65 x 40	2600
19	Utilitas control	15 x 10	150
20	Storage bahan bakar	25 x 20	500
21	Garasi truck	30 x 20	600
22	Bengkel	20 x 25	500
23	Power Station	20 x 20	400
24	Jalan dan taman	75 x 60	4500
Jumlah			28825



Gambar 2.1. Tata letak pabrik *Metil Metakrilat*

Keterangan Gambar : *Skala : 1 : 100*

1. Pos Penjagaan
2. Area Parkir
3. Poliklinik
4. Kantor
5. Kantin
6. Ruang Serba Guna
7. Mess
8. Masjid
9. Laboratorium
10. Ruang kontrol
11. Unit Pemadam Kebakaran
12. Area proses
13. Area Perluasan Proses
14. Gudang
15. Tangki Penyimapanan Produk
16. Unit Pengolahan Limbah
17. Storage Bahan Baku
18. Area Utilitas
19. Ruang Kontrol Utilitas
20. Storage Bahan Bakar
21. Garasi Truck
22. Bengkel
23. Power Station

2.6. TATA LETAK ALAT PROSES

Dalam perancangan tata letak peralatan proses ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu:

a) Aliran bahan baku dan produk

Pengaliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikan keuntungan ekonomis yang besar, serta menunjang kelancaran dan keamanan produksi. Perlu juga diperhatikan penempatan pipa, dimana untuk pipa di atas tanah perlu dipasang pada ketinggian tiga meter atau lebih, sedangkan untuk pemipaan pada permukaan tanah diatur sedemikian rupa sehingga tidak mengganggu lalu lintas kerja.

b) Aliran udara

Kelancaran aliran udara di dalam dan disekitar area proses perlu diperhatikan. Hal ini bertujuan untuk menghindari stagnansi udara pada suatu tempat yang dapat mengakibatkan akumulasi bahan kimia yang berbahaya, sehingga dapat membahayakan keselamatan pekerja. Disamping itu juga perlu diperhatikan arah hembusan angin.

c) Cahaya

Penerangan seluruh pabrik harus memadai pada tempat-tempat proses yang berbahaya atau beresiko tinggi.

d) Lalu lintas manusia

Dalam hal perancangan tata letak peralatan perlu diperhatikan agar pekerja dapat menjangkau seluruh alat proses dengan cepat dan mudah.

Jika terjadi gangguan pada alat proses dapat segera diperbaiki. Selain itu, keamanan pekerja dalam menjalankan tugasnya perlu diprioritaskan.

e) Tata letak alat proses

Dalam menempatkan alat-alat proses pada pabrik diusahakan agar dapat menekan biaya operasi dengan tetap menjamin kelancaran dan keamanan poduksi pabrik sehingga dapat menguntungkan dari segi ekonomi.

f) Jarak antar alat proses

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

g) *Maintenance*

Maitenance berguna untuk menjaga sarana atau fasilitas peralatan pabrik dengan cara pemeliharaan dan perbaikan alat agar produksi dapat berjalan dengan lancar dan produktivitas menjadi tinggi sehingga akan tercapai target produksi dan spesifikasi bahan baku yang diharapkan.

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

Perawatan alat-alat proses dilakukan dengan prosedur yang tepat. Hal ini dilihat dari penjadwalan yang dilakukan pada tiap-tiap alat. Perawatan tiap alat meliputi:

- *Over hold* 1 x 1 tahun

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

- *Repairing*

  Merupakan kegiatan *maintenance* yang bersifat memperbaiki bagian-bagian alat yang rusak. Hal ini biasanya dilakukan setelah pemeriksaan. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi *maintenance* adalah:

  a) Umur alat

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

  b) Bahan baku

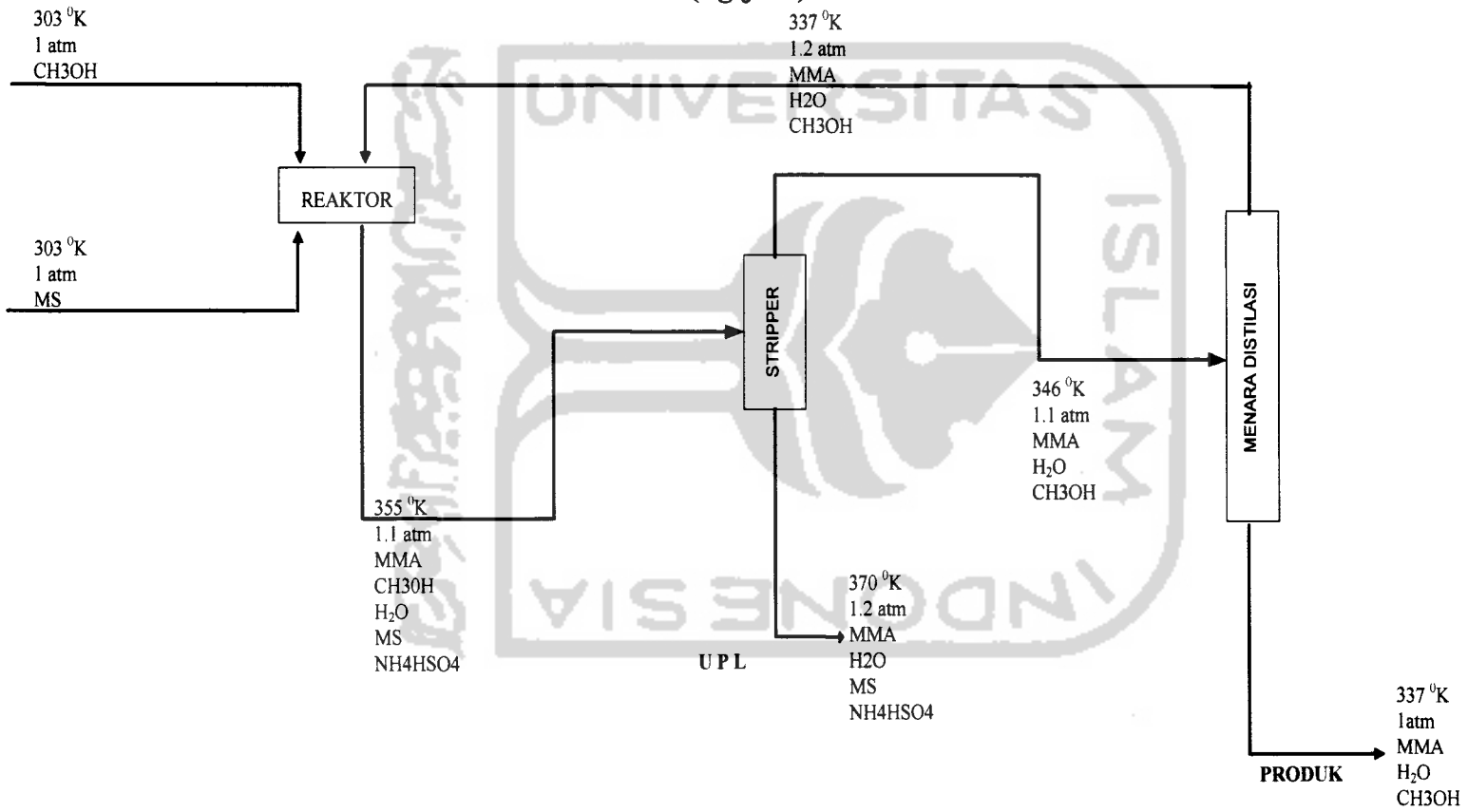
     Penggunaan bahan baku yang kurang berkualitas akan menyebabkan kerusakan alat sehingga alat akan lebih sering dibersihkan.

Tata letak alat proses harus dirancang sedemikian rupa sehingga:

a) Kelancaran proses produksi dapat terjamin

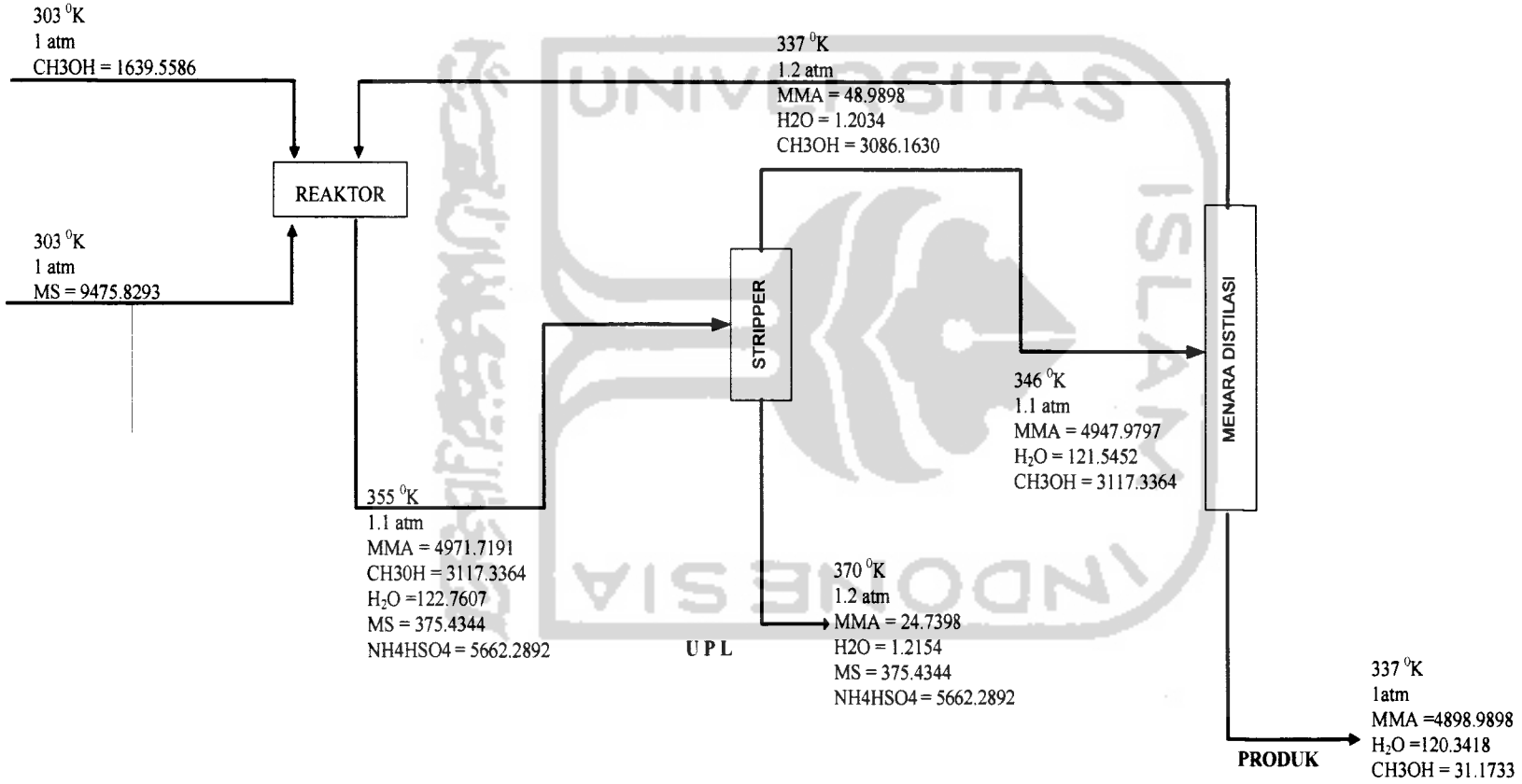
b) Dapat mengefektifkan penggunaan ruangan

DIAGRAM ALIR KUALITATIF
PABRIK METIL METAKRILAT DARI METAKRILAMID SULFAT DAN METHANOL (kg/jam)



Gambar 2.3. Diagram Alir Kualitatif

DIAGRAM ALIR KUANTITATIF
PABRIK METIL METAKRILAT DARI METAKRILAMID SULFAT DAN METHANOL (kg/jam)



Gambar 2.4. Diagram Alir Kuantitatif

BAB III
SPESIFIKASI PERALATAN PROSES

3.1. SPESIFIKASI ALAT

3.1.1. Reaktor (R)

Fungsi : Mereaksikan Methacrylic Sulfat sebanyak 54.30269 kg/menit dengan Methanol sebanyak 20.35737 kg/menit untuk menghasilkan Methyl Methacrylate sebanyak 65.41368 kg/menit

Jenis : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk/Continuous Stirred Tank Reactor

Jumlah alat : 2 buah

Kondisi operasi : - Tekanan = 3 atm
- Suhu = 90°C

Dimensi Reaktor :

Tinggi Reaktor = 4,8 m

Diameter = 3,2 m

Volume reaktor = 12273.22 lt

Tebal dinding = 5/16 in = 0.3125 in

Tebal head = 5/16 in = 0.3125 in

Jenis head = Torispherical dished head

Bahan = Stainless Steel (SA-299 dengan komposisi C-Mn-Si)

Suhu masuk = 90°C

Suhu keluar = 90°C

Tinggi koil Reaktor 1 = 2.6775 ft

Jumlah belitan koil = 9 belitan (koil panjang)

Diameter koil = 2.067 in (ID); 2.38 in (OD)

Tinggi koil Reaktor 2 = 0.65625 ft

Jumlah belitan koil = 5 belitan

Diameter koil = 0.824 in (ID); 1.05 in (OD)

Jumlah baffle = 4 buah

Lebar baffle = 0.1253 m

Jenis pengaduk = Flat blade turbin dengan 6 sudut

Jumlah pengaduk = 1 buah

Tinggi pengaduk = 0.1475 m

Diameter pengaduk = 0.7373 m

Lebar pengaduk = 0.1843 m

Tenaga pengaduk = 10 HP

Jumlah putaran = 217 rpm

3.1.2. Stripper

Fungsi : Memisahkan larutan Ammonium bisulfat dan campurannya, dengan kapasitas kg/jam

Jenis : pacing tower

Jumlah alat : 1 buah

Kondisi operasi :

- Umpan : P = 1.1 atm; T = 82.9493 °C
- Distilat : P = 1.1 atm; T = 84.6915 °C
- Bottom : P = 1.2 atm; T = 297.1887 °C

Dimensi menara distilasi :

Jumlah plate	= 12 plate
Plate spacing	= 0.5 m
Tinggi menara	= 6.6 m
Diameter enriching	= 0.83 m
Diameter stripping	= 1.03 m
Tebal dinding	= 1/8 in = 0.125 in
Tebal head dan bottom	= 1/8 in = 0.125 in
Bahan	= Stainless steels AISI-316

3.1.3. Menara Distilasi-01 (MD-01)

Fungsi : Memisahkan Metyl Methacrilat Methanol dan air berdasarkan perbedaan titik didihnya dengan kapasitas 153.6482 kg/jam.

Jenis : Plate column tipe sieve tray

Jumlah alat : 1 buah

Kondisi operasi :

- Umpan : P = 1.1 atm; T = 73.1037 °C
- Distilat : P = 1 atm; T = 64.7911 °C
- Bottom : P = 1.2 atm; T = 104.6911 °C

Dimensi menara distilasi :

Jumlah plate = 12 plate

Plate spacing = 0.3 m

Tinggi menara = 5.2 m

Diameter enriching = 0.96 m

Diameter stripping = 1.09 m

Tebal dinding = 3/4 in = 1.01 in

Tebal head dan bottom = 1/2 in = 0.93 in

Bahan = Stainless steels AISI-316

3.1.4. Condenser-01 (CD-01)

Fungsi : Mengembunkan hasil atas ST-01 sebanyak 8190.1360 kg/jam menjadi destilat 8186.8613 kg/jam dan reflux 3.2747 kg/jam dengan air pendingin dari 30°C sampai 40°C.

Pendingin : Air sebanyak 142195.3802 lb/jam.

Jenis : Shell and Tube Condenser-Horizontal.

Aliran fluida :

☒ Shell = steam ☒ Tube = air pendingin

Spesifikasi tube :

Jumlah tube = 420

Panjang = 18 ft (m)

OD, BWG, pitch = 0.75 in, 16, 0.9375 in; triangular pitch.

Jumlah aliran = 2 pass

Spesifikasi shell :

ID = 21.25 in.

Baffle spacing = 14.93 in.

Jumlah aliran = 14 pass.

Bahan konstruksi = Steel Shell and Tube

3.1.5. Condenser-02 (CD-02)

Fungsi : Mengembunkan hasil atas MD-01 sebanyak 3137.6188 kg/jam menjadi destilat 3136.3642 kg/jam dan reflux 1.2545 kg/jam dengan air pendingin dari 30°C sampai 40°C.

Pendingin : Air sebanyak 464690.6052 lb/jam.

Jenis : Shell and Tube Condenser-Horizontal.

Aliran fluida :

⊠ Shell = steam ⊠ Tube = air pendingin

Spesifikasi tube :

Jumlah tube = 420

Panjang = 16 ft (4.88 m)

OD, BWG, pitch = 0.75 in, 16, 0.9375 in; triangular pitch.

Jumlah aliran = 2 pass

Spesifikasi shell :

ID = 15.25 in.

Baffle spacing = 11.43 in.

Jumlah aliran = 17 pass.

Bahan konstruksi = Steel Shell and Tube

3.1.6. Reboiler-01 (RB-01)

Fungsi : Menguapkan hasil bawah MD-01 sejumlah 8192.21420 kg/jam menjadi uap 3137.67713 kg/jam dan residu 5055.89401 kg/jam dengan pemanas steam jenuh.

Pemanas : Steam jenuh sebanyak 20821.16 lb/jam.

Jenis : Kettle reboiler

Aliran fluida :

⊠ Shell = liquid ⊠ Tube = steam

Spesifikasi tube :

Jumlah tube = 506

Panjang = 16 ft (4.88 m)

OD, BWG, pitch = 0.75 in, 16, 0.9375 in; triangular pitch.

Jumlah aliran = 2 pass

Spesifikasi shell :

ID = 25 in.

Bahan konstruksi = Steel Reboiler

3.1.7. Accumulator-01 (AC-01)

Fungsi : Menampung sementara embunan dari Condenser-01 sebanyak 8190.1361 kg/jam selama 15 menit.

Jenis : Tangki silinder horizontal.

Jumlah : 1 buah.

Kondisi operasi : Tekanan = 1.1 atm

Suhu = 84.6915 °C

Dimensi accumulator :

Diameter = 2.2627 m

Panjang = 6.7883 m

Tebal dinding = 3/16 in = 0.1875 in

Tebal head = 3/16 in = 0.1875 in

Bahan konstruksi = Stainless steel SA-240 Grade C

Bentuk head = Elliptical dished head

3.1.8. Accumulator-02 (AC-02)

Fungsi : Menampung sementara embunan dari Condenser-02 sebanyak 3137.6188 kg/jam selama 15 menit.

Jenis : Tangki silinder horizontal.

Jumlah : 1 buah.

Kondisi operasi : Tekanan = 1.1 atm

Suhu = 64.7981 °C

Dimensi accumulator :

Diameter = 1.64469 m

Panjang = 4.93406 m

Tebal dinding = 3/16 in = 0.1875 in

Tebal head = 3/16 in = 0.1875 in

Bahan konstruksi = Stainless steel SA-240 Grade C

Bentuk head = Elliptical dished head

3.1.9. HE-01 (Heater-01)

Fungsi : Memanaskan Methacrylic sulfat sebagai umpan masuk reaktor dari suhu 30°C sampai 90°C dengan steam pada suhu 100°C.

Jenis : Double pipe exchanger.

Pemanas : Steam sebanyak 966.9763 lb/jam.

Aliran fluida :

◎ Annulus = Steam ⊙ Inner pipe = Methacrylic acid

Spesifikasi annulus :

Ukuran pipa (IPS) = 2 in.

OD inner pipe (D_1) = 1.66 in.

ID outer pipe (D_2) = 2.067 in.

Spesifikasi inner pipe :

Ukuran pipa (IPS) = 1 ¼ in = 1.25 in.

Diameter pipa = 1.38 in.

Bahan konstruksi : Carbon Steel.

3.1.10. HE-02 (Heater-02)

Fungsi : Memanaskan Methanol sebagai umpan masuk reaktor dari suhu 30°C sampai 60°C dengan steam pada suhu 90°C.

Jenis : Double pipe exchanger.

Pemanas : Steam sebanyak 123.3422 lb/jam.

Aliran fluida :

◎ Annulus = Steam ⊙ Inner pipe = Methanol

Spesifikasi annulus :

Ukuran pipa (IPS) = 2 in.

OD inner pipe (D_1) = 1.66 in.

ID outer pipe (D_2) = 2.067 in.

Spesifikasi inner pipe :.

Ukuran pipa (IPS) = 1 ¼ in = 1.25 in.

Diameter pipa = 1.38 in.

Bahan konstruksi : Carbon Steel.

3.1.11. HE-03 (Cooler-01)

Fungsi : Mendinginkan hasil Reaktor sebagai umpan Stripper dari suhu 90°C menjadi 84°C, dengan air pendingin.

Jenis : Double pipe exchanger

Pendingin : Air sebanyak 4567.5434 lb/jam.

Aliran fluida :

◎ Annulus : Air ⊙ Inner pipe : Liquid umpan reaktor

Spesifikasi annulus :

Ukuran pipa (IPS) = 2 in.

OD inner pipe (D_1) = 1.66 in.

ID outer pipe (D_2) = 2.067 in.

Spesifikasi inner pipe :

Ukuran pipa (IPS) = 1 ¼ in = 1.25 in.

Diameter pipa = 1.38 in.

Bahan konstruksi : Carbon Steel.

3.1.12. HE-04 (Cooler-02)

Fungsi : Mendinginkan hasil atas Stripper sebelum masuk kemenara distilasi suhu 82°C sampai 73°C,

Jenis : Double pipe exchanger.

Pemanas : Steam sebanyak 4005.332 lb/jam.

Aliran fluida :

◎ Annulus : Air ⊙ Inner pipe : Liquid umpan

Spesifikasi annulus :

Ukuran pipa (IPS) = 2 in.

OD inner pipe (D_1) = 1.66 in.

ID outer pipe (D_2) = 2.067 in.

Spesifikasi inner pipe :

Ukuran pipa (IPS) = 1 ¼ in = 1.25 in.

Diameter pipa = 1.38 in.

Bahan konstruksi : Carbon Steel.

3.1.13. HE-05 (Cooler-03)

Fungsi : Mendinginkan hasil bawah Stripper sebelum dibuang keunit pengolahan limbah 297°C, sampai 30°C,

Jenis : HE Shell and Tube

Pemanas : Steam sebanyak 84430.84411 lb/jam.

Aliran fluida :

☒ Shell = Medium organics ☒ Tube = Air

Spesifikasi tube :

Jumlah tube = 375

Panjang = 16 ft

OD, BWG, pitch = 0.75 in, 16, 0.9375 in; triangular pitch.

Jumlah aliran = 6 pass

Spesifikasi shell :

ID = 12 in

Baffle spacing = 9.0 in

Jumlah aliran = 21 pass

Bahan konstruksi : Carbon Steel.

3.1.14. HE-06 (Cooler-04)

Fungsi : Mendinginkan hasil atas MD-01 sebelum masuk ketangki produk

Jenis : Double pipe exchanger.

Pemanas : Steam sebanyak 22579566.95lb/jam.

Aliran fluida :

◎ Annulus : Air ⊙ Inner pipe : Liquid umpan

Spesifikasi annulus :

Ukuran pipa (IPS) = 2 in.

OD inner pipe (D_1) = 1.66 in.

ID outer pipe (D_2) = 2.067 in.

Spesifikasi inner pipe :

Ukuran pipa (IPS) = 1 ¼ in = 1.25 in.

Diameter pipa = 1.38 in.

Bahan konstruksi : Carbon Steel.

3.1.15. HE-07 (Heater-03)

Fungsi : Memanaskan hasil recycle atas MD-01 sebelum masuk ke umpan reaktor

Jenis : Double pipe exchanger.

Pemanas : Steam sebanyak 279.8825 lb/jam.

Aliran fluida :

◎ Annulus : Steam ⊙ Inner pipe : Liquid umpan

Spesifikasi annulus :

Ukuran pipa (IPS) = 2 in.

OD inner pipe (D_1) = 1.66 in.

ID outer pipe (D_2) = 2.067 in.

Spesifikasi inner pipe :

Ukuran pipa (IPS) = 1 ¼ in = 1.25 in.

Diameter pipa = 1.38 in.

Bahan konstruksi : Carbon Steel.

3.1.16. Tangki Akumulator (A-01)

Fungsi :Menyimpan Metakrilamid Sulfat sebanyak 157.93049 kg/menit selama 1 bulan.

Jenis : Tangki silinder tegak, atap berbentuk kerucut dan dasar berbentuk datar (conical roof & flat bottomed vessel).

Jumlah : 1 buah.

Kondisi operasi : Tekanan = 1 atm

Suhu = 30°C

Dimensi :

Volume = 5993.85 m^3

Diameter = 70 ft = 21.336 m

Tinggi = 30 ft = 9.144 m

Tebal dinding = 11/16 in (1), 10/16 in (2), 8/16 in (3), 6/16 in (4), 4/16 in (5)

Bahan konstruksi = Carbon Steel SA-283 Grade C

3.1.17. Tangki Akumulator (T-02)

Fungsi : Menyimpan Methanol (CH_3OH) sebanyak 27.32597 kg/menit selama 1 bulan.

Jenis : Tangki silinder tegak, atap berbentuk kerucut dan dasar berbentuk datar (conical roof & flat bottomed vessel).

Jumlah : 1 buah.

Kondisi operasi : Tekanan = 1 atm

Suhu = 30°C

Dimensi :

Volume = 1363.383m^3

Diameter = 50 ft = 15.24 m

Tinggi = 24 ft = 7.3152 m

Tebal dinding = 6/16 in (course 1), 5/16 in (2), 4/16 in (3), 3/16 in (4)

Bahan konstruksi = Carbon Steel SA-283 Grade C

3.1.18. Tangki-03 (T-03)

Fungsi : Menyimpan produk Methyl methacrylate (MMA) 97% sebanyak 63.59365 kg/menit selama 6 bulan.

Jenis : Tangki silinder tegak, atap berbentuk kerucut dan dasar berbentuk datar (conical roof & flat bottomed vessel).

Jumlah : 1 buah.

Kondisi operasi : Tekanan = 1 atm

Suhu = 30°C

Dimensi :

Volume = 1095.2793 m^3

Diameter = 45 ft = 13.716 m

Tinggi = 24 ft = 7.3152 m

Tebal dinding = 7/16 in (course 1), 6/16 in (2), 5/16 in (3), 3/16 in (4)

Bahan konstruksi = Carbon Steel SA-283 Grade C

3.1.19. Pompa-01 (P-01)

Fungsi : Mengalirkan umpan Methacrylamid sulfat dari pengangkut ke Tangki-01 sebanyak 9475.8293 kg/jam.

Jenis : Centrifugal pump

Jumlah = 1 buah

Kapasitas = 651.40706 gpm

Head = 5.99975 m = 19.68398 ft

Motor = 15 Hp

Bahan konstruksi = Cast steel, 316 stainless steel gitting

3.1.20. Pompa-02 (P-02)

Fungsi : Mengalirkan umpan Methanol dari pengangkut ke Tangki-02 sebanyak 1639.5580 kg/jam

Jenis : Centrifugal pump

Jumlah = 1 buah

Kapasitas = 150.49176 gpm

Head = 6.11355 m = 20.05734 ft

Motor = 2.8 Hp

Bahan konstruksi = Cast steel, 316 stainless steel gitting

3.1.21. Pompa-03 (P-03)

Fungsi : Mengalirkan umpan Methakrilamid Sulfat dari Tangki-01 ke Reaktor sebanyak 9385.8598 kg/jam

Jenis : Centrifugal pump

Jumlah = 1 buah

Kapasitas = 43.0148 gpm

Head = 16.5534 m = 54.3086ft

Motor = 5.2 Hp

Bahan konstruksi = Cast steel, 316 stainless steel gitting

3.1.22. Pompa-04 (P-04)

Fungsi : Mengalirkan umpan Methanol dari Tangki-02 ke Reaktor sebanyak 1606.7669 kg/jam

Jenis : Centrifugal pump

Jumlah = 1 buah

Kapasitas = 9.8321 gpm

Head = 6.3165 m = 20.7233 ft

Motor = 0.5 Hp

Bahan konstruksi = Cast steel, 316 stainless steel gitting

3.1.23. Pompa-05 (P-05)

Fungsi : Mengalirkan cairan hasil Reaktor (R-01) ke reaktor (R-02) sebanyak 14201.5504 kg/jam

Jenis : Centrifugal pump

Jumlah = 1 buah

Kapasitas = 68.7427 gpm

Head = 3.58705m = 11.7684ft

Motor = 0.5 Hp

Bahan konstruksi = Cast steel, 316 stainless steel gitting

3.1.24. Pompa-06 (P-06)

Fungsi : Mengalirkan cairan hasil dari Reaktor ke Stripper sebanyak 14250.5403 kg/jam

Jenis : Centrifugal pump

Jumlah = 1 buah

Kapasitas = 68.03466 gpm

Head = 4.6922 m = 15.3943ft

Motor = 0.5 Hp

Bahan konstruksi = Cast steel, 316 stainless steel gitting

3.1.25. Pompa-07 (P-07)

Fungsi : Mengalirkan cairan hasil dari Akumulator ke MD-01 sebanyak 1890.1361 kg/jam

Jenis : Centrifugal pump

Jumlah = 1 buah

Kapasitas = 34.5790 gpm

Head = 14.4439 m = 47.3877 ft

Motor = 0.5 Hp

Bahan konstruksi = Cast steel, 316 stainless steel gitting

3.1.26. Pompa-8 (P-8)

Fungsi : Mengalirkan cairan hasil bawah Stripper ke UPL sebanyak 9456.92115 kg/jam

Jenis : Centrifugal pump

Jumlah = 1 buah

Kapasitas = 49.3724 gpm

Head = 31.89068 m = 104.62696 ft

Motor = 0.5 Hp

Bahan konstruksi = Cast steel, 316 stainless steel gitting

3.1.27. Pompa-9 (P-9)

Fungsi : Mengalirkan cairan recycle dari Accumulator-01 ke Reaktor-01 sebanyak 3136.3563 kg/jam

Jenis : Centrifugal pump

Jumlah = 1 buah

Kapasitas = 13.2159 gpm

Head = 10.4676 m = 34.3422 ft

Motor = 0.5 Hp

Bahan konstruksi = Cast steel, 316 stainless steel gitting

3.1.28. Pompa-10 (P-10)

Fungsi : Mengalirkan cairan bottom MD-01 ke unit tangki produk sebanyak 5050.505 kg/jam

Jenis : Centrifugal pump

Jumlah = 1 buah

Kapasitas = 31.62134 gpm

Head = 16.1731 m = 53.0607 ft

Motor = 0.8 Hp

Bahan konstruksi = Cast steel, 316 stainless steel gitting

3.1.29. Pompa-11 (P-11)

Fungsi : Mengalirkan produk dari tangki penyimpanan produk (T-04) ke konsumen sebanyak 5050,5051 kg/jam

Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, radial flow impeler)*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 26,3540 gpm

Head : 16,1575 ft

Tenaga motor : 0,75 Hp Standar NEMA

BAB IV
UNIT PENDUKUNG PROSES (UTILITAS) DAN LABORATORIUM

4.1. UNIT PENDUKUNG PROSES (UTILITAS)

Untuk mendukung proses dalam suatu pabrik merupakan sarana penunjang yang penting untuk kelancaran jalannya proses produksi. Sarana penunjang merupakan bagian yang dibutuhkan selain bahan baku dan bahan pembantu agar proses produksi dapat berjalan sesuai dengan yang dikehendaki.

Unit pendukung proses dalam pabrik *Metil Metakrilat* meliputi beberapa unit, yaitu :

a) Unit Penyediaan air
b) Unit penyediaan Steam
c) Unit Penyediaan Listrik
d) Unit Penyediaan Bahan Bakar

4.1.1. Unit Penyediaan Air

Dalam memenuhi kebutuhan air, suatu industri pada umumnya menggunakan sumur, air sungai, air danau dan air laut sebagai sumber untuk memperoleh air. Pada perancangan pabrik *Metil Metakrilat* ini sumber air yang digunakan adalah air yang berasal dari sungai di daerah sekitar pabrik. Air sungai merupakan sumber air yang kontinyuitasnya relatif tinggi, sehingga kekurangan air dapat dihindari.

Air yang diperlukan di lingkungan pabrik digunakan untuk :

a) Air proses

b) Air pendingin

c) Air untuk umpan boiler

d) Air untuk perkantoran dan pabrik

4.1.1.1 Air proses

Air proses digunakan untuk pengenceran natrium hidroksida.

4.1.1.2 Air Pendingin

Pemilihan air sebagai media pendingin karena :

a) Air dapat diperoleh dalam jumlah besar

b) Mudah dalam pengolahan dan pengaturannya

c) Dapat menyerap jumlah panas yang tinggi persatuan volume

d) Tidak mudah menyusut secara berarti dalam batasan dengan adanya perubahan temperatur dingin.

4.1.1.3. Air Untuk Umpan Boiler

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penggunaan air sebagai umpan boiler :

a) Zat-zat yang menyebabkan korosi

Korosi yang terjadi dalam boiler disebabkan air yang digunakan mengandung larutan asam dan gas-gas yang terlarut seperti : O_2,CO_2,

H_2S yang masuk melalui aerasi maupun kontak langsung dengan udara luar.

b) Zat yang dapat menyebabkan *scale foaming*

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

c) Zat yang dapat menyebabkan *foaming*

Air yang diambil kembali dari proses pemanasan dapat menyebabkan foaming pada boiler karena adanya zat-zat organik, anorganik dan zat-zat yang tidak larut dalam jumlah besar.

4.1.1.5. Air Untuk Perkantoran dan Pabrik

Air ini digunakan untuk memasak, mencuci, laboratorium dan lain-lain.

4.1.1.6. Pengolahan Air

Kebutuhan air dalam suatu pabrik dapat diperoleh dari sungai yang ada di sekitar pabrik dengan mengolah terlebih dahulu agar memenuhi syarat yang digunakan. Pengolahan tersebut meliputi pengolahan secara fisik, kimia maupun ion exchanger.

Mula-mula air dialirkan ke bak penampungan dengan menggunakan pompa. Pada waktu penyedotan air di pompa, disuntikkan larutan NaCl yang berfungsi untuk membunuh mikroorganisme sehingga tidak berkembang biak dan mengganggu pada proses selanjutnya. Perkembangan mikroorganisme dapat menyebabkan jaringan distribusi menjadi buntu. Level control system (LCS) yang

ada dalam bak penampung berfungsi untuk mengatur aliran masuk sehingga sesuai dengan keperluan pabrik.

Koagulan yang ditambahkan ke dalam bak penampung tersebut berfungsi untuk mengendapkan kotoran atau lumpur yang ikut dalam air sungai. Kotoran yang telah mengendap di blow down, sedang air yang keluar dari bagian atas dialirkan ke sand filter. Di sand filter ini air dialirkan ke bak penampung. Air dari bak penampung langsung dialirkan untuk make up pendingin. Sedangkan air untuk perkantoran, pabrik dan air umpan boiler perlu diolah terlebih dahulu.

4.1.2. Unit Pengolahan Air Untuk Perkantoran Dan Pabrik

Unit ini berfungsi untuk mengolah air agar dapat digunakan untuk keperluan sehari-hari. Air dari filtered storage tank dialirkan ke tangki klorinator yang diberi kaporit di dalamnya. Tujuan ditambahkan disinfektan untuk membunuh mikroorganisme yang terdapat dalam air. Air yang sudah bersih ini ditampung dalam bak penampung air perkantoran dan pabrik.

4.1.3 Unit Pengolahan Air Untuk Umpan Boiler (Boiler Feed Water)

a. Unit Demineralisasi air

Unit ini berfungsi menghilangkan mineral-mineral yang terkandung dalan air seperti Ca^{2+}, Mg^{2+}, HCO^{3-}, $SO4^{2+}$, Cl dan lain-lain dengan menggunakan resin. Air yang diperoleh adalah air yang bebas mineral yang akan diproses lebih lanjut menjadi air umpan boiler (BFD). Demineralisasi diperlukan karena BFD memerlukan kriteria antara lain :

- Tidak menimbulkan kerak pada shell maupun tube heat exchanger. Hal ini dapat mengakibatkan turunnya efisiensi operasi bahkan dapat mengakibatkan tidak beroperasinya sama sekali.
- Bebas dari segala gas-gas yang dapat mengakibatkan terjadinya korosi terutama gas oksigen dan karbon dioksida.

  Air dari filtered water storage tank yang berfungsi sebagai make up didalam tangki kondensat. Setelah ini diumpankan ke kation exchanger untuk menghilangkan kation-kation mineralnya. Kemungkinan kation yang ada adalah Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^{+}, Fe^{2+}, Mn^{2+} dan Al^{3+}. Air yang keluar dari anion exchanger untuk menghilangkan anion-anion mineralnya. Kemungkinan jenis anion yang ada HCO^{3-}, $CO3^{2-}$, Cl^{-} dan $SiO3^{2-}$. Air yang keluar dari unit kation dan anion axchanger ini diharapkan mempunyai PH sekitar 6,1-6,2. Kemudian dikirim ke unit demineralisasi water storage sebagai penyimpan sementara sebelum diproses lebih lanjut sebagai BFD yang berfungsi untuk menghilangkan kation.

b. Unit Daerator

Air yang telah mengalami demineralisasi masih mengandung gas-gas terlarut terutama oksigen dan karbon dioksida. Gas-gas tersebut dihilangkan terlebih dahulu karena dapat menimbulkan korosi. Daerator berfungsi untuk menghilangkan gas ini. Di dalam daerator diinjeksikan bahan-bahan kimia, bahan tersebut adalah :

- Hidrazin berfungsi untuk mengikat oksigen.

  Reaksinya : $2\ N_2H_2 + O_2 \rightleftharpoons 2\ N_2 + 2\ H_2O$

  Nitrogen sebagai hasil reaksi bersama-sama dengan gas lain dihilangkan melalui stripping dengan steam bertekanan rendah.

- Larutan amonia yang berfungsi untuk mengontrol PH. Air yang keluar daerator Phnya 8,5-9,5. Kedalam air umpan boiler disuntikkan larutan fosfat ($Na_2PO_4H_2O$) untuk mencegah terbentuknya kerak silikat dan kalsium pada steam drum dan tube boiler. Sebelum diumpankan ke boiler air terlebih dahulu diberi dispersant.

c. Unit air pendingin

Air pendingin yang digunakan alam proses sehari-hari berasal dari air pendingin yang telah digunakan dalam pabrik yang kemudian didinginkan dalam *cooling tower*, kehilangan air karena penguapan, terbawa tetesan udara maupun dilakukan blow down di cooling tower diganti dengan air yang disediakan di *filtered water storage tank*. Air pendingin harus mempunyai sifat-sifat yang tidak korosif, tidak menimbulkan kerak, dan tidak menimbulkan mikroorganime yang dapat menimbulkan lumut. Untuk mengatasi hal tersebut, didalam air pendingin disuntikkan bahan-bahan kimia sebagi berikut :

a) Fosfat, berguna untuk mencegah timbulnya kerak

b) Klorin, untuk membunuh mikroorganisme

c) Zat dispersant, untuk mencegah terbentuknya penggumpalan (pengendapan pH)

4.1.4. Kebutuhan Air

Kebutuhan air meliputi :

a. Air Pendingin

Penggunaan air pendingin untuk :

- Reaktor (R-01) : 257825.6763 kg/jam
- Reaktor (R-02) : 11780.1667 kg/jam
- Condensor (CD-01) : 172032.4774 kg/jam
- Condensor (CD-02) : 107799.0116 kg/jam
- Cooler (CL-01) : 20717.0626 kg/jam
- Cooler (CL-02) : 18168.2443 kg/jam
- Cooler (CL-03) : 38297.0079 kg/jam
- Cooler (CL-04) : 15231.3556 kg/jam

Jumlah : 148966.2005 kg/jam

Dengan over design 20%, maka kebutuhan air pendingin :

- Kebutuhan air = 20% x 148966.2005 kg/jam

= 178759.4406kg/jam

Recorvery melalaui Cooling tower 85%, maka make-up yang diperlukan 15% :

- Kebutuhan air make-up = 15% x 148966.2005 kg/jam

= 22344.9301 kg/jam

b. Air Proses

Air untuk melarutkan NaOH = 122.7602 kg/jam

Total air proses = 122.7602 kg/jam

Dengan over design 20%, maka kebutuhan air pendingin :

- Kebutuhan air proses = 120% x 122.7602 kg/jam
  = 147.3122 kg/jam

c. Air untuk membuat steam

Steam dibutuhkan untuk :

- Heat exchanger (HE-01) = 438.6108 kg/jam
- Heat exchanger (HE-02) = 111.8936 kg/jam
- Heat exchanger (HE-03) = 126.9515 kg/jam
- Reboiler (RB-01) = 9444.2700 kg/jam

Total kebutuhan air = 10121.7264 kg/jam

Dengan over design 20%, maka kebutuhan air untuk steam :

- Kebutuhan air = 120% x 10121.7264 kg/jam
  = 12146.0716 kg/jam

Recorvery 80%, maka make-up yang diperlukan 20% :

- Kebutuhan air make-up = 20% x 10121.7264 kg/jam
  = 2024.7264 kg/jam

d. Air Untuk Perumahan dan Perkantoran

Kebutuhan air untuk :

- Jumlah karyawan = 185 orang

- Kebutuhan air untuk masing-masing orang = 185 lt/hari [sularso]

Total kebutuhan air = 1423.19 kg/jam

Diperkirakan kebutuhan air untuk :

- Laboratorium = 500 kg/hari
- Poliklinik = 500 kg/hari
- Kantin, mushola, dan kebun = 12000 kg/hari

Total kebutuhan air untuk kantor dan rumah tangga:

= 1964.856 kg/jam

e. Disediakan air untuk pemadam kebakaran = 600 ft^3/hari

Kebutuhan air total = ∑ air pendingin + ∑ air proses + ∑ air rumah dan kantor + ∑ air untuk membuat steam + ∑ air untuk pemadam kebakaran

= 170508.4851 kg/jam

Jadi air yang harus dipompakan atau diambil dari air sungai adalah 170508.4851 kg/jam.

Selain sifat fisik dari sungai, masalah yang lebih kompleks lagi adalah sifat kimiawi dari air tersebut. Sifat – sifat kimia dari air sungai dipengaruhi oleh zat – zat yang terlarut didalamnya. Sifat kimia yang sering jadi masalah adalah kesadahan yang terbagi menjadi 2 macam:

a. Kesadahan sementara, yaitu air mengandung senyawa – senyawa $Ca(HCO_3)_2$.

b. Kesadahan tetap, yaitu air yang mengandung senyawa – senyawa $AlSO_4$, $MgSO_4$, dan $MgCO_3$.

Kesadahan sementara dapat dihilangkan dengan menggunakan $Ca(OH)_2$ yang berasal dari pelarutan CaO dalam air.

Reaksi: $CaO + H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2$

Reaksi $Ca(OH)_2$ untuk menghilangkan kesadahan sementara:

$$Ca(OH)_2 + Ca(HCO_3)_2 \longrightarrow 2\,CaCO_3 + 2H_2O$$

$$2\,Ca(OH)_2 + Mg(HCO_3)_2 \longrightarrow Mg(OH)_2 + 2CaCO_3$$

$Ca(OH)_2$ selain untuk menghilangkan kesadahan sementara, juga berfungsi untuk menciptakan suasana basa pada air sehingga membantu proses koagulasi oleh alum menjadi lebih efektif.

Kesadahan tetap dapat dihilangkan dengan mereaksikan Na_2CO_3 ke dalam air.

$$Na_2CO_3 + CaSO_4 \longrightarrow CaCO_3 + Na_2SO_4$$

$$Na_2CO_3 + MgSO_4 \longrightarrow MgCO_3 + Na_2SO_4$$

Sedangkan reaksi oleh Na_2CO_3 dipilih supaya tidak menambah kesadahan air.

$$Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O + 6\,Na_2CO_3 \longrightarrow 2\,Al(CO_3)_2 + 2\,Na_2SO_4 + 18H_2O$$

Sand Filter

Air yang keluar dari clarifier secara over flow masuk ke sand filter yang berfungsi menyaring gumpalan terbentuk dalam clarifier yang belum terendapkan. Air yang keluar dari sand filter sudah jernih dan ditampung dalam bak penampung

air bersih untuk dilanjutkan ke unit pelunakan air untuk air proses dan ke unit pengolahan air untuk perumahan dan kantor.

Kation dan anion exchanger

Unit pelunakan air terdiri dari kation dan anion exchanger. Sebelum air digunakan untuk proses pelarutan dan pengenceran maka terlebih dahulu dilakukan proses pelunakan air untuk menghilangkan kesadahan dengan menggunakan kation dan anion exchanger. Dimana pada alat ini akan berlangsung proses pelunakan air penyebab kesadahan dengan ion H^+ atau ion OH^- dari resin dalam exchanger.

Ion – ion dalam air.

Kation: Ca^{++}, Mg^{++},Fe^{++},Al^{++},dll

Anion : HCO_3^-, $SO_4^=$, SiO_2^-, dll

Contoh reaksi yang terjadi dalam kation exchanger:

$$Ca^{++} + H_2 \longrightarrow CaZ + 2\,H^+$$

H_2Z = resin kation exchanger

Contoh reaksi penukaran anion dan kation exchanger:

$$SO_4^= + 2\,ROH \longrightarrow R_2SO_4 + 2OH$$

ROH = resin anion exchanger

Dalam perancangan ini digunakan mesin zeolit *wet process synthetic*.

Setelah beberapa waktu resin akan hilang daya kerjanya, maka resin harus diregenerasi kembali dengan HCl.

$$CaZ + 2HCl \longrightarrow H_2Z + CaCl_2$$

Dalam perancangan anion exchanger digunakan resin jenis *srongly basic resin amberlite* IRA. 400.

Resin anion menggunakan senyawa NaOH:

$$R_2SO_4 + 2\,NaOH \longrightarrow Na_2SO_4 + 2\,ROH$$

Untuk mencegah terjadinya kerak pada pipa – pipa saluran dan pompa akibat kesadahan air yang tersisa, ditambahkan phospat pada bak penampungan untuk dilarutkan dengan air.

Reaki phospat dengan kation:

$$2\,Ca^{++} + 2\,PO_4^{3-} \longrightarrow \downarrow Ca_3(PO_4)$$

Endapan $Ca(PO_4)$ bersifat ringan, tidak menempel pada pipa – pipa saluran sehingga mudah untuk dikeluarkan. Untuk menghilangkan gas–gas korosif digunakan tangki daerator setelah air keluar dari kation dan anion exchanger. Sedangkan untuk penghilangan gas–gas tersebut dapat dilakukan dengan penambahan natrium sulfit (Na_2SO_3).

Unit pengolahan air untuk keperluan rumah dan kantor sebelum digunakan sebagai air minum dan keperluan rumah tangga dan kantor terlebih dahulu air dilakukan proses penghilangan bakteri dan bibit penyakit yaitu pada tangki desinfektan. Pada unit ini ditambahkan kaporit ($CaOCl_2$) sebagai desinfektan. Air yang sudah ditambahkan kaporit kemudian dipompakan ke tower/bak penampung air yang akan dialirkan untuk kebutuhan rumah tangga dan perkantoran. Diharapkan air ini sudah memenuhi standar mutu air minum dan air yang baik serta sehat untuk dikonsumsi rumah tangga dan kantor.

4.1.5. Alat-alat Pengolahan Air

a. Bak penampung/pengendap awal

Fungsi : Mengendapkan lumpur dan kotoran air sungai sebanyak 170508.4851 kg/jam

Dirancang dengan over design 10 %

Waktu tinggal air dalam bak 2-4 jam [Powell, 1954], diambil 3 jam

Volume bak = 615.0607 m^3

Dimensi bak: panjang = p ; lebar = 1/2p ; tinggi = 1/2p

$V = 1/4p^3$, p = 10,2432 m

Sehingga, panjang = 22,1822 m ; lebar = 11,0911 m ; tinggi = 2.5m.

b. Bak penggumpal

Fungsi : Menggumpalkan kotoran yang tidak mengendap di bak penampung awal dengan cara menambahkan $Al_2(SO_4)_3$ dan Na_2CO_3

Reaksi yang terjadi :

$Al_2(SO_4)_3 + 3Ca(HCO_3)_2 \longrightarrow 2Al(OH)_3 + 3CaSO_4 + 6CO_2$

$Al_2(SO_4)_3 + 3Na_2CO_3 + 3H_2O \longrightarrow 2\,Al(OH)_3 + 3Na_2SO_4 + 3CO_2$

Dipakai bak pengaduk, motor yang dipakai berkekuatan 2 Hp

Waktu tinggal dalam bak 20-60 menit [Powell, 1954], diambil 60 menit.

Dirancang dengan over design 10 %

Volume bak = 85,42509 m^3

Dimensi bak bentuk silinder tegak dengan D=H

$V = 0{,}25.\pi.D^3$, D = 4,0268 m ; H = 4,0268 m

Kebutuhan $Al_2(SO_4)_3$ = 110 lb tiap 750000 galon air [Shreve, 1975]

= 74,8729 lb/hari = 33,9616 kg/hari

Kebutuhan Na_2CO_3 = 21,45 lb tiap 750000 galon air [Shreve, 1975]

= 14,6002 lb/hari = 6,6225kg/hari

c. Tangki larutan alum

Fungsi : Menyiapkan dan menyimpan larutan alum 5 % untuk 1 minggu operasi

Konsentrasi alum dalam air yang diolah 30 ppm

Kebutuhan alum = 5,1153 kg/jam

Kebutuhan larutan alum 5 % = 102.3051 kg/jam

Densitas larutan dianggap = 1000 kg/m^3

Keperluan 1 minggu operasi = 17,1873 m^3

Dirancang dengan overdesign 20 %

Volume tangki = 20,6247 m^3

Dipilih tangki silinder tegak dengan H/D = 2

$V = 0{,}25.\pi.D^2.H = 0{,}25.\pi.D^2.2D$

D = 2.3596 m

H = 4.7191 m

d. Tangki larutan soda abu

Fungsi : Menyiapkan dan menyimpan larutan soda abu 5 % untuk 1 minggu operasi

Konsentrasi soda abu dalam air yang diolah 30 ppm

Kebutuhan soda abu = 5.1153 kg/jam

Kebutuhan larutan soda abu 5 % = 102.3051 kg/jam

Densitas larutan dianggap = 1000 kg/m^3

Keperluan 1 minggu operasi = 17.1873 m^3

Dirancang dengan over design 20 %

Volume tangki = 20,6247 m^3

Dipilih tangki silinder tegak dengan H/D = 2

$V = 0{,}25.\pi.D^2.H = 0{,}25.\pi.D^2.2D$

D = 2,3596 m

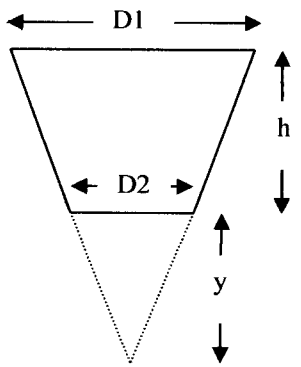
H = 4,7191 m

e. Clarifier

Fungsi : Mengendapkan gumpalan-gumpalan kotoran dari bak penggumpal

Dipakai bak berbentuk silinder terpancung, dengan waktu tinggal 60 menit dan overdesign 10 %

Volume clarifier = 427,1254 m^3



h biasanya = 10 ft = 3,0480 m [Powell, 1954]

Diambil D2 = 0,61.D1

D2/D1 = y/(y+h) = 0,61 D1/D1 = y/(y+3,048)

y = 4,5720 m

$V = 0{,}25.\ \pi.D1^2.(y+h)/3 - 0{,}25.\ \pi.(0{,}61\ D1)^2.y/3$

D1 = 5,0764 m

D2 = 3, 0966 m

Jadi dimensi clarifier :

Tinggi = 3,0480 m

Diameter atas = 5,0764 m

Diameter bawah = 3,0966 m

f. Tangki pengaman

Fungsi : Menampung air yang keluar dari cooling tower dan make-up air.

Dirancang dengan overdesign 10 % dan waktu tinggal 1 jam

Volume tangki = 163,6828 m^3

Dimensi tangki H/D = 1

V = 0,25. $\pi.D^2.D$

D = 5,9320 m

H = 5,9320 m

g. Bak saringan pasir

Fungsi : Menyaring partikel-partikel halus yang belum terendapkan dan masih terdapat dalam air sebanyak 170508.4885kg/jam.

Kecepatan penyaringan 15-25 gpm/ft^2 [Powell,1954], diambil 25 gpm/ft^2

Air dari clarifier = 170.5084 m^3/jam = 750.8079 gpm

Luas penampang cairan (A) = 30,0323 ft^2

$D = (4\ A/\pi)^{0,5}$ = 6,18 ft = 1,88 m

Tinggi tumpukan pasir = 12 – 20 in [Powell, 1954], diambil 20 in = 0,508 m

Tinggi tumpukan kerikil = 20 – 40 in [Powell, 1954], diambil 40 in = 1,02 m

h. Tangki penampung air

Fungsi : Menampung air sebanyak 6041.5133 kg/jam yang keluar dari saringan pasir yang selanjutnya akan dikirim ke tangki demineralisasi dan keperluan umum.

Dirancang dengan overdesign 10 % dan waktu tinggal dalam tangki 1 jam

Volume tangki = 7.2643 m^3

Dimensi tangki D = H

$D = (4\ V/\pi)^{1/3}$ = 2,0994 m ; H = 2,0994 m

i. Tangki demineralisasi

Fungsi : Menghilangkan kesadahan air sebanyak 2054,8077kg/jam dengan menjerap ion-ion yang masih terdapat dalam air dengan zeolit (cation exchanger) dan RNH_2 (anion exchanger)

Kecepatan air dalam zeolit = 3 – 8 gpm/ft^2 [Powell,1954], diambil 5 gpm/ft^2

Tangki berbentuk silinder

Luas penampang (A) = 1,8087 ft^2

Diameter (D) = $(4\ A/\pi)^{0,5}$ = 1,5179 ft = 0,4627 m

Kebutuhan zeolit :

Tebal zeolit yang diperlukan 30 – 72 in [Powell, 1954], diambil 60 in = 1,524 m

Volume zeolit = 9.0436 ft^3

Densitas zeolit = 13,8500 lb/ft^3

Kebutuhan zeolit = 125.2542 lb = 56.8140 kg

Kebutuhan RNH_2 :

Diambil V RNH_2 = V zeolit = 9,0436 ft^3

Densitas RNH_2 = 16,55 lb/ft^3

Kebutuhan RNH_2 = 142.6720 lb = 67.8897 kg

Regenerasi zeolit :

Tiap 1 ft^3 zeolit dapat menghilangkan 2000 – 12000 grain hardness.

Dalam 1 galon air rata-rata terdapat 10 grain hardness [Powell, 1954].

Diambil kapasitas 7000 grain/ft^3 zeolit. Sehingga total zeolit dapat menghilangkan hardness sebanyak = 63305.3899 grain

Jumlah air yang dilunakkan = 6330.3991galon

Waktu operasi zeolit hingga regenerasi = 700 menit = 11,67 jam

Regenerasi dilakukan dalam larutan NaCl jenuh

Tiap 0,275 – 0,35 lb NaCl meregenerasi zeolit yang mengandung 1000 grain hardness [Shreve, 1978]

Diambil 0,35 lb NaCl/1000 grain

Kebutuhan NaCl tiap hari = 45,5799 lb = 20,6747 kg

Larutan NaCl yang digunakan adalah larutan jenuh pada suhu kamar

Konsentrasi larutan jenuh NaCl pada suhu kamar = 36,36 g NaCl/100 g H_2O

Kebutuhan air untuk membuat NaCl jenuh = 125,3572 lb H_2O

j. Tangki larutan NaCl

Fungsi : Menyiapkan dan menyimpan larutan NaCl untuk regenerasi ion exchanger.

Larutan NaCl yang digunakan adalah larutan jenuh pada suhu kamar

Konsentrasi larutan jenuh NaCl pada suhu kamar = 36,36 g NaCl/100 g H_2O = 26,66 %

Kebutuhan larutan NaCl 26,66 % = 79.5176 kg/hari

Densitas larutan NaCl 26,66 % pada 35^0 C = 1150 kg/m^3

Volume larutan selama satu periode, VL = 0,07 m^3

Tangki dirancang untuk satu kali rgenerasi dengan overdesign 20 %

Volume tangki = 0,0830m^3

Tangki berbentuk silinder tegak dengan H/D = 2

$V = 0{,}25.\ \pi.D^2.2D$

D = 0,3753 m

H = 0,7505 m

k. Deaerator

Fungsi : Menghilangkan gas-gas yang terlarut dalam air umpan boiler sebanyak 2024.3453 kg/jam untuk mengurangi terjadinya korosi.

Jenis : silinder tegak yang berisi packing dan udara mengalir dari bagian bawah tangki

Kecepatan volumetrik air = 2,0243 m^3/jam

Waktu tinggal diambil 12 jam, digunakan 2 buah tangki dengan overdesign 20 %

Volume 1 tangki = 14.5749 m^3

Dirancang tangki dengan D = H

$V = 0{,}25.\ \pi.D^2.D$

D = 2.6479 m

H = 2.6479 m

l. Tangki kondensat

Fungsi : Menampung air kondensat uap air dari alat proses dan make-up umpan boiler.

Waktu tinggal diperkirakan 1/2 jam

Jumlah air yang harus ditampung = 2024.4353 kg/jam = 2,0243 m^3/jam

Volume air dalam tangki 1,0121 m^3

Dirancang dengan overdesign 20 %

Dipilih tangki vertikal dengan H/D = 1

$V = 0{,}25.\pi.D^2.D$

D = 1,7055 m

H = 1,7055 m

m. Bak klorinasi

Fungsi : Mencampur air sebanyak 3274.731 kg/jam dengan klorin untuk membunuh kuman penyakit pada air perkantoran dan keperluan umum.

Dipilih silinder tegak dengan D = H

Dirancang dengan overdesign 10 % dan waktu tinggal 10 menit

Debit air = 3,2747 m^3/jam

Volume bak = 0,6003 m^3

D = 0,9144 m

H = 0,9144 m

n. Tangki kaporit

Fungsi : Menyiapkan dan menyimpan larutan kaporit 5 % untuk persediaan 2 minggu.

Konsentrasi kaporit dalam air yang diolah 4 ppm

Kebutuhan kaporit = 0,0264 kg/jam

Kebutuhan larutan kaporit 5 % = 0,5281 kg/jam

Densitas larutan dianggap = 1000 kg/m^3

Keperluan 2 minggu operasi

Volume cairan = 0,1774 m^3

Dirancang dengan overdesign 20 %

Dipilih tangki silinder tegak dengan H/D = 2

$V = 0{,}25.\pi.D^2.2D$

D = 1.1819 m

H = 1.1819 m

o. Cooling tower

Fungsi : Mendinginkan kembali air pendingin yang digunakan pada alat-alat proses menjadi 30^0 C sebelum disirkulasikan lagi.

Sistem : kontak langsung dengan udara didalam cooloing tower (fan)

Jenis : induced draft cooling tower

Jumlah air yang didinginkan = 148966.2005 kg/jam = 657.2122 gpm

Densitas air = 1000 kg/m^3

Suhu air masuk, T1 = 50^0 C = 122^0 F

Suhu air keluar,T2 = 30^0 C = 86^0 F

Suhu dry bulb udara, Tdb = 30^0 C = 86^0 F

Suhu wet bulb udara, Twb = $26{,}11^0$C = 79^0 F, (RH = 50 %)

Temperature approach = T2 – Twb = $8,89^0$ C

Cooling range = 15^0 C

[Dari fig. 12.14 Perry, 1984]

Water concentration = 3,5 gal/men/ft^2

[Dari fig. 12.15 Pery, 1984]

Fan Hp = 0,037 Hp/ft^2 tower, 100 % standard performance

Power untuk fan = 19,26 Hp

Dipilih motor induksi standard NEMA 20 Hp

Jika temperature approach 8 – 11^0 C dipilih tinggi menara 4,6 – 6,1 m [Perry, 1984]

Dipilih tinggi menara = 5 m = 19,69 ft

p. Tangki air pendingin

Fungsi : Menampung air dari cooling tower dan make-up sebagai air pendingin untuk kemudian disirkulasikan ke alat-alat proses.

Dipilih tangki silinder tegak

Jumlah air = 148966.2005 kg/jam = 148.9662 m^3/jam

Dirancang dengan overdesign 10 % dan waktu tinggal 1 jam

Volume tangki = 163.8628 m^3

Dimensi tangki D = H

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

D = 5.9320 m

H = 5.9320 m

4.1.6 Unit Penyediaan Steam

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

Kapasitas : 12146.0716 kg/jam

Tekanan : 14,7 Psia

Jenis : *Fire Tube Boiler*

Jumlah : 1 buah

Boiler tersebut dilengkapi dengan drum separator dengan 25 % condensat direcycle.

Air dari *water treatment plant* yang akan digunakan sebagai umpan boiler terlebih dahulu diatur kadar silica, O_2, Ca, Mg yang mungkin masih terikut, dengan jalan menambahkan bahan-bahan kimia ke dalam boiler *feed water tank*. Selain itu juga perlu diatur pH nya yaitu sekitar 10,5 – 11,5 karena pada pH yang terlalu tinggi korosifitasnya tinggi.

Sebelum masuk ke boiler, umpan dimasukkan dahulu ke dalam *economizer*, yaitu alat penukar panas yang memanfaatkan panas dari gas sisa

pembakaran minyak residu yang keluar dari boiler. Di dalam alat ini air dinaikkan temperaturnya hingga 100 -102 °C, kemudian diumpankan ke boiler.

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

4.1.7. Unit Penyediaan Bahan Bakar

Unit ini bertujuan untuk menyediakan bahan bakar yang digunakan pada generator dan boiler. Bahan bakar yang digunakan untuk generator adalah solar Industrial Diesel Oil (IDO) yang diperoleh dari PT. Pertamina, Cilacap. Sedangkan bahan bakar yang dipakai pada boiler adalah Medium Furnace Oil yang juga diperoleh dari PT. Pertamina, Cilacap.

Unit ini menyimpan kebutuhan bahan bakar di Boiler sebesar 62.1851 lt/jam. Sedangkan untuk kebutuhan bahan bakar untuk generator sebesar 33,3323 lt/jam.

Alat untuk penyediaan bahan bakar berupa tangki bahan bakar yang berbentuk tangki silinder dengan *Conical Roof dan Flat Bottomed.*

4.1.8. Unit Penyediaan Listrik

Unit ini untuk memenuhi kebutuhan listrik diseluruh area pabrik. Pemenuhan kebutuhan listrik dipenuhi oleh PLN dan sebagai cadangan digunakan *generator set* untuk menghindari gangguan yang mungkin terjadi pada PLN. Kebutuhan listrik pada pabrik Methyl Methacrylat dapat dibagi :

a) Listrik untuk keperluan proses
b) Listrik untuk utilitas
c) Listrik untuk penerangan dan AC
d) Lisrik untuk laboratorium dan bengkel
e) Listrik untuk instrumentasi

Jumlah kebutuhan listrik 400.8651 kW. Jika faktor daya listrik 80% maka total kebutuhan listrik yang digunakan 320.6921 kW.

4.1.9. Unit Penyediaan Udara Tekan

Udara tekan diperlukan untuk pemakaian alat *pneumatic control*. Kebutuhan udara tekan sebesar 92,4 m^3/jam. Untuk memenuhi kebutuhan udara tekan digunakan kompresor dengan daya 7,5 Hp untuk menekan udara lingkungan.

4.1.10. Unit Pengolahan Limbah

Pabrik *Metyl Methacrylat* menghasilkan limbah berupa Ms, *methanol,* ammonium bisulfat, dan H_2O. Pengolahan air limbah adalah pengolahan limbah pabrik yang belum memenuhi persyaratan (BOD, COD, dan lain-lain) secara mikrobiologis sehingga air yang keluar dari pabrik memenuhi persyaratan Undang-Undang Lingkungan Hidup.

4.2. LABORATORIUM

4.2.1. Kegunaan Laboratorium

Laboratorium merupakan bagian yang sangat penting dalam menunjang kelancaran proses produksi dan menjaga mutu produk. Sedangkan fungsinya yang lain adalah untuk pengendalian terhadap pencemaran lingkungan, baik pencemaran udara maupun pencemaran air.

Laboratorium kimia merupakan sarana untuk mengadakan penelitian mengenai bahan baku, proses maupun produksi. Hal ini dilakukan untuk meningkatkan dan menjaga kualitas atas mutu produksi perusahaan. Analisa yang dilakukan dalam rangka pengendalian mutu meliputi analisa bahan baku dan bahan pembantu, analisa proses dan analisa kualitas produk.

Fungsi laboratorium antara lain:

a. Memeriksa bahan baku dan bahan pembantu yang akan digunakan
b. Menganalisa dan meneliti produk yang akan dipasarkan
c. Melakukan percobaan yang ada kaitannya dengan proses produksi

d. Memeriksa kadar zat-zat pada buangan pabrik yang dapat menyebabkan pencemaran agar sesuai dengan baku mutu yang telah ditetapkan.

4.2.2. Program Kerja Laboratorium

a. Analisa Bahan Baku dan Produk

Dalam upaya pengendalian mutu produk pabrik ini, maka akan dioptimalkan aktifitas laboratorium untuk pengujian mutu. Adapun analisa pada proses pembuatan *Methyl Methacrylat* meliputi : kemurnian, warna, densitas, viskositas, titik didih, *specific gravity*, dan *impurities*.

b. Analisa Untuk Keperluan Utilitas

Adapun analisa untuk keperluan utilitas meliputi :

a) Analisa feed water, yang dianalisa meliputi *Dissolved oxygen*, PH, *hardness*, *total solid*, *suspended solid* serta *oil* dan *organic matter*.

Syarat kualitas *feed water* :

- DO : lebih baik 0 ≤ 0,007 ppm (≤ 0,005 cc/lt)
- PH : ≥ 7
- *Hardness* : 0
- Temporary hardness maksimum : ppm $CaCO_3$

  Total solid: ≤ 200 ppm (0-600 psi), ≤ 10 ppm (600-750 psi)
- *Suspended solid* : 0
- Oil dan organic matter : 0

* Penukar ion, yang dianalisa adalah kesadahan $CaCO_3$ dan silica sebagai SiO_2
* Air bebas mineral, analisanya sama dengan penukar ion
* Analisa cooling water, yang dianalisa PH jenuh $CaCO_3$ dan indeks *Langelier*

Syarat kualitas air pada *cooling water*:

- PH jenuh $CaCO_3$: 11,207-0,916 log Ca + log Mg – 0,991 log total alkalinitas + 0,032 log SC_4
- Indeks Langlier : PH jenuh $CaCO_3$ (0,6 – 10)

b) Analisa air umpan boiler, yang dianalisa meliputi alkalinitas total, *sodium phosphate, chloride, PH, oil* dan *organic matter*, *total solid* serta konsentrasi silika.

c) Air minum yang dihasilkan dianalisa meliputi PH, kadar *khlor* dan kekeruhan

d) Air bebas mineral, yang dianalisa meliputi PH, kesadahan, jumlah O_2 terlarut, dan kadar Fe

Untuk mempermudah pelaksanaan program kerja laboratorium, maka laboratorium di pabrik ini dibagi menjadi 3 bagian :

a. Laboratorium Pengamatan

Fungsi dari laboratorium ini adalah melakukan analisa secara fisika terhadap semua arus yang berasal dari proses proses produksi maupun tangki serta mengeluarkan "*Certificate of Quality*" untuk menjelaskan

spesifikasi hasil pengamatan. Jadi pemeriksaan dan pengamatan dilakukan terhadap bahan baku dan produk akhir.

b. Laboratorium Analisa/Analitik

Fungsi dari laboratorium ini adalah melakukan analisa terhadap sifat-sifat dan kandungan kimiawi bahan baku, produk akhir, kadar air, dan bahan kimia yang digunakan (*additive*, bahan-bahan injeksi, dan lain-lain)

c. Laboratorium Penelitian, Pengembangan dan Perlindungan Lingkungan

Fungsi dari laboratorium ini adalah melakukan penelitian dan pengembangan terhadap kualitas material terkait dalam proses yang digunakan untuk meningkatkan hasil akhir. Sifat dari laboratorium ini tidak rutin dan cenderung melakukan penelitian hal-hal yang baru untuk keperluan pengembangan. Termasuk didalamnya adalah kemungkinan penggantian, penambahan, dan pengurangan alat proses.

4.2.3. Alat-Alat Utama Laboratorium

Alat-alat utama yang digunakan di laboratorium antara lain:

a. *Water Content Tester*

Alat ini digunakan untuk menganalisa kadar air dalam produk.

b. *Viscosimeter Bath*

Alat ini digunakan untuk mengukur viskositas produk keluar dari reaktor.

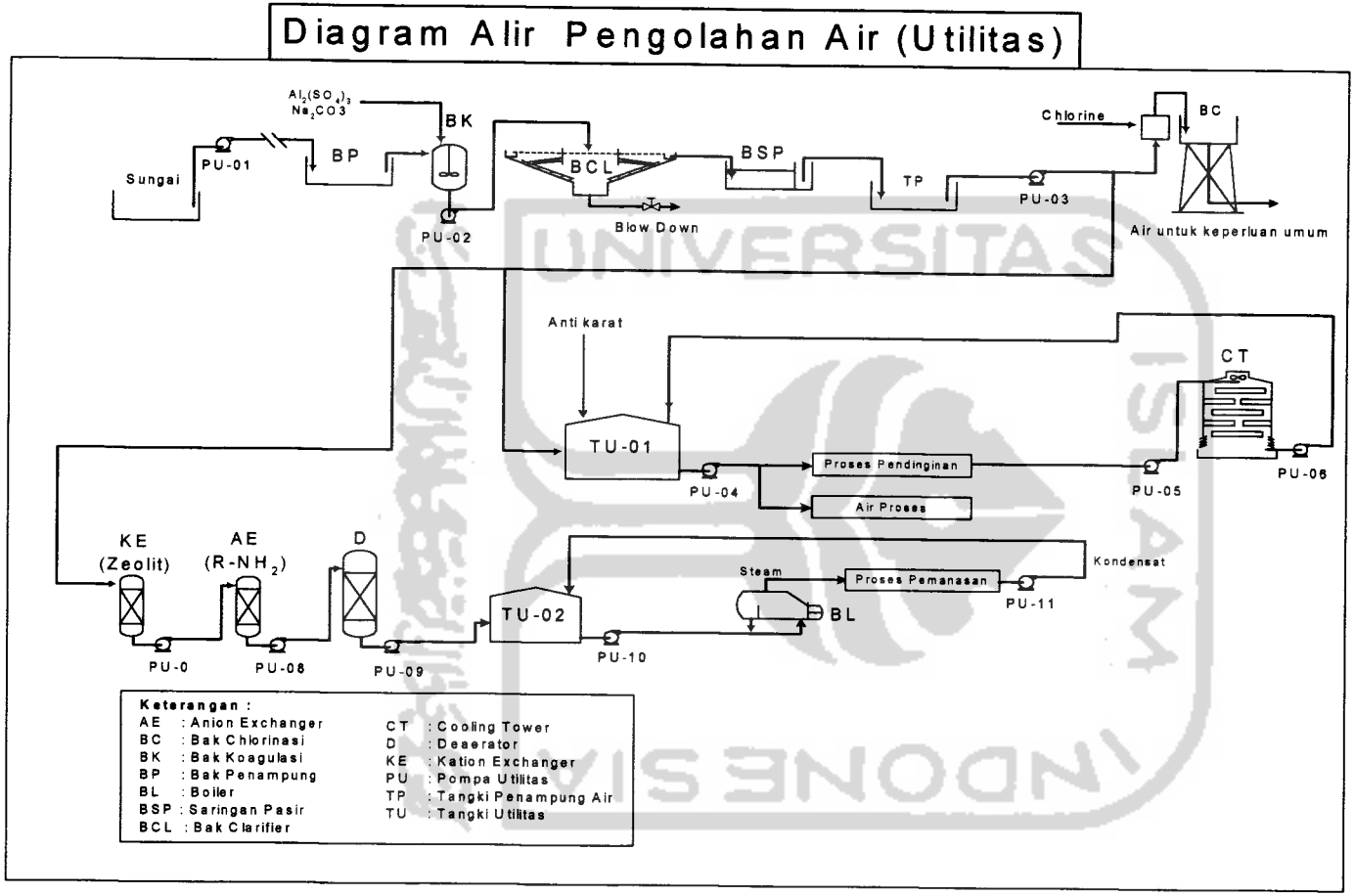
c. *Hydrometer*

Alat ini digunakan untuk mengukur spesifik gravity

d. *Thermoline* untuk menentukan titik leleh

e. *Spektofotometer*

Alat yang digunakan untuk menganalisa senyawa organik dengan menggunakan sinar infra merah.



Gambar 3.1. Diagram alir Pengolahan Air (Utilitas)

BAB V
MANAJEMEN PERUSAHAAN

5.1. Bentuk Perusahaan

Pabrik *Metil Metakrilat* yang akan didirikan direncanakan mempunyai :

Bentuk : Perseroan Terbatas (PT)

Lapangan Usaha : Industri

Lokasi Perusahaan : Gresik, Jawa Timur.

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

a) Mudah mendapatkan modal, yaitu dengan menjual saham perusahaan.

b) Tanggung jawab pemegang saham terbatas, sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pimpinan perusahaan.

c) Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin, karena tidak terpengaruh dengan berhentinya pemegang saham, direksi beserta stafnya atau karyawan perusahaan.

d) Efisiensi dari manajemen

Para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai dewan komisaris dan direktur yang cukup cakap dan berpengalaman.

e) Lapangan usaha lebih luas

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

f) Merupakan badan usaha yang memiliki kekayaan tersendiri yang terpisah dari kekayaan pribadi.

g) Mudah mendapatkan kredit dari Bank dengan jaminan perusahaan yang ada.

h) Mudah bergerak di pasar modal.

Ciri-ciri Perseroan Terbatas adalah :

a) Perusahaan didirikan dengan akta notaris berdasarkan Kitab Undang-undang Hukum Dagang.

b) Pemilik perusahaan adalah para pemegang saham.

c) Biasanya modal ditentukan dalam akta pendirian dan terdiri dari saham-saham.

d) Perusahaan dipimpin oleh direksi yang dipilih oleh para pemegang saham.

e) Pembinaan personalia sepenuhnya diserahkan kepada direksi dengan memperhatikan Undang-undang Perburuhan.

5.2. Struktur Organisasi Perusahaan

Salah satu faktor yang menunjang kemajuan perusahaan adalah struktur organisasi yang terdapat dan dipergunakan oleh perusahaan tersebut. Hal ini disebabkan oleh kelancaran perusahaan berhubungan dengan komunitas yang terjadi di dalamnya.

Untuk mendapatkan suatu sistem yang baik maka perlu diperhatikan beberapa pedoman, antara lain :

a) Perumusan tujuan perusahaan jelas.

b) Pendelegasian wewenang dan pembagian tugas kerja yang jelas.

c) Kesatuan perintah dan tanggung jawab.

d) Sistem pengontrol atas pekerjaan yang telah dilaksanakan.

e) Organisasi perusahaan yang fleksibel.

Dengan berpedoman pada hal-hal tersebut, maka akan diperoleh struktur organisasi yang baik, yang salah satunya yaitu *System Line and Staff*. Pada sistem ini, garis kekuasaan lebih sederhana dan praktis dan ada pembagian tugas kerja seperti yang terdapat dalam sistem organisasi fungsional, sehingga seorang karyawan hanya akan bertanggung jawab pada seorang atasan saja.

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

- Sebagai garis atau lini, yaitu orang-orang yang melaksanakan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan.
- Sebagai staf, yaitu orang-orang yang melakukan tugas sesuai dengan keahliannya, dalam hal ini berfungsi untuk memberi saran-saran kepada unit operasional.

Dewan komisaris mewakili para pemegang saham dalam pelaksanaan tugas sehari-harinya. Tugas untuk menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh seorang Direktur yang dibantu oleh Manajer Produksi dan Manajer Umum. Manajer Produksi membawahi bagian teknik dan operasi. Manajer Umum membawahi kelancaran pelayanan dan pemasaran. Manajer membawahi kepala

bagian dan kepala bagian membawahi kepala seksi. Kepala seksi ini akan membawahi dan mengawasi beberapa karyawan.

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

Manfaat adanya struktur organisasi tersebut adalah sebagai berikut :

a) Menjelaskan dan menjernihkan persoalan mengenai pembatasan tugas, tanggung jawab, dan wewenang.
b) Sebagai bahan orientasi untuk pejabat.
c) Penempatan pegawai yang lebih tepat.
d) Penyusunan program pengembangan manajemen.
e) Mengatur kembali langkah kerja dan prosedur kerja yang berlaku bila terbukti kurang lancar.

Untuk struktur organisasi Pabrik *Metil Metakrilat* dapat dilihat pada Gambar 4.4.

5.3. Tugas dan Wewenang

5.3.1. Pemegang Saham

Pemegang saham adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian pabrik dan berjalannya operasi perusahaan tersebut. Kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang mempunyai bentuk Perseroan Terbatas (PT) adalah Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS) yang berwenang untuk :

a) Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris.

b) Mengangkat dan memberhentikan Direktur.

c) Mengesahkan hasil-hasil usaha serta neraca perhitungan untung rugi tahunan dari perusahaan.

5.3.2. Dewan Komisaris

Dewan Komisaris merupakan pelaksana tugas sehari-hari daripada pemilik saham, sehingga Dewan Komisaris akan bertanggung jawab terhadap pemilik saham.

Tugas Dewan Komisaris meliputi :

a) Menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijaksanaan umum, target perusahaan, alokasi sumber-sumber dana dan pengarahan pemasaran.

b) Mengawasi tugas-tugas Direktur.

c) Membantu Direktur dalam tugas-tugas yang penting.

5.3.3. Direktur Utama

Direktur utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab sepenuhnya terhadap maju mundurnya perusahaan. Direktur bertanggung jawab kepada Dewan Komisaris atas segala tindakan dan kebijaksanaan yang diambil sebagai pimpinan perusahaan. Direktur membawahi Manajer Produksi serta Manajer Umum.

Tugas Direktur antara lain :

a) Melaksanakan kebijakan perusahaan dan mempertanggungjawabkan pekerjaannya kepada pemegang saham pada akhir masa jabatannya.

b) Menjaga stabilitas organisasi perusahaan dan membuat kontinuitas hubungan yang baik antara pemilik saham, pimpinan, konsumen, dan karyawan.

c) Mengangkat dan memberhentikan kepala bagian dengan persetujuan Rapat Umum Pemegang Saham.

d) Mengkoordinir kerjasama dengan Manajer Produksi serta Manajer Umum.

5.3.4. Manajer

Membantu Direktur di dalam pelaksanaan operasional perusahaan dan bertanggung jawab kepada Direktur. Disini terdapat beberapa manajer, antara lain:

1. Manajer Produksi, tugasnya :

a. Bertanggung jawab kepada Direktur dalam bidang operasi dan teknik.

b. Mengkoordinasi, mengatur, dan mengawasi pelaksanaan kerja kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya.

2. Manajer Umum, tugasnya :

a. Bertanggung jawab kepada Direktur dalam bidang keuangan, pelayanan umum, dan pemasaran.

b. Mengkoordinasi, mengatur, dan mengawasi pelaksanaan kerja kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya.

5.3.5. Kepala Bagian

Secara umum tugas kepala bagian adalah mengkoordinir, mengatur, dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis-garis yang diberikan oleh pimpinan peerusahaan.

Kepala bagian terdiri dari :

1. *Kepala Bagian Operasi*

   Kepala Bagian Operasi bertanggung jawab kepada Manajer Produksi dalam bidang mutu dan kelancaran produksinya.

   Kepala Bagian Operasi membawahi :

   a. Supervisor Utilitas

      Tugas Supervisor Utilitas :

      - Memimpin dan mengkoordinir pelaksanaan operasional dalam pengadaan utilitas, tenaga, dan instrumentasi. Bertanggung jawab kepada manajer atas hal-hal yang dilakukan bawahannya dalam menjalankan tugasnya masing-masing.

   b. Supervisor Produksi

      Tugas Supervisor Produksi :

      - Menjalankan tindakan seperlunya pada peralatan produksi yang mengalami kerusakan, sebelum diperbaiki oleh seksi yang berwenang.
      - Mengawasi jalannya proses dan produksi.
      - Bertanggung jawab atas ketersediaan sarana utilitas untuk menunjang kelancaran proses produksi.

3. Kepala Bagian Keselamatan, Kesehatan Kerja, dan Lingkungan

Kepala Bagian Keselamatan, Kesehatan Kerja, dan Lingkungan bertanggung jawab kepada Manajer Produksi dalam bidang K3 dan pengolahan limbah.

Kepala Bagian Keselamatan, Kesehatan Kerja, dan Lingkungan membawahi :

a. Seksi Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Tugas Seksi Keselamatan dan Kesehatan Kerja antara lain :

- Melaksanakan dan mengatur segala hal untuk menciptakan keselamatan dan kesehatan kerja yang memadai dalam perusahaan.
- Menyelenggarakan pelayanan kesehatan terhadap karyawan terutama di poliklinik.
- Melakukan tindakan awal pencegahan bahaya lebih lanjut terhadap kejadian kecelakaan kerja.
- Menciptakan suasana aman di lingkungan pabrik serta penyediaan alat-alat keselamatan kerja.

b. Seksi Pengolahan Limbah

Tugas Seksi Pengolahan Limbah antara lain :

- Memantau pengolahan limbah yang dihasilkan di seluruh pabrik.
- Memantau kadar limbah buangan agar sesuai dengan baku mutu lingkungan.

c. Seksi Laboratorium

Tugas Seksi Laboratorium :

- Mengawasi dan menganalisa mutu bahan baku dan bahan pembantu.
- Mengawasi dan menganalisa produk.
- Mengawasi kualitas buangan pabrik.

2. *Kepala Bagian Teknik*

Kepala Bagian Teknik bertanggung jawab kepada Manajer Produksi. Tugas Kepala Bagian Teknik antara lain :

- Bertanggung jawab kepada Manajer Produksi dalam bidang peralatan, proses, dan utilitas.
- Mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya.

Kepala Bagian Teknik membawahi :

a. Seksi Pemeliharan Peralatan

Tugas Seksi Pemeliharaan Peralatan antara lain :

- Melaksanakan pemeliharaan fasilitas gedung dan peralatan pabrik.
- Memperbaiki peralatan pabrik.

b. Seksi Pengadaan Peralatan

Tugas Seksi Pengadaan Peralatan antara lain :

- Merencanakan penggantian alat.
- Menentukan spesifikasi peralatan pengganti atau peralatan baru yang akan digunakan.

4. Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan (Litbang)

Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan (Litbang) bertanggung jawab kepada Manajer Produksi dalam bidang penelitian dan pengembangan perusahaan.

Kepala Bagian Litbang membawahi :

a. Seksi Penelitian

Tugas Seksi Penelitian antara lain :

- Melakukan penelitian untuk peningkatan efisiensi, dan efektivitas proses produksi serta peningkatan kualitas produk.

b. Seksi Pengembangan

Tugas Seksi Pengembangan antara lain :

- Merencanakan kemungkinan pengembangan yang dapat dilakukan perusahaan baik dari segi kapasitas, keperluan plant, pengembangan pabrik maupun dalam struktur organisasi perusahaan.

5. Kepala Bagian Pemasaran

Kepala Bagian Pemasaran bertanggung jawab kepada Manajer Umum dalam bidang pengadaan bahan baku dan pemasaran hasil produksi.

Kepala Bagian Pemasaran membawahi :

a. Seksi Pembelian

Tugas Seksi Pembelian antara lain :

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

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

b. Seksi Pemasaran

Tugas Seksi Pemasaran antara lain :

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

6. *Kepala Bagian Administrasi dan Keuangan*

Kepala Bagian Keuangan bertanggung jawab kepada Manajer Umum dalam bidang administrasi dan keuangan.

Kepala Bagian Keuangan membawahi :

a. Seksi Administrasi

Tugas Seksi Administrasi antara lain :

- Menyelenggarakan pencatatan hutang piutang, administrasi persediaan kantor, dan pembukuan, serta masalah pajak.

b. Seksi Keuangan

Tugas Seksi Keuangan antara lain :

1. Mengadakan perhitungan tentang gaji dan intensif karyawan.
2. Menghitung penggunaan uang perusahaan, mengamankan uang, dan membuat prediksi keuangan masa depan.

7. *Kepala Bagian Personalia dan Umum*

Kepala Bagian Personalia dan Umum bertanggung jawab kepada Manajer Umum dalam bidang personalia, hubungan masyarakat, dan keamanan.

Kepala Bagian Personalia dan Umum membawahi :

a. Seksi Personalia

Tugas Seksi Personalia antara lain :

- Membina tenaga kerja dan menciptakan suasana kerja yang sebaik mungkin antara pekerja dan pekerjaannya serta lingkungannya supaya tidak terjadi pemborosan waktu dan biaya.
- Mengusahakan disiplin kerja yang tinggi dalam menciptakan kondisi kerja yang dinamis.
- Melaksanakan hal-hal yang berhubungan dengan kesejahteraan karyawan.

b. Seksi Humas

Tugas Seksi Humas antara lain :

- Mengatur hubungan perusahaan dengan masyarakat di luar lingkungan perusahaan.

c. Seksi Keamanan

Tugas Seksi Keamanan antara lain :

- Menjaga semua bangunan pabrik dan fasilitas yang ada di perusahaan.
- Mengawasi keluar masuknya orang-orang baik karyawan maupun bukan ke dalam lingkungan perusahaan.

3. Menjaga dan memelihara kerahasiaan yang berhubungan dengan intern perusahaan.

5.3.6. Kepala Seksi

Kepala Seksi adalah pelaksana pekerjaan dalam lingkungan bidangnya sesuai dengan rencana yang telah diatur oleh kepala bagian masing-masing agar diperoleh hasil yang maksimal dan efektif selama berlangsungnya proses produksi. Setiap Kepala Seksi bertanggung jawab terhadap Kepala Bagiannya masing-masing sesuai dengan seksinya.

5.4. Status Karyawan Dan Sistem Penggajian

Pada pabrik *Methyl Methacrylat* ini, sistem penggajian karyawan berbeda-beda tergantung pada status karyawan, kedudukan, tanggung jawab, dan keahlian. Untuk penggolongan jabatan dan prasyaratnya dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Menurut statusnya karyawan dibagi menjadi tiga golongan sebagai berikut:

1. Karyawan Tetap

Adalah karyawan yang telah memenuhi syarat-syarat yang ditentukan, diterima, dipekerjakan, dan mendapat balas jasa serta terikat dalam hubungan kerja dengan perusahaan untuk jangka waktu yang tidak terbatas.

2. Karyawan Harian

Adalah karyawan yang terikat pada hubungan kerja dengan perusahaan dalam jangka waktu yang terbatas, hubungan kerja diatur dalam suatu perjanjian, dengan berpedoman pada Peraturan Menteri Tenaga Kerja No. PER 02/MEN/1993. Hak-hak karyawan kontrak dapat disesuaikan dengan kondisi dan dituangkan dalam kontrak tersebut.

3. Karyawan Borongan

Adalah karyawan yang terikat pada hubungan kerja dengan perusahaan atas dasar pekerjaan harian yang bersifat insidentil atau sewaktu-waktu dan tidak terus-menerus, maksimal selama tiga bulan disesuaikan dengan kondisi dan dituangkan di dalam kontrak yang dimaksud.

5.5. Pembagian Jam Kerja Karyawan

Pabrik *Metil Metakrilat* beroperasi selama 300 hari dalam 1 tahun dan 24 jam perhari. Sisa hari yang lain dapat digunakan untuk perbaikan atau perawatan dan shut down. Sedangkan 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 karyawan non-shift yaitu manajer, staf ahli, kepala bagian, kepala seksi, bagian pemasaran, bagian administrasi, personalia dan umum. Karyawan non-shift dalam satu minggu akan bekerja selama 5 hari dengan pembagian kerja sebagai berikut :

Jam Kerja :

Hari Senin – kamis : jam 07.00 – 16.00 dengan waktu istirahat 12.00 – 13.00

Hari Jumat : jam 07.00 – 17.00 dengan waktu istirahat 11.30 – 13.30

Hari Sabtu : libur.

Untuk hari Minggu libur.

2. *Karyawan Shift/Ploog*

Karyawan Shift adalah karyawan yang secara langsung menangani proses produksi atau mengatur bagian-bagian tertentu dari pabrik yang mempunyai hubungan dengan masalah keamanan dan kelancaran produksi. Yang termasuk karyawan shift antara lain operator produksi, sebagian seksi proses, sebagian seksi laboratorium, sebagian seksi pemeliharaan, sebagian seksi utilitas, sebagian karyawan K3, dan lingkungan, serta seksi keamanan. Para karyawan shift akan bekerja bergantian sehari semalam, dengan pengaturan sebagai berikut :

Karyawan produksi dan teknik :

Shift Pagi : jam 07.00 – 15.00

Shift Siang : jam 15.00 – 23.00

Shift Malam : jam 23.00 – 07.00

Karyawan keamanan :

Shift Pagi : jam 06.00 – 14.00

Shift Siang : jam 14.00 – 22.00

Shift Malam : jam 22.00 -06.00

Tabel 5.1. Jadwal Kerja Masing-masing Regu Shift

Regu	Hari														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	P	P	L	M	M	M	L	S	S	S	L	P	P	P	L
2	S	L	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S	S	L	P
3	L	S	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S
4	M	M	M	L	S	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M

Keterangan :

P : Pagi

S : Siang

M : Malam

L : Libur

Untuk karyawan shift ini dibagi dalam 4 regu dimana 3 regu bekerja dan 1 regu istirahat dan dikenakan secara bergantian. Tiap regu akan mendapat giliran 3 hari kerja dan 1 hari libur tiap-tiap shift dan masuk lagi untuk shift berikutnya, jadwal kerja masing-masing regu shift dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Kelancaran produksi dari suatu pabrik sangat dipengaruhi oleh faktor kedisiplinan karyawannya. Untuk itu kepada seluruh karyawan diberlakukan presensi dan masalah absensi ini akan digunakan pimpinan perusahaan sebagai dasar dalam mengembangkan karier para karyawan dalam perusahaan.

5.6. Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan Dan Gaji

5.6.1. Jabatan dan Pendidikan

Tabel 5.2. Jabatan dan Pendidikan

No.	Jabatan	Pendidikan
1	Direktur	Sarjana Teknik Kimia
2	Manajer Produksi	Sarjana Teknik Kimia
3	Manajer Umum	Sarjana Ekonomi
4	Sekretaris	Akademi Sekretaris
5	Kepala Bagian Operasi	Sarjana Teknik Kimia
6	Kepala Bagian Personalia dan Umum	Sarjana Psikologi
7	Kepala Bagian Pemasaran	Sarjana Ekonomi
8	Kepala Bagian Administrasi dan Keuangan	Sarjana Ekonomi
9	Kepala Bagian Teknik	Sarjana Teknik Mesin
10	Kepala Bagian K3	Sarjana Teknik Lingkungan
11	Kepala Bagian Litbang	Sarjana Teknik Kimia
12	Kepala Seksi Personalia	Sarjana Psikologi
13	Kepala Seksi Humas	Sarjana Komunikasi
14	Kepala Seksi Keamanan	Sarjana Muda / DIII
15	Kepala Seksi Pemasaran	Sarjana Ekonomi
16	Kepala Seksi Administrasi	Sarjana Administrasi Negara
17	Kepala Seksi Keuangan	Sarjana Ekonomi
18	Kepala Seksi Laboratorium	Sarjana Teknik Kimia
19	Kepala Seksi Pemeliharaan Peralatan	Sarjana Teknik Mesin
20	Kepala Seksi Pengadaan Peralatan	Sarjana Teknik Kimia
21	Kepala Seksi K3	Sarjana Teknik Lingkungan
22	Kepala Seksi Pengolahan Limbah	Sarjana Teknik Lingkungan
23	Kepala Seksi Penelitian	Sarjana Kimia
24	Kepala Seksi Pengembangan	Sarjana Teknik Kimia
25	Kepala Seksi Pembelian	Sarjana Teknik Kimia
26	Supervisor Utilitas	Sarjana Teknik Kimia
27	Supervisor Produksi	Sarjana Teknik Kimia
28	Karyawan Personalia	Sarjana Muda / DIII

Lanjutan Tabel 5.2. dapat dilihat dibawah ini

29	Karyawan Humas	Sarjana Muda / DIII
30	Karyawan Keuangan	Sarjana Muda / DIII
31	Karyawan Administrasi	Sarjana Muda / DIII
32	Karyawan Pemasaran	Sarjana Muda / DIII
33	Karyawan Pembelian	Sarjana Muda / DIII
34	Karyawan Pengembangan	Sarjana Muda / DIII
35	Karyawan Penelitian	Sarjana Muda / DIII
36	Karyawan Pengolahan Limbah	Sarjana Muda / DIII
37	Karyawan K3	Sarjana Muda / DIII
38	Karyawan Pengadaan Alat	Sarjana Muda / DIII
39	Karyawan Pemeliharaan Alat	Sarjana Muda / DIII
40	Karyawan Laboratorium	Sarjana Muda / DIII
41	Medis	Dokter
42	Paramedis	Akademi Keperawatan
43	Satpam	SMU / STM
44	Sopir	SMP / SMU / STM
45	Tukang Kebun	SMP / SMU / STM
46	Cleaning Service	SMP / SMU / STM

5.6.2. Perincian Jumlah Karyawan

Jumlah karyawan harus disesuaikan secara tepat sehingga semua pekerjaan yang ada dapat diselesaikan secara baik dan efisien. Penentuan jumlah karyawan dapat dilakukan dengan melihat jenis proses ataupun jumlah unit proses yang ada. Penentuan jumlah karyawan proses dapat dilihat pada Tabel 5.3. sebagai berikut :

Tabel 5.3. Jumlah Karyawan

No.	Jabatan	Jumlah
1	Direktur	1
2	Manajer Produksi	1
3	Manajer Umum	1
4	Sekretaris	3
5	Kepala Bagian Operasi	1
6	Kepala Bagian Personalia dan Umum	1
7	Kepala Bagian Pemasaran	1
8	Kepala Bagian Teknik	1
9	Kepala Bagian Administrasi dan Keuangan	1
10	Kepala Bagian K3	1
11	Kepala Bagian Litbang	1
12	Kepala Seksi Personalia	1
13	Kepala Seksi Humas	1
14	Kepala Seksi Keamanan	1
15	Kepala Seksi Pemasaran	1
16	Kepala Seksi Administrasi	1
17	Kepala Seksi Kas	1
18	Kepala Seksi Laboratorium	1
19	Kepala Seksi Pemeliharaan	1
20	Kepala Seksi Pengadaan	1
21	Kepala Seksi K3	1
22	Kepala Seksi Pengolahan Limbah	1
23	Kepala Seksi Penelitian	1
24	Kepala Seksi Pengembangan	1
25	Kepala Seksi Pembelian	1
26	Supervisor Utilitas	4
27	Supervisor Produksi	4
28	Karyawan Personalia	4
29	Karyawan Humas	4
30	Karyawan Keuangan	2
31	Karyawan Administrasi	2

Lanjutan Tabel 5.3. dapat dilihat dibawah ini

32	Karyawan Pemasaran	4
33	Karyawan Pembelian	2
34	Karyawan Pengembangan	4
35	Karyawan Penelitian	5
36	Karyawan Pengolahan Limbah	4
37	Karyawan K3	6
38	Karyawan Pengadaan Alat	4
39	Karyawan Pemeliharaan Alat	8
40	Karyawan Laboratorium	12
41	Medis	3
42	Paramedis	6
43	Tukang Kebun	6
44	Sopir	6
45	Satpam	20
46	Cleaning Service	10
	Total	185

5.6.3. Penggolongan dan Gaji

Penentuan jumlah gaji dapat dilakukan dengan melihat jabatan masing-masing karyawan. Penentuan jumlah gaji menurut jabatan dapat dilihat pada Tabel 5.4. sebagai berikut

Tabel 5.4. Penggolongan Gaji Menurut Jabatan

Karyawan	Jumlah orang	Gaji (Per bulan)
1. Direktur	1	Rp 15.000.000,00
2. Manajer	2	Rp 10.000.000,00
3. Staf Ahli	5	Rp 5.000.000,00
4. Kepala bagian	7	Rp 6.500.000,00
5. Kepala Seksi	21	Rp 4.500.000,00
6. Kepala shift	12	Rp 3.500.000,00

Lanjutan Tabel 5.4. dapat dilihat dibawah ini

7. Karyawan Bag. Teknik	12	Rp 1.500.000,00
8. Karyawan Bag. Operasi	20	Rp 1.500.000,00
9. Karyawan Bag. K3	10	Rp 1.500.000,00
10 Karyawan Bag. Litbang	7	Rp 1.500.000,00
11.Karyawan Bag. Pemasaran	6	Rp 1.500.000,00
12.Karyawan Bag. Keuangan	4	Rp 1.500.000,00
13.Karyawan Bag. Personalia	4	Rp 1.500.000,00
14. Medis	2	Rp 4.500.000,00
15. Para medis	5	Rp 1.500.000,00
16. Sekretaris Direktur	1	Rp 1.800.000,00
17. Sekretaris Manajer	2	Rp 1.500.000,00
18. satpam	20	Rp 1.000.000,00
19. cleaning service	10	Rp 500.000,00
20. Sopir	5	Rp. 800.000,00
21. Tukang Kebun	5	Rp 500.000,00

5.7. Kesejahteraan Sosial Karyawan

Kesejahteraan yang diberikan oleh perusahaan pada karyawan antara lain berupa :

1. Tunjangan

a. Tunjangan berupa gaji pokok yang diberikan berdasarkan golongan karyawan yang bersangkutan.

b. Tunjangan jabatan yang diberikan berdasarkan jabatan yang dipegang karyawan.

c. Tunjangan lembur yang diberikan kepada karyawan yang bekerja di luar jam kerja berdasarkan jumlah jam kerja.

2. *Cuti*

   a. Cuti tahunan yang diberikan kepada setiap karyawan selama 12 hari kerja dalam 1 tahun

   b. Cuti sakit diberikan kepada karyawan yang menderita sakit berdasarkan keterangan dokter.

3. *Pakaian Kerja*

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

4. *Pengobatan*

   a. Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit yang diakibatkan oleh kerja tanggung perusahaan sesuai dengan undang-undang yang berlaku.

   b. Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit tidak disebabkan oleh kecelakaan kerja diatur berdasarkan kebijaksanaan perusahaan.

5. *Asuransi Tenaga Kerja (ASTEK)*

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

Fasilitas untuk kemudahan bagi karyawan dalam melaksanakan aktivitas selama di pabrik antara lain :

a. Penyediaan mobil dan bus untuk transportasi antar jemput karyawan.

b. Kantin, untuk memenuhi kebutuhan makan karyawan terutama makan siang.

c. Sarana peribadatan seperti masjid.

d. Pakaian seragam kerja dan peralatan-peralatan keamanan seperti safety helmet, safety shoes, dan kacamata, serta tersedia pula alat-alat keamanan lain seperti masker, *ear plug*, sarung tangan tahan api.

e. Fasilitas kesehatan seperti tersedianya poliklinik yang dilengkapi dengan tenaga medis dan paramedis.

5.8. Manajemen Produksi

Manajemen produksi merupakan salah satu bagian dari manajemen perusahaan yang fungsi utamanya adalah menyelenggarakan semua kegiatan untuk memproses bahan baku menjadi produk dengan mengatur penggunaan faktor-faktor produksi sedemikian rupa sehingga proses produksi berjalan sesuai dengan yang direncanakan.

Manajemen produksi meliputi manajemen perencanaan dan pengendalian produksi. Tujuan perencanaan dan pengendalian produksi adalah mengusahakan agar diperoleh kualitas produksi yang sesuai dengan rencana dan dalam jangka waktu yang tepat. Dengan meningkatnya kegiatan produksi maka selayaknya untuk diikuti dengan kegiatan perencanaan dan pengendalian agar dapat dihindarkan terjadinya penyimpangan-penyimpangan yang tidak terkendali.

Perencanaan ini sangat erat kaitannya dengan pengendalian, dimana perencanaan merupakan tolok ukur bagi kegiatan operasional, sehingga penyimpangan yang terjadi dapat diketahui dan selanjutnya dikendalikan kearah yang sesuai.

5.8.1. Perencanaan Produksi

Dalam menyusun rencana produksi secara garis besar ada dua hal yang perlu dipertimbangkan yaitu faktor eksternal dan internal. Yang dimaksud faktor eksternal adalah faktor yang menyangkut kemampuan pasar terhadap jumlah produk yang dihasilkan, sedang faktor internal adalah kemapuan pabrik.

1. Kemampuan Pasar

Dapat dibagi dua kemungkinan :

a. kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan pabrik, maka rencana produksi disusun secara maksimal
b. kemampuan pasar lebih kecil dibandingkan kemampuan pabrik, oleh karena itu perlu dicari alternatif untuk menyusun rencana produksi, misalnya :
    a. Rencana produksi sesuai dengan kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai dengan kemampuan pasar, dengan mempertimbangkan untung dan rugi.
    b. Rencana produksi tetap dengan mempertimbangkan bahwa kelebihan produksi disimpan dan dipasarkan pada tahun berikutnya.
    c. Mencari daerah pemasaran lain

2. Kemampuan Pabrik

Pada umumnya kemampuan pabrik ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain :

a. Material (bahan baku)

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

b. Manusia (tenaga kerja)

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

c. Mesin (peralatan)

Ada dua hal yang mempengaruhi kehandalan dan kemampuan peralatan, yaitu jam kerja mesin efektif dan kemampuan mesin. Jam kerja mesin efektif adalah kemampuan suatu alat untuk beroperasi pada kapasitas yang diinginkan pada periode tertentu.

5.8.2. Pengendalian Produksi

Setelah perencanaan produksi dijalankan perlu adanya pengawasan dan pengendalian produksi agar proses berjalan dengan baik. Kegiatan proses produksi diharapkan menghasilkan produk yang mutunya sesuai dengan standar, dan jumlah produksi yang sesuai dengan rencana, serta waktu yang tepat sesuai dengan jadwal. Untuk itu perlu dilaksanakan pengendalian produksi sebagai berikut:

1. *Pengendalian Kualitas*

Penyimpangan kualitas terjadi karena mutu bahan baku jelek, kesalahan operasi, dan kerusakan alat. Penyimpangan dapat diketahui dari hasil monitor atau analisa pada bagian laboratorium pemeriksaan.

2. *Pengendalian Kuantitas*

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

3. *Pengendalian Waktu*

Untuk mencapai kuantitas tertentu perlu adanya waktu tertentu pula.

4. *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.

5.9. ANALISA EKONOMI

Analisa ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang dirancang dapat menguntungkan atau tidak. Untuk itu pada perancangan pabrik *Metil Metakrilat* ini dibuat evaluasi atau penilaian investasi yang ditinjau dengan metode:

1) Return Of Investment

2) Pay Out Time

3) Discounted Cash Flow rate Of Return

4) Break Even Point

5) Shut Down Point

Untuk meninjau faktor-faktor diatas perlu diadakan penafsiran terhadap beberapa faktor, yaitu:

a) Penaksiran Modal Industri (*Total Capital Investment*) yang terdiri atas:
   a. Modal Tetap (*Fixed Capital*)
   b. Modal Kerja (*Working Capital*)

b) Penentuan Biaya Produksi Total (Production Investment) yang terdiri atas:
   a. Biaya Pembuatan (*Manufacturing Cost*)
   b. Biaya Pengeluaran Umum (*General Expense*)

c) Total Pendapatan.

5.9.1. Penaksiran Harga Peralatan

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

$$Ex = Ey\frac{Nx}{Ny}$$ [Aries & Newton P.16, 1955]

Dalam hubungan ini:

Ex = harga alat pada tahun X

Ey = harga alat pada tahun Y

Nx = nilai indeks tahun X

Ny = nilai indeks tahun Y

Jenis indeks yang digunakan adalah *Chemical Engineering Plant Cost Index* dari *"Peters & Timmerhause, fifth edition"*.

Index harga alat dari tahun 1987 sampai 2002 dapat dilihat pada Tabel 5.5.

Table 5.5. Indeks harga alat pada berbagai tahun

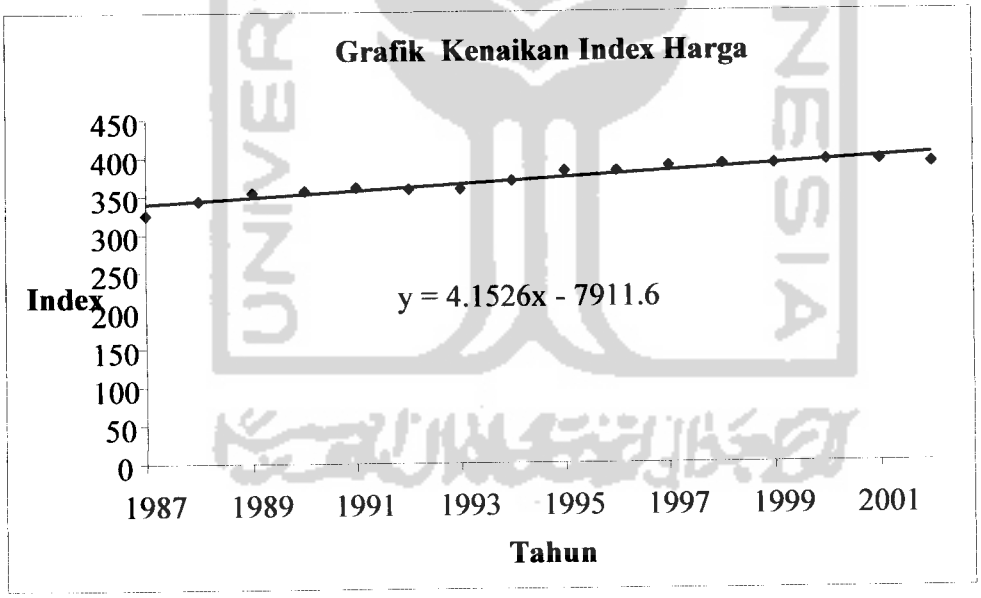
Tahun	X (Tahun)	Y (Index)
(1)	(2)	(3)
1987	1	324
1988	2	343
1989	3	355
1990	4	356
1991	5	361,3
1992	6	358,2
1993	7	359,2

Lanjutan Tabel 5.5. dapat dilihat dibawah ini

1994	8	368,1
1995	9	381,1
1996	10	381,7
1997	11	386,5
1998	12	389,5
1999	13	390,6
2000	14	394,1
2001	15	394,3
2002	16	390.4

Sumber: Peters & Timmerhause, fifth edition

Peningkatatan nilai index harga alat dari tahun ke tahun sejak tahun 1986 sampai tahun 2002 digambarkan dalam Gambar 5.1.



Gambar 5.1. Grafik index harga alat tiap tahun

Untuk jenis alat yang sama tapi kapasitas berbeda, harga suatu alat dapat diperkirakan dengan menggunakan persamaan pendekatan sebagai berikut:

$$Eb = Ea\left(\frac{Cb}{Ca}\right)^{x}$$

Dimana:

Ea = Harga alat dengan kapasitas diketahui.

Eb = Harga alat dengan kapasitas dicari.

Ca = Kapasitas alat A.

Cb = Kapasitas alat B.

x = Eksponen.

Besarnya harga eksponen bermacam-macam, tergantung dari jenis alat yang akan dicari harganya. Harga eksponen untuk bermacam-macam jenis alat dapat dilihat pada Peters & Timmerhause 5th edition, halaman 170

5.9.2. Dasar Perhitungan

Kapasitas Produksi	= 40.000 ton/tahun
Satu tahun operasi	= 330 hari
Umur pabrik	= 10 tahun
Pabrik didirikan	= 2014
Kurs mata uang	= US $ 1 = Rp 9400 [KOMPAS, 6 Agustus 2007]

5.9.3. Perhitungan Biaya

5.9.3.1. *Capital Investment*

Capital investment adalah banyaknya pengeluaran-pengeluaran yang diperlukan untuk fasilitas-fasilitas produksi dan untuk menjalankannya. *Capital investment* meliputi:

a. *Fixed Capital Investment* adalah investasi untuk mendirikan fasilitas produksi dan pembuatannya. Daftar *Fixed Capital* yang diperlukan dalam pendirian Pabrik *Metil Metakrilat* dapat dilihat pada Tabel 5.6.

b. *Working Capital* adalah investasi yang diperlukan untuk menjalankan usaha/modal dari suatu pabrik selama waktu tertentu. Daftar *Working Capital* yang diperlukan dalam pendirian Pabrik *Metil Metakrilat* dapat dilihat pada Tabel 5.7.

5.9.3.2.Manufacturing Cost

Manufacturing cost adalah biaya yang diperlukan untuk produksi suatu bahan, merupakan jumlah *direct, indirect* dan *fixed manufacturing cost* yang berkaitan dengan produk. Daftar *manufacturing cost* yang diperlukan dalam pendirian Pabrik *Metil Metakrilat* dapat dilihat pada Tabel 5.8.

a. *Direct Cost* adalah adalah pengeluaran yang berkaitan langsung dengan pembuatan produk.

b. *Indirect Cost* adalah pengeluaran-pengeluaran sebagai akibat tidak langsung karena operasi pabrik.

c. *Fixed Cost* merupakan harga yang berkaitan dengan *fixed capital* dan pengeluaran-pengeluaran yang bersangkutan dimana harganya tetap, tidak tergantung waktu maupun tingkat produksi.

d. *General Expenses* atau pengeluaran umum meliputi pengeluaran-pengeluaran yang bersangkutan dengan fungsi-fungsi perusahaan yang tidak termasuk *manufacturing cost.*

5.9.3.3. *General Expense*

General expense atau pengeluaran umum meliputi pengeluaran-pengeluaran yang berkaitan dengan fungsi-fungsi perusahaan yang tidak termasuk *manufacturing cost.* Daftar *General expense* yang diperlukan dalam pendirian Pabrik *Metil Metakrilat* dapat dilihat pada Tabel 5.9.

5.9.4. Analisa Kelayakan

Untuk dapat mengetahui keuntungan yang diperoleh tergolong besar atau tidak, sehingga dapat dikategorikan apakah pabrik tersebut potensial atau tidak, maka dilakukan analisa atau evaluasi kelayakan.

5.9.4.1. Percent Return on Investment (ROI)

Return on Investment adalah biaya *fixed capital* yang kembali pertahun atau tingkat keuntungan yang dapat dihasilkan dari tingkat investasi yang telah dikeluarkan.

$$\text{ROI} = \frac{\text{Profit}}{\text{FCI}} \times 100\%$$

FCI = *Fixed Capital Investment*

5.9.4.2. Pay Out Time (POT)

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

***5.9.4.3. Discounted Cash Flow of Return* (DCFR)**

Evaluasi keuntungan dengan cara *discounted cash flow* uang tiap tahun berdasarkan investasi yng tidak kembali setiap akhir tahun selama umur pabrik (*present value*).

***5.9.4.4.Break Even Point* (BEP)**

Break even point adalah titik impas (kondisi dimana pabrik tidak mendapatkan keuntungan maupun kerugian). Kapasitas pabrik pada saat *sales value* sama dengan *total cost*. Pabrik akan rugi jika beroperasi di bawah BEP dan untung jika beroperasi diatasnya.

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

Dengan:

Fa = *Annual Fixed Expense*

Ra = *Annual Regulated Expense*

Va = *Annual Variabel Expense*

Sa = *Annual Sales Value Expense*

5.9.4.5. 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*.

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

5.9.5. Hasil Perhitungan

5.9.5.1. Penentuan *Total Capital Investment* (TCI)

a. *Modal Tetap (Fixed Capital Investment)*

Tabel 5.6. *Fixed Capital Investment*

No	*Type of Capital Investment*	US $	Rupiah (Rp)
1	2	3	4
1	*Delivered Equipment*	2,386,043.90	-
2	*Equipment Installation*	261,427.42	1.009.142.828,01
3	*Piping*	1,055,046.37	1.166.879.207,37
4	*Instrumentation*	252,090.72	94.611.827.63
5	*Insulation*	67,431.68	157.686.379,38
6	*Electrical*	311,223.12	-
7	*Buildings*	-	12.062.500.000,00
8	*Land and Yard Improvement*	-	5.725.000.000,00
9	*Utilities*	2,209,457.43	1.723.935.846,49
	Physical Plant Cost	**6,542,720.63**	**21.939.806.088,90**
10	*Engineering and Construction*	1,308,544.13	4.387.961.217,78
	Direct Plant Cost	**7,851,264.75**	**26.327.767.306,68**
11	*Contractor's Fee*	392,563.24	2.632.776.730.67
12	*Contingency*	1,177,689.71	3.949.156.096,00
	Fixed Capital	**9,421,517.70**	**32.909.709.133,34**

Kurs mata uang : US $ 1 = Rp. 9.400,00

Total *Fixed Capital Investment* dalam rupiah

= (US $ 9,421,517.70 x Rp. 9.400 / US $ 1) + Rp. 32.909.709.133,34

= Rp. 121.471.975.550,36

b. Modal Kerja (*Working Capital*)

Tabel 5.7. *Working Capital*

No	Type of Expenses	US $	Rupiah (Rp)
1	2	3	4
1	*Raw Material Inventory*	4,402,080.13	41.379.553.221,76
2	*In Process Inventory*	39,721.09	12.065.808,26
3	*Product Inventory*	5,246,146.572	1.608.774.434,04
4	*Extended Credit*	6,600,000.00	-
5	*Available Cash*	5,246,146.572	1.608.774.434,04
	Total *Working Capital*	**21,634,094.37**	**44.609.167.898,08**

Sehingga *Total Working Capital* :

= (US $ 21,634,094.37 x Rp. 9.400 / US $ 1) + Rp. 44.609.167.898,08

= Rp. 247.969.655.002,36

5.9.5.2. Biaya Produksi Total (*Total Production Cost*)

a. *Manufacturing Cost*

Tabel 5.8. *Manufacturing Cost*

No	Type of Expenses	US $	Rupiah (Rp)
1	2	3	4
1	*Raw Materials*	52,824,961.56	-
2	*Labor Cost*	-	5.541.600.000,00
3	*Supervision*	-	554.160.000,00
4	*Maintenance*	-	332.496.000,00
5	*Plant Supplies*	-	49.874.400,00
6	*Royalties and Patents*	1,584,000.00	-
7	*Utilities*		4.244.792.621,09
	Direct Manufacturing Cost	**54,408,961.56**	**10.722.923.021,09**
1	*Payroll and Overhead*		886.656.000,00
2	*Laboratory*	-	664.992.000,00
3	*Plant Overhead*		3.324.960.000,00
4	*Packaging and Shipping*	7,920,000.00	-
	Indirect Manufacturing Cost	**7,788,000.00**	**4.876.608.000,00**
1	*Depreciation*	942,151.77	-
2	*Property Taxes*	188,430.35	658.194.182,67
3	*Insurance*	94,215.17	329.097.091,33
	Fixed Manufacturing Cost	1,224,797.30	3.705.762.187,33
	Total Manufacturing Cost	63,553,758.86	19.305.293.208,42

Sehingga *Total Manufacturing Cost* :

= (US $ 63,553,758.86 x Rp. 9.400 / US $ 1) + Rp. 19.305.293.208,42

= Rp. 616.710.626.503.72

b. General Expense

Tabel 5.9. *General Expense*

No	Type of Expenses	US $	Rupiah (Rp)
1	2	3	4
1	*Administration*	2,542,150.35	772.211.728,34
2	*Sales*	4,448,763.12	1.351.370.524,59
3	*Research*	2,542,150.35	772.211.728,35
4	*Finance*	931,668.36	2.325.566.310,94
General expense		**10,464,732.19**	**5.221.360.292,21**

Sehingga *Total General Expense* :

= (US $ 10,464,732.19 x Rp. 9.400 / US $ 1) + Rp. 5.221.360.292,21

= Rp. 103.589.842.892,14

Total Biaya Produksi = TMC + GE

= Rp. 720.300.469.395,86

5.9.5.3. Keuntungan (*Profit*)

Keuntungan = Total Penjualan Produk – Total Biaya Produksi

Harga Jual Produk Seluruhnya (Sa)

Total Penjualan Produk = Rp. 744.480.000.000.00

Total Biaya Produksi = Rp. 720.300.469.395,86

Pajak keuntungan sebesar 40%.

Keuntungan Sebelum Pajak = Rp. 24.179.530.604,14

Keuntungan Setelah Pajak = Rp. 14.507.718.362.49

5.9.5.4. Analisa Kelayakan

1) *Percent Return on Investment* (ROI)

$$ROI = \frac{Profit}{FCI} \times 100\%$$

- ROI sebelum Pajak = 19,9054 %
- ROI setelah Pajak = 11,9433 %

2) *Pay Out Time* (POT)

$$POT = \frac{FCI}{Keuntungan + Depresiasi} \times 100\%$$

- POT sebelum Pajak = 3,3974 tahun
- POT setelah Pajak = 4,5672 tahun

3) *Break Even Point* (BEP)

Fixed Manufacturing Cost (Fa) = Rp. 16.990.102.149,89

Variabel Cost (Va) = Rp. 626.194.403.893,51

Regulated Cost (Ra) = Rp. 114.944.581.292,14

Penjualan Produk (Sa) = Rp. 744.480.000.000,00

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

BEP = 44,38 %

4) *Shut Down Point* (SDP)

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

SDP = 29,73 %

5) *Discounted Cash Flow* (DCF)

Umur Pabrik = 10 tahun

Fixed Capital (FC) = Rp 121.471.975.550,36

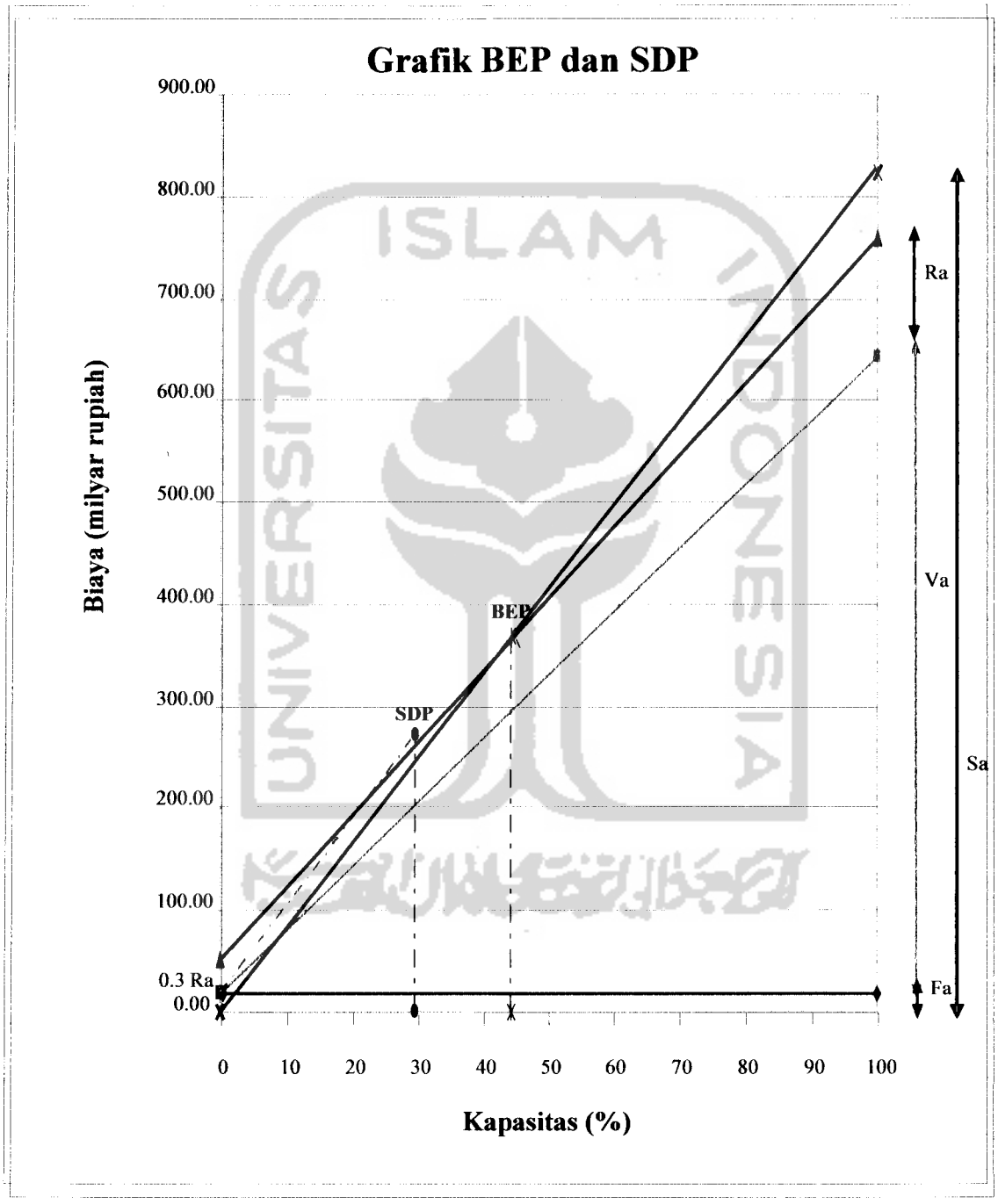
Working Capital (WC) = Rp. 247.969.655.002,36

Cash Flow (CF) = Rp. 129.672.258.809,66

Salvage Value (SV) = Rp. 12.147.197.555,04

DCFR = 33 %

Bunga Bank rata-rata saat ini = 8 % sampai 10 %


Grafik BEP dan SDP
900.00
800.00
700.00
600.00
500.00
400.00
300.00
200.00
100.00
0.3 Ra
0.00
Biaya (milyar rupiah)
BEP
SDP
Ra
Va
Sa
Fa
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
Kapasitas (%)

KESIMPULAN

Pabrik Metil Metakrilat digolongkan sebagai pabrik beresiko rendah karena ditinjau dari segi sifat bahan baku dan produk yang tidak membahayakan dan kondisi oprsainya tidak terlalu tinggi.

Berdasarkan analisa ekonominya terhadap pabrik memberikan hasil sebagai berikut:

1. Keuntungan sebelum pajak (Pb) sebesar Rp. 24.179.530.604,14

   Keuntungan sesudah pajak (Pa) sebesar Rp. 14.507.718.362.49
2. ROI Sebelum pajak sebesar 19,9054 %

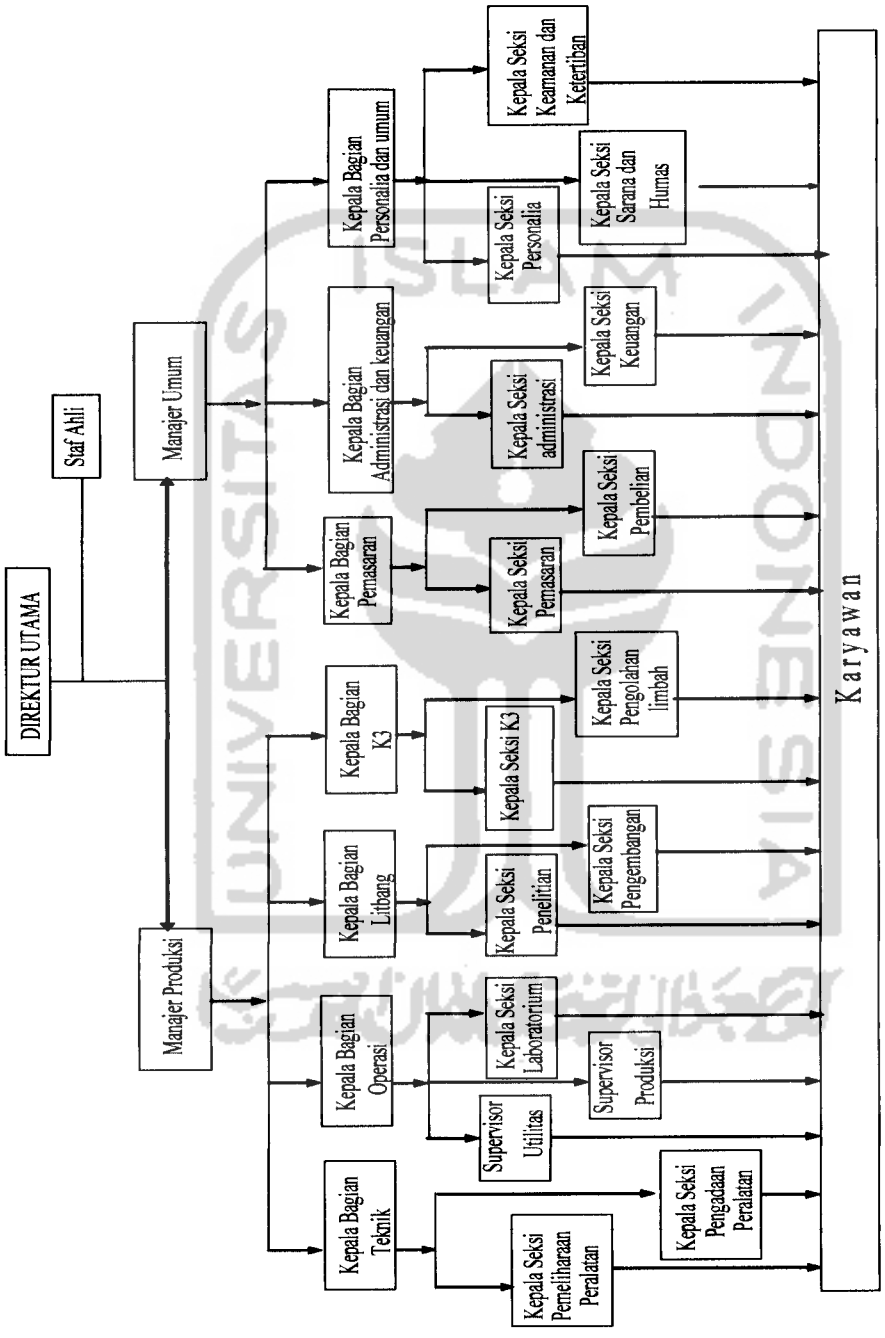
   ROI Sesudah pajak sebesar 11,9433 %
3. POT sebelum pajak (POTb) selama 3,3974 tahun

   POT sesudah Pajak (POTa) selama 4,5672 tahun
4. Break Even Point (BEP) sebesar 44,38 %
5. Shut Down Point (SDP) sebesar 29,73 %

   Syarat : Nilai BEP untuk pabrik kimia umumnya berkisar antara 40 – 60 %
6. Disconted Cas Flow (DCF) 33 %

   Syarat: Nilai minimal DCFR sebesar 1,5 * bunga bank. Dimana bunga bank saat ini kira-kira 8 – 10 %

Dari data diatas maka disimpulkan pabrik Metil Metakrilat ini menarik untuk didirikan.



Gambar 5.2.Struktur Organisasi Pabrik Methyl Methacrylate

DAFTAR PUSTAKA

Aries, R.S., and Newton, R.D., *"Chemical Engineering Cost Estimation"*, Mc. Graw Hill Book Co.Inc., New York, 1955.

Backhhurst, J.R., and Harker, J.H., *"Process Plant Design"*, Heunemann Educational Books, London, 1973.

Biro Pusat Statistik, *"Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia"*, Indonesia foreign, Trade Statistic Import, Yogyakarta, 2000-2004.

Brown, G.G., *"Unit Operation"*, Modern Asia Edition, John Willey and Sons. Inc., New York, 1978.

Brownell, L.E., and Young, E.H., *"Process Equipment Design"*, 2nd Ed., John Willey and Sons. Inc., New York, 1959.

Coulson, J.M., and Richardson, J.F., *"Chemical Engineering Design"*, 6nd Ed., vol 6, Pergamon Pess, Oxford, 1983.

Faith, Keyes & Clark., *"Industrial Chemical"*, 4th ed, John Willey and Sons, Inc., New York, 1955.

Foggler, Scott H., *"Elements of Chemical Reaction Engineering"*, 3rd ed, Prentice Hall International Inc., USA, 1999.

Geankoplis, J.Christie., *"Transport Process and Unit Operation"*, Prentice Hall International, 1978.

Kern, D.Q., *"Process Heat Transfer"*, International Student Edition, Mc. Graw Hill Book Co.Inc., New York, 1983.

Ketta, Mc. J.John, *"Chemical Processing Handbook"*, Marcel Dekker Inc, New York, 1993.

Kirk, K.E., and Ortmer, D.F., *"Encyclopedia of Chemical Technology"*, John Willey and Sons. Inc., New York.

Ludwig, E.E., *"Applied Process Design for Chemical an Petrochemical Plant"*, vol 1,2,3, Gulf Publishing Company, Houston, 1965.

Perry, J.H., and Chilton, C.H., *"Chemical Engineering Hand Book"*, 6th Ed., Mc. Graw Hill Book Co.Inc., New York, 1984.

Peters, M.S., and Timmerhause, K.D., *"Plant Design and Economic for Chemical Engineer's"*, 3rd ed., Mc. Graw Hill Book Co.Inc., New York, 1968.

Powell, S., *"Water Condition for Industry"*, Mc. Graw Hill Book Co.Inc., New York.1954.

Rase, H.F., "*Chemical Reaktor Design for Process Plant vol. I and II, Principles and Techniques"*, Willey and Sons, Inc, New York, 1977.

Rase, H.F., and Barrow M.H., *"Project Engineering of Process Plants"*, Willey and Sons, Inc, New York, 1957.

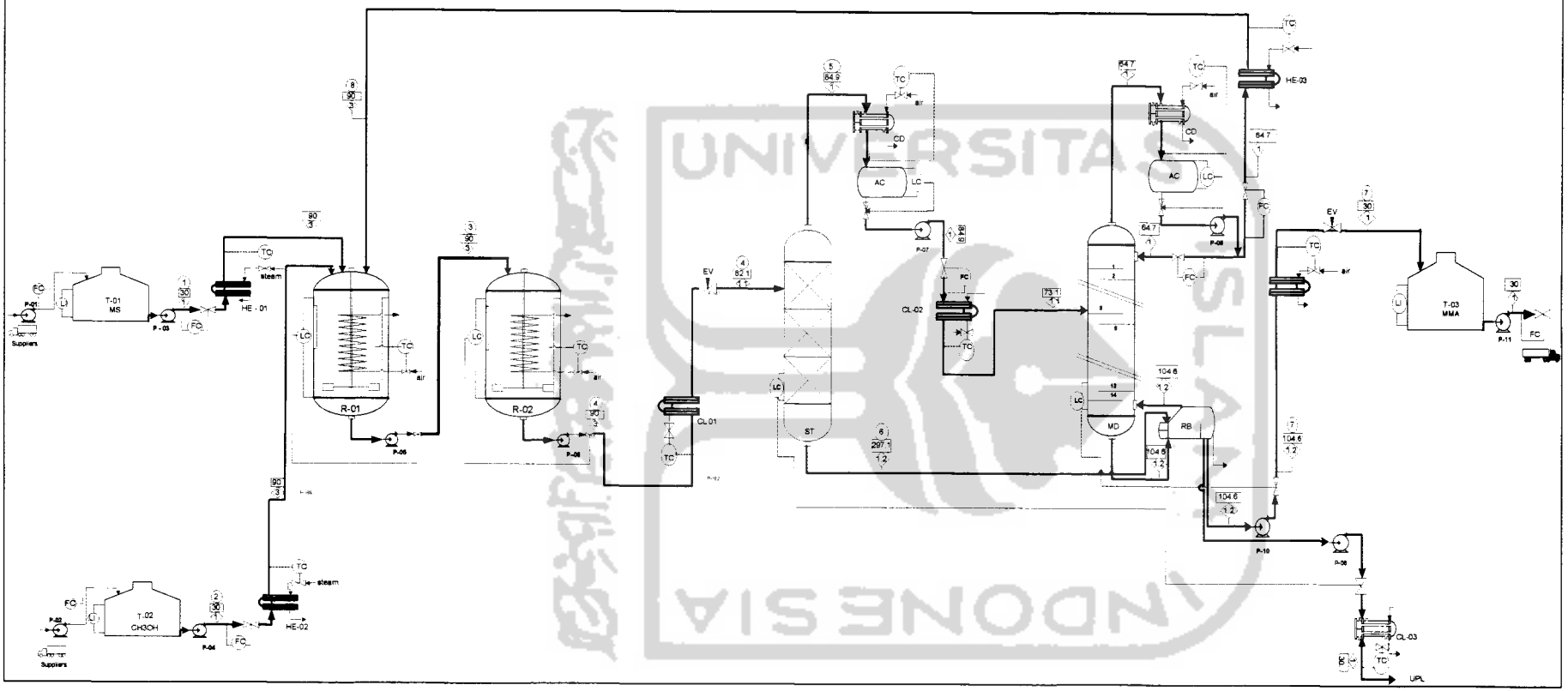
Sanjeev, A.R., and Donal, F.O., *" n- Butyl Oleat from n- Butyl Alcohol and Oleic Acid, Industrial and Engineering Chemistry"*, vol 42, Polytechnic Institute of Broklyn, New York.1950.

Smith, J.M., and Van Ness, H.C., "*Introduction to Chemical Engineering Thermodynamic*", 3rd edition, Mc. Graw Hill Book Kogokusha Ltd, Tokyo,1975.

Treyball, E., "*Mass Transfer Operation*", International Student Edition, Koagakusha Company, Tokyo.

Ullrich, G.D., "*A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*", John Willey and Sons. Inc., New York, 1984.

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PABRIK METIL METAKRILAT DARI METAKRILAMID SULFAT DAN METHANOL
KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN



Komponen	NO ARUS (KG / JAM)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
MMA				4971,7196	4947,9797	24,7398	4898,9898	48,9898
CH3OH	1606,7669		4692,9299	3117,3364	3117,3364		31,1733	3086,163
H2O	32,7912	89,9695	122,7607	122,7607	121,5452	1,2154	120,3418	1,2034
MS		9385,8598	9385,8598	375,4344		375,4344		
NH4HSO4				5662,2895		5662,2895		
TOTAL	1639,5581	9475,8293	14201,5504	14249,5406	8186,8613	6063,6791	5050,5049	3136,3562

Simbol	Nama Control
VR	Volume Record
LI	Level Indicator
FC	Flow Control
TC	Tempratur Control
PC	Pressure Control
LC	Level Control
O	Nomor arus
▭	Temperatur, °C
◇	Tekanan,atm

Simbol	Nama Alat
ACC	Accumulator
C	Cooler
CD	Condensor
HE	Heat Exchanger
P	Pompa
R	Reaktor
ST	Stripper
MD	Menara Distilasi
T	Tangki

Jurusan Teknik Kimia
Fakultas teknologi Industri
Universitas islam Indonesia
2007

Disusun Oleh :
Muhamad Rauf (02 521 163)
Nur Amri Prasetyo (03 521 033)

Dosen Pembimbing :
DR,.IR,. Farham HM Saleh,. MSIE.

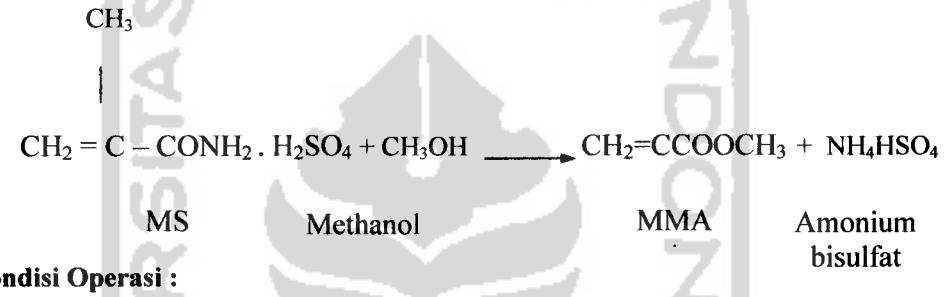
Lampiran Reaktor

REAKTOR

Fungsi : Tempat berlangsungnya reaksi esterifikasi antara Methacrylamid sulfat (MS) dan Methanol membentuk Methyl methacrylate (MMA).

Reaksi yang terjadi :

Reaksi esterifikasi merupakan reaksi reversible, reaksi ke kanan adalah reaksi pembentukan ester sedangkan reaksi ke kiri adalah reaksi hidrolisis.



MS	Methanol	MMA	Amonium bisulfat

Kondisi Operasi :

Temperatur = 90°C

Tekanan = 3 atm

Reaktor yang digunakan :

Reaktor Alir Tanki Berpengaduk (RATB). Reaktor dilengkapi dengan koil pendingin sebagai sumber pendingin dalam reaktor.

Asumsi :

1. Reaksi berlangsung searah karena konstanta kesetimbangan reaksi sangat besar.
2. Pengadukan sempurna sehingga komposisi zat yang keluar reaktor sama dengan komposisi zat didalam reaktor.
3. Reaksi berlangsung isothermal.

Simbol yang digunakan :

A = Methacrylamis sulfat /MS ($C_4NH_9SO_5$)

B = Methanol/MetOH (CH_3OH)

C = Methyl methacrylate/MMA ($C_5H_8O_2$)

D = Air/Water (H_2O)

E = Amonium Bisulfate

Dari persamaan kesetimbangan diatas, untuk memperoleh konversi reaksi yang tinggi, reaksi harus diusahakan bergeser ke kanan (ke arah pembentukan MMA). Usaha yang dilakukan antara lain :

1. Memperbanyak salah satu reaktan, dalam hal ini dipakai perbandingan mol Methanol dengan Methacrylamid Sulfat 3 : 1 (Groggin, 1958).
2. Karena reaksi diatas memerlukan pendingin (eksoterm), diusahakan umpan masuk pada suhu reaksi dan reaktor ditambah pendingin melalui koil.

Umpan reaktor

1. Methyacrylamid sulfat (MS)

   MS yang digunakan sebagai umpan segar adalah larutan dengan komposisi 96% berat MS dari 4% H_2O.

2. Methanol

   Methanol yang digunakan sebagai umpan segar adalah larutan methanol dengan komposisi 98% berat methanol dan 2% berat air, sebanyak 2 x mol MS umpan.

Komposisi umpan masuk reaktor

Dari neraca massa (basis 1 jam operasi)

Komponen	Berat Umpan (kg/jam)	Mol Umpan (kmol/jam)	Fraksi Massa (Xmi)	Fraksi Mol (Xi)
A (MS)	9385.8598	51.2888	0.6586	0.2498
B (MetOH)	4692.9299	146.6541	0.3293	0.7145
C (MMA)	48.9898	0.4899	0.0086	0.0332
D (Air)	122.7607	6.8200	0.0034	0.0024
Total	14250.5402	205.2528		

Sifat Fisik Bahan

a) Berat Molekul (BM)

BM A (MS) = 183
BM B (MetOH) = 32
BM C (MMA) = 100.11
BM D (Air) = 18

b) Tekanan Kritis (Pc), atm

Pc A (MS) = 46.34
Pc B (MetOH) = 79.9389
Pc C (MMA) = 36.33
Pc D (Air) = 217.6115

c) Temperatur Kritis (Tc), K

Tc A (MS) = 643.323
Tc B (MetOH) = 512.6
Tc C (MMA) = 565.3164
Tc D (Air) = 647.3

d) Faktor Kompresibilitas (Zc)

Zc A (MS) = 0.2247
Zc B (MetOH) = 0.2243
Zc C (MMA) = 0.2436
Zc D (Air) = 0.2294

e) Volume Kritis(Vc), m^3/kmol

Vc A (MS) = 0.256
Vc B (MetOH) = 0.118
Vc C (MMA) = 0.311
Vc D (Air) = 0.056

f) Densitas (ρ), g/cm^3

ρ A (MS) = 1.1048

ρ B (MetOH) = 0.7923

ρ C (MMA) = 0.9361

ρ D (Air) = 0.971799

Menentukan Harga Konstanta Kecepatan Reaksi (k)

Reaksi :

$C_4NH_9SO_5 + CH_3OH \longrightarrow C_5H_8O_2 + NH_4HSO_4$

(A) (B) (C) (D)

- Reaksi dianggap berorder 1
- Waktu tinggal 1jam
- Suhu reaksi 90°C
- Konversi reaksi 96%
- Perbandingan mol A : B = 1/2

$$(-rA) = \frac{-dC_A}{dt} = k \times C_A \times C_B = k \times \{C_{A0} - (C_{A0} \times X_A)\} \times \{C_{B0} - (C_{A0} \times X_A)\}$$

$$\frac{-d[(C_{A0}(1-X_A)]}{dt} = k \times \{C_{A0} \times (1-X_A)\} \times \{C_{B0} - (C_{A0} \times X_A)\}$$

$$C_{A0} \times \frac{dX_A}{dt} = k \times C_{AO} \times (1-X_A) \times (2-X_A)$$

$$\int \frac{dX_A}{(1-X_A)(2-X_A)} = \int k \times C_{A0} \cdot dt$$

$$\int \frac{1}{(1-X_A)(2-X_A)}\, dt = \int \frac{A}{(1-X_A)}\, dX_A + \int \frac{B}{(2-X_A)}\, dX_A$$

$$\frac{1}{(1-X_A)(2-X_A)} = \frac{A}{(1-X_A)} + \frac{B}{(2-X_A)}$$

$$= \frac{A(2-X_A) + B(1-X_A)}{(1-X_A)(2-X_A)}$$

$$1 = A(2-X_A) + B(1-X_A)$$

$X_A = 1 \longrightarrow 1 = A(2-1) + B(1-1)$

$A = 1$

$X_A = 2 \longrightarrow 1 = A(2-2) + B(1-2)$

$B = -1$

Maka : $\frac{1}{(1-X_A)(2-X_A)} = \frac{1}{(1-X_A)} + \frac{(-1)}{(2-X_A)} = \frac{1}{(1-X_A)} - \frac{1}{(2-X_A)}$

Sehingga : $\int \frac{dX_A}{(1-X_A)(2-X_A)} = \int \frac{dX_A}{(1-X_A)} - \int \frac{dX_A}{(2-X_A)}$

$$\int \frac{dXA}{(1-X_A)} - \int \frac{dX_A}{(2-X_A)} = \int k \times C_{A0} \cdot dt$$

$$-\ln(1-X_A) + \ln(2-X_A) = k \times C_{AO} \times t \qquad \text{.....(1)}$$

Menghitung nilai FV

	Berat Umpan (kg/jam)	Rho (kg/l)	V (1 jam)	Rho * V
A (MS)	9385.8598	1.0159	9238.9603	9385.858
B (MetOH)	4692.9299	0.7914	5929.9089	4692.929
C (MMA)	48.9898	0.8597	56.9847	48.9897
D (Air)	122.7607	0.9758	125.8059	122.7608
Total	14250.5402		15351.6592	

Mencari Harga C_{A0}

FV=15351.6592

$$C_{A0} = \frac{molMS}{FV} = \frac{51.2888}{15351.6592} = 0.00334 kmol/liter$$

$$C_{BO} = \frac{molMe\tan ol}{FV} = \frac{146.6541}{15351.6592} = 0.00955 kmol/liter$$

$$M = \frac{CBo}{CAo} = \frac{0.00334}{0.00955} = 2.9$$

Dari pers.(1):

$$-\ln(1-X_A) + \ln(2-X_A) = k \times C_{AO} \times t$$

XA = 0 – 0,96 ; t = 0 – 1

$$-\ln(1-0{,}96) + \ln(2-0{,}96) - (-\ln(1-0) + \ln(2-0)) = k \times 0.00334 \times (1-0)$$

k = -ln (1 – xa)/ 60 mnit

= -ln (1 – 0.96)/ 60 menit

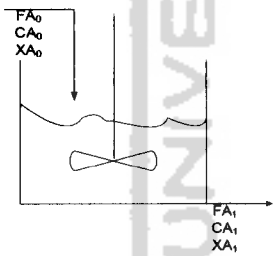
= 0.0536 / menit = 3.2189 / jam

Optimasi Jumlah reaktor:

Tujuan :untukmendapatakan jumlah reaktor dan Volume Reaktor yang optimum dihitung dari konversi dan harga K
Data yang diperlukan:
Harga K = 3,2189 l/jam
Cao = 0,00334 kmol/ft
XA = 0,96
FV = 15351,6592
M = 3

➢ **Menghitung Jumlah Reaktor**

> jumlah reactor 1:



Neraca Massa Reaktor 1

Input - Output – Yang bereaksi = Accumulasi

FAo – FA1 – (-rAV) = 0

FAo – FA1 + rAV = 0

FV.(Cao – CA1) = -rAV

$$V_1 = \frac{FV.CA_0[1-(1-XA_1)]}{k\,x\,CA}$$

$$= \frac{FV\,x\,CA_0\,x\,XA_1}{k\,x\,CA}$$

$$= \frac{FV\ x\ CA_0\ x\ XA_1}{k\ x\ CA_0\ (1-XA)}$$

$$= \frac{FV\ x\ XA_1}{k\ x\ (1-XA)}$$

Diketahui:

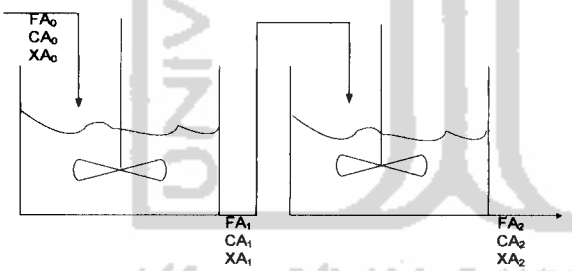
XA_2 = 0,96

K = 3,2189 /jam

FV = 15351,6592

$$V = \frac{15351{,}5692 * 0.00334 * 0.96}{3{,}2189 * 0.00334 * (1-096)} = 30240{,}7943 \text{ Gallon}$$

>Jumlah reactor 2:



Reaktor 1

$$V_1 = \frac{FV\ x\ XA_1}{k\ x\ (1-XA_1)}$$

Reaktor 2

Neraca Massa = Input – Output – Yang bereaksi = Accumulasi

FV * CA_1 – FV * CA_2 – (-rA) * V_2 = 0

$$V = \frac{FV\ x\ (CA_1 - CA_2)}{(-rA)}$$

$$= \frac{FV\ x\ (CA_1 - CA_2)}{k\ x\ CA_2}$$

$$= \frac{FV\ x\ CA_0\ x\ XA_1}{k\ x\ CA_1}$$

$$= \frac{FV\ x\ CA_0 (XA_2 - XA_1)}{k\ x\ CA_0\ (1 - XA_2)}$$

$$= \frac{FV\ x\ (XA_2 - XA_1)}{k\ x\ (1 - XA_2)}$$

Diketahui:

XA_2 = 0,96

K = 3,2189 /jam

FV = 15351,6592

XA1 = 0,8000

$$XA_2 = \frac{FV * (XA2 - XA1)}{K(1 - XA2)}$$

$$= \frac{15351,6592 * (0,96 - 0,800)}{3,2189(1 - 0,96)}$$

$$= 19076,70105 ltr$$

Dari hasil perhitungan diperoleh Volume reactor masing – masing :

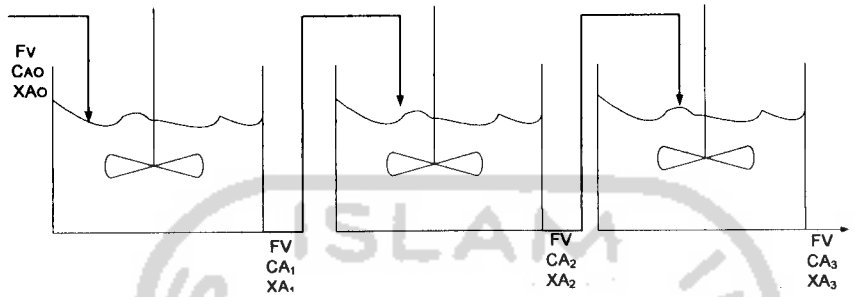
Rekator 1 = 19076,70105 ltr

Reaktor 2 = 19076,70105 ltr

Diambil Volume rata-rata Reaktor = 19076,70105 ltr

= 5040,0795 Gallon

> Jumlah Reaktor = 3



Reaktor 1

$$V_1 = \frac{FV\ x\ XA_1}{k\ x\ (1 - XA_1)}$$

Reaktor 2

$$V_2 = \frac{FV\ x\ (XA_2 - XA_1)}{k\ x\ (1 - XA_2)}$$

Reaktor 3

Neraca Massa = Input – Output – Yang bereaksi = Accumulasi

FV * CA_2 – FV * CA_3 – (-rA) * V_3= 0

$$V_3 = \frac{FV\ x\ (CA_2 - CA_3)}{(-rA)}$$

$$= \frac{FV\ x\ CA_0\ x\ (XA_3 - XA_2)}{k\ x\ CA_0\ x\ (1 - XA_3)}$$

$$V_3 = \frac{FV\ x\ (XA_3 - XA_2)}{k\ x\ (1 - XA_3)}$$

Diketahui:

K = 3,2189 /jam

XA_3 = 0,96

FV = 15351,6592 Ltr/jam

XA1 = 0,6574

XA2 = 0,8819

Dari hasil perhitungan diperoleh Volume reaktor masing – masing

Reaktor 1 = 9151,4556 ltr

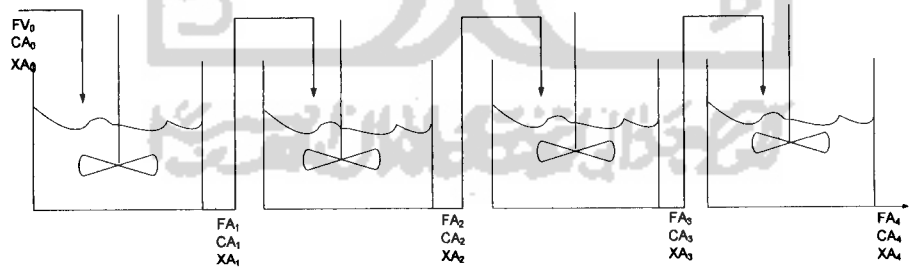
Reaktor 2 = 9184,1187 ltr

Reaktor 3 = 9192,6817 ltr

Diambil Volume rata-rata reaktor = 9176,0853 ltr

= 2424,3290 gallon

Jumlah Reaktor = 4



Reaktor 1

$$V_1 = \frac{FV\ x\ XA_1}{k\ x\ (1 - XA_1)}$$

Reaktor 2

$$V_2 = \frac{FV\ x\ (XA_2 - XA_1)}{k\ x\ (1 - XA_2)}$$

Reaktor 3

$$V_3 = \frac{FV\ x\ (XA_3 - XA_2)}{k\ x\ (1 - XA_3)}$$

Reaktor 4

Neraca Massa = Input – Output – Yang bereaksi = Accumulasi

$FV * CA_3 - FV * CA_4 - (-rA) * V_4 = 0$

$$V_3 = \frac{FV\ x\ (CA_3 - CA_4)}{(-rA)}$$

$$= \frac{FV\ x\ CA_0\ x\ (XA_4 - XA_3)}{k\ x\ CA_0\ x\ (1 - XA_4)}$$

$$V_4 = \frac{FV\ x\ (XA_4 - XA_3)}{k\ x\ (1 - XA_4)}$$

Diketahui:

K = 3,2189 /jam

XA_4 = 0,96

FV = 15351,6592

XA1 = 0,5337

XA2 = 0,8011

XA3 = 0,9113

Dari hasil perhitungan diperoleh volume reaktor:

Reaktor 1 = 5916,9169 ltr

Reaktor 2 = 5932,1585 ltr

Reaktor 3 = 5925,1381 ltr

Reaktor 4 = 5806,5317 ltr

Diambil volume rata-rata reaktor = 5895,1914 ltr

= 1557,5141 g1llon

➢ **M enentukan Harga Total Reaktor**

Menggunakan metode "*Six Tenths Factor*"

$$Eb = Ea \cdot \left(\frac{Cb}{Ca}\right)^{0,6}$$ (Timmerhaus, 1991)

Dimana : Ca = Kapasitas alat a

Cb = Kapasitas alat b

Ea = Harga alat a

Eb = Harga alat b

Kondisi operasi = 1 atm = 14,7 lb/in^2

Dipilih bahan *stainless steel*, 50 lb/in^2

Didapat basis harga pada volume 3000 gallons = $ 40.000

(Timmerhause, 1959)

Perhitungan harga reaktor :

1 RATB :

$$\text{Cost B} = \$\ 40.000 \left(\frac{VR}{3000 gallons}\right)^{0,6}$$

Data selengkapnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Hasil Perhitungan Optimasi Reaktor

Jumlah	Volume,*gallons* (US)	Harga Satuan	Harga Total ($)
1	30240,7943	40192,3274	40.192,3274
2	5040,0795	1372,7009	26.525,4906
3	2424,3290	8841,8302	27.433,4018
4	1557,5142	6780,2615	27.121,0462

Dari hasil Optimasi Reaktor diatas dipilih jumlah reaktor seri 2 buah karena pada reaktor ini didapat harga reaktor paling murah.

- Dimensi Reaktor

Volume terhitung = 19078,70105 liter

= 19,08 m^3

= 673,69 ft3

Perancangan reaktor ini dibuat dengan memilih over design 20% sehingga volume reaktor menjadi :

- Volume Design = 1,2 x 19078,70105 liter

= 22894,4413 liter

= 22,89 m^3

= 808,51 ft^3

Reaktor yang digunakan didekati dengan kolom berbentuk silinder tegak

Sehingga $$v = \frac{\pi}{4} x D^2 x H$$

Menggunakan H/D = 1,5 (ideal untuk tekanan atmosferis 1-1,5)

Tinggi (H) = 1,5 D

Diameter reaktor adalah

$$D = \left(\frac{Vr \times 4}{1.5 \times \pi}\right)^{1/3}$$

D = 2,6623m

= 104,81 inch

Sehingga tinggi reaktor adalah

H = 1,5 x D

= 3,0708 m

= 120,90 inch

Diameter yang digunakan adalah diameter dalam (ID) reaktor, selanjutnya dipilih ukuran tangki standar dari tabel 5.7 Brownell and Young.

Diperoleh, D = 126 inch

= 3,20 m

Sehingga untuk Tinggi reaktor menjadi :

H = 1,5 x 3,20 m

= 4,8 m

Untuk asumsi awal tebal plate (t) = 5/8 inch

Sehingga diameter dalam reaktor adalah

ID = OD – 2t

= 126 inch – (2 x 1/2)

= 125 inch

= 3,18 m

Luas penampang reaktor

$$At = \frac{\pi}{4} \times ID^2$$

$$At = \frac{\pi}{4} \times (3{,}18)^2 m = 7{,}9382 m^2$$

- Penentuan tekanan dinding Reaktor

Untuk menentukan tekanan dinding reaktor maka digunakan persamaan 13-1, hal. 284 Brownell and Young.

$$ts = \frac{P.r}{f.E - 0.6.P} + C$$

Ts = tebal dinding reaktor minimum, inch

P = tekanan design reaktor, psia

R = jari-jari reaktor, inch

F = maximum allowable stress, psia

E = effisiensi penyambungan, double welded butt joint

C = factor korosi, inch

Dipilih konstruksi reaktor Carbone steel, SA 283 Grade C

Dari appendix D hal.342 Brownell and Young didapat nilai f = 12650 psia

Tekanan operasi dalam reaktor = 3 atm

Tekanan design reaktor = 3 x 1,2 atm

= 3, 6 atm

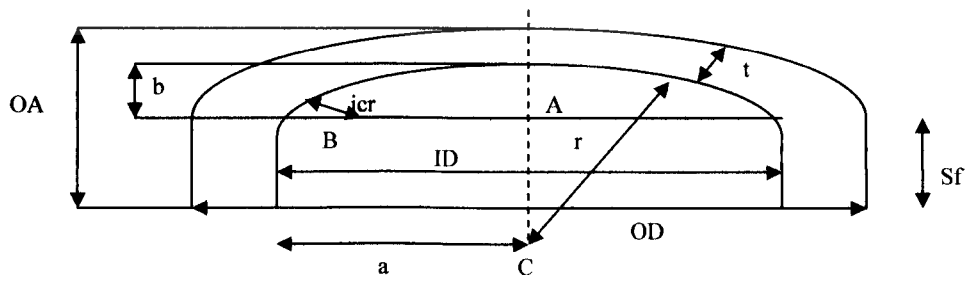
Faktor korosi (C) = 0,125 inch

$$ts = \frac{66{,}557\,psia \times 62{,}5inch}{(12650\,psia \times 0{,}80) - 0{,}6 \times 66{,}557\,psia} + 0.125in$$

ts = 0,5133 inch

maka dipilih tebal standar berdasarkan tabel 5.7. Brownell and Young yaitu 5/8 inch

- Penentuan jenis head



Klasifikasi pemilihan jenis head menurut Coulson, 1989

Tekanan (atm)	Jenis head
1 - 5	Torispherical
5 - 15	Eliptical
> 15 atm	Spherical

Dipilih jenis head Torispherical karena paling cocok digunakan pada tekanan atmosferis.

- Penentuan tekanan head

$$tH = \frac{0.885.P.r}{f.E - 0.1.P} + C$$

$$tH = \frac{0{,}885 \times 66{,}557\,psia \times 126 inch}{(12650\,psia \times 0{,}80) - 0{,}1 \times 66{,}557\,psia} + 0{,}125$$

ts = 0,7358 inch

maka dipilih tebal standar berdasarkan tabel 5.7. Brownell and Young yaitu 3/4 inch.

Berdasarkan Tabel 5.4. Borwnell and Young, untuk tebal head 3/4 inch digunakan sf = 1 ½ - 3 1/2 inch.

- Dimensi head

ID head = OD - 2tH
= 126 inch – (2 x 3/4) inch
= 124,5 inch
= 3,16 m

Berdasarkan Brownell and Young, hal. 132, Volume sebuah thorisperical yaitu

$$Vh = 0.000049 \times (ID)^3$$

Vhead = 0,000049 x (124,5)^3 inch
= 94,5593 inch
= 1,55 m^3

Dari Brownell and Young, hal. 89, didapatkan hubungan dimensional sebagai berikut.

Untuk OD = 126 inch, diperoleh nilai :

Irc standar = 7,625

Rc standar = 120

$$b = rc - \sqrt{(rc - Irc)^2 - (\frac{ID}{2} - Irc)^2}$$

b = 21,7254 inch

= 0,55 m

Tinggi head adalah

OA = t + b + sf

= 3/4 + 21,7254 + 2

= 24,4754 inch

= 0,62 m

Volume sebuah head = volume head tanpa sf + volume pada sf

$$Vhead = Vh + \frac{1}{4}\pi(ID)^2 \times sf$$

= 94,5593 + ¼ x 3,14 x $(124,5)^2$ x 2

= 732846,3949$inch^3$

= 12,01 m^3

- Volume cairan dalam reaktor = 22,89 m^3
- Volume reaktor total

$$Vr = (\frac{\pi}{4} \times ID^2 \times H) + (2 \times Vh)$$

Vr = (3,14/4 x $(124,5)^2$ x 120,90 inch + (2 x732846,3949)

Vr = 2936767,267 $inch^3$

= 48,12 m^3

- Volume ruang kosong

$$V = \frac{Vreaktor - Vcairan}{Vreaktor}$$

$$= \frac{48,12 - 22,89}{48,12}$$

= 0,5243 m^3

- Tinggi Cairan Tanpa koil

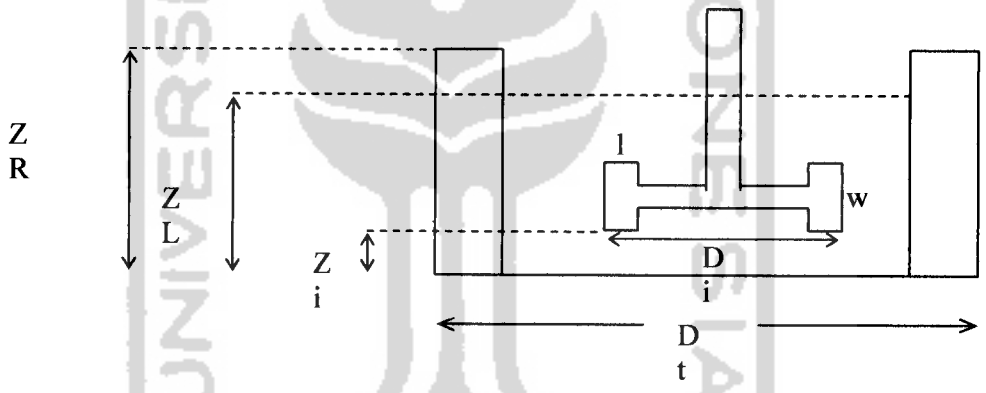
V cairan shell = Vcairan - Vsebuah head
= 22,89– 12,01
= 10,88 m^3

H cairan dalam shell = $\frac{Vcairan}{At}$

= $\frac{10.88m^3}{7,8387m^2}$

= 1,3879 m

- Menghitung ukuran dan power Pengaduk



Keterangan :

D_t	=	Diameter Reaktor
D_i	=	Diameter pengaduk
Z_R	=	Tinggi netralizer
Z_L	=	Tinggi cairan dalam reaktor
Z_i	=	Jarak pengaduk dari dasar reaktor
w	=	Tinggi pengaduk
l	=	Lebar pengaduk
Wb	=	Lebar baffle

Digunakan pengaduk jenis turbin dengan 6 sudut (six blades turbin) karena turbin memiliki range volume yang besar dan dapat digunakan untuk kecepatan putaran yang cukup tinggi. Data diperoleh dari "unit operation" hal. 507

Pengaduk	flat blade turbin
Jumlah (blade)	6
Jumlah baffle	4
Wi/Di Di/ID	1/5 1/3
Zi/Di	3/4 - 1.3
lebar baffle	1/10 ID
lebar pengaduk	1/4 Di

Dengan, ID = 124,5 inch

Di 41,5
Wi 8,3
Zi dipilih 1
L 10,375

Menentukan kecepatan putaran

Sg : spesifik gravity

$$Sg = \frac{\rho camp}{\rho air}$$

Sg = 0.9283

WELH : water equipment liquid height

WELH = Zl x Sg

Zl = 115,6 inch

WELH = 107,3115 inch

$$\text{Jumlah pengaduk} = \frac{WELH}{ID}$$

= 0,8619

digunakan 1 pengaduk

Kecepatan pengaduk yang digunakan

$$N = \frac{600}{\pi \times Di(ft)} \times \sqrt{\frac{WELH}{2 \times Di}}$$

N = 217.4754 rpm
= 3,63 rps

Menghitung kekuatan pengaduk

$$p = \frac{Np \times \rho \times N^3 \times d^5}{gc}$$

Dimana :

P :daya pengaduk, lb.ft/s

Np : power number

N : kecepatan putaran penganduk , rps

D : diameter pengaduk, ft

gc : gravitasi

Dari fig 477 Brown, hal.507, diperoleh Np = 5

P = 3228,6979 ft.lb/s
= 6,45 Hp

Efisiensi motor penggerak (h) = 80 %

Sehingga, daya penggerak motor = $\frac{P}{\eta}$ = 8,0625 Hp

Maka, berdasarkan Rase, hal. 358 dipakai motor standar = 10 Hp

♦ **Perancangan koil pendingin pada reaktor**

Neraca panas reaktor

Dasar perhitungan enthalpi pada 25 ^{0}C adalah 0

Panas (enthalphi) = jumlah massa * Cp * (T-298)

Seyawa	Hf
MS	-920.1
CH3OH	-200.94
MMA	-347.36
Amm Sulfat	-1027.1
Hf = Hf produk - Hf reaktan	
Hf 298 =	**-253.32 Kj**

Reaksi bersifat 'eksotermis'

Panas reaksi total (Hr) = mol aceton x konversi x Hr 298 x 1000 mol/kmol
Hr = -2598498.4 kj

Senyawa	Massa akhir	Cp, Kj / kg	Panas, Kj / j
MS	19255.60017	1.3	375484.2
CH3OH	150191.5922	0.541	1218804.8
MMA	48.9896	0.654	480.58798
H2O	837.232748	0.85	10674.718
Amm.Sulfat	5662.2892	0.476	40428.745
Total	**175995.7039**		**1645873**

Komponen	Masuk, Kj / j	Keluar, Kj /j
Umpan masuk	246162.9	
panas reaksi	2598498.4	
panas yang diambil coil		2581083
Cairan keluar		263577.9
Total	**2844661**	**2844661**

Panas yang harus diambil coil adalah 2581083,4 Kj/jam

- **Design Koil**

  Spesifikasi koil yang dipilih :

  - diameter dalam (ID) = 2,2 inchi = 0,0559 m
  - diameter luar (OD) = 2,5 inchi = 0,0635 m
  - Bahan stainless steel SA 283 grade C
  - Ditentukan jumlah set koil yang dipakai adalah 9 set (satu set adalah satu input dan satu out put pendingin)

Pendingin yang digunakan adalah air.

Jumlah air pendingin yang dibutuhkan adalah

$$W = \frac{HT/CPW}{Tout - Tin} \qquad = 258119.607 \text{ Kg/jam}$$

- **Kecepatan air melalui tiap set koil**

$$Vs = \frac{4W}{\rho \times 3600 \times set \times (\pi \times ID^2)}$$

Vs = 2,44 m/s

Memenuhi syarat aliran 1 – 2,5 m/s

- **Koefisien transfer panas di shell (H0)**

$$H_0 = \frac{K}{OD} \times 0.09 \,\mathrm{Re}^{0.65} \times \mathrm{Pr}^{0.33} \times \left(\frac{Dp}{Dshell}\right)^{0.333} \times \left(\frac{2}{Nb}\right)^{0.2}$$

$$= 17994.15774 \text{ Kj/m/j/K}$$

- **Koefisien panas dalam koil**

$$Hi = \frac{4200 \times (1.35 + 0.002 \times T) \times Vs^{0.8} \times 3.62}{(1000 \times ID)^{0.2}}$$

$$= 725.69978 \text{Kj/m/j/K}$$

$$Hio = Hi \times \frac{ID}{OD}$$

$$= 638.61581 \text{ Kj/m//K}$$

- **Clean overall Transfer coeficient (Uc)**

$$Uc = \frac{H_0 \times Hi_0}{H_0 + Hi_0}$$

$$= 616.72802 \text{ Kj/j/m/K}$$
$$= 170.36556 \text{ W/m.K}$$

Diambil dirt factor (rd) : 1,67 x 10^{-4} $(W/m.K)^{-1}$ [optimum 1,66x10^{-4} – 3,33x10^{-4}. Coulson, 1989]

Sehingga koefisien transfer panas overall adalah

$$Ud = \frac{1}{\left(1/Uc\right) + rd}$$

= 164.75195W/m.K
= 596.40204Kj/j/m/K

➢ **Luas transfer panas yang dibutuhkan (Ad)**

$$Ad = \frac{HT}{Ud \times \Delta T} \qquad = 55{,}2645 \text{ m}^2$$

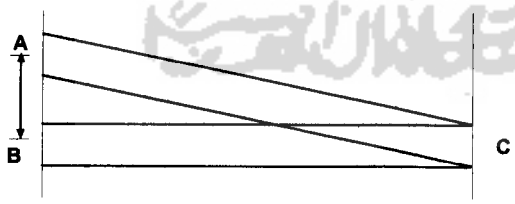
➢ **Tinggi Cairan di shell**

Volume coil = (3.14159/4) x OD^2 x Lc x set
= 0.8772 m^3

Volume cairan di shell = Vol cairan + vol coil - vol bottom head

V cairan di Shell = 5,1249 m^3
Tinggi cairan di shell = 1,4804 m

➢ **Tinggi koil**



Skema Lilitan Koil

AB : jarak antar lilitan (dipakai 0,5 OD) (range 0,5 – 4 OD) [Treyball, 1984]

BC : diameter lilitan koik terluar = 0,9 Dshell (range 0,6 – 0,9 Dshell) [Treyball, 1984]

AC : $(AB^2 + BC^2)^{0,5}$

Panjang lilitan (PL) = 0,5 x 3,14159 x (AC + BC) = 2.9748 m
Setiap set didapatkan dengan cara yang sama

Lapisan	AB	BC	AC	PL
1	0,0952	0.945	0.6783	2.974817
2	0,0952	0.861	0.8662526	2.711787
3	0,0952	0.76755	0.7734375	2.41935
4	0,0952	0.6783	0.68495507	2.14031
Jumlah				10.24626

Jadi panjang satu koil dengan 4 lapisan setiap set lilitan adalah 10,24626 m

Jumlah lilitan tiap set = Lc / Pl = 3.0054lilitan = 3 lilitan
Tinggi set koil (Tsk) = 1,5 x OD + (3-1) x (AB-OD) = 0.1587 m
Dipakai jarak antar set koil 1,25 OD, maka :

Tinggi koil (Tk) = Tsk x set + (set – 1) x 1,25OD

= 1.1907 m

Tinggi koil lebih kecil dari tinggi cairan di shell sehingga coil tercelup.

- **Pressure drop**

Diameter koil (BC) = 0.945 m
Reynold number (Re) = 1199254, 905

Faktor friksi :

$$f = 0.0035 + \frac{0.264}{(Re_t)^{0.42}} \qquad = 0,0037$$

Maka, besar Pressure drop adalah

$$= \frac{2 \times (8 \times f \times (PL/ID) + 2.5) \times \rho \times Vs^2 \times 14.7}{2 \times 1.013.10^5} \qquad = 0,5913 \text{ psia}$$

Dengan cara yang sama diperoleh nilai pressure drop untuk lapisan yang lain

lapisan	BC, m	PL, m	P, psia
1	0.945	2.9748174	2.0808
2	0.861	2.7117866	2.0808
3	0.76755	2.4193504	2.0809
4	0.6783	2.1403105	2.0809
Total			8.3235

Sehingga Pressure drop = 8.3235 Psia, Nilai ini memenuhi syarat karena masih kurang dari 10 Psia.