

PRA RANCANGAN PABRIK METIL AKRILAT DARI METANOL DAN  
ASAM AKRILAT MENGGUNAKAN KATALIS HOMOGEN ASAM SULFAT  
DENGAN KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN

PRA RANCANGAN PABRIK

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



Nama : M Dolly Yusufa N

No. Mhs : 16521010

Nama : Dwiko Cahya N

No.Mhs : 16521040

KONSENTRASI TEKNIK KIMIA  
JURUSAN TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA

2020

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL

PRA RANCANGAN PABRIK METIL AKRILAT DARI METANOL DAN  
ASAM AKRILAT MENGGUNAKAN KATALIS HOMOGEN ASAM SULFAT  
DENGAN KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : M Dolly Yusufa N Nama : Dwiko Cahya N  
No. Mhs : 16521010 No.Mhs : 16521040

Yogyakarta, 9 September 2020

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

Demikian surat pernyataan ini saya buat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.



M Dolly Yusufa N



Dwiko Cahya N

## LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PRA RANCANGAN PABRIK METIL AKRILAT DARI METANOL  
DAN ASAM AKRILAT MENGGUNAKAN KATALIS HOMOGEN  
ASAM SULFAT DENGAN KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN

PERANCANGAN

Diajukan Sebagai Salah Satu  
Syarat

Oleh

Nama : M Dolly Yusufa N  
No. Mhs : 16521010

Nama : Dwiko Cahya N  
No.Mhs : 16521040

Yogyakarta, 9 September

Pembimbing I



Ir. Agus Taufiq,

PembimbingII

9 Sept 2020



Ajeng Yulianti, S.T.,

**LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI**  
**PRA RANCANGAN PABRIK METIL AKRILAT DARI METANOL DAN ASAM**  
**AKRILAT MENGGUNAKAN KATALIS HOMOGEN ASAM SULFAT DENGAN**  
**KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN**

**TUGAS AKHIR**

Oleh :

Nama : Muhammad Dolly Yusufa Nasution


No. Mhs 16521010

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


Yogyakarta, September 2020

Tim Penguji,

Ketua

  
Agus Taufiq, Ir., M.Sc.

Anggota 1

  
Zainus Salimin, Prof., Ir., M.Si.

Anggota 2

  
Lucky Wahyu N. S., S.T., M.Eng.

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Kimia  
Fakultas Teknologi Industri Universitas  
Islam Indonesia



NIK. 845210102

**LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI**  
**PRA RANCANGAN PABRIK METIL AKRILAT DARI METANOL DAN ASAM**  
**AKRILAT MENGGUNAKAN KATALIS HOMOGEN ASAM SULFAT DENGAN**  
**KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN**

**TUGAS AKHIR**

Oleh :

Nama : Dwiko Cahya Nugroho

No. Mhs 16521040

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


Yogyakarta, September 2020

Tim Penguji,

Ketua

  
Agus Taufiq, Ir., M.Sc.

Anggota 1

  
Zainus Salimin, Prof., Ir., M.Si.

Anggota 2

  
Lucky Wahyu N. S., S.T., M.Eng.

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Kimia  
Fakultas Teknologi Industri Universitas  
Islam Indonesia



NIK. 845210102

## KATA PENGANTAR



*Assalamu'alaikum Wr., Wb.*

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

Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik yang berjudul “Pra Rancangan Pabrik Metil Akrilat Dari Metanol dan Asam Akrilat menggunakan Katalis Homogen Asam Sulfat dengan Kapasitas 40.000 Ton/Tahun”, disusun sebagai penerapan dari ilmu teknik kimia yang telah diperoleh selama dibangku kuliah, dan merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Penulisan laporan Tugas Akhir ini dapat berjalan dengan lancar atas bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penyusun ingin menyampaikan terimakasih kepada :

1. Allah SWT yang selalu melimpahkan Rahmat dan Hidayahnya yang senantiasa memberikan kemudahan dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.
2. Orang Tua dan Keluarga yang selalu memberikan doa, semangat, dan dukungan yang tiada henti-hentinya.
3. Bapak Hari Purnomo, Prof., Dr., Ir., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Dr. Suharno Rusdi selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia
5. Bapak Ir. Agus Taufiq, M.Sc. selaku Dosen Pembimbing I dan Ibu Ajeng Yulianti , S.T., M.T, selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir yang telah

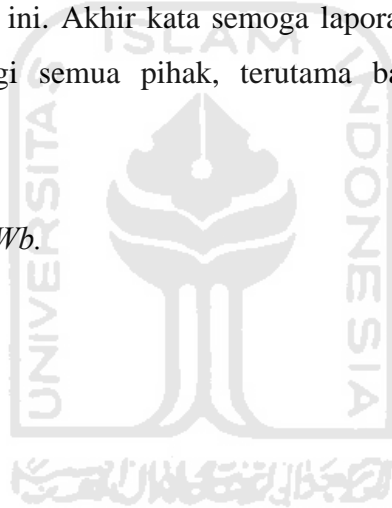
memberikan pengarahan dan bimbingan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

6. Seluruh civitas akademika di lingkungan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
7. Teman – teman Teknik Kimia 2016 yang selalu memberikan dukungan, semangat, dan kerja samanya.
8. Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu per satu yang telah membantu penyusunan Tugas Akhir ini.

Kami menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan, untuk itu kami mengharapkan kritik dan saran untuk menyempurnakan laporan ini. Akhir kata semoga laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak, terutama bagi para pembaca serta penyusun, Aamiin.

*Wassalamu'alaikum Wr., Wb.*

Yogyakarta, 23 Juni 2020



M Dolly Yusufa N

Dwiko Cahya N

## LEMBAR PERSEMBAHAN



Karya ini saya persembahkan kepada:

Bapak dan Ibu serta kakak, adik dan be saya yang telah memberikan do'a, dorongan, motivasi dan kasih sayang yang luas biasa. Terima kasih telah berjuang dan berkorban untuk saya hingga saya bisa mencapai di tahap ini.

Dwiko sebagai partner pra rancangan pabrik saya ini, yang selama ini telah bersabar dan terus berjuang dalam penyusunan pra rancangan pabrik ini. Terima kasih atas waktu, ilmu, semangat dan dukungan selama ini. Semoga kita mendapatkan ilmu yang bermanfaat untuk diri sendiri maupun orang lain.

Anak Bebal, Anak Kontrakan Mujahedin, Anak aotis, Anak Poseidon dan Malik teman terdekat saya yang selalu mendukung. Terima kasih telah menerima segala suka duka selama perkuliahan. Terima kasih telah menjadi teman yang hebat bisa melewati rintangan semasa menjalani kuliah. Semoga kita diberikan ilmu yang bermanfaat dan sukses untuk kedepannya.

Teknik Kimia UII 2016, almamater tercinta, yang punya andil besar didalam membentuk karakter pribadi menjadi lebih baik. Terimakasih sudah mengizinkan saya untuk menjadi bagian dari keluarga ini. Semoga kalian dapat meraih apa yang dicita-citakan.

(M Dolly Yusufa N)



## LEMBAR PERSEMBAHAN



Karya ini saya persembahkan kepada:

Bapak Budi dan Ibu, Kedua orang tua saya, yang telah membesarkan dengan penuh cinta dan kasih sayang yang tulus. Terimakasih atas segala doa, semangat dan dukungan moral maupun materi.

Semoga dengan karya ini dapat memberikan rasa bangga terhadap anakmu satu satunya.

Dolly Nasution, rekan skripsiku, yang dengan sabar menghadapi tingkah laku dan karakter saya sebagai rekan skripsi yang kurang kooperatif. Terimakasih untuk segala kebaikan, kerja keras dukungannya. Semoga ilmu yang didapat menjadi bekal yang bermanfaat di dunia dan di akhirat. Semoga kita kelak menjadi pribadi yang sukses kedepanya

Teman terdekat saya yang selalu setia menemani saya selama 4 tahun berkuliah baik senang maupun susah. Terimakasih untuk seluruh perhatian dan persahabatannya. Semoga dapat dipersatukan lagi diwaktu yang tepat.

Teknik Kimia UII 2016, almamater tercinta, yang punya andil besar didalam membentuk karakter pribadi menjadi lebih baik. Terimakasih sudah mengizinkan saya untuk menjadi bagian dari keluarga ini. Semoga kalian dapat meraih apa yang dicita-citakan.

(Dwiko Cahya N)

## ABSTRAK

Pabrik Metil Akrilat memiliki prospek yang baik, mengingat kebutuhan Metil Akrilat di Indonesia yang terus meningkat. Bahan utama Asam akrilat diperoleh dari PT. Nippon Shokubai Indonesia, Cilegon dan metanol dari PT. KMI Bontang, Kalimantan Timur. Pabrik ini direncanakan akan dibangun di Cilegon, di atas lahan seluas 10.942 m<sup>2</sup>, di provinsi Banten, Jawa Barat pada tahun 2026. Pabrik kimia ini akan dioperasikan selama 330 hari atau 24 jam sehari dengan total 170 karyawan. Pabrik Metil Akrilat menggunakan proses esterifikasi dengan kapasitas 40.000ton/tahun, memiliki kemurnian 99,5%. Reaksi terjadi dalam tangki reaktor berpengaduk, Reaktor dioperasikan terus menerus dalam suhu eksoterm 80°C dan tekanan pada 2 atm, sebagai pendingin reaktor digunakan air pendingin. Waktu reaksi dalam reaktor adalah 1 jam, perbandingan antara asam akrilat dan metanol yang digunakan dalam reaksi adalah 1 : 2. Pabrik ini menggunakan 176.464 kg/jam air dari PT Krakatau Tirta, 3.821,487 kg / jam uap, dan 258 kW tenaga listrik yang disediakan oleh PLN dan juga membutuhkan generator sebagai cadangan. Seluruh produk output dari reaktor adalah dalam bentuk cair, kemudian dibawa ke penetral untuk menghilangkan H<sub>2</sub>S<sub>04</sub> setelah itu dipisahkan dengan decanter, dan dimurnikan dalam centrifuge dan siap dipasarkan. Parameter kelayakan menggunakan analisis ekonomi dengan total investasi modal sebesar Rp 1.234.794.160.143 terdiri dari Rp 195.981.763.978 sebagai investasi modal tetap, dan Rp 1.038.812.396.166 sebagai modal kerja. Total biaya Rp 1.234.794.160.143 dan hasil penjualan tahunan Rp 1.298.992.876 sehingga diperoleh laba Rp 64.198.715.977 sebelum pajak, dan Rp32.099.357.998 setelah pajak. Hasil hitungan parameter adalah persentase Return On Investment (ROI) 20% setelah pajak, Pay Out Time (POT) 3,37 tahun setelah pajak, Discounted Cash Flow (DCF) 10,26%, Break Event Point (BEP) 43,20%, sementara Shut Down Point (SDP) 33,46%. Dari analisis ekonomi menunjukkan bahwa hasilnya memuaskan sehingga pabrik layak untuk di bangun.

Kata kunci : Metil Akrilat, reaksi, eksoterm, output, Parameter, investasi.

## ABSTRACT

The Methyl Acrylate plant gives very good prospect, considering the requirement of Methyl Acrylate in Indonesia had increased gradually. The main material of Acrylate Acid obtained from the PT. Nippon Shokubai Indonesia, Cilegon and Methanol from PT. KMI Bontang, East Kalimantan. The factory is planned to built in Cilegon, in the area of land of 10.942 m<sup>2</sup>, at the province of Banten, West Java in 2026. This chemical plant will be operated for 330 days or 24 hours a day with total 170 employees. Methyl Acrylate plant using esterification process with capacity of 40.000 ton/years, has a purity of 99,5%. The reaction happened within a stirred reactor tank, Reactor is operated continuously in an exothermic temperature 80°C and pressure at 2 atm, as a reactor cooler is used cooling water. Time of reaction in the reactors is 1 hour, a comparison between the acrylic acid and methanol used in reaction is 1 : 2. This plant are needed 176.464 kg/hour of water from PT Krakatau Tirta, 3.821,487 kg/hour of steam, and 258 kW of electricity power provided by PLN and also need a generator as reserve. An entire output product of the reactor is in the form of liquid then, it is brought to neutralizer to eliminating H<sub>2</sub>S<sub>4</sub> after that separated through a decanter, and purified in a centrifuge and ready to market. A parameter of appropriateness uses an economic analysis with total capital investment Rp 1.234.794.160.143 consisted of Rp 195.981.763.978 as Manufacturing cost, and Rp 1.038.812.396.166 as a Working Capital. Total Cost Rp Rp 1.234.794.160.143 and Annual Sales Rp 1.298.992.876 thus it can get profit Rp 64.198.715.977 before taxes, and Rp Rp32.099.357.998 after taxes. A count result of parameter is percentage of Return On Investment (ROI) 20 % after taxes, Pay Out Time (POT) 3,37 year after taxes, Discounted Cash Flow (DCF) 10,26%, Break Event Point (BEP) 43,20 %, while Shut Down Point (SDP) 33,46 %. From the analyses above it showed that the result was satisfied so the plant are appropriate to build.

Keywords : Methyl Acrylate, reaction, exotherm, output, Parameter, investment.

# DAFTAR ISI

|   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL .....                            | ii                                  |
| LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING .....                                | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI .....                                   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI .....                                   | 4                                   |
| KATA PENGANTAR .....  | 5                                   |
| LEMBAR PERSEMBAHAN.....   | 8                                   |
| ABSTRAK.....  | 10                                  |
| DAFTAR ISI .....  | 12                                  |
| PENDAHULUAN.....  | 17                                  |
| 1.1 Latar Belakang.....   | 17                                  |
| 1.1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik .....                       | 17                                  |
| 1.1.2 Tujuan .....  | 17                                  |
| 1.1.3 Lokasi Pabrik.....  | 18                                  |
| 1.2. Penentuan Kapasitas Pabrik .....                             | 20                                  |
| 1.1.2 Kapasitas Perancangan.....                                  | 20                                  |
| 1.2 Tinjauan Pustaka .....  | 25                                  |
| BAB II .....  | 29                                  |
| PERANCANGAN PRODUK .....  | 29                                  |
| 2.1 Spesifikasi Produk.....                                       | 29                                  |
| 2.2 Spesifikasi Bahan Baku.....                                   | 29                                  |
| 2.3 Spesifikasi Bahan Pembantu .....                              | 30                                  |
| 2.4 Pengendalian Kualitas .....                                   | 31                                  |
| 1. Pengendalian Kualitas Bahan Baku .....                         | 31                                  |
| 2. Pengendalian Bahan Pembantu .....                              | 31                                  |
| 3. Pengendalian Kualitas Bahan selama Proses .....                | 32                                  |
| 4. Pengendalian Kualitas Produk.....                              | 32                                  |
| BAB III.....  | 36                                  |
| PERANCANGAN PROSES .....  | 36                                  |
| 3.1. Uraian Proses .....  | 36                                  |
| 3.1.1 Persiapan Bahan Baku.....                                   | 36                                  |
| 3.1.2. Reaksi .....   | 36                                  |
| 3.1.3. Pemurnian Produk .....                                     | 36                                  |
| 3.2 Spesifikasi Alat Proses .....                                 | 37                                  |
| 3.2.1. Tangki penyimpanan, T-01 (Asam akrilat 99%) .....          | 37                                  |
| 3.2.2. Tangki penyimpan bahan baku, T – 02 (Metanol 99,85%) ..... | 38                                  |

|  |    |
|--|----|
| 3.2.3. Tangki penyimpanan, T-03 (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 98%) ..... | 40 |
| 3.2.4. Tangki penyimpanan, T-04 (NaOH 50%) .....                           | 41 |
| 3.2.5. Tangki penyimpanan, T-05 (Metil akrilat 99,5%) .....                | 42 |
| 3.2.6. Reaktor .....   | 43 |
| 3.2.7. Netraliser (N-01) .....   | 44 |
| 3.2.8. Decanter (DC).....  | 45 |
| 3.2.10. Centrifuge.....  | 46 |
| 3.2.9. Menara Distilasi 01 (MD-01) .....                                   | 46 |
| 3.2.12. Condenser-01 (CD-01) .....   | 47 |
| 3.2.15. Reboiler-01 (RB-01) .....  | 48 |
| 3.2.18. <i>Heater</i> -01 (H-01).....                                      | 49 |
| 3.2.19. <i>Heater</i> -02 (H-02).....                                      | 50 |
| 3.2.20. <i>Heater</i> -03 (H-03).....                                      | 50 |
| 3.2.21. <i>Heater</i> -04 (H-04).....                                      | 51 |
| 3.2.22. Cooler-01 (CL-01) .....  | 52 |
| 3.2.23. Accumulator-01 (ACC-01).....                                       | 53 |
| 3.2.24. Pompa-01 (P-01) .....  | 53 |
| 3.2.25. Pompa-02 (P-02) .....  | 54 |
| 3.2.26. Pompa-03 (P-03) .....  | 55 |
| 3.2.28. Pompa-04 (P-04) .....  | 55 |
| 3.2.29. Pompa-05 (P-05) .....  | 56 |
| 3.2.30. Pompa-06 (P-06) .....  | 57 |
| 3.2.31. Pompa-07 (P-07) .....  | 57 |
| 3.2.32. Pompa-08 (P-08) .....  | 58 |
| 3.2.33. Pompa-09 (P-09) .....  | 58 |
| 3.2.34. Pompa-10 (P-10) .....  | 59 |
| 3.2.35. Pompa-11 (P-11) .....  | 60 |
| 3.2.36. Pompa-12 (P-12) .....  | 60 |
| 3.2.37. Pompa-13 (P-13) .....  | 61 |
| 3.2.38. Silol .....  | 62 |
| 3.2.39. Screw Conveyor (SC-01) .....                                       | 62 |
| 3.3 Perencanaan Produksi .....   | 64 |
| 3.3.1. Kapasitas Perancangan .....   | 64 |
| 3.3.2 Perencanaan Bahan Baku dan Alat Proses .....                         | 64 |
| BAB IV .....   | 66 |
| PERANCANGAN PABRIK .....   | 66 |
| 4.1 Lokasi Pabrik .....  | 66 |

|   |     |
|---|-----|
| 4.1.1 Faktor Utama Penentuan Lokasi Pabrik .....                          | 66  |
| 4.1.2 Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik .....                       | 69  |
| 4.2 Tata Letak Pabrik .....   | 70  |
| 4.3. Tata Letak Alat Proses.....  | 72  |
| 4.4. Alir Proses dan Material .....                                       | 76  |
| 4.4.1 Neraca Massa.....   | 76  |
| 4.4.2 Neraca Panas .....  | 79  |
| 4.4.3 Diagram Alir Kualitatif .....                                       | 81  |
| 4.5. Perawatan (Maintenance).....   | 82  |
| 4.6 Pelayanan Teknik (Utilitas).....                                      | 83  |
| 4.6.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air ( Water Treatment System ) ..... | 83  |
| 4.6.2 Unit Pembangkit Steam ( Steam Generation System ) .....             | 91  |
| 4.6.3 Unit Pembangkit Listrik ( Power Plant System ) .....                | 92  |
| 4.6.4 Unit Penyediaan Udara Tekan.....                                    | 92  |
| 4.6.5 Unit Penyediaan Bahan Bakar.....                                    | 93  |
| 4.6.6 Peralatan Utilitas .....  | 93  |
| 4.7. Organisasi Perusahaan.....   | 105 |
| 4.7.1 Bentuk Organisasi Perusahaan .....                                  | 105 |
| 4.7.2 Struktur Organisasi Perusahaan.....                                 | 106 |
| 4.7.3 Tugas dan Wewenang.....   | 111 |
| 4.7.4 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji.....                 | 122 |
| 4.7.5 Kesejahteraan Sosial Karyawan.....                                  | 131 |
| 4.8 Manajemen Produksi .....  | 133 |
| 4.9 Evaluasi Ekonomi .....  | 136 |
| 4.9.1 Penaksiran Harga Peralatan .....                                    | 137 |
| 4.9.2 Dasar Perhitungan.....  | 140 |
| 4.9.3 Perhitungan Biaya .....   | 141 |
| 4.9.4 Analisa Kelayakan.....  | 142 |
| 4.9.5 Hasil Perhitungan .....   | 147 |
| 4.9.6 Analisa Keuntungan.....   | 152 |
| 4.9.7 Hasil Kelayakan Ekonomi .....                                       | 152 |
| BAB V .....   | 156 |
| PENUTUP.....  | 156 |
| 5.1 Kesimpulan.....   | 156 |
| LAMPIRAN A.....   | 161 |
| LAMPIRAN B.....   | 187 |

## DAFTAR TABEL

|  |     |
|--|-----|
| Table 1.1 Data impor Metil Akrilat Tahun 2009-2019 ..... | 21  |
| Table 5 shell tiap course plate tangki (T-01) .....      | 37  |
| Table 6 shell tiap course plate tangki (T-02) .....      | 40  |
| Table 7 shell tiap course plate tangki (T-03) .....      | 40  |
| Table 8 shell tiap course plate tangki (T-04) .....      | 41  |
| Table 9 shell tiap course plate tangki (T-05) .....      | 42  |
| Table 10 Perincian luas tanah dan bangunan .....         | 71  |
| Table 11 Neraca Massa Total .....                        | 76  |
| Table 12 Neraca Massa Reaktor 1 .....                    | 77  |
| Table 13 Neraca Massa Neutralizer .....                  | 77  |
| Table 14 Neraca Massa Decanter .....                     | 78  |
| Table 15 Neraca Massa CentriFuge .....                   | 78  |
| Table 16 Neraca Massa Menara Destilasi .....             | 78  |
| Table 17 Neraca Panas Heater 1 .....                     | 79  |
| Table 18 Neraca Panas Heater 2 .....                     | 79  |
| Table 19 Neraca Panas Heater 3 .....                     | 80  |
| Table 20 Neraca Panas Heater 4 .....                     | 80  |
| Table 21 Neraca Panas Cooler 1 .....                     | 80  |
| Table 22 Kebutuhan Air Pembangkit Steam .....            | 89  |
| Table 23 Kebutuhan Air Pendingin .....                   | 90  |
| Table 24 Kebutuhan air total .....                       | 91  |
| Table 25 Jabatan dan keahlian .....                      | 123 |
| Table 26 Jabatan dan keahlian .....                      | 124 |
| Table 27 Perincian Jumlah Karyawan .....                 | 126 |
| Table 28 Jumlah karyawan .....                           | 127 |
| Table 29 Penggolongan gaji menurut jabatan .....         | 129 |
| Table 30 Harga indeks .....                              | 138 |
| Table 31 Physical Plant Cost 1 .....                     | 147 |
| Table 32 Direct Plant Cost (DPC) .....                   | 147 |
| Table 33 Fixed Capital Investment (FCI) .....            | 148 |
| Table 34 Direct Manufacturing Cost (DM) .....            | 148 |
| Table 35 Indirect Manufacturing Cost .....               | 148 |
| Table 36 Fixed Manufacturing Cost (FMC) .....            | 149 |
| Table 37 Total Manufacturing Cost (MC) .....             | 149 |
| Table 38 Working Capital (WC) .....                      | 149 |
| Table 39 General Expense (GE) .....                      | 150 |
| Table 40 Total biaya produksi .....                      | 150 |
| Table 41 Fixed cost (Fa) .....                           | 150 |
| Table 42 Variable cost (Va) .....                        | 151 |
| Table 43 Regulated cost (Ra) .....                       | 151 |

## DAFTAR GAMBAR

|   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| Figure 1.1 proyeksi impor.....                | 21                                  |
| Figure 2 Lokasi Pabrik .....                  | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Figure 4 Tata letak alat proses 1:500.....    | 73                                  |
| Figure 5 Denah Pabrik.....                    | 74                                  |
| Figure 6 Diagram Alir Utilitas.....           | 104                                 |
| Figure 7 Struktur organisasi perusahaan ..... | 110                                 |
| Figure 8 Indeks harga.....                    | 139                                 |
| Figure 9 Grafik Hubungan BEP dan SDP .....    | 155                                 |





# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

#### 1.1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Di negara yang sedang berkembang seperti Indonesia, berbagai kebutuhan dalam negeri belum sepenuhnya dapat dihasilkan dan dipenuhi sendiri. Terutama kebutuhan pada bidang industri kimia masih banyak bahan-bahan kimia yang diimpor dari berbagai negara. Dalam rangka mendukung pembangunan nasional khususnya dalam sektor industri kimia maka perlu didirikan pabrik hulu yang dapat memberikan manfaat dalam perkembangan industri di Indonesia. Metil akrilat merupakan produk antara yang banyak dipakai dalam industri kertas, cat, tekstil dan lain-lain. Kebutuhan metil akrilat dalam negeri akan semakin meningkat seiring dengan peningkatan industri-industri yang memerlukan metil akrilat sebagai salah satu bahan utama dalam proses produksi. Sehingga pembangunan pabrik metil akrilat ini diharapkan dapat mengantisipasi permintaan dalam negeri yang semakin meningkat dan mengurangi impor dari negara-negara asing seperti: Amerika Serikat, Jepang, Malaysia, dan Singapura.

#### 1.1.2 Tujuan

Dengan didirikannya pabrik metil akrilat di Indonesia diharapkan dapat mengurangi konsumsi impor, sehingga akan meringankan pihak konsumen dalam negeri, selain itu dapat menghemat devisa negara dan juga dapat memacu

berdirinya pabrik lain yang menggunakan metil akrilat. Atas dasar ketersediaan bahan baku yang mudah, sumber daya manusia yang terampil dan terlatih, sumber daya alam, modal dan IPTEK yang cukup untuk peningkatan sumber daya ekonomi dan kesejahteraan masyarakat Indonesia, maka pendirian pabrik metil akrilat merupakan alternatif yang sangat memungkinkan untuk didirikan di Indonesia.

### 1.1.3 Lokasi Pabrik

Lokasi pabrik dapat berpengaruh terhadap kelangsungan dan perkembangan serta menunjang keberhasilan maupun gagalnya suatu industri. Untuk itu, diperlukan pertimbangan yang mendalam dari berbagai faktor agar dapat memberikan keuntungan sebesar-besarnya bagi perusahaan ketika menentukan lokasi pabrik.

Suatu pabrik harus dilokasikan sedemikian rupa sehingga mempunyai biaya produksi dan distribusi seminimal mungkin. Selain itu memiliki kemungkinan agar dapat dilakukan pengembangan terhadap pabrik tersebut.

Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan lokasi pabrik antara lain:

#### 1. Penyediaan Bahan Baku

Bahan baku merupakan kebutuhan utama dalam pengoperasian pabrik. Lokasi pabrik yang dekat dengan sumber bahan baku dapat menghemat biaya transportasi. Lokasi pabrik pada jalan-jalan utama dan dekat pelabuhan merupakan opsi terbaik untuk memudahkan transportasi bila ada bahan baku yang dikirim dari luar negeri.

#### 2. Utilitas

Penyediaan utilitas seperti air, bahan bakar dan listrik harus terpenuhi dengan mudah tanpa ada kesulitan. Opsi terbaik adalah kawasan industri dikarenakan sudah tersedianya utilitas tersebut.

### 3. Transportasi

Transportasi memadai pada sektor darat (jalan utama) maupun sektor laut (pelabuhan) untuk memperlancar alur distribusi bahan baku dan produk baik dalam negeri maupun luar negeri.

### 4. Tenaga Kerja

Ketersediaan tenaga kerja yang melimpah, baik itu tenaga kerja tingkat rendah, menengah ataupun ahli pada usia produktif. Diharapkan dapat terwujudnya tujuan dari pendirian pabrik ini yaitu menurunkan angka pengangguran di Indonesia, khususnya daerah sekitar pabrik.

### 5. Pemasaran Produk

Distribusi atau pemasaran produk menjadi salah satu faktor penting dalam menentukan lokasi pabrik. Lokasi pemasaran atau pabrik lain yang dekat dapat menghemat biaya distribusi.

### 6. Kondisi Geografis dan Sosial

Daerah dengan banyak dataran (tidak curam), tidak rawan bencana dan aman merupakan acuan yang menguntungkan dalam menentukan lokasi pabrik. Kondisi sosial masyarakat setempat yang sudah terbiasa dengan lingkungan industri, sehingga pendirian pabrik baru dapat diterima dan dapat beradaptasi dengan cepat.

### 7. Perijinan dan kebijaksanaan Pemerintah.

Pendirian pabrik di lokasi tersebut merupakan salah satu usaha untuk mewujudkan kebijakan pemerintah daerah atau pemerintah pusat mengenai

pengembangan industri dan pemerataan kesempatan kerja antara tenaga kerja lokal dan tenaga kerja asing.

#### 8. Pembuangan Limbah

Penanganan terkait limbah tidak menjadi masalah karena lokasi pabrik dekat dengan aliran sungai yang tidak berdekatan dengan pemukiman warga.

#### 9. Perluasan Pabrik

Sebuah industri yang baik pasti memiliki perhitungan rencana perluasan pabrik tersebut dalam jangka waktu yang panjang. Lokasi terpilih tidak boleh memiliki kendala apabila suatu saat nanti akan melakukan perluasan area pabrik.

Berdasarkan faktor-faktor tersebut, maka pabrik ini direncanakan untuk didirikan di daerah kawasan industri Ciwandan, Cilegon, Banten.

### 1.2. Penentuan Kapasitas Pabrik

#### 1.1.2 Kapasitas Perancangan

Kapasitas perancangan ditetapkan dengan menggunakan analisis *supply* (pasokan) dan *demand* (permintaan), pasokan berasal dari produksi dalam negeri dan impor dari luar negeri, sedangkan permintaan adalah nilai konsumsi dalam negeri beserta ekspor ke luar negeri.

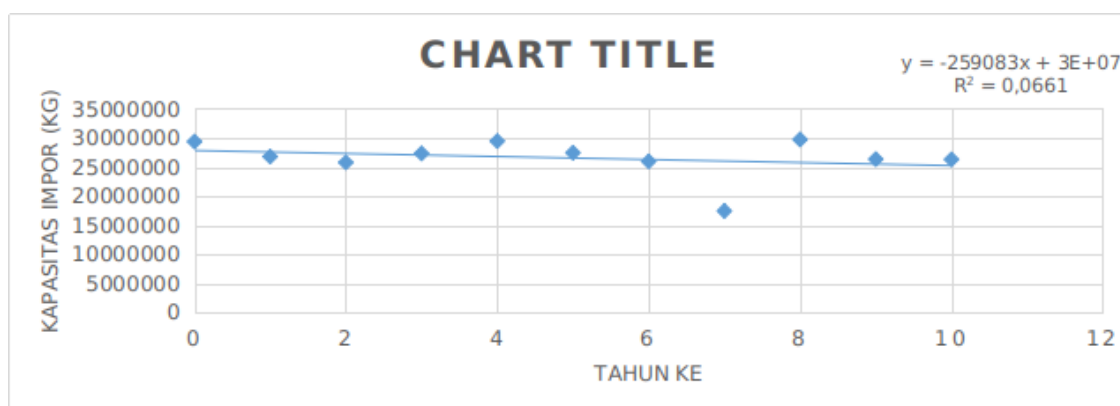
Impor Data Jumlah impor metil akrilat dari luar negeri di tunjukan pada Tabel 1.1.

| TAHUN | TAHUN KE | IMPOR (kg) |
|-------|----------|------------|
| 2009  | 0        | 29387040   |
| 2010  | 1        | 26806574   |
| 2011  | 2        | 25800066   |
| 2012  | 3        | 27342138   |
| 2013  | 4        | 29464004   |
| 2014  | 5        | 27465272   |
| 2015  | 6        | 25987933   |
| 2016  | 7        | 17463992   |
| 2017  | 8        | 29741590   |
| 2018  | 9        | 26362802   |
| 2019  | 10       | 26323785   |

(Sumber : Biro Pusat Statistik Indonesia, 2009-2019)

*Table 1.1 Data impor Metil Akrilat Tahun 2009-2019*

Data impor metil akrilat pada Tabel 1.1. dapat digunakan sebagai acuan untuk membuat grafik yang berfungsi untuk memperkirakan impor Metil Akrilat pada tahun 2026.



*Figure 1.1 proyeksi impor*

Dari Gambar 1.1. di dapat suatu persamaan regresi linier untuk memprediksi jumlah Metil Akrilat yang akan di impor pada tahun 2026 atau  $x = 17$ , dimana:

$$y = -259083x + 3E+07$$

$$y = -259083*(17) + 3E+07$$

$$y = 25595589 \text{ kg}$$

Dari persamaan diatas dapat di perkirakan bahwa pada tahun 2026 Indonesia akan mengimpor metil akrilat sebanyak  $y = 31230,879$  ton.

### **Produksi Metil Akrilat di Indonesia**

Di Indonesia (dalam negeri) belum ada pabrik metil akrilat sehingga tidak ada produksi di dalam negeri. Ekspor Indonesia tidak mengekspor metil akrilat karena belum ada pabrik metil akrilat yang beroperasi di Indonesia. Konsumsi Dalam Negeri Konsumsi metil akrilat dalam negeri dipenuhi hanya dari impor saja, karena belum ada pabrik metil akrilat yang beroperasi di Indonesia. Peluang Mendirikan Pabrik Metil Akrilat di Indonesia Peluang mendirikan pabrik metil akrilat merupakan substitusi (pengganti) dari Impor, nilai peluang tersebut sebesar 31.000 ton/tahun yang kemudian diambil semua sehingga kapasitas pabrik yang akan didirikan dapat diambil sebesar 40.000 ton/tahun, dan substitusi impor 100% tersebut dilakukan dengan mengajak importir untuk berkerja sama menjadi distributor produk metil akrilat dari pabrik yang didirikan.

## Kapasitas Produksi Pabrik Metil Akrilat Yang Sudah Berdiri

Untuk memproduksi metil akrilat harus memperhitungkan kapasitas produksi yang menguntungkan. sebagai perbandingan kapasitas produksi berbagai pabrik yang telah ada dapat dilihat pada Tabel 1.2

Table 1.2 Kapasitas produksi berbagai pabrik di dunia

| Pabrik                            | Kapasitas        |
|-----------------------------------|------------------|
| Toa Gosei., Ltd.                  | 22.000 ton/tahun |
| Arkema Inc.                       | 45.000 ton/tahun |
| Singapore Acrylic Ester Pte.,Ltd. | 82.000 ton/tahun |

(Sumber : [www.sumitomo-chem.co.jp](http://www.sumitomo-chem.co.jp))

Dari Tabel 1.2. diketahui bahwa kapasitas produksi metil akrilat terkecil di dunia sebesar 22.000 ton/tahun dan kapasitas pabrik terbesar adalah 82.000 ton/tahun dan dari persamaan regresi linier dari Gambar 1.1, di perkirakan jumlah metil akrilat yang akan di impor pada tahun 2026 adalah 31.230,879 ton, dan berdasarkan pertimbangan dengan menggunakan analisis *supply* (pasokan) dan *demand* (permintaan) maka di tetapkan akan didirikan pabrik metil akrilat dengan kapasitas produksi sebesar 40.000 ton metil akrilat per tahun yang merupakan kapasitas ekonomis yang sesuai dengan kapasitas pabrik yang telah ada. Diharapkan dengan kapasitas tersebut kebutuhan dalam negeri dapat terpenuhi.

Pabrik metil akrilat sangat perlu didirikan dengan alasan-alasan sebagai berikut:

1. Meningkatkan pendapatan negara di sektor industri, serta menghemat impor metil akrilat.

2. Meningkatkan pertumbuhan industri kimia di Indonesia dan mendukung program pemerintah dalam peningkatan industri hulu guna mendukung industri hilir yang berorientasi ekspor menghadapi era pasar bebas.
3. Memberikan lapangan pekerjaan baru sehingga mengurangi jumlah pengangguran serta meningkatkan tingkat perekonomian masyarakat Indonesia.





## 1.2 Tinjauan Pustaka

Proses pembuatan metil akrilat ada beberapa macam yaitu dari menggunakan propylene, asam sulfat dan asam akrilat. Dari beberapa proses yang ada perlu dipertimbangkan kelayakan pemakaian suatu proses dalam perancangan agar pabrik yang dirancang mempunyai nilai ekonomi yang tinggi.

Kriteria yang harus di perhatikan dalam pemilihan suatu proses antara lain:

1. Proses sederhana.
2. Peralatan yang digunakan sederhana, murah dan mudah didapat.
3. Kondisi operasi (suhu dan tekanan) yang tidak terlalu tinggi.
4. Bahan baku yang digunakan



## Jenis-jenis proses pembuatan metil akrilat

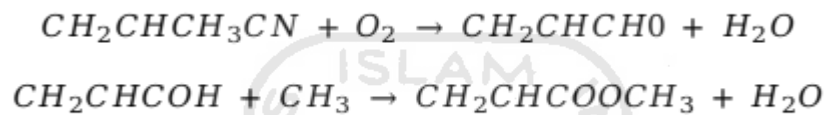
Ada beberapa cara pembuatan metil akrilat, yaitu :

a. Reaksi oksidasi Propylene :

Pada reaksi oksidasi Propylene fasa gas dengan katalis cobalt malybdate-

tellurium pada suhu 250 °C hingga 330 °C dan tekanan mencapai 5 atm.

Reaksi :



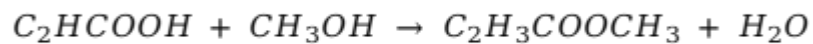
(Kirk and Othmer, 1983)

Oksigen yang diperoleh dalam reaksi ini berasal dari udara dan kondisi operasinya berlangsung pada suhu 330°C dengan tekanan umpan masuk 3,3 atm yang dilakukan di dalam reaktor fixed bed multitube. Pemilihan temperatur umpan reaktor yaitu 250-330 °C didasarkan pada pertimbangan bahwa katalis akan mengalami coke-up pada suhu diatas 330°C yang menyebabkan terjadinya deposit karbon yang akhirnya katalis akan mengalami deaktivasi, dan jika berada di bawah 250 °C, kecepatan reaksi akan turun secara drastis. Asam akrilat diperoleh dengan memisahkan pada menara distilasi kemudian diesterifikasi pada suhu 200°C dengan menambahkan metanol dan katalisator asam mineral sehingga diperoleh metil akrilat.

b. Proses Esterifikasi Asam Akrilat

Proses ini merupakan esterifikasi asam akrilat dan metanol dengan katalis asam sulfat akan membentuk metil akrilat. Reaksi ini berlangsung pada tekanan 1 atm dan suhu 50 - 100 °C menggunakan reaktor alir tangki berpengaduk.

Reaksi :



Kedua proses produksi metil akrilat tersebut memiliki faktor masing- masing, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.3.

Table 1.3 Perbandingan Proses

| Faktor        | Esterifikasi Asam Akrilat | Oksidasi <i>Propylene</i>               |
|---------------|---------------------------|---|
| Proses        | Esterifikasi              | 1. Oksidasi 2 tahap<br>2. Esterifikasi  |
| Suhu          | 50 °C – 100 °C            | 1. 250 °C – 330 °C<br>2. 50 °C – 100 °C |
| Tekanan       | 1-2 atm                   | 1 – 5 atm                               |
| Konversi      | 80-98%                    | 30-75%                                  |
| Katalis       | Cair                      | Padat                                   |
| Jenis Reaktor | RATB                      | <i>fixed bed multitube</i>              |
| Alat proses   | Alat proses sederhana     | Alat proses kompleks, karena adanya     |

Berdasar perbandingan proses produksi metil akrilat pada Tabel 1.3 maka pada perancangan pabrik metil akrilat proses produksi dilakukan dengan cara esterifikasi asam akrilat dengan metanol karena:

1. Nilai konversi yang dapat lebih tinggi.
2. Proses lebih sederhana.
3. Kondisi operasi (suhu dan tekanan) lebih rendah.

### **Kegunaan Produk**

Secara komersial metil akrilat dengan grade kemurnian minimum 98,5%, senyawa ini digunakan secara luas bahan tambahan pembuatan surface coating, tekstil, adhesive dan sebagai bahan baku pembuatan polimer yaitu polimetil akrilat. Secara presentase kegunaan metil akrilat dalam berbagai bidang adalah: bahan pelapis (44%), adhesives (18%), tekstil (15%), *acrylic fiber* (9%), kertas (5%) dan (9%) untuk lain sebagainya.

## BAB II

### PERANCANGAN PRODUK

#### 2.1 Spesifikasi Produk

##### 1. Metil Akrilat ( $C_4H_6O_2$ )

- Wujud : Cair
- Kenampakan : Tidak berwarna
- BeratMolekul : 86 gram/gmol
- Titik Didih °C : 80
- TitikBeku °C : -74
- SpesifikGrafity : 0,956
- Kemurnian : 99,5%
- Impuritis : 0,1% metanol  
: 0,4% air



#### 2.2 Spesifikasi Bahan Baku

##### 1. Asam Akrilat ( $C_3H_4O_2$ )

- Wujud : Cair
- Kenampakan : Tidak berwarna
- Berat molekul : 72 gram/gmol
- Titik Didih, °C : 141
- Titik lebur, °C : 12
- Spesifik Grafity : 1,062
- Kemurnian : 94%
- Impuritis : 6% air

- Kelarutan : Larut dalam air dan alcohol
- Sifat : Sangat korosif

## 2. Metanol (CH<sub>3</sub>OH)

- Wujud : cair
- Kenampakan : Tidak berwarna
- Berat Molekul : 32 gram/gmol
- Titik Didih, °C : 65 C
- Titik Lebur, °C : -98 C
- Spesifik Gravity : 0,792
- Kemurnian : 99,85%
- Impuritis : 4% air
- Kelarutan : Larut dalam air

## 2.3 Spesifikasi Bahan Pembantu

### 1. Natrium Hidroksida (NaOH)

- Wujud : padat
- Berat Molekul : 40 gram/gmol
- Titik Didih, °C : 1390
- Titik Lebur, °C : 318
- Spesifik Gravity : 2,13
- Kemurnian : 50%
- Impuritis : 50% air
- Sifat : Korosif

### 2. Asam Sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)

- Wujud : cair
- Kenampakan : Tidak berwarna



- Berat Molekul : 98 gram/gmol
- Titik Didih, °C : 338
- Titik Lebur, °C : 10
- Spesifik Gravity : 1,84
- Kemurnian : 98%
- Impuritas : 2% air

## 2.4 Pengendalian Kualitas

### 1. Pengendalian Kualitas Bahan Baku

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

Adapun parameter yang akan diukur adalah :

- a. Kemurnian dari bahan baku asam akrilat dan metanol
- b. Kandungan di dalam asam akrilat dan metanol
- c. Kadar air
- d. Kadar zat pengotor

### 2. Pengendalian Bahan Pembantu

Bahan-bahan pembantu untuk proses pembuatan metil akrilat di pabrik ini juga perlu dianalisa untuk mengetahui sifat-sifat fisiknya, apakah sudah sesuai dengan spesifikasi dari masing-masing bahan untuk membantu kelancaran proses.

Bahan-bahan tersebut antara lain :

- $H_2SO_4$  sebagai katalisator.

- Staem sebagai pemanas di reboiler, *Heater* dan reaktor.
- Air, untuk keperluan utilitas, pendingin ,dan pemanas.
- Pasir, sebagai penyaring di Bak Saringan Pasir.
- Kaporit, sebagai bahan pembuat larutan desinfektan untuk keperluan rumah tangga.
- Larutan NaCl, untuk meregenerasi kation exchanger.
- Larutan NaOH, untuk meregenerasi anion exchanger.
- *Residual oil No.4*, sebagai bahan bakar boiler.
- Diesel oil (Solar), sebagai bahan bakar diesel (Genzet).

### 3. Pengendalian Kualitas Bahan selama Proses

Untuk menjaga kelancaran proses, maka perlu diadakan pengendalian/ pengawasan bahan selama proses berlangsung. Pengendalian tersebut meliputi jumlah metanol, kadar udara, dan perbandingan udara/ metanol.

### 4. Pengendalian Kualitas Produk

Pengendalian kualitas produk dilakukan terhadap produksi metil akrilat. pengendalian kualitas produk pada waktu pemindahan (dari satu tempat ke tempat lain). Pengendalian kualitas yang dimaksud disini adalah pengawasan produk terutama metil akrilat pada saat akan dipindahkan dari storage tank ke mobil truk dan ke kapal.

## 2.5 Sifat Reaksi

### A. Tinjauan Kinetika

Reaksi antara asam akrilat dengan metanol termasuk reaksi orde dua.



Persamaan kecepatan reaksi :



$$-r_A = k \cdot C_A \cdot C_B \dots\dots\dots(\text{II-2})$$

$$-r_A = k[C_{A0}(1 - X_A)] \cdot [C_{B0} - C_{A0} \cdot X_A] \dots\dots\dots (\text{II-3})$$

jika :

$$\frac{C_{B0}}{C_{A0}} = R$$

$$-r_A = k \cdot C_{A0}^2 \cdot [1 - X_A][R - X_A] \dots\dots\dots(\text{II-4})$$

Dengan :

$C_{A0}$  = Konsentrasi asam akrilat mula-mula, kmol/L

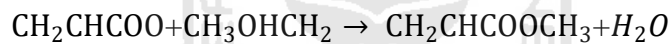
$C_{B0}$  = Konsentrasi metanol mula-mula, kmol/L

$X_A$  = Konversi dari asam akrilat

(US Patent 3.875.212)

## B. Tinjauan Termodinamika

Reaksi:



Jika ditinjau dari segi termodinamika, harga  $\Delta G^\circ$  masing-masing komponen pada suhu 298 K dapat dilihat pada tabel 2.1. sebagai berikut :

Tabel 2.1 Harga  $\Delta G^\circ$  of Masing-masing Komponen

| KOMONEN            | HARGA<br>$\Delta G^\circ$ |
|--------------------|---------------------------|
| Asam akrilat (AA)  | -286,06                   |
| Metanol (M)        | -162,51                   |
| Metil akrilat (MA) | -257,32                   |
| Air                | -228,6                    |

(Yaws, 1999)

$$\text{Total } \Delta G^{\circ}_{r_{298K}} = \Delta G^{\circ}F \text{ produk} - \Delta G^{\circ}F \text{ reaktan} \dots \dots \dots \text{(II-5)}$$

$\Delta G^{\circ}F \text{ M)}$

$$\begin{aligned} &= (\Delta G^{\circ}F_{MA} + \Delta G^{\circ}F_{\text{air}}) - (\Delta G^{\circ}F_{AA} + \\ &= (-257,32 + \text{to } (-228,6)) - (-286,06 + (-162,51)) \\ &= -37,35 \text{ kJ/mol} \\ &= -37.350 \text{ kJ/kmol} \end{aligned}$$

$$\ln K_o = \left[ \frac{-\Delta G^{\circ}F}{RT} \right] = \frac{37.350}{8,314 \times 298} = 15,075$$

$$K_o = 3,524 \times 10^6$$

$$\ln \frac{K}{K_o} = \frac{-\Delta H_{298}}{R} \times \left( \frac{1}{T} - \frac{1}{T_o} \right) \dots \dots \dots \text{(II-6)}$$

(Smith VanNess, 1987)

dengan :

$K_o$  = konstanta kesetimbangan pada suhu 298K

$K$  = konstanta kesetimbangan pada suhu tertentu

$T$  = temperatur tertentu

$\Delta H_{298}$  = panas reaksi standar pada 298K

Sedangkan harga  $\Delta^{\circ}F$  masing-masing komponen pada suhu 298K dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Harga  $\Delta H^{\circ}F$  Masing-masing Komponen

| KOMONEN            | Harga $\Delta H^{\circ}F$ (kJ/mol) |
|--------------------|------------------------------------|
| Asam akrilat (AA)  | -355,91                            |
| Metanol (M)        | -200,94                            |
| Metil akrilat (MA) | -333                               |
| Air                | -241,814                           |

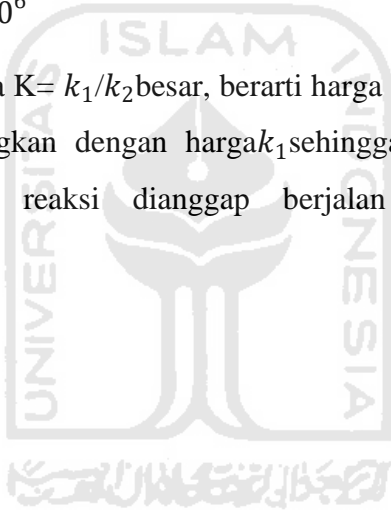
( Yaws, 1999 )

$$\begin{aligned}
\Delta H^\circ_{r_{298}} &= \Delta H^\circ F \text{ produk} - \Delta H^\circ F \text{ reaktan} \dots \dots \dots (\text{II-7}) \\
&= (\Delta H^\circ F_{MA} + \Delta H^\circ F_{air}) - (\Delta H^\circ F_{AA} + \\
&\Delta H^\circ F_M) \\
&= (-333 + (-241,814)) - (-355,91 + (-200,94)) \\
&= -17,964 \text{ kJ/mol} \\
&= -17.964 \text{ kJ/kmol}
\end{aligned}$$

Pada suhu 80°C(353 K) besarnya konstanta kesetimbangan dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
\ln K &= \frac{\Delta H^\circ_{r_{298}}}{R \cdot T} = \frac{-17.964}{8,314} \times \left( \frac{1}{353} - \frac{1}{298} \right) \\
K &= 1,139 \times 10^6
\end{aligned}$$

Karena harga  $K = k_1/k_2$  besar, berarti harga  $k_2$  jauh lebih kecil bila dibandingkan dengan harga  $k_1$  sehingga  $k_2$  diabaikan terhadap  $k_1$  dan reaksi dianggap berjalan satu arah (*irreversible*).



## BAB III

### PERANCANGAN PROSES

#### 3.1. Uraian Proses

Proses pembuatan metil akrilat terdiri dari tiga tahapan yaitu:

1. Persiapan umpan
2. Reaksi
3. Pemurnian produk

##### 3.1.1 Persiapan Bahan Baku

Asam akrilat, metanol dan asam sulfat dari tangki penyimpanan dipanaskan dengan menggunakan alat penukar kalor pipa ganda sampai diperoleh suhu reaktor 80 °C, setelah suhu mencapai 80°C kemudian diumpankan ke reaktor.

##### 3.1.2. Reaksi

Reaksi dilaksanakan secara sinambung dengan menggunakan reaktor tangki alir berpengaduk sebanyak 1 buah yang dilengkapi dengan sistem pendingin agar suhu reaksi tetap pada 80°C, dan sebagai media pendingin digunakan air pendingin.

##### 3.1.3. Pemurnian Produk

Unit pemurnian produk terdiri dari Netraliser, Dekanter, Centrifuge serta Menara Distilasi. Netraliser digunakan untuk menetralkan atau menghilangkan larutan asam sulfat yang masih terkandung dalam produk atau hasil reaktor. Sebagai bahan penetral digunakan NaOH 50%, NaOH dari tangki penyimpanan dipompa ke Netraliser. Di dalam Netraliser

terjadi reaksi antara NaOH dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> menjadi sodium sulfat(Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ). Larutan sodium sulfat dari Netraliser kemudian dialirkan ke Decanter sampai semua sodium sulfat (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ) terpisah.

Untuk mendapatkan konsentrasi C<sub>4</sub>H<sub>6</sub>O<sub>2</sub> dan Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> yang diinginkan maka larutan tersebut dialirkan kembali ke Centrifuge setelah mendapatkan konsentrasi produk yang diinginkan yaitu C<sub>4</sub>H<sub>6</sub>O<sub>2</sub>(99,5%) dan Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>(88%), larutan tersebut di alirkan ke Tangki masing-masing produk untuk di simpan.

campuran air, asam akrilat, metil akrilat dan metanol, selanjutnya dipanaskan kembali dan kemudian diumpankan ke Menara Distilasi (MD-01) dimana akan menghasilkan produk atas yaitu metanol(99,85%) yang selanjut nya akan di *recycle* kembali, sedangkan hasil bawah nya di tampung di Unit Pengolahan Limbah

### 3.2 Spesifikasi Alat Proses

#### 3.2.1. Tangki penyimpanan, T-01 (Asam akrilat 99%)

Fungsi : Menyimpan bahan baku Asam akrilat 99% sebanyak 828349,4496kg selama 7 hari

Jenis : Tangki silinder tegak dan beratap kerucut

Kondisi operasi : Tekanan = 1 atm

Suhu = 30 °C

Spesifikasi: Volume = 965,5334m<sup>3</sup>

Tinggi : 24 ft

Diameter : 50 ft

*Table 2 shell tiap course plate tangki (T-01)*

| No.Plate | H (ft) | ts (in) |         |
|----------|--------|---------|---------|
|          |        | Hitung  | Standar |
| 1        | 24     | 1,7860  | 1,875   |
| 2        | 18     | 1,3693  | 1,5     |
| 3        | 12     | 0,9526  | 1       |
| 4        | 6      | 0,5359  | 0,625   |

Bahan : *Stainless steel*

Tebal Shell : 0,25 in

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 95.983

### 3.2.2. Tangki penyimpan bahan baku, T – 02 (Metanol 99,85%)

Fungsi : Menyimpan bahan baku Metanol 99,85% selama 1 bulan sebanyak 3128754

Kg

Jenis : Tangki silinder tegak dan beratap kerucut

Kondisi Operasi :

Tekanan = 1 atm

Suhu = 30°C

Jumlah : 1 buah.

Spesifikasi :

Volume : 4785,4301 m<sup>3</sup>

Tinggi : 36 ft

Diameter : 90 ft

Bahan : *Stainless steel*

Tebal shell : 0,2500 in

| No.Plate | H (ft) | ts (in) |         |
|----------|--------|---------|---------|
|          |        | Hitung  | Standar |
| 1        | 36     | 2,826   | 3       |
| 2        | 30     | 2,375   | 2,75    |
| 3        | 24     | 1,924   | 2       |
| 4        | 18     | 1,473   | 1,5     |
| 5        | 12     | 1,021   | 1       |
| 6        | 6      | 0,570   | 0,625   |

Harga : \$ 93.136



Table 3 shell tiap course plate tangki (T-02)

3.2.3. Tangki penyimpanan, T-03 (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 98%)

Fungsi : Menyimpan bahan baku H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 98% sebanyak 338394,2797 kg selama 15 hari

Jenis : Tangki silinder tegak dan beratap kerucut

Kondisi Operasi : Tekanan = 1 atm

Suhu= 30 °C

Spesifikasi :

Volume : 224,2620 m<sup>3</sup>

Tinggi : 12 ft


Diameter : 30 ft

Bahan : *Stainless steel*

Tebal Shell : 0,2500 in

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 82.814



| No.Plate | H (ft) | ts (in) |         |
|----------|--------|---------|---------|
|          |        | Hitung  | Standar |
| 1        | 12     | 0,998   | 1       |
| 2        | 6      | 0,559   | 0,625   |

Table 4 shell tiap course plate tangki (T-03)



### 3.2.4. Tangki penyimpanan, T-04 (NaOH 50%)

Tujuan : Menyimpan bahan baku NaOH 50% sebanyak 126334 kg selama 7 hari

Jenis : Tangki silinder tegak dan beratap kerucut

Kondisi operasi : Tekanan = 1 atm

Suhu = 30°C

Spesifikasi:

Volume : 103,4073 m<sup>3</sup>

Tinggi : 12 ft

Diameter : 25 ft

Bahan : *Stainless steel*

Tebal Shell : 0,25 in

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 43.661

| No.Plate | H (ft) | ts (in) |         |
|----------|--------|---------|---------|
|          |        | Hitung  | Standar |
| 1        | 12     | 0,714   | 0,875   |
| 2        | 6      | 0,418   | 0,5     |

*Table 5 shell tiap course plate tangki (T-04)*

3.2.5. Tangki penyimpanan, T-05 (Metil akrilat 99,5%)

Fungsi : Menyimpan produk metil akrilat 99,5% sebanyak 848484,8568 kg selama 7 hari

Jenis : Tangki silinder tegak dan beratap kerucut

Kondisi operasi : Tekanan = 1 atm

Suhu = 30 °C

Spesifikasi : Volume = 1079,9171 m<sup>3</sup>

Tinggi : 30 ft

Diameter : 80 ft

Bahan : *Stainless steel*

Tebal Shell : 0,25 in

Jumlah : 1 buah

Harga : \$

98.949

| No.Plate | H (ft) | ts (in) |         |
|----------|--------|---------|---------|
|          |        | Hitung  | Standar |
| 1        | 24     | 2,831   | 3       |
| 2        | 18     | 2,152   | 2,25    |
| 3        | 12     | 1,473   | 1,5     |
| 4        | 6      | 0,794   | 0,875   |

Table 6 shell tiap course plate tangki (T-05)

### 3.2.6. Reaktor

Fungsi : Mereaksikan Asam Akrilat sebanyak 4881,3450 kg/jam dengan metanol sebanyak 4338,4915 kg/jam untuk menghasilkan metil akrilat sebanyak 5247,4458 kg/jam

Jenis : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk

Jumlah alat : 1 buah

Kondisi Operasi : Tekanan : 2 atm

Suhu : 80 °C

Dimensi Reaktor :

Tinggi Reaktor : 17,716 ft

Diameter :

- ID : 9,458 ft
- OD: 9,500 ft

Volume reaktor : 27,5254 m<sup>3</sup>

Tebal shell : 0,25 in

Tebal head : 0,25 in

Jenis head : Torispherical Flanged & dished head

Bahan : *Stainless steel*

Suhu masuk : 80 °C

Suhu keluar : 80 °C

Jaket pemanas

Jaket pendingin Reaktor 1:

- Tebal : 0,25 in
- Tinggi : 17,33 ft
- Lebar : 1,0509 ft

Pengaduk

- Jumlah baffle : 4 buah



- Lebar baffle : 0,53 ft
- Jenis pengaduk : *six flat blade turbine*
- Jumlah pengaduk : 1 buah
- Diameter pengaduk : 0,9435 ft
- Tinggi Pengaduk : 3,6797 ft
- Lebar Pengaduk : 0,78 ft
- Tenaga pengaduk : 40 Hp
- Jumlah putaran : 100 rph
- Harga: \$ 111.051

### 3.2.7. Netraliser (N-01)

Fungsi : Menetralkan Asam Sulfat ( $H_2SO_4$ ) sebanyak 921,1844 kg/jam dengan menggunakan Natrium Hidroksida ( $NaOH$ ) sebanyak 751,9873 kg/jam agar menghasilkan  $Na_2SO_4$  sebanyak 1334,7774 kg/jam.

Jenis : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) yang dilengkapi dengan jaket pendingin.

Kondisi Operasi : Tekanan : 2 atm

Temperatur : 80°C

#### Dimensi Netraliser

- Volume : 9,9728 m<sup>3</sup>
- Bahan : *Stainless steel*
- Diameter : 2,159 m
- ID : 44,69 ft
- OD : 90 ft
- Tinggi : 9,97 ft
- Tebal : 0,1875 in
- Suhu masuk : 80 °C

- Suhu keluar : 80 °C

Jaket pendingin :

- Tebal : 0,2in
- Tinggi : 7,08 ft

Pengaduk

- Jenis : *six flat blade turbine*
- Diameter Pengaduk : 2,36 ft
- Tinggi Pengaduk : 0,472 ft
- Lebar Pengaduk : 0,59 ft
- Jumlah baffle : 4 buah
- Lebar baffle : 0,197 ft
- Kecepatan putar : 100 rpm
- Power pengaduk : 40 Hp
- Jumlah pengaduk : 1 buah
- Jumlah alat : 1 buah
- Harga : \$ 185.560



### 3.2.8. Dekanter (DC)

Fungsi : Memisahkan metil akrilat dari campurannya berdasarkan densitas dan kelarutan komponennya

Jenis : *silinder horizontal dengan head torispherical*

Jumlah alat : 1 buah

Kondisi operasi : Tekanan = 1 atm

Suhu = 30°C

Waktu tinggal = 35 menit

### Dimensi

- Tinggi : 16,47 ft
- Diameter : 5,49 ft
- Tebal dinding : 0,1875 in
- Volume : 8,3791 m<sup>3</sup>
- Bahan : *Carbon Stell SA 283 Grade C*

Harga : \$ 172.034

### 3.2.10. Centrifuge

Fungsi : Memisahkan metil akrilat dari Sodium Sulfat berdasarkan gaya sentrifugal

Jenis : *silinder horizontal dengan head torispherical*

Jumlah alat : 1 buah

Kondisi operasi : Tekanan = 1 atm

Suhu = 30°C

### Dimensi

- Kecepatan : 14.300
- Diameter : 7 in
- Keluaran : 1-10 gpm
- Bahan : *Carbon Stell*

Harga : \$ 211.662



### 3.2.9. Menara Distilasi 01 (MD-01)

Fungsi : Memisahkan metanol dari produk metil akrilat berdasarkan perbedaan titik didihnya dengan kapasitas umpan masuk 5.534 kg/jam.

Jenis : *Plate sieve Tray*

Jumlah alat : 1

Kondisi operasi :

- Umpan :  $P = 1 \text{ atm}$  ;  $T = 82 \text{ }^\circ\text{C}$
- Distilat :  $P = 1 \text{ atm}$  ;  $T = 66 \text{ }^\circ\text{C}$
- Bottom :  $P = 1 \text{ atm}$  ;  $T = 101 \text{ }^\circ\text{C}$

Dimensi Menara Distilasi :

- Jumlah plate = 18 Stage
- Diameter Kolom = 0,731 m
- Tinggi menara = 20 m

Bahan : *Stainless steel*

Harga : \$ 297.447

### 3.2.12. Condenser-01 (CD-01)

Fungsi : Mengembunkan hasil atas MD-01 sebanyak 5202 kg/jam dengan air pendingin dari  $35^\circ\text{C}$  sampai  $45^\circ\text{C}$ .

Jenis : *Shell and Tube Exchanger*

Jumlah Alat : 1 buah

Aliran fluida :

*Shell = Cold water*

Tube = Produk

Spesifikasi *tube* :

- OD : 0,75 in
- ID *tube* : 0,584 in
- BWG : 14 in
- Jumlah *tube* : 470
- *Passes* : 2
- *Flow area* : 0,268  $\text{ft}^2$

Spesifikasi *shell* :

- IDs : 37 in



- *Passes* : 2
- *Baffle* : 27,75 in

Bahan : *Stainless steel*

Harga : \$ 8.780

### 3.2.15. Reboiler-01 (RB-01)

Fungsi : Menguapkan sebagian hasil bawah MD-01 pada suhu 101.52°C dengan pemanas steam jenuh pada suhu 145°C.

Jenis : *Shell and Tube Kettle Reboiler*

Jumlah Alat : 1 buah

Aliran fluida :

*Shell* = Produk

Tube = *Steam*

Spesifikasi *tube* :

- OD : 0,75 in
- ID *tube* : 0,652 in
- BWG : 14 in
- Jumlah *tube* : 74
- *Passes* : 6
- *Flow area* : 0,268 ft<sup>2</sup>

Spesifikasi *shell* :

- ID<sub>s</sub> : 37 in
- *Passes* : 6
- *Baffle* : 27,75 in

Bahan : *Stainless steel*

Harga : \$ 3.915





### 3.2.18. *Heater-01* (H-01)

Fungsi: Menaikkan temperatur umpan Asam akrilat dari 30°C menjadi 80°C dari tangki penyimpanan (T-01) menuju reaktor (R-01)

Jenis : Double pipe exchanger.

Pemanas : Steam sebanyak 429 lb/jam.

Jumlah Alat : 1 buah

Jumlah Hairpin : 6

Annulus

Spesifikasi Annulus :

- IPS : 2 in
- OD Inner pipe (Do) : 2,38 in
- ID outer pipe (D) : 2,067 in
- Panjang : 15 ft

Spesifikasi Inner pipe :

- IPS : 1,25 in
- OD Inner pipe (Do) : 1,66 in
- ID outer pipe (Di) : 1,38 in
- Panjang : 15 ft

Bahan : *Stainless steel*

Harga : \$ 1.780



### 3.2.19. Heater-02 (H-02)

Fungsi: Menaikkan temperatur umpan metanol dari 30°C menjadi 80°C dari tangki penyimpanan (T-02) menuju reaktor (R-01)

Jenis : Double pipe exchanger.

Pemanas : Steam sebanyak 204,5175 lb/jam.

Jumlah Alat : 1 buah

Jumlah Hairpin : 3

Annulus

Spesifikasi Annulus :

- IPS : 2 in
- OD Inner pipe (Do) : 2,38 in
- ID outer pipe (D) : 2,067 in
- Panjang : 15 ft

Spesifikasi Inner pipe :

- IPS : 1,25 in
- OD Inner pipe (Do) : 1,66 in
- ID outer pipe (Di) : 1,38 in
- Panjang : 15 ft

Bahan : *Stainless steel*

Harga : \$ 1.424

### 3.2.20. Heater-03 (H-03)

Fungsi: Menaikkan temperatur umpan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dari 30°C menjadi 80°C dari tangki penyimpanan (T-03) menuju reaktor (R-01)

Jenis : Double pipe exchanger.

Pemanas : Steam sebanyak 57,5297 lb/jam.



Jumlah Alat : 1 buah

Jumlah Hairpin : 5

Annulus

Spesifikasi Annulus :

- IPS : 2 in
- OD Inner pipe (Do) : 2,38 in
- ID outer pipe (D) : 2,067 in
- Panjang : 15 ft

Spesifikasi Inner pipe :

- IPS : 1,25 in
- OD Inner pipe (Do) : 1,66 in
- ID outer pipe (Di) : 1,38 in
- Panjang : 15 ft

Bahan : *Stainless steel*

Harga : \$ 1.115



### 3.2.21. Heater-04 (H-04)

Fungsi: Menaikkan temperatur umpan NaOH dari 30°C menjadi 80°C dari tangki penyimpanan (T-04) menuju netralizer (N-01)

Jenis : Double pipe exchanger.

Pemanas : Steam sebanyak 191,7974 lb/jam.

Jumlah Alat : 1 buah

Jumlah Hairpin : 15

Annulus

Spesifikasi Annulus :

- IPS : 2 in

- OD Inner pipe (Do) : 2,38 in
- ID outer pipe (D) : 2,067 in
- Panjang : 15 ft

Spesifikasi Inner pipe :

- IPS : 1,25 in
- OD Inner pipe (Do) : 1,66 in
- ID outer pipe (Di) : 1,38 in
- Panjang : 15 ft

Bahan : *Stainless steel*

Harga : \$ 949

### 3.2.22. Cooler-01 (CL-01)

Fungsi : Mendinginkan umpan reaktor dari suhu 80°C sampai 30°C dengan kecepatan umpan 11.720 kg/jam.

Jenis : *Shell & Tube Exchanger*.

Pendingin : Air sebanyak 50673 lb/jam.

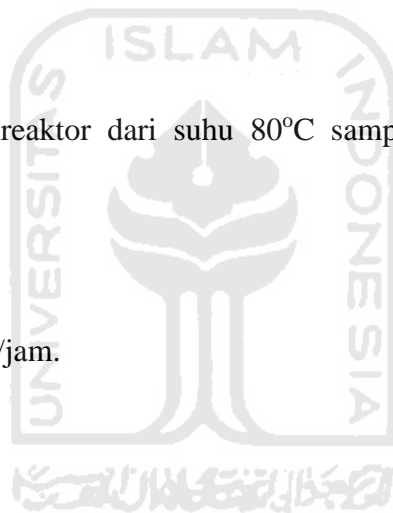
Jumlah Alat : 1 buah

Aliran fluida :

- Shell = Produk
- Tube = Air

Spesifikasi tube :

- OD : 0,75 in
- ID tube : 0,652 in
- BWG : 18
- Jumlah tube : 141 tube
- Passes : 2
- Flow area : 0,1963 ft<sup>2</sup>



Spesifikasi shell :

- IDs : 31 in
- Passes : 2
- Baffle : 6,2 in

Bahan : *Stainless steel*

Harga : \$ 1.127

### 3.2.23. Accumulator-01 (ACC-01)

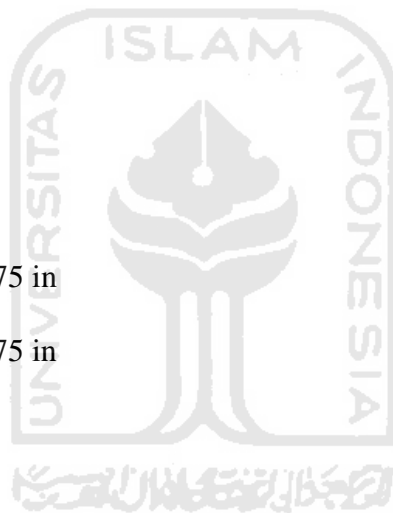
Fungsi : Tempat menampung sementara kondensat yang berasal dari kondensor-01

Jenis : *Silinder horizontal* dengan penutup *ellipsoidal*.

Jumlah Alat : 1 buah

Spesifikasi :

- Diameter : 0,4833 m
- Panjang : 3,1796 m
- Tebal shell : 3/16 in = 0,1875 in
- Tebal head : 3/16 in = 0,1875 in
- Kapasitas : 0,561 m<sup>3</sup>



Bahan konstruksi : *Stainless steel*

Harga : \$ 21.712

### 3.2.24. Pompa-01 (P-01)

Fungsi : Memompa Asam Akrilat dari truk pengangkut menuju tank penyimpan (T-01)

Jenis : Pompa sentrifugal

Jenis impelle : *Mixed flow*

Jumlah : 2 buah

Spesifikasi :

Volume : 25,0553 gpm

Ukuran pipa :

- ID : 1,94 in
- OD : 2,38 in
- IPS : 2 in
- Flow Area : 2,95 in<sup>2</sup>

Kecepatan Aliran : 2,725 ft/s

Tenaga pompa : 1 Hp

Tenaga motor : 0,5 Hp Standar

Harga : \$ 2.254

### 3.2.25. Pompa-02 (P-02)

Fungsi : Memompa Metanol dari truk pengangkut menuju tank penyimpanan (T-02)

Jenis : Pompa sentrifugal

Jenis impelle : *Radial flow Impellers*

Jumlah : 2 buah

Spesifikasi :

Volume : 13,2092 gpm

Ukuran pipa :

- ID : 1,38 in
- OD : 1,66 in
- IPS : 1,25 in
- Flow Area : 1,50 in<sup>2</sup>

Kecepatan Aliran : 2,8255 ft/s

Tenaga pompa : 1 Hp

Tenaga motor : 0,3 Hp Standar

Harga : \$ 1.898



### 3.2.26. Pompa-03 (P-03)

Fungsi : Mengalirkan bahan baku  $H_2SO_4$  (Asam sulfat) dari tangki penyimpanan (T-03) menuju reaktor (R-01)

Jenis : Pompa *sentrifugal*

Jenis impeller : *Radial flow Impellers*

Jumlah : 2 buah

Spesifikasi :

Volume : 2,7428 gpm

Ukuran pipa :

- ID : 0,82 in
- OD : 1,05 in
- IPS : 0,75 in
- Flow Area : 0,53 in<sup>2</sup>

Kecepatan Aliran : 1,648 ft/s

Tenaga pompa : 1 Hp

Tenaga motor : 0,05 Hp Standar

Harga : \$ 2.492



### 3.2.28. Pompa-04 (P-04)

Fungsi : Mengalirkan bahan baku  $C_4H_4O_2$  (asam akrilat) dari tangki penyimpanan (T-01) menuju reaktor (R-01)

Jenis : Pompa *sentrifugal*

Jenis impeller : *Mixed flow Impellers*

Jumlah : 2 buah

Spesifikasi :

Volume : 25,0553 gpm

Ukuran pipa :

- ID : 1,94 in
- OD : 2,38 in
- IPS : 2 in
- Flow Area : 2,95 in<sup>2</sup>
- Kecepatan Aliran : 2,7251 ft/s

Tenaga pompa : 1 Hp

Tenaga motor : 0,33 Hp Standar

Harga : \$ 1.424

### 3.2.29. Pompa-05 (P-05)

Fungsi : Mengalirkan bahan baku CH<sub>3</sub>OH (metanol) dari tangki penyimpanan (T-02) menuju reaktor (R-01)

Jenis : Pompa *sentrifugal*

Jenis impeller : *Mixed flow Impellers*

Jumlah : 2 buah

Spesifikasi :

Volume : 13,2092 gpm

Ukuran pipa :

- ID : 1,38 in
- OD : 1,66 in
- IPS : 1,25 in
- Flow Area : 1,50 in<sup>2</sup>

Kecepatan Aliran : 2,8255 ft/s

Tenaga pompa : 1 Hp

Tenaga motor : 0,17 Hp Standar

Harga : \$ 3.559





### 3.2.30. Pompa-06 (P-06)

Fungsi : Mengalirkan bahan baku  $H_2SO_4$  (Asam sulfat) dari tangki penyimpanan (T-03) menuju reaktor (R-01)

Jenis : Pompa *sentrifugal*

Jenis impeller : *Radial flow Impellers*

Jumlah : 2 buah

Spesifikasi :

Volume : 2,7428 gpm

Ukuran pipa :

- ID : 0,82 in
- OD : 1,05 in
- IPS : 0,75 in
- Flow Area : 0,53 in<sup>2</sup>
- Kecepatan Aliran : 1,6480 ft/s

Tenaga pompa : 1 Hp

Tenaga motor : 0,83 Hp Standar

Harga : \$ 1.780



### 3.2.31. Pompa-07 (P-07)

Fungsi : Mengalirkan bahan baku NaOH (Natrium Hidroksida) dari tangki penyimpanan (T-04) menuju Netralizer (N-01)

Jenis : Pompa sentrifugal

Jenis impeller : Mixed flow Impellers

Jumlah : 2 buah

Spesifikasi :

Volume : 5,4201 gpm

Ukuran pipa :

- ID : 1,05 in
- OD : 1,32 in
- IPS : 1 in
- Flow Area : 0,86 in<sup>2</sup>

Kecepatan Aliran : 2,013 ft/s

Tenaga pompa : 1 Hp

Tenaga motor : 0,083 Hp Standar

Harga : \$ 2.017

### 3.2.32. Pompa-08 (P-08)

Fungsi : Mengalirkan hasil keluaran dari Reaktor 1 (R-01) menuju Netralizer (N-01)

Jenis : Pompa *sentrifugal*

Jenis impeller : *Mixed flow Impellers*

Jumlah : 2 buah

Spesifikasi :

Volume : 57,3929 gpm

Ukuran pipa :

- ID : 2,9 in
- OD : 3,5 in
- IPS : 3 in
- Flow Area : 6,61 in<sup>2</sup>

Kecepatan Aliran : 2,7859 ft/s

Tenaga pompa : 1 Hp

Tenaga motor : 0,33 Hp Standar

Harga : \$ 2.195

### 3.2.33. Pompa-09 (P-09)

Fungsi : Mengalirkan hasil keluaran dari Netralizer (N-01) menuju Decanter



Jenis : Pompa *sentrifugal*

Jenis impeller : *Mixed flow Impellers*

Jumlah : 2 buah

Spesifikasi :

Volume : 58,9280 gpm

Ukuran pipa :

- ID : 2,9 in
- OD : 3,5 in
- IPS : 3 in
- Flow Area : 6,61 in<sup>2</sup>

Kecepatan Aliran : 2,8604 ft/s

Tenaga pompa : 1 Hp

Tenaga motor : 0,5 Hp Standar

Harga : \$ 1.958

3.2.34. Pompa-10 (P-10)

Fungsi : Mengalirkan keluaran bawah dekanter (DC-01) menuju Centrifuge (C-01)

Jenis : Pompa *sentrifugal*

Jenis impeller : *Mixed flow Impellers*

Jumlah : 2 buah

Spesifikasi :

Volume : 27,5797 gpm

Ukuran pipa :

- ID : 2,07 in
- OD : 2,38 in
- IPS : 2 in
- Flow Area : 3,35 in<sup>2</sup>



Kecepatan Aliran : 2,6415 ft/s

Tenaga pompa : 1 Hp

Tenaga motor : 0,05 Hp Standar

Harga : \$ 1.987

### 3.2.35. Pompa-11 (P-11)

Fungsi : Mengalirkan keluaran bawah centrifuge (CF-01) menuju Tangki penyimpanan (T-301)

Jenis : Pompa *sentrifugal*

Jenis impeller : *Mixed flow Impellers*

Jumlah : 2 buah

Spesifikasi :

Volume : 28,2018 gpm

Ukuran pipa :

- ID : 1,94 in
- OD : 2,38 in
- IPS : 2 in
- Flow Area : 2,95 in<sup>2</sup>



Kecepatan Aliran : 3,0674 ft/s

Tenaga pompa : 1 Hp

Tenaga motor : 0,33 Hp Standar

Harga : \$ 1.025

### 3.2.36. Pompa-12 (P-12)

Fungsi : Mengalirkan keluaran atas dekanter (DC-01) menuju MD (MD-01)

Jenis : Pompa *sentrifugal*

Jenis impeller : *Mixed flow Impellers*

Jumlah : 2 buah

Spesifikasi :

Volume : 28,8352 gpm

Ukuran pipa :

- ID : 2,067 in
- OD : 2,38 in
- IPS : 2 in
- Flow Area : 3,35 in<sup>2</sup>

Kecepatan Aliran : 2,7618 ft/s

Tenaga pompa : 1 Hp

Tenaga motor : 0,75Hp Standar

Harga : \$ 1.120

3.2.37. Pompa-13 (P-13)

Fungsi : Mengalirkan keluaran atas (recycle) Menara Destilasi (MD-01) menuju Reaktor (R-01)

Jenis : Pompa sentrifugal

Jenis impeller : *Mixed flow Impellers*

Jumlah : 2 buah

Spesifikasi :

Volume : 16,9303 gpm

Ukuran pipa :

- ID : 1,5 in
- OD : 1,9 in
- IPS : 1,50 in
- Flow Area : 1,76 in<sup>2</sup>



Kecepatan Aliran : 3,0865 ft/s

Tenaga pompa : 1 Hp

Tenaga motor : 0,25Hp Standar

Harga : \$ 1.110

### 3.2.38. Silol

Fungsi : Menyimpan produk  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  untuk kebutuhan selama 7 hari

Jenis Tangki : Silinder tegak dengan tutup datar dan alas berbentuk kerucut

Jenis bahan : *Stainless steel*

Jumlah : 1 buah

Kondisi Oprasi :

- Tekanan : 1 atm
- Suhu : 30°C

Diameter : 3,971 m

Tinggi : 7,493 m

Tebal : 0,25 in

Volume tangki : 81,941 m<sup>3</sup>

Waktu penyimpanan : 7 hari

Harga : \$ 30.848



### 3.2.39. Screw Conveyor (SC-01)

Fungsi : Mengangkut  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  dari centrifuge(C-01) menuju tangki produk  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  (T-06)

Jenis : Horizontal Screw Conveyor

Jenis bahan : *Carbon steel*

Jumlah : 1

Kondisi Oprasi :

- Tekanan : 1 atm

- Suhu : 30°C

Panjang : 4,57 m

Diameter screw : 9 in

Kecepatan motor : 40 rpm

Power motor : 0,5 Hp

Harga : \$ 1.898



### 3.3 Perencanaan Produksi

#### 3.3.1. Kapasitas Perancangan

Pemilihan kapasitas perancangan didasarkan pada kebutuhan metil akrilat di Indonesia, tersedianya bahan baku serta ketentuan kapasitas minimal. Kebutuhan metil akrilat dari tahun ke tahun mengalami peningkatan. Hal ini menunjukkan pesatnya perkembangan industri kimia

di Indonesia. Diperkirakan kebutuhan metil akrilat akan terus meningkat di tahun yang akan datang, sejalan dengan berkembangnya industri-industri yang menggunakan metil akrilat sebagai bahan baku maupun bahan tambahan. Untuk mengantisipasi hal tersebut, maka ditetapkan kapasitas pabrik yang akan didirikan adalah 40.000 ton/ tahun.

Untuk menentukan kapasitas produksi ada beberapa hal yang perlu dipertimbangkan, yaitu :

1. Proyeksi kebutuhan dalam negeri Berdasarkan data statistik yang diterbitkan oleh BPS dalam “Statistik Perdagangan Indonesia” tentang kebutuhan metil akrilat di Indonesia dari tahun ke tahun cenderung meningkat. Dengan kapasitas tersebut diharapkan :
  - a. Dapat membantu memenuhi kebutuhan dalam negeri.
  - b. Dapat menghemat devisa negara yang cukup besar karena laju impor metil akrilat dapat ditekan seminimal mungkin.
2. Ketersediaan bahan baku Kontinuitas ketersediaan bahan baku dalam pembuatan metil akrilat adalah penting dan mutlak yang harus diperhatikan pada penentuan kapasitas produksi suatu pabrik. Bahan baku metil akrilat termasuk mudah untuk di dapat di Indonesia

#### 3.3.2 Perencanaan Bahan Baku dan Alat Proses

Dalam menyusun rencana produksi secara garis besar ada dua hal yang perlu diperhatikan, yaitu faktor eksternal dan faktor internal. Faktor eksternal adalah faktor yang menyangkut



kemampuan pasar terhadap jumlah produk yang dihasilkan, sedangkan faktor internal adalah kemampuan pabrik.

#### 1. Kemampuan Pasar

Dapat dibagi menjadi 2 kemungkinan, yaitu :

- 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 :

- 1) Rencana produksi sesuai dengan kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai kemampuan pasar dengan mempertimbangkan untung dan rugi.
- 2) Mencari daerah pemasaran.

2. Kemampuan Pabrik Pada umumnya pabrik ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain :

##### A. Material (bahan baku)

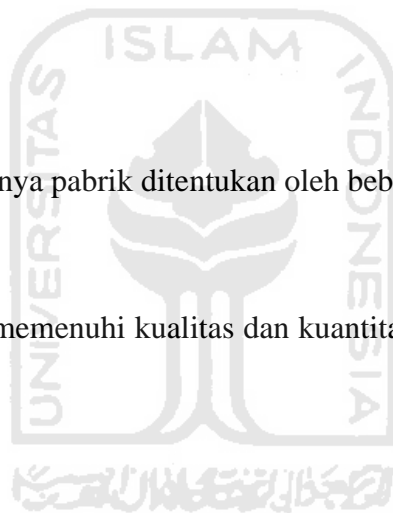
Dengan pemakaian material yang memenuhi kualitas dan kuantitas maka akan tercapai target produksi yang diinginkan.

##### B. Manusia (tenaga kerja)

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

##### C. Mesin (peralatan)

Ada dua hal yang mempengaruhi keandalan dan kemampuan mesin, yaitu jam kerja mesin efektif dan kemampuan mesin. Jam kerja efektif adalah kemampuan suatu alat untuk beroperasi pada kapasitas yang diinginkan pada periode tertentu. Kemampuan mesin adalah kemampuan suatu alat dalam proses produksi.



## BAB IV

### PERANCANGAN PABRIK

#### 4.1 Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi merupakan hal yang sangat penting dalam perancangan suatu pabrik, karena berhubungan langsung dengan nilai ekonomis dari pabrik yang akan didirikan. Pabrik metil akrilat dengan kapasitas produksi 40.000 ton/tahun direncanakan akan didirikan di Kota Cilegon, Provinsi Banten, yang merupakan kawasan industri terpadu.

Pertimbangan dalam pemilihan lokasi pabrik adalah sebagai berikut :

##### 4.1.1 Faktor Utama Penentuan Lokasi Pabrik

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

##### 1. Ketersediaan Bahan Baku

Lokasi pabrik sebaiknya dekat dengan penyediaan bahan baku dan pemasaran produk untuk menghemat biaya transportasi. Pabrik juga sebaiknya dekat dengan pelabuhan laut jika ada bahan baku atau produk yang dikirim dari atau ke luar negeri. Bahan baku pabrik metil akrilat ini adalah asam akrilat diperoleh dari PT. Nippon Shokubai Indonesia, Cilegon dan metanol yang diperoleh dari PT. Kaltim Metanol Industri (KMI), Bontang.

## 2. Pemasaran

Pemasaran merupakan salah satu hal yang sangat mempengaruhi studi kelayakan proses. Dengan pemasaran yang tepat akan menghasilkan keuntungan dan menjamin kelangsungan proyek. Lokasi di kawasan Cilegon relatif strategis untuk pemasaran produk terutama bagi pabrik - pabrik yang menggunakan metil akrilat.

## 3. Utilitas

Utilitas yang diperlukan adalah air, bahan bakar dan listrik. Kebutuhan air dapat dipenuhi dengan baik dan murah karena kawasan industri ini dekat dengan PT Krakatau Tirta. Serta kebutuhan akan bahan bakar dan listrik dapat diperoleh dengan mudah.

## 4. Tenaga Kerja

Tenaga kerja merupakan modal utama pendirian suatu pabrik. Sebagian besar tenaga kerja yang dibutuhkan adalah tenaga kerja yang berpendidikan kejuruan atau menengah dan sebagian sarjana. Untuk memenuhinya dapat diperoleh dari daerah sekitar lokasi pabrik. Selain itu faktor kedisiplinan dan pengalaman kerja juga menjadi prioritas dalam perekrutan tenaga kerja, sehingga diperoleh tenaga kerja yang berkualitas.

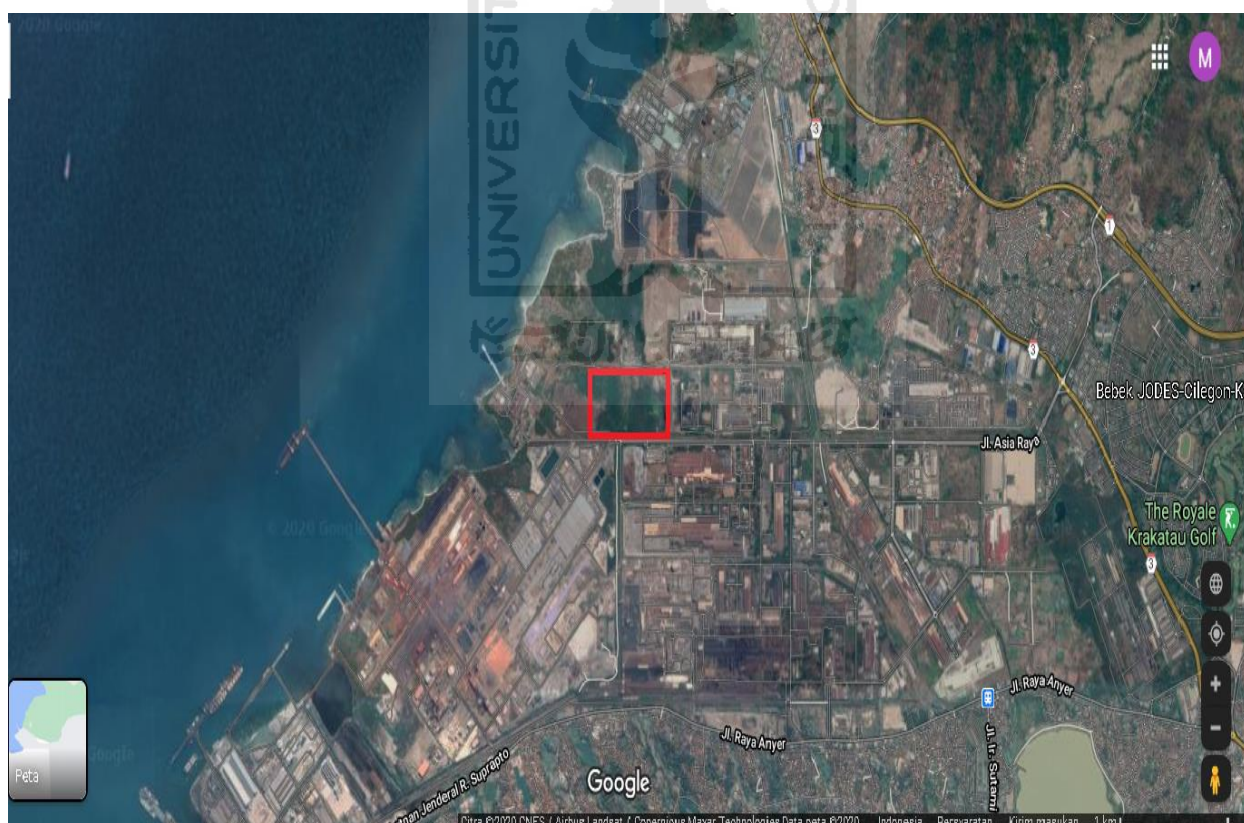
## 5. Transportasi

Untuk mempermudah lalu lintas produk dan pemasarannya, pabrik didirikan di Cilegon karena lokasi pabrik dekat dengan pelabuhan industri, serta dilengkapi jalan raya yang memadai dan dekat dengan akses jalan tol Jakarta-Merak, sehingga diharapkan pemasaran Metil akrilat baik ke daerah - daerah di pulau Jawa atau ke pulau - pulau lain di Indonesia maupun keluar negeri dapat berjalan dengan baik.

## 6. Letak Geografis

Cilegon merupakan suatu daerah yang terletak di daerah kawasan industri dan pesisir pantai yang memiliki daerah alam yang sangat menunjang. Daerah Cilegon sendiri terletak di ujung barat pulau Jawa dan lokasi yang dekat dengan Ibukota Indonesia, Jakarta, serta dekat dengan kawasan industri lainnya yang berdiri di Provinsi Jawa Barat dan Provinsi Banten.

Penentuan lokasi pabrik merupakan hal yang sangat penting yang akan menentukan kelancaran perusahaan dalam menjalankan operasinya. Dari pertimbangan tersebut maka area tanah yang tersedia memenuhi persyaratan untuk pembangunan sebuah pabrik.



#### 4.1.2 Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik

Faktor sekunder tidak secara langsung berperan dalam proses industri, akan tetapi sangat berpengaruh dalam kelancaran proses produksi dari pabrik itu sendiri.

Adapun faktor-faktor sekunder adalah sebagai berikut :

1. Perluasan Areal Unit.

Pemilihan lokasi pabrik berada di kawasan Industri Cilegon, Baten, sehingga memungkinkan adanya perluasan areal pabrik dengan tidak mengganggu pemukiman penduduk.

2. Perizinan

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

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

3. Prasarana dan Fasilitas Sosial

Prasarana seperti jalan dan transportasi lainnya harus tersedia. Selain itu fasilitas-fasilitas sosial seperti sarana pendidikan, ibadah, hiburan, bank dan perumahan sehingga dapat meningkatkan kesejahteraan dan taraf hidup.

## 4.2 Tata Letak Pabrik

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

1. Daerah administrasi/ perkantoran dan laboratorium

Daerah administrasi merupakan pusat kegiatan administrasi pabrik yang mengatur kelancaran operasi. Laboratorium sebagai pusat pengendalian kualitas dan kuantitas bahan yang akan diproses serta produk yang akan yang dijual.

2. Daerah Proses dan Ruang Kontrol

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

3. Daerah pergudangan, umum, bengkel, dan garasi

4. Daerah Utilitas dan *Power Station*

Merupakan daerah dimana kegiatan penyediaan air dan tenaga listrik dipusatkan.

Adapun perincian luas tanah sebagai bangunan pabrik dapat dilihat pada tabel

dibawah ini :

| Lokasi                 | panjang, m | lebar, m | luas, m <sup>2</sup> |
|------------------------|------------|----------|----------------------|
| Kantor utama           | 44         | 18       | 792                  |
| Pos<br>Keamanan/satpam | 25         | 4        | 100                  |
| Mess                   | 16         | 36       | 576                  |
| Parkir Tamu            | 12         | 22       | 264                  |

|                            |    |    |       |
|----------------------------|----|----|-------|
| Parkir Truk                | 20 | 12 | 240   |
| Ruang timbang truk         | 12 | 6  | 72    |
| Kantor teknik dan produksi | 20 | 14 | 280   |
| Klinik                     | 20 | 15 | 300   |
| Masjid                     | 14 | 12 | 168   |
| Kantin                     | 16 | 12 | 192   |
| Bengkel                    | 12 | 24 | 288   |
| Unit pemadam kebakaran     | 20 | 10 | 200   |
| Gudang alat                | 25 | 10 | 250   |
| Laboratorium               | 15 | 16 | 240   |
| Utilitas                   | 40 | 10 | 400   |
| Area proses                | 40 | 35 | 1400  |
| Control Room               | 28 | 10 | 280   |
| Control Utilitas           | 10 | 10 | 100   |
| Jalan dan taman            | 60 | 40 | 2400  |
| Perluasan pabrik           | 60 | 40 | 2400  |
| Luas Bangunan              |    |    | 5638  |
| Total                      |    |    | 10942 |

*Table 7 Perincian luas tanah dan bangunan*

### 4.3. Tata Letak Alat Proses

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

1. Aliran bahan baku dan produk

Jalannya aliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikan keuntungan ekonomis yang besar, serta menunjang kelancaran dan keamanan produksi.

2. Aliran udara

Aliran udara di dalam dan sekitar area proses perlu diperhatikan kelancaran nya. Hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya stagnasi udara pada suatu tempat berupa penumpukan atau akumulasi bahan kimi berbahaya yang dapat membahayakan keselamatan pekerja, selain itu perl memperhatikan arah hembusan angin.

3. Pencahayaan

Penerangan seluruh pabrik harus memadai. Pada tempat-tempat proses yang berbahaya atau beresiko tinggi harus diberi penerangan tambahan.

4. Lalu lintas manusia dan kendaraan Dalam perencanaan lay out peralatan, perlu diperhatikan agar pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah agar apabila terjadi gangguan pada alat proses dapat segera diperbaiki, selain itu keamanan pekerja selama menjalankan tugasnya perlu diprioritaskan.

5. Pertimbangan Ekonomi

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

6. Jarak antar alat proses

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



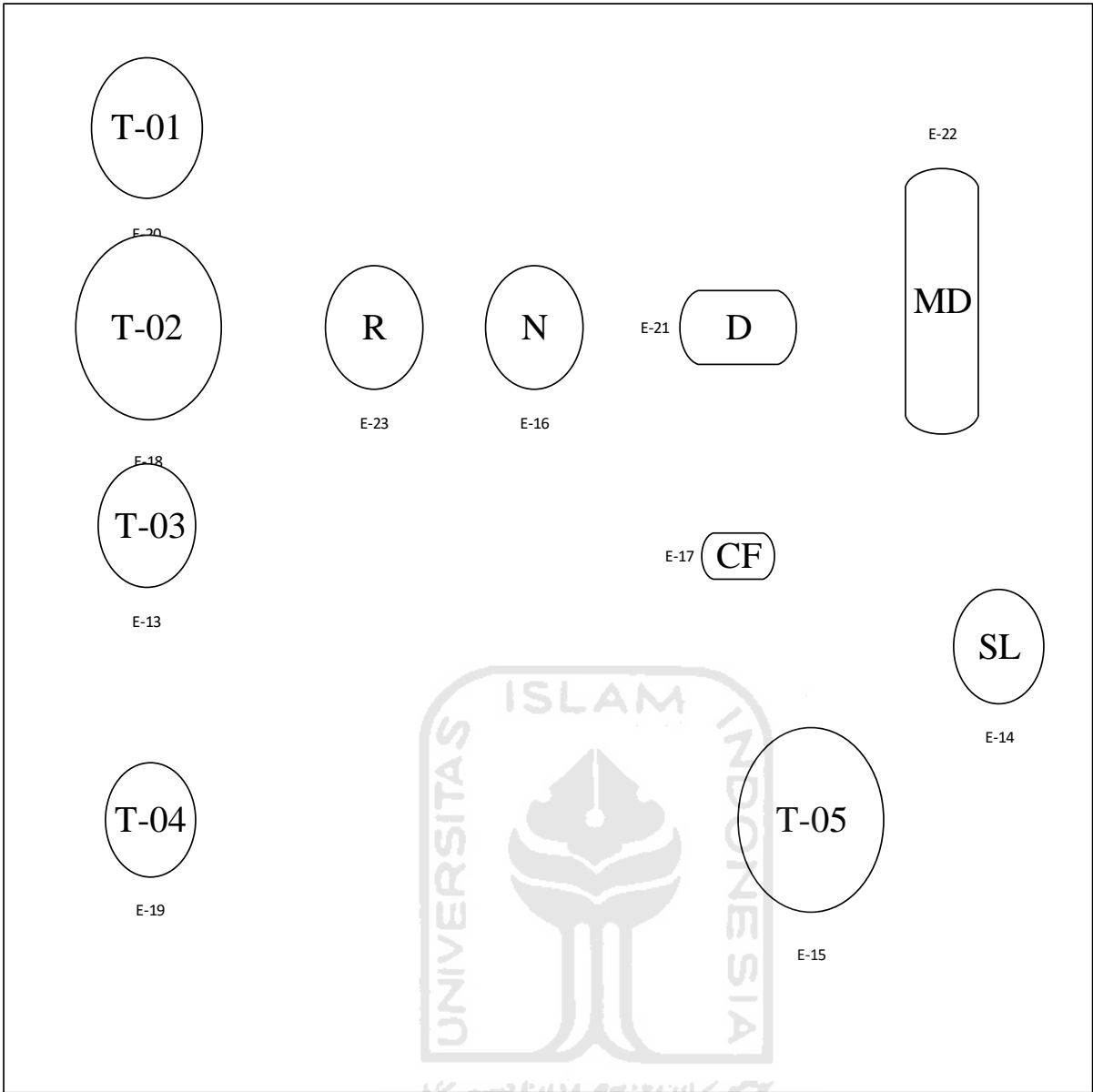
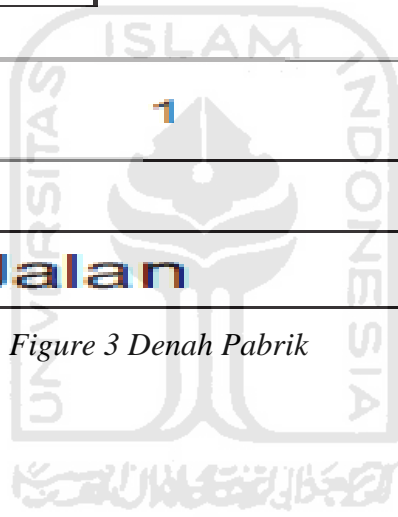


Figure 2 Tata letak alat proses 1:500



Figure 3 Denah Pabrik



## Keterangan Gambar



|    |                            |
|----|----------------------------|
| 1  | Kantor utama               |
| 2  | Pos Keamanan/satpam        |
| 3  | Mess                       |
| 4  | Parkir Tamu                |
| 5  | Parkir Truk                |
| 6  | Ruang timbang truk         |
| 7  | Kantor teknik dan produksi |
| 8  | Klinik                     |
| 9  | Masjid                     |
| 10 | Kantin                     |

|    |                        |
|----|------------------------|
| 11 | Bengkel                |
| 12 | Unit pemadam kebakaran |
| 13 | Gudang alat            |
| 14 | Laboratorium           |
| 15 | Utilitas               |
| 16 | Area proses            |
| 17 | Control Room           |
| 18 | Control Utilitas       |
| 19 | Jalan dan taman        |
| 20 | Perluasan pabrik       |

#### 4.4. Alir Proses dan Material

##### 4.4.1 Neraca Massa

Basis perhitungan neraca massa :

Kapasitas produk : 40.000 ton/tahun

Diambil dalam 1 tahun : 330 hari kerja

1 hari Kerja : 24 jam

Basis perhitungan : 1 jam

$$= \left[ \frac{40.000 \text{ ton}}{1 \text{ tahun}} \right] \times \left[ \frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ ton}} \right] \times \left[ \frac{1 \text{ tahun}}{330 \text{ hari}} \right] \times \left[ \frac{1 \text{ hari}}{24 \text{ jam}} \right]$$

$$= 5050,501 \text{ kg/jam}$$

##### 4.4.1.1 Neraca Massa Total

Table 8 Neraca Massa Total

| Alat  | Input       | Output      |
|-------|-------------|-------------|
| R-01  | 10216,12714 | 10216,12714 |
| N-01  | 11720,10172 | 11720,10172 |
| D-01  | 11720,10172 | 11720,10172 |
| C-01  | 6186,144272 | 6186,144272 |
| MD-01 | 5533,957446 | 5533,957446 |

##### 4.4.1.2 Reaktor

| Komponen | Masuk  |        |        | Keluar |
|----------|--------|--------|--------|--------|
|          | Arus 1 | Arus 2 | Arus 3 | Arus 4 |
|          |        |        |        |        |

|  |             |           |            |             |
|--|-------------|-----------|------------|-------------|
| C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub> | 4881,3450   |           |            | 488,1344971 |
| CH <sub>3</sub> OH                           |             | 4338,9733 |            | 2386,435319 |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>               |             |           | 921,184428 | 921,184428  |
| H <sub>2</sub> O                             | 49,3065     | 6,5182    | 18,7996822 | 1172,927053 |
| C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub> |             |           |            | 5247,445844 |
| Total  | 10216,12714 |           |            | 10216,12714 |

Table 9 Neraca Massa Reaktor 1

#### 4.4.1.3 Neutralizer

| Komponen                                     | Masuk      |          | Keluar     |
|--|------------|----------|------------|
|  | Arus 4     | Arus 5   | Arus 6     |
| C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub> | 488,1345   |          | 488,1345   |
| CH <sub>3</sub> OH                           | 2386,4353  |          | 2386,4353  |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>               | 921,1844   |          | 0,0000     |
| H <sub>2</sub> O                             | 1172,9271  | 751,9873 | 2263,3086  |
| C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub> | 5247,4458  |          | 5247,4458  |
| NaOH   |            | 751,9873 | 1334,7774  |
| Total  | 11720,1017 |          | 11720,1017 |

Table 10 Neraca Massa Neutralizer

#### 4.4.1.4 Decanter

| Komponen                                     | Masuk     | Keluar |           |
|--|-----------|--------|-----------|
|  | Arus 6    | Arus 7 | Arus 8    |
| H <sub>2</sub> O                             | 2263,3086 |        | 2263,3086 |
| C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub> | 488,1345  |        | 488,1345  |

|  |             |             |           |
|--|-------------|-------------|-----------|
| CH <sub>3</sub> OH                           | 2386,4353   |             | 2386,4353 |
| C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub> | 5247,4458   | 5206,706289 | 40,7396   |
| Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>              | 1334,7774   | 979,43798   | 355,3395  |
| Total  | 11720,10172 | 11720,1017  |           |

Table 11 Neraca Massa Decanter

#### 4.4.1.5 Centrifuge

| Komponen                                     | Masuk     | Keluar    |           |
|--|-----------|-----------|-----------|
|  | Arus 10   | Arus 11   | Arus 12   |
| C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub> | 5206,7063 | 156,2012  | 5050,5051 |
| Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>              | 979,4380  | 950,0548  | 29,3831   |
| Total  | 6186,1443 | 6186,1443 |           |

Table 12 Neraca Massa Centrifuge

#### 4.4.1.6 Menara Distilasi

Table 13 Neraca Massa Menara Destilasi

| Komponen                                     | Masuk       | Keluar    |             |
|--|-------------|-----------|-------------|
|  | Arus 8      | Arus 9    | Arus 10     |
| H <sub>2</sub> O                             | 2263,308621 | 27,1597   | 2236,148917 |
| C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub> | 488,1344971 |           | 488,1344971 |
| CH <sub>3</sub> OH                           | 2386,435319 | 2382,8557 | 3,5797      |
| C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub> | 40,73955517 | 0,5704    | 40,1692     |
| Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>              | 355,3394534 |           | 355,3395    |

|       |             |           |
|-------|-------------|-----------|
| Total | 5533,957446 | 5533,9574 |
|-------|-------------|-----------|

#### 4.4.2 Neraca Panas

##### 4.4.2.1 Neraca Panas *Heater 1*

| Q     | IN (kJ/jam) | OUT (kJ/jam) |
|-------|-------------|--------------|
| Q1    | 51686,27781 |              |
| Q2    |             | 585574,0887  |
| QS    | 533887,8109 |              |
| TOTAL | 585574,0887 | 585574,0887  |

Table 14 Neraca Panas *Heater 1*

##### 4.4.2.2 Neraca panas *Heater 2*

| Q     | IN (kJ/jam) | OUT (kJ/jam) |
|-------|-------------|--------------|
| Q1    | 24631,86372 |              |
| Q2    |             | 279316,2167  |
| QS    | 254684,353  |              |
| TOTAL | 279316,2167 | 279316,2167  |

Table 15 Neraca Panas *Heater 2*

##### 4.4.2.3 Neraca Panas *Heater 3*

| Q  | IN (kJ/jam) | OUT (kJ/jam) |
|----|-------------|--------------|
| Q1 | 6989,729346 |              |
| Q2 |             | 78631,13405  |

|       |             |             |
|-------|-------------|-------------|
| QS    | 71641,4047  |             |
| TOTAL | 78631,13405 | 78631,13405 |

Table 16 Neraca Panas Heater 3

#### 4.4.2.4 Neraca Panas Heater 4

| Q     | IN (kJ/jam) | OUT (kJ/jam) |
|-------|-------------|--------------|
| Q1    | 85641,59605 |              |
| Q2    |             | 987183,6583  |
| QS    | 901542,0622 |              |
| TOTAL | 987183,6583 | 987183,6583  |

Table 17 Neraca Panas Heater 4

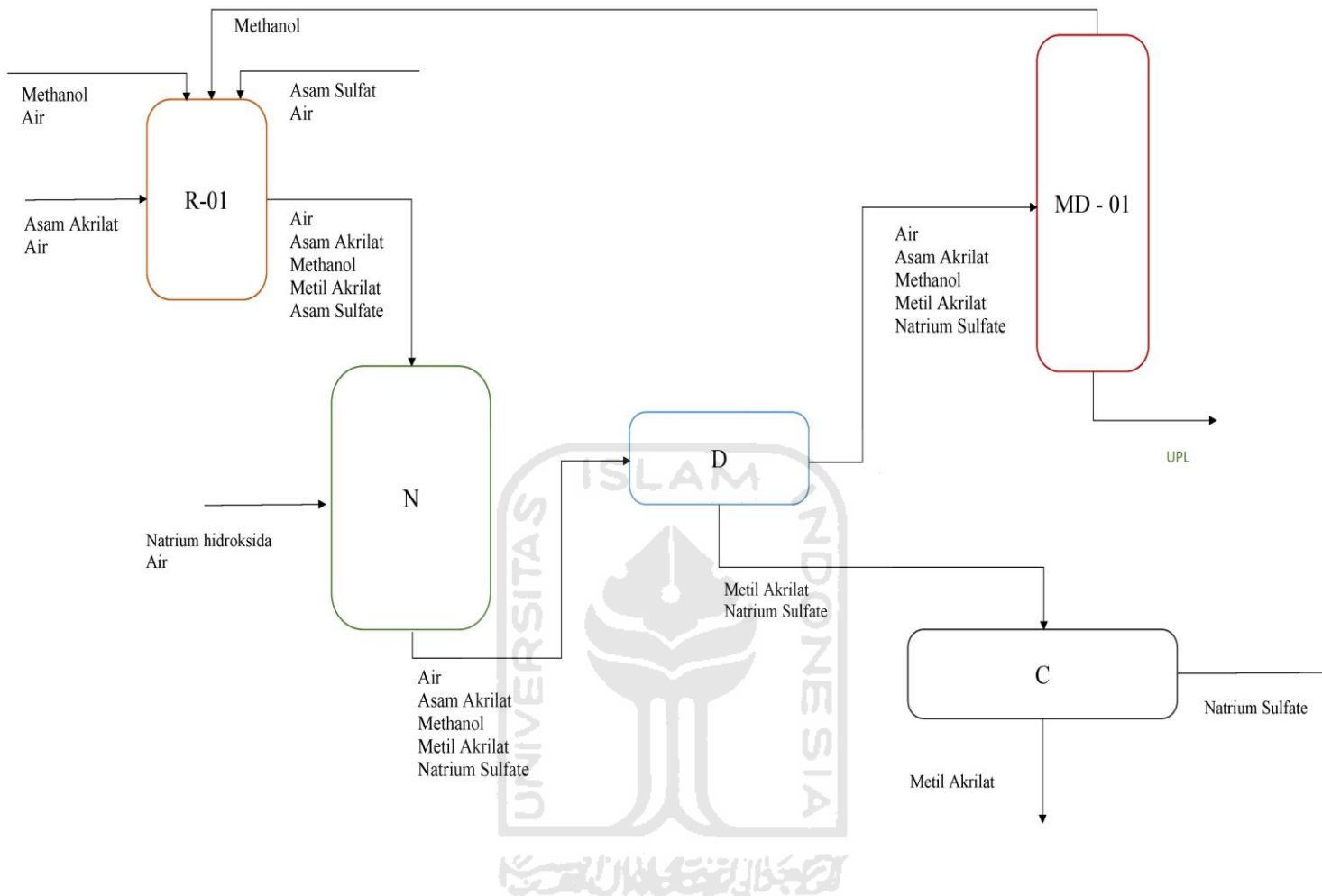
#### 4.4.2.5 Neraca Panas Cooler 1

| Q     | IN (kJ/jam) | OUT (kJ/jam) |
|-------|-------------|--------------|
| Q1    | 1584033,167 |              |
| Q2    |             | 248302,444   |
| Qw    |             | 1335730,723  |
| TOTAL | 1584033,167 | 1584033,167  |

Table 18 Neraca Panas Cooler 1



### 4.4.3 Diagram Alir Kualitatif



#### 4.5. Perawatan (*Maintenance*)

Maintenance 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 produk 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 dapat dilihat dari penjadwalan yang dilakukan pada setiap alat. Perawatan mesin tiap-tiap alat meliputi :

##### 1) *Over head* 1 x 1 tahun

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

##### 2) *Repairing*

Merupakan kegiatan maintenance yang bersifat memperbaiki bagian - bagian alat. Hal ini biasanya dilakukan setelah pemeriksaan. Faktor-faktor yang mempengaruhi maintenance:

##### ➤ Umur alat

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

➤ Bahan baku

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

➤ Tenaga manusia

Pemanfaatan tenaga kerja terdidik, terlatih dan berpengalaman akan menghasilkan pekerjaan yang baik pula.

#### 4.6 Pelayanan Teknik (Utilitas)

Untuk mendukung proses dalam suatu pabrik diperlukan sarana penunjang yang penting demi kelancaran jalannya proses produksi. Sarana penunjang merupakan sarana lain yang diperlukan selain bahan baku dan bahan pembantu agar proses produksi dapat berjalan sesuai yang diinginkan.

Salah satu faktor yang menunjang kelancaran suatu proses produksi didalam pabrik yaitu penyediaan utilitas. Penyediaan utilitas ini meliputi :

- 1) Unit Penyediaan dan Pengolahan Air ( *Water Treatment System* )
- 2) Unit Pembangkit Steam ( *Steam Generation System* )
- 3) Unit Pembangkit Listrik ( *Power Plant System* )
- 4) Unit Penyedia Udara Instrumen ( *Instrument Air System* )
- 5) Unit Penyediaan Bahan Bakar

##### 4.6.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air ( *Water Treatment System* )

###### 4.6.1.1 Unit Penyediaan Air

Untuk memenuhi kebutuhan air suatu pabrik pada umumnya menggunakan air

sumur, air sungai, air danau maupun air laut sebagai sumbernya. Dalam prarancangan pabrik metil akrilat ini, sumber air yang digunakan berasal dari PT.Krakatau Tirta. Adapun penggunaan sumber air dengan pertimbangan sebagai berikut:

- Pengolahan air relatif lebih mudah, sederhana dan biaya pengolahan relatif murah dibandingkan dengan proses pengolahan air laut atau sungai yang lebih rumit dan biaya pengolahannya umumnya lebih besar.
- Dekat dengan lokasi pabrik.
- Jumlah air sungai lebih banyak dibanding dari air sumur.

Air yang diperlukan di lingkungan pabrik digunakan untuk :

#### 1. Air pendingin

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

- a) Air merupakan materi yang dapat diperoleh dalam jumlah besar.
- b) Mudah dalam pengolahan dan pengaturannya.
- c) Dapat menyerap jumlah panas yang relatif tinggi persatuan volume.
- d) Tidak mudah menyusut secara berarti dalam batasan dengan adanya perubahan temperatur pendingin.

#### 2. Air Umpan Boiler (*Boiler Feed Water*)

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

- a) Zat-zat yang dapat menyebabkan korosi.

Korosi yang terjadi dalam boiler disebabkan air mengandung larutan-larutan asam, gas-gas terlarut seperti  $O_2$  ,  $CO_2$  ,  $H_2S$  dan  $NH_3$  .  $O_2$  masuk karena aerasi maupun kontak dengan udara luar.

- b) Zat yang dapat menyebabkan kerak (*scale forming*).

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



c) Zat yang menyebabkan foaming.

Air yang diambil kembali dari proses pemanasan bisa menyebabkan foaming pada boiler karena adanya zat-zat organik yang tak larut dalam jumlah besar.

Efek pembusaan terutama terjadi pada alkalinitas tinggi.

3. Air sanitasi.

Air sanitasi adalah air yang akan digunakan untuk keperluan sanitasi. Air ini antara lain untuk keperluan perumahan, perkantoran laboratorium, masjid. Air sanitasi harus memenuhi kualitas tertentu, yaitu:

a) Syarat fisika, meliputi:

➤ Suhu : Di bawah suhu udara

➤ Warna : Jernih

➤ Rasa : Tidak berasa

➤ Bau : Tidak berbau

b) Syarat kimia, meliputi:

Tidak mengandung zat organik dan anorganik yang terlarut dalam air, Tidak mengandung bakteri.

#### 4.6.1.2 Unit Pengolahan Air

Tahapan - tahapan pengolahan air adalah sebagai berikut :

##### 1. Klorinisasi

Air yang telah dikirim PT.Krakatau Tirta melalui proses klorinisasi sebelum dialirkan untuk keperluan air domestik. Air bersih ini kemudian didistribusikan ke menara air dan unit demineralisasi.

##### 2. Demineralisasi

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

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

##### a. Cation Exchanger

Cation exchanger ini berisi resin pengganti kation dimana pengganti kation-kation yang dikandung di dalam air diganti dengan ion H<sup>+</sup> sehingga air yang akan keluar dari cation exchanger adalah air yang mengandung anion dan ion H<sup>+</sup> .

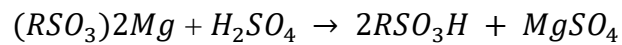
Sehingga air yang keluar dari cation tower adalah air yang mengandung anion dan ion H<sup>+</sup> .

Reaksi:



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

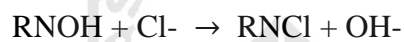
Reaksi:



b. Anion Exchanger

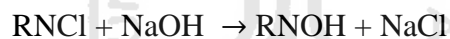
Anion exchanger berfungsi untuk mengikat ion-ion negatif (anion) yang terlarut dalam air, dengan resin yang bersifat basa, sehingga anion - anion seperti  $Cl^-$  akan membantu garam resin tersebut.

Reaksi:



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

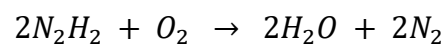
Reaksi:



c. Deaerasi

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

Reaksi:





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

#### 4.6.1.3 Kebutuhan Air

##### 1. Kebutuhan Air Pembangkit Steam

*Table 19 Kebutuhan Air Pembangkit Steam*

| No | Alat             | Kode  | Kebutuhan Steam (Kg/jam) |
|----|------------------|-------|--------------------------|
| 1  | Heat Exchanger 1 | HE-01 | 194,4663113              |
| 2  | Heat Exchanger 2 | HE-02 | 92,767667                |
| 3  | Heat Exchanger 3 | HE-03 | 26,09506983              |
| 4  | Heat Exchanger 4 | HE-04 | 86,99797749              |
| 5  | Reboiler         | RB-01 | 2784,245483              |
|    | Jumlah           |       | <b>3184,572509</b>       |

kebutuhan total air pendingin adalah : 3184,5725 Kg/jam

Perancangan dibuat *Over desain* sebesar 20% maka kebutuhan air pembangkit steam

Kebutuhan Air pembangkit steam : 3821,48701 Kg/jam

## 2. Air Pendingin

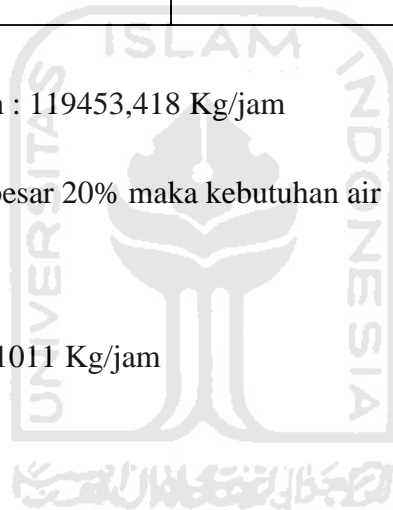
Table 20 Kebutuhan Air Pendingin

| NO.   | Alat           | Kode alat | Kebutuhan Air (Kg/Jam) |
|-------|----------------|-----------|------------------------|
| 1     | Reaktor -01    | R-01      | 2969,481               |
| 2     | Netralizer -01 | N-01      | 2771,745               |
| 3     | CL-01          | CL-01     | 21283,372              |
| 4     | CD-01          | CD        | 92428,820              |
| TOTAL |                |           | 119453,418             |

kebutuhan total air pendingin adalah : 119453,418 Kg/jam

Perancangan dibuat *Over desain* sebesar 20% maka kebutuhan air pendingin

Kebutuhan Air pendingin : 143344,1011 Kg/jam



### 3. Kebutuhan air total

Table 21 Kebutuhan air total

| No. | Keperluan             | Jumlah (kg/jam) |
|-----|-----------------------|-----------------|
| 1   | <i>Domestik Water</i> | 26618           |
| 2   | <i>Service Water</i>  | 400             |
| 3   | <i>Cooling Water</i>  | 145146          |
| 4   | <i>Steam Water</i>    | 4200            |
| 5   | <i>Process water</i>  | 100             |
|     | Total                 | 176364          |

#### 4.6.2 Unit Pembangkit Steam ( *Steam Generation System* )

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

Kapasitas : 3821,4870 kg/jam

Boiler tersebut dilengkapi dengan sebuah unit economizer safety valve sistem dan pengaman-pengaman yang bekerja secara otomatis. Air dari water treatment plant yang akan digunakan sebagai umpan boiler terlebih dahulu diatur kadar silika, O<sub>2</sub> , Ca dan Mg yang mungkin masih terikut dengan jalan menambahkan bahan - bahan kimia ke dalam boiler feed water tank. Selain itu juga perlu diatur pHnya yaitu sekitar 10,5 – 11,5 karena pada pH yang terlalu tinggi korosivitasnya tinggi.

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

#### 4.6.3 Unit Pembangkit Listrik ( Power Plant System )

Kebutuhan listrik pada pabrik ini dipenuhi oleh 2 sumber, yaitu PLN dan generator diesel. Selain sebagai tenaga cadangan apabila PLN mengalami gangguan, diesel juga dimanfaatkan untuk menggerakkan power - power yang dinilai penting antara lain boiler, kompresor, pompa. Spesifikasi diesel yang digunakan adalah :

- Kapasitas : 1600 KW
- Jenis : Generator Diesel
- Jumlah : 1 buah

Prinsip kerja dari generator diesel ini adalah solar dan udara yang terbakar secara kompresi akan menghasilkan panas. Panas ini digunakan untuk memutar poros engkol sehingga dapat menghidupkan generator yang mampu menghasilkan tenaga listrik. Listrik ini didistribusikan ke panel yang selanjutnya akan dialirkan ke unit pemakai. Pada operasi sehari - hari digunakan listrik PLN 100%. Tetapi apabila listrik padam, operasinya akan menggunakan tenaga listrik dari diesel 100%. Daftar alat yang membutuhkan listrik contohnya pompa, pengaduk reaktor, neutralizer, decanter, Centrifuge dan menara distilasi.

#### 4.6.4 Unit Penyediaan Udara Tekan

Udara tekan diperlukan untuk pemakaian alat pneumatic control. Total kebutuhan udara tekan diperkirakan 63 m<sup>3</sup>/jam. Daftar alat yang membutuhkan udara tekan contohnya pompa, reaktor 1, reaktor 2, neutralizer, decanter, accumulator, dan reboiler.

#### 4.6.5 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 ) yang diperoleh dari PT. Badak, Bontang. Sedangkan bahan bakar yang dipakai pada boiler adalah Residual Oil no. 6 yang juga diperoleh dari PT. Badak, Bontang.

#### 4.6.6 Peralatan Utilitas

##### 4.6.6.1 Pompa – 01 (PU-01)

Fungsi : Mengalirkan air dari PT Krakatau Tirta Menuju Area kebutuhan air

Tipe : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 900,6560 gpm

Power Pompa : 4,2 hp

Power Motor : 5 hp

Jumlah : 2 buah

Pemilihan Pipa :

- OD : 16 in
- Sch : 30
- ID : 15 in
- Flow Area per Pipe (at) : 183 in<sup>2</sup>



##### 4.6.6.2 Pompa – 02 (PU-02)

Fungsi : Mengalirkan kaporit dari tangki kaporit ke Tangki Klorinasi / Karbon aktif

Tipe : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 0,0010 gpm

Power Pompa : 0,00069 hp

Power Motor : 0,5 hp

Jumlah : 2 buah

Pemilihan Pipa :

- OD : 0,41 in
- Sch : 80
- ID : 0,215 in
- Flow Area per Pipe (at) : 0,04 in<sup>2</sup>

#### 4.6.6.3 Tangki Klorinasi/Karbon aktif

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

Tipe : Berbentuk Tangki silinder berpengaduk

Kapasitas : 26,6176 kg/jam

Volume Bak : 26,6176 m<sup>3</sup>

Diameter : 3,4395 m

Tinggi : 3,4395 m

#### 4.6.6.4 Pompa – 03 (PU-03)

Fungsi : Mengalirkan air dari Tangki Klorinisasi ke Tangki Air bersih

Tipe : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 137,556 gpm

Power Pompa : 4,2 hp

Power Motor : 5 hp

Jumlah : 2 buah

Pemilihan Pipa :

- OD : 4,5 in
- Sch : 40
- ID : 4 in
- Flow Area per Pipe (at) : 12,7 in<sup>2</sup>



#### 4.6.6.5 Tangki Air Bersih

Fungsi : menampung air untuk keperluan kantor dan rumah tangga

Tipe : Berbentuk Tangki silinder tegak

Kapasitas : 26,6176 kg/jam

Volume Bak : 766,5863 m<sup>3</sup>

Diameter : 9,9212 m

Tinggi : 9,9212 m

#### 4.6.6.6 Pompa – 04 (PU-04)

Fungsi :Mengalirkan air bersih ke area Domestik

Tipe : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 137,556 gpm

Power Pompa : 0,8844 hp

Power Motor : 2 hp

Jumlah : 2 buah

Pemilihan Pipa :

- OD : 4,5 in
- Sch : 40
- ID : 4 in
- Flow Area per Pipe (at) : 12,7 in<sup>2</sup>



#### 4.6.6.7 Pompa – 05 (PU-05)

Fungsi : Mengalirkan air dari Bak Air Dingin (BU-04) menuju ke Cooling Tower (CT-01)

Tipe : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 750,0827 gpm

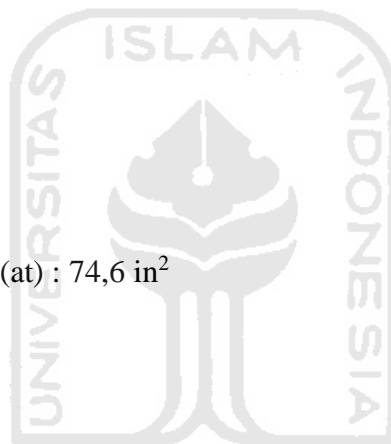
Power Pompa : 3 hp

Power Motor : 4 hp

Jumlah : 2 buah

Pemilihan Pipa :

- OD : 10,75 in
- Sch : 60
- ID : 9,75 in
- Flow Area per Pipe (at) : 74,6 in<sup>2</sup>



#### 4.6.6.8 Pompa – 06 (PU-06)

Fungsi : Mengalirkan air dari Cooling Tower (CT-01) menuju recycle dari bak air dingin

Tipe : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 750,0827 gpm

Power Pompa : 3 hp

Power Motor : 4 hp

Jumlah : 2 buah

Pemilihan Pipa :

- OD : 10,75 in
- Sch : 60



- ID : 9,75 in
- Flow Area per Pipe (at) : 74,6 in<sup>2</sup>

#### 4.6.6.9 Cooling tower

Fungsi : mendinginkan air pendingin setelah digunakan

Tipe : Berbentuk Tangki silinder tegak

Kapasitas : 727,2659 kg/jam

Dimensi

Luas : 181,8165 m

panjang : 4,1099 m

Lebar : 4,1099 m

#### 4.6.6.10 Pompa – 07 (PU-07)

Fungsi : Mengalirkan air dari tangki penampung NaCl menuju Mixed Bed (TU-05)

Tipe : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 19,7486 gpm

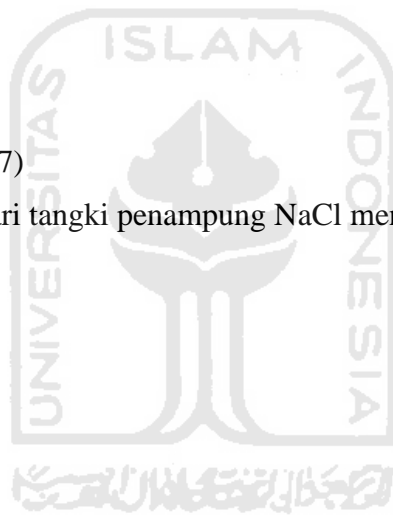
Power Pompa : 0,0766 hp

Power Motor : 1,67 hp

Jumlah : 2 buah

Pemilihan Pipa :

- OD : 2,38 in
- Sch : 80
- ID : 1,939 in
- Flow Area per Pipe (at) : 2,95 in<sup>2</sup>



#### 4.6.6.11 Tangki NaCl

Fungsi : Menampung larutan NaCl yang akan digunakan untuk meregenerasi *Kation exchanger*.

Tipe : Berbentuk Tangki silinder

Kapasitas : 43,724 kg

Volume : 2,1862 m<sup>3</sup>

Diameter : 1,407 m

Tinggi : 1,407 m

#### 4.6.6.12 Pompa – 08 (PU-08)

Fungsi : Mengalirkan air dari Mixed Bead (TU-05) menuju Tangki air Demin

Tipe : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 19,7486 gpm

Power Pompa : 0,0766 hp

Power Motor : 1,67 hp

Jumlah : 2 buah

Pemilihan Pipa :

- OD : 2,38 in
- Sch : 80
- ID : 1,939 in
- Flow Area per Pipe (at) : 2,95 in<sup>2</sup>



#### 4.6.6.17 Tangki Air demin

Fungsi : Menampung air bebas mineral sebagai air proses dan air umpan boiler.

Tipe : Berbentuk Tangki silinder

Kapasitas : 3,8215 kg

Volume : 110,0588 m<sup>3</sup>

Diameter : 5,1950 m

Tinggi : 5,1950 m

#### 4.6.6.13 Pompa – 09 (PU-09)

Fungsi : Mengalirkan air dari Tangki air Demin menuju Tangki Deaerator (De-01)

Tipe : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 19,7486 gpm

Power Pompa : 0,1233 hp

Power Motor : 0,25 hp

Jumlah : 2 buah

Pemilihan Pipa :

- OD : 2,38 in
- Sch : 80
- ID : 1,939 in
- Flow Area per Pipe (at) : 2,95 in<sup>2</sup>



#### 4.6.6.14 Tangki Deaerator

Fungsi : Menghilangkan gas CO<sub>2</sub> dan O<sub>2</sub> yang terikat dalam feed water yang menyebabkan kerak pada boiler

Tipe : Berbentuk Tangki silinder

Kapasitas : 3,8215 kg

Volume : 4,5858 m<sup>3</sup>

Diameter : 1,8010 m

Tinggi : 1,8010 m

#### 4.6.6.15 Pompa – 010 (PU-10)

Fungsi : Mengalirkan larutan Hydrazine dari Tangki N<sub>2</sub>H<sub>4</sub> (T-09) menuju Tangki

Deaerator (De-01)

Tipe : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 21,7055 gpm

Power Pompa : 0,066 hp

Power Motor : 0,5 hp

Jumlah : 2 buah

Pemilihan Pipa :

- OD : 2,38 in
- Sch : 40
- ID : 2,067 in
- Flow Area per Pipe (at) : 3,35 in<sup>2</sup>



#### 4.6.6.16 Pompa – 011 (PU-11)

Fungsi : Mengalirkan air dari Deaerator (De-01) menuju Boiler

Tipe : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 19,7486 gpm

Power Pompa : 0,1233 hp

Power Motor : 0,167 hp

Jumlah : 2 buah

Pemilihan Pipa :

- OD : 2,38 in

- Sch : 80
- ID : 1,939 in
- Flow Area per Pipe (at) : 2,95 in<sup>2</sup>

#### 4.6.6.17 Tangki Umpan Boiler

Fungsi : Mencampur Kondensat sirkulasi dan makeup air umpan boiler sebelum dibangkitkan sebagai steam alam boiler

Tipe : Berbentuk Tangki silinder

Kapasitas : 3,8215 kg

Volume : 4,5858 m<sup>3</sup>

Diameter : 1,8010 m

Tinggi : 1,8010 m

#### 4.6.6.18 Tangki Servis Water

Fungsi : Menampung Air Service untuk keperluan layanan umum

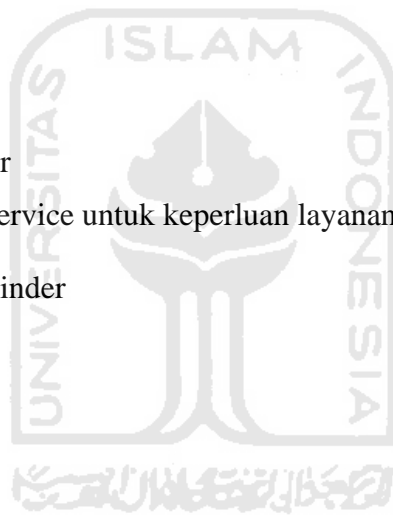
Tipe : Berbentuk Tangki silinder

Kapasitas : 5000 m<sup>3</sup>

Volume : 14,4000 m<sup>3</sup>

Diameter : 2,6373 m

Tinggi : 2,6373 m



#### 4.6.6.19 Pompa – 012 (PU-12)

Fungsi : Mengalirkan air dari Tangki air Service menuju area kebutuhan servis

Tipe : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 2,5839 gpm

Power Pompa : 0,0323 hp

Power Motor : 0,05 hp

Jumlah : 2 buah

Pemilihan Pipa :

- OD : 1,05 in
- Sch : 80
- ID : 0,742 in
- Flow Area per Pipe (at) : 0,43 in<sup>2</sup>

#### 4.6.6.20 Pompa – 013 (PU-13)

Fungsi : Mengalirkan air dari Tangki air Demin menuju Air proses

Tipe : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 0,5168 gpm

Power Pompa : 0,0068 hp

Power Motor : 0,05 hp

Jumlah : 2 buah

Pemilihan Pipa :

- OD : 0,54 in
- Sch : 40
- ID : 0,364 in
- Flow Area per Pipe (at) : 0,1 in<sup>2</sup>



#### 4.6.6.21 Generator

Fungsi : Menyediakan energi listrik sebagai cadangan apabila listrik PLN padam.

Tipe : AC Generator

Kapasitas : 1600 Kw

Kebutuhan Bahan Bakar : 188,0403 L/Jam

Tegangan : 220/360 volt

Efisiensi : 80%

Bahan Bakar : solar



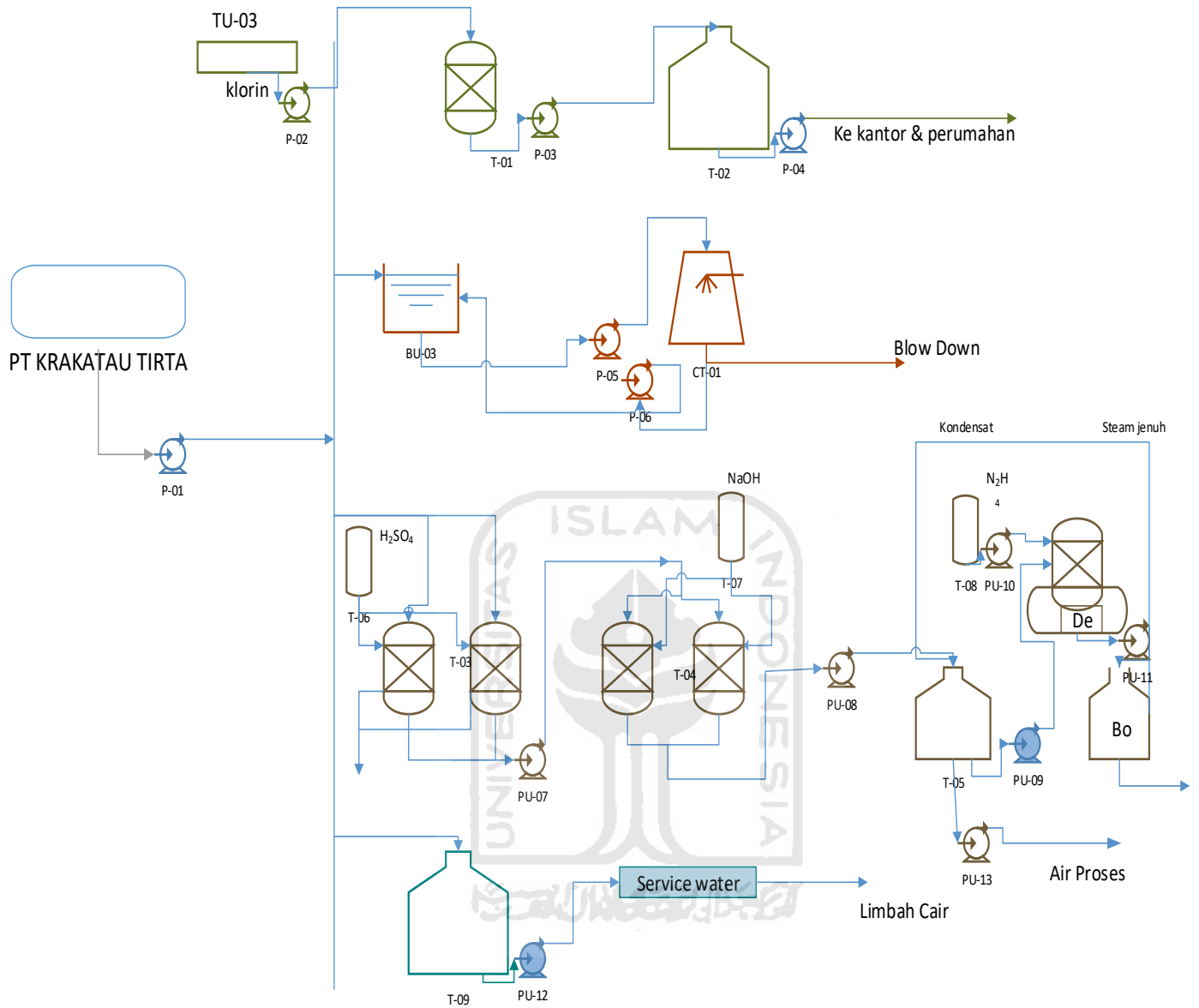


Figure 4 Diagram Alir Utilitas



## 4.7. Organisasi Perusahaan

### 4.7.1 Bentuk Organisasi Perusahaan

Pabrik metil akrilat yang akan didirikan ini direncanakan berbentuk Perseroan Terbatas (PT). Perseroan Terbatas (PT) merupakan bentuk perusahaan yang mendapatkan modalnya dari penjualan saham dimana tiap sekutu turut mengambil bagian sebanyak satu saham atau lebih. Dalam Perseroan Terbatas (PT) pemegang saham hanya bertanggung jawab menyetor penuh jumlah yang disebutkan dalam tiap saham.

Untuk perusahaan - perusahaan skala besar, biasanya menggunakan bentuk Perseroan Terbatas (PT/korporasi). Perseroan Terbatas (PT) merupakan asosiasi pemegang saham yang diciptakan berdasarkan hukum dan dianggap sebagai badan hukum.

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

1. Mudah mendapatkan modal, yaitu dengan menjual saham perusahaan.
2. Tanggung jawab pemegang saham terbatas, sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pimpinan perusahaan.
3. Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin, karena tidak terpengaruh berhentinya pemegang saham, direksi beserta stafnya atau karyawan perusahaan.
4. Efisiensi dari manajemen

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

5. Lapangan usaha lebih luas

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

6. Merupakan badan usaha yang memiliki kekayaan tersendiri yang terpisah dari kekayaan pribadi.

7. Mudah mendapatkan kredit dari bank dengan jaminan perusahaan.

8. Mudah bergerak di pasar global.

9. Perusahaan didirikan dengan akta notaris berdasarkan kitab undang - undang hukum dagang.

10. Pemilik perusahaan adalah pemilik pemegang saham.

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

12. Perusahaan dipimpin oleh direksi yang dipilih oleh para pemegang saham.

13. Pembinaan personalia sepenuhnya diserahkan kepada direksi dengan memperhatikan undang - undang pemburuhan.

#### 4.7.2 Struktur Organisasi Perusahaan

Untuk menjalankan segala aktivitas di dalam perusahaan secara efisien dan efektif, diperlukan adanya struktur organisasi. Struktur organisasi merupakan salah satu unsur yang sangat diperlukan dalam suatu perusahaan. Dengan adanya struktur yang baik maka para atasan dan para karyawan dapat memahami posisi masing - masing. Dengan demikian struktur organisasi suatu perusahaan dapat

menggambarkan bagian, posisi, tugas, kedudukan, wewenang dan tanggung jawab dari masing - masing personil dalam perusahaan tersebut.

Untuk mendapatkan suatu sistem organisasi yang terbaik maka perlu diperhatikan beberapa azas yang dapat dijadikan pedoman antara lain :

- a) Perumusan tujuan perusahaan dengan jelas
- b) Pendelegasian wewenang
- c) Pembagian tugas kerja yang jelas
- d) Kesatuan perintah dan tanggung jawab
- e) Sistem pengontrol atas pekerjaan yang telah dilaksanakan
- f) Organisasi perusahaan yang fleksibel.

Dengan berpedoman terhadap azas-azas tersebut, maka diperoleh bentuk struktur organisasi yang baik, yaitu sistem *line* dan staf. Pada sistem ini, garis kekuasaan sederhana dan praktis. Demikian pula kebaikan dalam pembagian tugas kerja seperti yang terdapat dalam sistem organisasi fungsional, sehingga seorang karyawan hanya bertanggung jawab pada seorang atasan saja. Sedangkan untuk mencapai kelancaran produksi maka perlu dibentuk staf ahli yang terdiri atas orang-orang yang ahli dalam bidangnya. Staf ahli akan memberi bantuan pemikiran dan nasehat pada tingkat pengawas demi tercapainya tujuan perusahaan.

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

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

Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan, dalam pelaksanaan tugas sehari-harinya diwakili oleh seorang Dewan Komisaris, sedangkan tugas menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh seorang Direktur Utama yang dibantu oleh Direktur Teknik dan Produksi serta Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum. Dimana Direktur Teknik dan Produksi membawahi bidang produksi, pengendalian, utilitas dan pemeliharaan. Sedangkan Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum membawahi bidang pembelian dan pemasaran, administrasi, keuangan dan umum, serta penelitian dan pengembangan. Direktur ini membawahi beberapa kepala bagian yang bertanggung jawab atas bawahannya sebagai bagian dari pendelegasian wewenang dan tanggung jawab. Masing-masing kepala bagian akan membawahi beberapa seksi yang dikepalai oleh kepala seksi dan masing-masing seksi akan membawahi dan mengawasi para karyawan perusahaan pada masing-masing bidangnya. Karyawan perusahaan akan dibagi dalam beberapa kelompok regu yang dipimpin oleh masing-masing kepala regu, dimana kepala regu akan bertanggung jawab kepada pengawas pada masing-masing seksi.

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 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.

Berikut gambar struktur organisasi pabrik metil akrilat dari asam akrilat dan Metanol dengan kapasitas 40.000 ton/tahun.



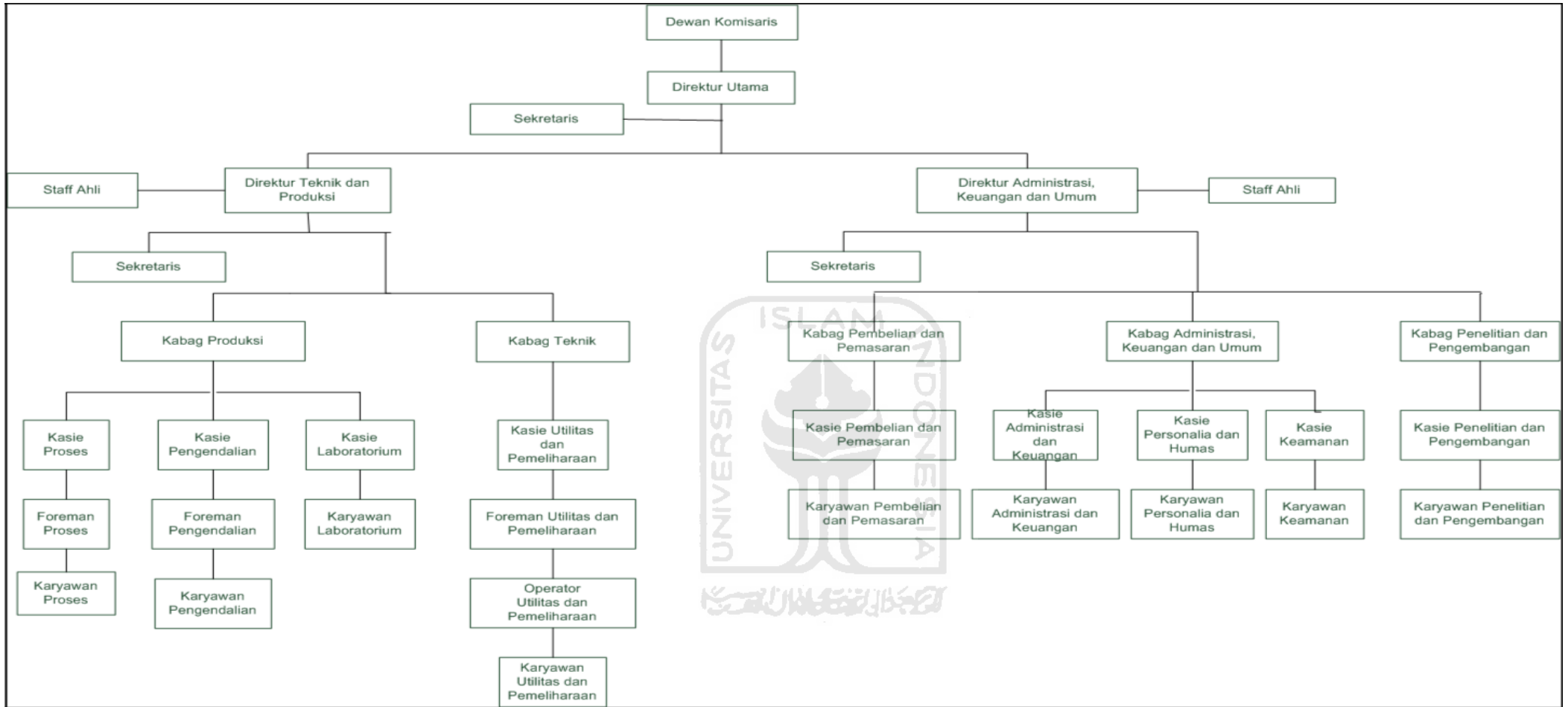


Figure 5 Struktur organisasi perusahaan

### 4.7.3 Tugas dan Wewenang

#### 4.7.3.1 Pemegang Saham

Pemegang saham adalah beberapa orang yang mengumpulkan dana modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan yang mempunyai bentuk Perseroan Terbatas (PT) dan menyelenggarakan Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS). Pada RUPS tersebut para pemegang saham berwenang:

- a) Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris
- b) Mengangkat dan memberhentikan direktur
- c) Mengesahkan hasil-hasil usaha serta neraca perhitungan untung rugi tahunan dari perusahaan.

#### 4.7.3.2 Dewan Komisaris

Dewan Komisaris merupakan pelaksana tugas sehari - hari daripada pemilik saham, sehingga dewan komisaris akan bertanggung jawab terhadap pemilik saham. Tugas-tugas Dewan Komisaris meliputi :

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

#### 4.7.3.3 Dewan Direksi

Direktur Utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab sepenuhnya terhadap maju mundurnya perusahaan. Direktur Utama bertanggung jawab kepada Dewan Komisaris atas segala tindakan dan kebijaksanaan yang diambil sebagai pimpinan perusahaan. Direktur Utama

membawahi Direktur Teknik dan Produksi serta Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum.

Tugas Direktur Utama antara lain:

- a) Tugas kebijakan perusahaan dan mempertanggungjawabkan pekerjaannya pada 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 pemegang saham.
- d) Mengkoordinir kerjasama dengan Direktur Teknik dan Produksi serta
- e) Bertanggung jawab kepada Direktur Utama dalam bidang produksi dan teknik.
- f) Mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala - kepala bagian yang menjadi bawahannya.

Tugas Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum antara lain:

- a) Bertanggung jawab kepada Direktur Utama dalam bidang administrasi, keuangan dan umum, pembelian dan pemasaran, serta penelitian dan pengembangan.
- b) Mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala - kepala bagian yang menjadi bawahannya.

#### 4.7.3.4 Staf Ahli

Staf ahli terdiri dari tenaga ahli yang bertugas membantu direksi dalam menjalankan tugasnya baik yang berhubungan dengan teknik maupun administrasi. Staf ahli bertanggung jawab kepada Direktur Utama sesuai dengan bidang keahliannya masing-masing.



Tugas dan wewenang:

- a) Memberikan nasehat dan saran dalam perencanaan pengembangan perusahaan.
- b) Memperbaiki proses dari pabrik atau perencanaan alat dan pengembangan produksi.
- c) Mempertinggi efisiensi kerja.

#### 4.7.3.5 Kepala Bagian

##### a. Kepala Bagian Produksi

Bertanggung jawab kepada Direktur Teknik dan Produksi dalam bidang mutu dan kelancaran produksi.

Kepala Bagian Produksi membawahi:

##### Seksi Proses

Tugas Seksi Proses meliputi :

- Menjalankan tindakan seperlunya pada peralatan produksi yang mengalami kerusakan, sebelum diperbaiki oleh seksi yang Berwenang.
- Mengawasi jalan proses produksi

##### Seksi Pengendalian

Tugas Seksi Pengendalian meliputi:

- Menangani hal - hal yang dapat mengancam keselamatan pekerja dan mengurangi potensi bahaya yang ada.

##### Seksi Laboratorium

Tugas Seksi Laboratorium meliputi:

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

b. Kepala Bagian Teknik

Tugas Kepala Bagian Teknik antara lain:

- Bertanggung jawab kepada Direktur Teknik dan Produksi dalam bidang utilitas dan pemeliharaan.
- Mengkoordinir kepala - kepala seksi yang menjadi bawahannya.

Kepala Bagian Teknik membawahi:

Seksi Pemeliharaan

Tugas Seksi Pemeliharaan antara lain:

- Melaksanakan pemeliharaan fasilitas gedung dan peralatan *table* pabrik.
- Memperbaiki kerusakan peralatan pabrik.

Seksi Utilitas

- Melaksanakan dan mengatur sarana utilitas memenuhi kebutuhan proses, air, *steam*, dan tenaga listrik.

c. Kepala Bagian Pembelian dan Pemasaran

Tugas Kepala Bagian Pembelian dan Pemasaran antara lain:

- Bertanggung jawab kepada Direktur administrasi, keuangan dan umum dalam bidang pengadaan bahan baku dan pemasaran hasil produksi
- Mengkoordinir kepala - kepala seksi yang menjadi bawahannya

Kepala bagian pembelian dan pemasaran membawahi:

#### Seksi Pembelian

Tugas Seksi Pembelian antara lain:

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

#### Seksi Pemasaran

Tugas Seksi Pemasaran antara lain:

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

#### d. Kepala Bagian Administrasi, Keuangan dan Umum

Tugas Kepala Bagian Administrasi, Keuangan dan Umum antara lain:

- Bertanggung jawab kepada Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum dalam bidang administrasi dan keuangan, personalia dan humas,serta keamanan.
- Mengkoordinir kepala - kepala seksi yang menjadi bawahannya

Kepala bagian administrasi, keuangan dan umum membawahi:

#### Seksi Administrasi dan Keuangan

Tugas Seksi Administrasi dan Keuangan antara lain:

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

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.

Seksi Humas

Tugas Seksi Humas antara lain:

- Mengatur hubungan antara perusahaan dengan masyarakat di luar lingkungan perusahaan.

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

d. Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan

Tugas Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan antara lain:

- Bertanggung jawab kepada Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum dalam bidang penelitian dan pengembangan produksi.
- Mengkoordinir kepala - kepala seksi yang menjadi bawahannya

Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan membawahi:

- Seksi Penelitian dan Seksi Pengembangan

### **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 maksimum dan efektif selama berlangsungnya proses produksi. Setiap kepala seksi bertanggung jawab terhadap kepala bagiannya masing-masing sesuai dengan seksinya.

#### **4.7.3.7 Status Karyawan**

Sistem pengupahan karyawan dibuat berbeda-beda tergantung pada status karyawan, kedudukan, tanggung jawab dan keahlian. Menurut status karyawan ini dapat dibagi menjadi 3 golongan, sebagai berikut :

a) **Karyawan Tetap**

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

b) **Karyawan Harian**

Karyawan yang diangkat dan diberhentikan tanpa Surat Keputusan Direksi dan mendapat upah harian yang dibayar tiap akhir pekan.

c) Karyawan Borongan

Karyawan yang digunakan oleh pabrik/perusahaan bila diperlukan saja. Karyawan ini menerima upah borongan untuk suatu pekerjaan

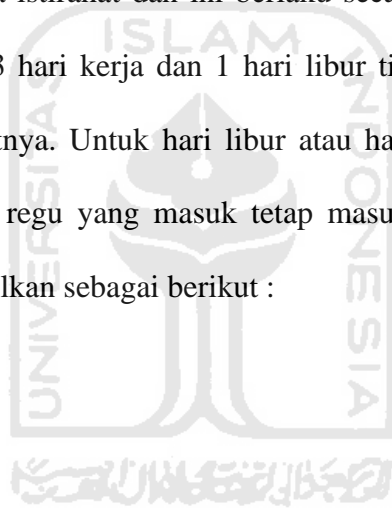




dengan pengaturan sebagai berikut :

- *Shift* pagi : jam 07.00 – 15.00
  
- *Shift* siang : jam 15.00 – 23.00
  
- *Shift* malam : jam 23.00 – 07.00

Untuk karyawan *shift* dibagi menjadi 4 regu, dimana 3 regu bekerja dan 1 regu lainnya istirahat dan ini berlaku secara bergantian. Tiap regu mendapat giliran 3 hari kerja dan 1 hari libur tiap *shift*, dan masuk lagi untuk *shift* berikutnya. Untuk hari libur atau hari besar yang ditetapkan pemerintah, maka regu yang masuk tetap masuk. Jadwal kerja masing-masing regu ditabelkan sebagai berikut :





| Regu | Hari |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
|------|------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
|      | 1    | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| I    | P    | P | P | L | M | M | M | L | S | S  | S  | L  |
| II   | S    | S | L | P | P | P | L | M | M | M  | L  | S  |
| III  | M    | L | S | S | S | L | P | P | P | L  | M  | M  |
| IV   | L    | M | M | M | L | S | S | S | L | P  | P  | P  |

Tabel 4.33 Jadwal kerja shift tiap regu

Keterangan : P = *shift* pagi

S = *shift* siang

M = *shift* malam

L = libur



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

#### 4.7.4 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji

##### 4.7.4.1 Jabatan dan Keahlian

Masing-masing jabatan dalam struktur organisasi diisi oleh orang-orang dengan spesifikasi pendidikan yang sesuai dengan jabatan dan tanggung jawab. Jenjang pendidikan karyawan yang diperlukan berkisar dari Sarjana S-1 sampai lulusan SMP. Perinciannya sebagai berikut :



Table 22 Jabatan dan keahlian

| No. | Jabatan                                       | Keahlian                         |
|-----|---|----------------------------------|
| 1   | Direktur Utama                                | Magister Teknik Kimia            |
| 2   | Direktur Teknik dan Produksi                  | Sarjana Teknik Kimia             |
| 3   | Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum      | Sarjana Ekonomi                  |
| 4   | Staf Ahli                                     | Sarjana Teknik Kimia dan Ekonomi |
| 5   | Kepala Bagian Produksi                        | Sarjana Teknik Kimia             |
| 6   | Kepala Bagian Teknik                          | Sarjana Teknik Mesin             |
| 7   | Kepala Bagian Pembelian dan Pemasaran         | Sarjana Ekonomi                  |
| 8   | Kepala Bagian Administrasi, Keuangan dan Umum | Sarjana Ekonomi                  |
| 9   | Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan     | Sarjana Teknik Kimia             |
| 10  | Kepala Seksi Personalia dan Humas             | Sarjana Sosial                   |

Table 23 Jabatan dan keahlian

|    |  |                                      |
|----|--|--------------------------------------|
| 11 | Kepala Seksi Keamanan                    | Ahli Madya                           |
| 12 | Kepala Seksi Pembelian dan Pemasaran     | Sarjana Industri/Ekonomi             |
| 13 | Kepala Seksi Administrasi dan Keuangan   | Sarjana Industri/Ekonomi             |
| 14 | Kepala Seksi Proses                      | Sarjana Teknik Kimia                 |
| 15 | Kepala Seksi Pengendalian                | Sarjana Teknik Kimia                 |
| 16 | Kepala Seksi Laboratorium                | Sarjana Teknik Kimia                 |
| 17 | Kepala Seksi Utilitas dan Pemeliharaan   | Sarjana Teknik Kimia                 |
| 18 | Kepala Seksi Penelitian dan Pengembangan | Sarjana Teknik Kimia                 |
| 19 | <i>Foreman</i> Proses                    | Ahli Madya Teknik Kimia              |
| 20 | Operator Proses                          | Ahli Madya Teknik Kimia              |
| 21 | <i>Foreman</i> Teknik                    | Ahli Madya Teknik Mesin              |
| 22 | Operator Teknik                          | Ahli Madya Teknik Mesin              |
| 23 | <i>Foreman</i> Utilitas                  | Ahli Madya Teknik Kimia              |
| 24 | Operator Utilitas                        | Ahli Madya Teknik Kimia              |
| 25 | Karyawan Pembelian dan Pemasaran         | Ahli Madya Teknik Industri / Ekonomi |
| 26 | Karyawan Administrasi dan Keuangan       | Ahli Madya Ekonomi                   |
| 27 | Karyawan Penelitian dan Pengembangan     | Ahli Madya Teknik Kimia              |
| 28 | Karyawan Personalia dan Humas            | Ahli Madya Sosial                    |
| 29 | Karyawan Keamanan                        | Lulusan SMA                          |
| 30 | Karyawan Proses                          | Ahli Madya Teknik Kimia              |
| 31 | Karyawan Pengendalian                    | Ahli Madya Teknik Kimia              |
| 32 | Karyawan Laboratorium                    | Ahli Madya Teknik Kimia              |
| 33 | Karyawan Utilitas dan Pemeliharaan       | Ahli Madya Teknik Kimia              |

|    |                         |                       |
|----|-------------------------|-----------------------|
| 34 | Sekretaris              | Ahli Madya Sekretaris |
| 35 | Medis                   | Dokter                |
| 36 | Paramedis               | Sarjana Keperawatan   |
| 37 | Sopir                   | Lulusan SMP           |
| 38 | <i>Cleaning Service</i> | Lulusan SMP           |

#### 4.7.4.2 Perincian Jumlah Karyawan

Jumlah karyawan harus disesuaikan secara tepat sehingga semua pekerjaan yang ada dapat diselesaikan dengan baik dan efisien. Penentuan jumlah karyawan dapat dilakukan dengan melihat jenis proses ataupun jumlah unit proses yang ada. Penentuan jumlah karyawan yang berkaitan pada proses produksi dapat dilihat pada tabel 4.35 berikut :



Table 24 Perincian Jumlah Karyawan

| Nama Alat        | ΣUnit | Orang/Unit.Shift | Orang/shift |
|------------------|-------|------------------|-------------|
| Reaktor          | 1     | 0.5              | 0.5         |
| Netralizer       | 1     | 0.5              | 0.5         |
| Dekanter         | 1     | 0.5              | 0.5         |
| Filter           | 1     | 0.5              | 0.5         |
| Menara Destilasi | 1     | 0.25             | 0.25        |
| Heater           | 5     | 0.25             | 1.25        |
| pompa            | 9     | 0.2              | 1.8         |
| Cooler           | 1     | 0.25             | 0.25        |
| Tangki           | 5     | 0.1              | 0.5         |
| <b>Total</b>     |       |                  | <b>6</b>    |

Jumlah operator untuk alat proses =  $6 \times 4$  Shift  
 = 24 Orang

Jumlah operator utilitas =  $0,5 \times$  Jumlah operator produksi  
 =  $0,5 \times 24$  Orang  
 = 12 Orang

Sehingga total keseluruhan operator lapangan = 24 Orang + 12 Orang  
 = 36 Orang

Table 25 Jumlah karyawan

| Jabatan   | Jumlah |
|---|--------|
| Direktur Utama                                    | 1      |
| Direktur Teknik dan Produksi                      | 1      |
| Direktur Keuangan dan Umum                        | 1      |
| Staff Ahli  | 1      |
| Ka. Bag. Produksi                                 | 1      |
| Ka. Bag. Teknik                                   | 1      |
| Ka. Bag. Pemasaran dan Keuangan                   | 1      |
| Ka. Bag. Administrasi dan Umum                    | 1      |
| Ka. Bag. Litbang                                  | 1      |
| Ka. Bag. Humas dan Keamanan                       | 1      |
| Ka. Bag. K3                                       | 1      |
| Ka. Bag. Pemeliharaan, Listrik, dan Instrumentasi | 1      |
| Ka. Sek. Utilitas                                 | 1      |
| Ka. Sek. Proses                                   | 1      |
| Ka. Sek. Bahan Baku dan Produk                    | 1      |
| Ka. Sek. Pemeliharaan                             | 1      |
| Ka. Sek. Listrik dan Instrumentasi                | 1      |
| Ka. Sek. Laboratorium                             | 1      |
| Ka. Sek. Keuangan                                 | 1      |
| Ka. Sek. Pemasaran                                | 1      |
| Ka. Sek. Personalia                               | 1      |
| Ka. Sek. Humas                                    | 1      |
| Ka. Sek. Keamanan                                 | 1      |
| Ka. Sek. K3                                       | 1      |
| Karyawan Personalia                               | 4      |
| Karyawan Humas                                    | 4      |
| Karyawan Litbang                                  | 4      |
| Karyawan Pembelian                                | 4      |
| Karyawan Pemasaran                                | 4      |
| Karyawan Administrasi                             | 3      |

|                       |    |
|-----------------------|----|
| Karyawan Kas/Anggaran | 3  |
| Karyawan Proses       | 15 |
| Karyawan Pengendalian | 6  |
| Karyawan Laboratorium | 6  |
| Karyawan Pemeliharaan | 6  |
| Karyawan Utilitas     | 12 |
| Karyawan K3           | 6  |
| Operator proses       | 24 |
| Operator Utilitas     | 12 |
| Sekretaris            | 6  |
| Dokter                | 2  |
| Perawat               | 4  |
| Satpam                | 6  |
| Supir                 | 8  |
| Cleaning Service      | 7  |





#### 4.7.4.3 Penggolongan Gaji

Sistem gaji perusahaan ini dibagi menjadi tiga golongan yaitu :

a) Gaji bulanan

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

b) Gaji harian

Gaji ini diberikan kepada karyawan tidak tetap atau buruh harian.

c) Gaji lembur

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

Table 26 Penggolongan gaji menurut jabatan

| Jabatan   | Jumlah | Gaji/Bulan    | Total Gaji    |
|---|--------|---------------|---------------|
| Direktur Utama                                    | 1      | Rp 40,000,000 | Rp 40,000,000 |
| Direktur Teknik dan Produksi                      | 1      | Rp 30,000,000 | Rp 30,000,000 |
| Direktur Keuangan dan Umum                        | 1      | Rp 30,000,000 | Rp 30,000,000 |
| Staff Ahli  | 1      | Rp 18,000,000 | Rp 18,000,000 |
| Ka. Bag. Produksi                                 | 1      | Rp 18,000,000 | Rp 18,000,000 |
| Ka. Bag. Teknik                                   | 1      | Rp 18,000,000 | Rp 18,000,000 |
| Ka. Bag. Pemasaran dan Keuangan                   | 1      | Rp 18,000,000 | Rp 18,000,000 |
| Ka. Bag. Administrasi dan Umum                    | 1      | Rp 18,000,000 | Rp 18,000,000 |
| Ka. Bag. Litbang                                  | 1      | Rp 18,000,000 | Rp 18,000,000 |
| Ka. Bag. Humas dan Keamanan                       | 1      | Rp 18,000,000 | Rp 18,000,000 |
| Ka. Bag. K3                                       | 1      | Rp 18,000,000 | Rp 18,000,000 |
| Ka. Bag. Pemeliharaan, Listrik, dan Instrumentasi | 1      | Rp 18,000,000 | Rp 18,000,000 |
| Ka. Sek. Utilitas                                 | 1      | Rp 15,000,000 | Rp 15,000,000 |
| Ka. Sek. Proses                                   | 1      | Rp 15,000,000 | Rp 15,000,000 |
| Ka. Sek. Bahan Baku dan Produk                    | 1      | Rp 15,000,000 | Rp 15,000,000 |

|                                    |       |    |             |    |               |
|------------------------------------|-------|----|-------------|----|---------------|
| Ka. Sek. Pemeliharaan              | 1     | Rp | 15,000,000  | Rp | 15,000,000    |
| Ka. Sek. Listrik dan Instrumentasi | 1     | Rp | 15,000,000  | Rp | 15,000,000    |
| Ka. Sek. Laboratorium              | 1     | Rp | 15,000,000  | Rp | 15,000,000    |
| Ka. Sek. Keuangan                  | 1     | Rp | 15,000,000  | Rp | 15,000,000    |
| Ka. Sek. Pemasaran                 | 1     | Rp | 15,000,000  | Rp | 15,000,000    |
| Ka. Sek. Personalia                | 1     | Rp | 15,000,000  | Rp | 15,000,000    |
| Ka. Sek. Humas                     | 1     | Rp | 15,000,000  | Rp | 15,000,000    |
| Ka. Sek. Keamanan                  | 1     | Rp | 15,000,000  | Rp | 15,000,000    |
| Ka. Sek. K3                        | 1     | Rp | 15,000,000  | Rp | 15,000,000    |
| Karyawan Personalia                | 4     | Rp | 8,000,000   | Rp | 32,000,000    |
| Karyawan Humas                     | 4     | Rp | 8,000,000   | Rp | 32,000,000    |
| Karyawan Litbang                   | 4     | Rp | 8,000,000   | Rp | 32,000,000    |
| Karyawan Pembelian                 | 4     | Rp | 8,000,000   | Rp | 32,000,000    |
| Karyawan Pemasaran                 | 4     | Rp | 8,000,000   | Rp | 32,000,000    |
| Karyawan Administrasi              | 3     | Rp | 8,000,000   | Rp | 24,000,000    |
| Karyawan Kas/Anggaran              | 3     | Rp | 8,000,000   | Rp | 24,000,000    |
| Karyawan Proses                    | 15    | Rp | 8,000,000   | Rp | 120,000,000   |
| Karyawan Pengendalian              | 6     | Rp | 8,000,000   | Rp | 48,000,000    |
| Karyawan Laboratorium              | 6     | Rp | 8,000,000   | Rp | 48,000,000    |
| Karyawan Pemeliharaan              | 6     | Rp | 8,000,000   | Rp | 48,000,000    |
| Karyawan Utilitas                  | 12    | Rp | 8,000,000   | Rp | 96,000,000    |
| Karyawan K3                        | 6     | Rp | 8,000,000   | Rp | 48,000,000    |
| Operator proses                    | 24    | Rp | 5,000,000   | Rp | 121,000,000   |
| Operator Utilitas                  | 12    | Rp | 5,000,000   | Rp | 60,500,000    |
| Sekretaris                         | 6     | Rp | 7,000,000   | Rp | 42,000,000    |
| Dokter                             | 2     | Rp | 8,000,000   | Rp | 16,000,000    |
| Perawat                            | 4     | Rp | 5,500,000   | Rp | 22,000,000    |
| Satpam                             | 6     | Rp | 4,500,000   | Rp | 27,000,000    |
| Supir                              | 8     | Rp | 4,500,000   | Rp | 36,000,000    |
| Cleaning Service                   | 7     | Rp | 4,200,000   | Rp | 29,400,000    |
| Total                              | 170.3 | Rp | 589,700,000 | Rp | 1,411,900,000 |

#### 4.7.5 Kesejahteraan Sosial Karyawan

Kesejahteraan sosial yang diberikan oleh perusahaan pada karyawan antara lain berupa :

1) Tunjangan

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

2) Cuti

- a) Cuti tahunan diberikan kepada setiap karyawan selama 12 hari kerja dalam satu ( 1 ) tahun.
- b) Cuti sakit diberikan kepada setiap 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 kecelakaan kerja ditanggung perusahaan sesuai dengan undang - undang yang berlaku.

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

5) Asuransi Tenaga Kerja

Asuransi diberikan oleh perusahaan bila jumlah karyawan lebih dari 10 orang dengan gaji karyawan Rp 3.000.000,00 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.

## 4.8 Manajemen Produksi

Manajemen produksi merupakan salah satu bagian dari manajemen perusahaan yang fungsi utamanya adalah menyelenggarakan semua kegiatan untuk memroses bahan baku 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 meningkatkan 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 tolak ukur bagi kegiatan operasional, sehingga penyimpangan yang terjadi dapat diketahui dan selanjutnya dikendalikan ke arah yang sesuai.

### **a. 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 kemampuan pabrik.

#### 1. Kemampuan Pasar

Dapat dibagi dua kemungkinan :

- Kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan pabrik, maka rencana produksi disusun secara maksimal.

- Kemampuan pasar lebih kecil dibandingkan kemampuan pabrik.

Ada tiga alternatif yang dapat diambil :

- Rencana produksi sesuai dengan kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai dengan kemampuan pasar, dengan mempertimbangkan untung dan rugi.
- Rencana produksi tetap dengan mempertimbangkan bahwa kelebihan produksi disimpan dan dipasarkan tahun berikutnya.
- 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.

## **b. 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 standard dan jumlah produksi yang sesuai dengan rencana serta waktu yang tepat sesuai 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 / 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 lain-lain. 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.

#### 4.9 Evaluasi Ekonomi

Dalam pra rancangan pabrik diperlukan analisa ekonomi untuk mendapatkan perkiraan ( *estimation* ) tentang kelayakan investasi modal dalam suatu kegiatan produksi suatu pabrik, dengan meninjau kebutuhan modal investasi, besarnya laba yang diperoleh, lamanya modal investasi dapat dikembalikan dan terjadinya titik impas dimana total biaya produksi sama dengan keuntungan yang diperoleh. Selain itu analisa ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang akan didirikan dapat menguntungkan dan layak atau tidak untuk didirikan. Dalam evaluasi ekonomi ini faktor - faktor yang ditinjau adalah :

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

Sebelum dilakukan analisa terhadap kelima faktor tersebut, maka perlu dilakukan perkiraan terhadap beberapa hal sebagai berikut :

1. Penentuan modal industri (*Total Capital Investment*)

Meliputi :

- a. Modal tetap (*Fixed Capital Investment*)
- b. Modal kerja (*Working Capital Investment*)

2. Penentuan biaya produksi total (*Total Production Cost*)

Meliputi :

- a. Biaya pembuatan (*Manufacturing Cost*)



- b. Biaya pengeluaran umum (*General Expenses*)
3. Pendapatan modal

Untuk mengetahui titik impas, maka perlu dilakukan perkiraan terhadap :

- a. Biaya tetap (*Fixed Cost*)
- b. Biaya variabel (*Variable Cost*)
- c. Biaya mengambang (*Regulated Cost*)

#### 4.9.1 Penaksiran Harga Peralatan

Harga peralatan akan berubah setiap saat tergantung pada kondisi ekonomi yang mempengaruhinya. Untuk mengetahui harga peralatan yang pasti setiap tahun sangatlah sulit, sehingga diperlukan suatu metode atau cara untuk memperkirakan harga alat pada tahun tertentu dan perlu diketahui terlebih dahulu harga indeks peralatan operasi pada tahun tersebut.

Pada pembelian pompa, blower, fan, ion exchanger dan dryer pada sistem udara tekan berjumlah 2 mengikuti sistem redudansi yang bertujuan sebagai cadangan apabila alat tersebut mengalami kerusakan.

Pabrik metil akrilat beroperasi selama satu tahun produksi yaitu 330 hari, dan tahun evaluasi pada tahun 2016. Di dalam analisa ekonomi harga – harga alat maupun harga – harga lain di perhitungkan pada tahun analisa. Untuk mencari harga pada tahun analisa, maka dicari index pada tahun analisa.

Harga indeks tahun 2016 diperkirakan secara garis besar dengan menggunakan data indeks dari tahun 1990 sampai 2016, dicari dengan persamaan regresi linier.

*Table 27 Harga indeks*

| No | (Xi) | Indeks (Yi) |
|----|------|-------------|
| 1  | 1990 | 357.6       |
| 2  | 1991 | 361.3       |
| 3  | 1992 | 358.2       |
| 4  | 1993 | 359.2       |
| 5  | 1994 | 368.1       |
| 6  | 1995 | 381.1       |
| 7  | 1996 | 381.7       |
| 8  | 1997 | 386.5       |
| 9  | 1998 | 389.5       |
| 10 | 1999 | 390.6       |
| 11 | 2000 | 394.1       |
| 12 | 2001 | 394.3       |
| 13 | 2002 | 395.6       |
| 14 | 2003 | 402         |
| 15 | 2004 | 444.2       |
| 16 | 2005 | 468.2       |
| 17 | 2006 | 499.6       |
| 18 | 2007 | 525.4       |
| 19 | 2008 | 575.4       |
| 20 | 2009 | 521.9       |
| 21 | 2010 | 550.8       |
| 22 | 2011 | 585.7       |
| 23 | 2012 | 584.6       |
| 24 | 2013 | 567.3       |
| 25 | 2014 | 576.1       |
| 26 | 2015 | 556.8       |
| 27 | 2016 | 541.7       |

Dari data pada Tabel 4.38 di buat data grafik indeks harga yang., yang di mana

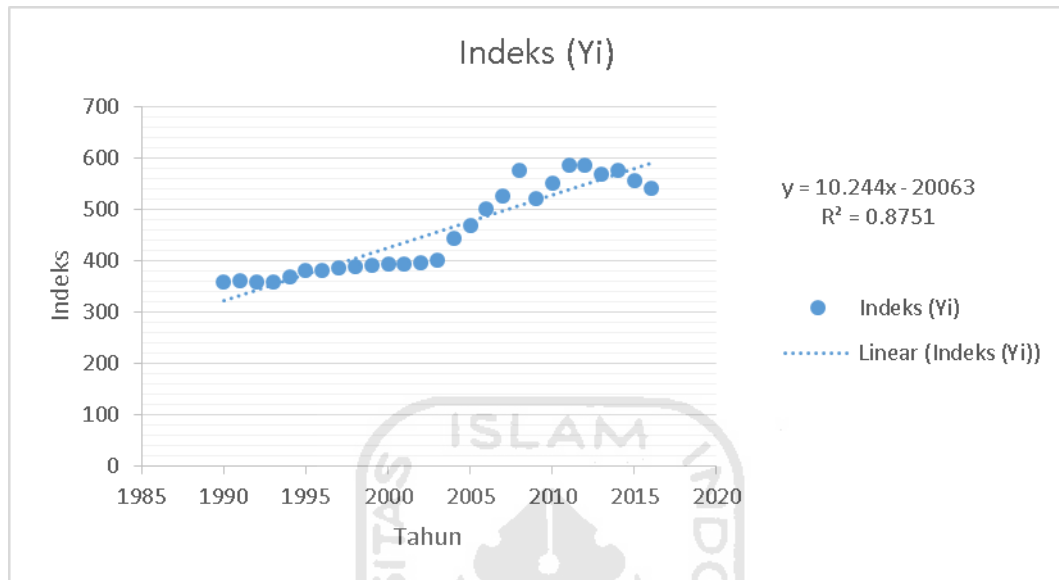


Figure 6 Indeks harga

Dengan menggunakan Gambar 4.7. Di buat persamaan regresi linier,

sehingga diperoleh persamaan:

$$y = 10.24 x - 2006$$

Dengan menggunakan persamaan di atas dapat di cari harga indeks pada tahun perancangan, dalam hal ini indeks pada tahun 2023 = 660,612

Harga – harga alat dan lainnya di perhitungkan pada tahun evaluasi. Selain itu, harga alat dan lainnya di tentukan juga dengan referensi Peters &

Timmerhaus, pada tahun 1990 dan Aries & Newton, pada tahun 1955. Maka harga alat pada tahun evaluasi dapat di cari dengan persamaan :

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

Dalam hubungan ini:

Ex : Harga pembelian pada tahun 2023

Ey : Harga pembelian pada tahun referensi 2015

Nx : Index harga pada tahun 2023

Ny : Index harga pada tahun referensi 2015

#### 4.9.2 Dasar Perhitungan

Kapasitas produksi metil akrilat = 40.000 ton/tahun

Satu tahun operasi = 330 hari

Umur pabrik = 10 tahun

Pabrik didirikan pada tahun = 2023

Kurs mata uang = 1 US\$ = Rp 14.500,-

Harga bahan baku ( asam akrilat ) = Rp 396.365.211.646

Harga bahan baku ( Metanol ) = Rp 374.277.186.760

Harga bahan pembantu :

Katalis (Asam sulfat) = Rp 9.175.560.893

NaOH (Sodium Hidroksida) = Rp 51.814.932.101

Harga Jual = Rp1.298.992.876.120

### 4.9.3 Perhitungan Biaya

#### 4.9.3.1 Capital Investment

*Capital Investment* adalah banyaknya pengeluaran – pengeluaran yang di perlukan untuk mendirikan fasilitas – fasilitas pabrik dan untuk mengoperasikannya.

Capital *investment* terdiri dari:

a. *Fixed Capital Investment*

*Fixed Capital Investment* adalah biaya yang di perlukan untuk mendirikan fasilitas – fasilitas pabrik.

b. *Working Capital Investment*

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

#### 4.9.3.2 Manufacturing Cost

*Manufacturing Cost* merupakan jumlah *Direct*, *Indirect* dan *Fixed*

*Manufacturing Cost*, yang bersangkutan dalam pembuatan produk.

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

a. *Direct Cost*

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

b. *Indirect Cost*

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

c. *Fixed Cost*

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

4.9.3.3 General Expense

*General Expense* atau pengeluaran umum meliputi pengeluaran–pengeluaran yang berkaitan dengan fungsi perusahaan yang tidak termasuk *Manufacturing Cost*.

4.9.4 Analisa Kelayakan

Untuk dapat mengetahui keuntungan yang diperoleh tergolong besar atau tidak, sehingga dapat di kategorikan apakah pabrik tersebut potensial atau tidak, maka di lakukan suatu analisa atau evaluasi kelayakan.

Beberapa cara yang di gunakan untuk menyatakan kelayakan adalah:

4.9.4.1 Percent Return On Investment

*Return On Investment* adalah tingkat keuntungan yang dapat di hasilkan dari tingkat investasi yang di keluarkan.

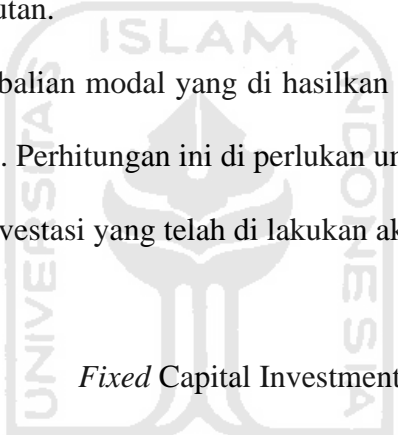
$$\text{ROI} = \text{Keuntungan} \times 100 \% \text{_____}$$

## *Fixed Capital*

### 4.9.4.2. Pay Out Time (POT)

***Pay Out Time (POT)*** adalah :

- Jumlah tahun yang telah berselang, sebelum di dapatkan suatu penerimaan yang melebihi investasi awal atau jumlah tahun yang diperlukan untuk kembalinya *Capital Investment* dengan *profit* sebelum di kurangi depresiasi.
- Waktu minimum teoritis yang di butuhkan untuk pengembalian modal tetap yang di tanamkan atas dasar keuntungan setiap tahun di tambah dengan penyusutan.
- Waktu pengembalian modal yang di hasilkan berdasarkan keuntungan yang di peroleh. Perhitungan ini di perlukan untuk mengetahui dalam berapa tahun investasi yang telah di lakukan akan kembali.


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

#### 4.9.4.3 Break Even Point (BEP)

*Break Even Point* (BEP) adalah :

- Titik impas produksi ( suatu kondisi di mana pabrik tidak mendapatkan keuntungan maupun kerugian ).
- Titik yang menunjukkan pada tingkat berapa biaya dan penghasilan jumlahnya sama. Dengan BEP kita dapat menentukan harga jual dan jumlah unit yang di jual secara minimum dan berapa harga serta unit penjualan yang harus di capai agar mendapat keuntungan.
- Kapasitas produksi pada saat *sales* sama dengan *total cost*. Pabrik akan rugi jika beroperasi di bawah BEP dan akan untung jika beroperasi diatas BEP.

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

Dalam hal ini:

*Fa* : *Annual Fixed Manufacturing Cost* pada produksi maksimum

*Ra* : *Annual Regulated Expenses* pada produksi maksimum

*Va* : *Annual Variable Value* pada produksi maksimum

*Sa* : *Annual Sales Value* pada produksi maksimum



#### 4.9.4.4 Shut Down Point (SDP)

*Shut Down Point* (SDP) adalah :

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

Persen kapasitas minimal suatu pabrik dapat mencapai kapasitas produk yang diharapkan dalam setahun. Apabila tidak mampu mencapai persen minimal kapasitas tersebut dalam satu tahun maka pabrik harus berhenti beroperasi atau tutup.

- Level produksi di mana biaya untuk melanjutkan operasi pabrik akan lebih mahal daripada biaya untuk menutup pabrik dan membayar *Fixed Cost*.
- Merupakan titik produksi dimana pabrik mengalami kebangkrutan sehingga pabrik harus berhenti atau tutup.

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

#### 4.9.4.5 Discounted Cash Flow Rate Of Return (DCFR)

*Discounted Cash Flow Rate Of Return* ( DCFR ) adalah:

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

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

Persamaan untuk menentukan DCFR :

*Discounted cash flow* dihitung secara *trial & error*

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

FC : *Fixed capital*

WC : *Working capital*

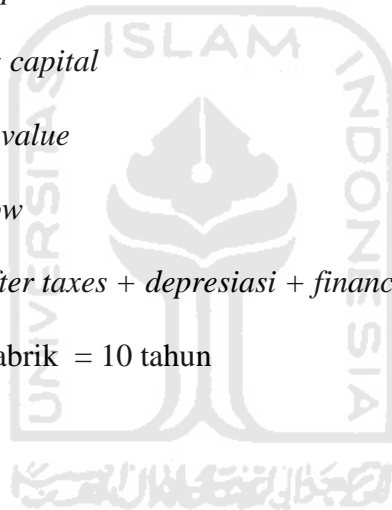
SV : *Salvage value*

C : *Cash flow*

: *profit after taxes + depresiasi + finance*

n : Umur pabrik = 10 tahun

i: Nilai DCFR



#### 4.9.5 Hasil Perhitungan

Perhitungan rencana pendirian pabrik metil akrilat memerlukan rencana PPC, PC, MC, serta *General Expense*. Hasil rancangan masing-masing disajikan pada tabel sebagai berikut :

*Table 28 Physical Plant Cost 1*

| No                                      | <i>Type of Capital Investment</i>  | Harga (Rp)                | Harga (\$)                |
|---|------------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 1                                       | <i>Purchased Equipment cost</i>    | Rp 25,949,940,792         | \$ 1,789,651              |
| 2                                       | <i>Delivered Equipment Cost</i>    | Rp 6,487,485,198          | \$ 447,413                |
| 3                                       | Instalasi cost                     | Rp 4,085,773,436          | \$ 281,777                |
| 4                                       | Pemipaan                           | Rp 14,139,138,430         | \$ 975,113                |
| 5                                       | Instrumentasi                      | Rp 6,458,850,781          | \$ 445,438                |
| 6                                       | Insulasi                           | Rp 970,885,716            | \$ 66,958                 |
| 7                                       | Listrik                            | Rp 3,113,992,895          | \$ 214,758                |
| 8                                       | Bangunan                           | Rp 16,914,000,000         | \$ 1,166,483              |
| 9                                       | <i>Land &amp; Yard Improvement</i> | Rp 27,355,000,000         | \$ 1,886,552              |
| <b><i>Physical Plant Cost (PPC)</i></b> |                                    | <b>Rp 105,587,329,018</b> | <b>Rp 105,475,067,248</b> |

| No                              | <i>Type of Capital Investment</i> | Harga (Rp)                | Harga (\$)          |
|---------------------------------|-----------------------------------|---------------------------|---------------------|
| 1                               | Teknik dan Konstruksi             | Rp 21,095,013,450         | \$ 1,454,829        |
| <b><i>Total (DPC + PPC)</i></b> |                                   | <b>Rp 126,570,080,698</b> | <b>\$ 8,728,971</b> |

*Table 29 Direct Plant Cost (DPC)*

Table 30 Fixed Capital Investment (FCI)

| No                                    | Type of Capital Investment | Harga (Rp)                | Harga (\$)           |
|---------------------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------|
| 1                                     | Total DPC + PPC            | Rp 126,570,080,698        | \$ 8,728,971         |
| 2                                     | Kontraktor                 | Rp 6,328,504,035          | \$ 436,449           |
| 3                                     | Biaya tak terduga          | Rp 31,642,520,174         | \$ 2,182,243         |
| <b>Fixed Capital Investment (FCI)</b> |                            | <b>Rp 164,541,104,907</b> | <b>\$ 11,347,662</b> |

| No                                     | Type of Expense     | Harga (Rp)                | Harga (\$)           |
|--|---------------------|---------------------------|----------------------|
| 1                                      | Raw Material        | Rp 831,632,891,400        | \$ 57,353,992.51     |
| 2                                      | Labor               | Rp 16,942,800,000         | \$ 1,168,468.97      |
| 3                                      | Supervision         | Rp 2,202,564,000          | \$ 151,900.97        |
| 4                                      | Maintenance         | Rp 3,290,822,098          | \$ 226,953.25        |
| 5                                      | Plant Supplies      | Rp 493,623,315            | \$ 34,042.99         |
| 6                                      | Royalty and Patents | Rp 12,989,928,761         | \$ 895,857.16        |
| 7                                      | Utilities           | Rp 71,198,547,720         | \$ 4,910,244.67      |
| <b>Direct Manufacturing Cost (DMC)</b> |                     | <b>Rp 938,751,177,294</b> | <b>\$ 64,741,461</b> |

Table 31 Direct Manufacturing Cost (DM)

Table 32 Indirect Manufacturing Cost

| No                                       | Type of Expense        | Harga (Rp)               | Harga (\$)          |
|--|------------------------|--------------------------|---------------------|
| 1  | Payroll Overhead       | Rp 2,541,420,000         | \$ 175,270          |
| 2  | Laboratory             | Rp 2,033,136,000         | \$ 140,216          |
| 3  | Plant Overhead         | Rp 10,165,680,000        | \$ 701,081          |
| 4  | Packaging and Shipping | Rp 64,949,643,806        | \$ 4,479,286        |
| <b>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</b> |                        | <b>Rp 79,689,879,806</b> | <b>\$ 5,495,854</b> |

| No                                    | Type of Expense | Harga (Rp)               | Harga (\$)          |
|---------------------------------------|-----------------|--------------------------|---------------------|
| 1                                     | Depreciation    | Rp 16,454,110,491        | \$ 1,134,766        |
| 2                                     | Propertu taxes  | Rp 2,468,116,574         | \$ 170,215          |
| 3                                     | Insurance       | Rp 1,645,411,049         | \$ 113,477          |
| <b>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</b> |                 | <b>Rp 20,567,638,113</b> | <b>\$ 1,418,458</b> |

Table 33 Fixed Manufacturing Cost (FMC)

Table 34 Total Manufacturing Cost (MC)

| No                             | Type of Expense                   | Harga (Rp)                  | Harga (\$)           |
|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|----------------------|
| 1                              | Direct Manufacturing Cost (DMC)   | Rp 938,751,177,294          | \$ 64,741,461        |
| 2                              | Indirect Manufacturing Cost (IMC) | Rp 79,689,879,806           | \$ 5,495,854         |
| 3                              | Fixed Manufacturing Cost (FMC)    | Rp 20,567,638,113           | \$ 1,418,458         |
| <b>Manufacturing Cost (MC)</b> |                                   | <b>Rp 1,039,008,695,214</b> | <b>\$ 71,655,772</b> |

Table 35 Working Capital (WC)

| No                          | Type of Expense        | Harga (Rp)                  | Harga (\$)           |
|-----------------------------|------------------------|-----------------------------|----------------------|
| 1                           | Raw Material Inventory | Rp 226,808,970,382          | \$ 15,641,998        |
| 2                           | In Process Inventory   | Rp 141,683,003,893          | \$ 9,771,242         |
| 3                           | Product Inventory      | Rp 94,455,335,929           | \$ 6,514,161         |
| 4                           | Extended Credit        | Rp 354,270,784,396          | \$ 24,432,468        |
| 5                           | Available Cash         | Rp 283,366,007,786          | \$ 19,542,483        |
| <b>Working Capital (WC)</b> |                        | <b>Rp 1,100,584,102,385</b> | <b>\$ 75,902,352</b> |

Table 36 General Expense (GE)

| No                          | Type of Expense | Harga (Rp)                | Harga (\$)           |
|-----------------------------|-----------------|---------------------------|----------------------|
| 1                           | Administration  | Rp 41,560,347,809         | \$ 2,866,231         |
| 2                           | Sales expense   | Rp 62,340,521,713         | \$ 4,299,346         |
| 3                           | Research        | Rp 41,560,347,809         | \$ 2,866,231         |
| 4                           | Finance         | Rp 50,605,008,292         | \$ 3,490,001         |
| <b>General Expense (GE)</b> |                 | <b>Rp 196,066,225,622</b> | <b>\$ 13,521,809</b> |

Table 37 Total biaya produksi

| No                                 | Type of Expense         | Harga (Rp)                  | Harga (\$)           |
|------------------------------------|-------------------------|-----------------------------|----------------------|
| 1                                  | Manufacturing Cost (MC) | Rp 1,039,008,695,214        | \$ 71,655,772        |
| 2                                  | General Expense (GE)    | Rp 196,066,225,622          | \$ 13,521,809        |
| <b>Total Production Cost (TPC)</b> |                         | <b>Rp 1,235,074,920,835</b> | <b>\$ 85,177,581</b> |

Table 38 Fixed cost (Fa)

| No                     | Type of Expense | Harga (Rp)               | Harga (\$)          |
|------------------------|-----------------|--------------------------|---------------------|
| 1                      | Depreciation    | Rp 16,454,110,491        | \$ 1,134,766        |
| 2                      | Property taxes  | Rp 2,468,116,574         | \$ 170,215          |
| 3                      | Insurance       | Rp 1,645,411,049         | \$ 113,477          |
| <b>Fixed Cost (Fa)</b> |                 | <b>Rp 20,567,638,113</b> | <b>\$ 1,418,458</b> |

Table 39 Variable cost (Va)

| No                        | Type of Expense       | Harga (Rp)                | Harga (\$)           |
|---------------------------|-----------------------|---------------------------|----------------------|
| 1                         | Raw material          | Rp 831,632,891,400        | \$ 57,353,993        |
| 2                         | Packaging & shipping  | Rp 10,165,680,000         | \$ 701,081           |
| 3                         | Utilities             | Rp 71,198,547,720         | \$ 4,910,245         |
| 4                         | Royalties and Patents | Rp 12,989,928,761         | \$ 895,857           |
| <b>Variable Cost (Va)</b> |                       | <b>Rp 925,987,047,881</b> | <b>\$ 63,861,176</b> |

Table 40 Regulated cost (Ra)

| No                         | Type of Expense  | Harga (Rp)                | Harga (\$)           |
|----------------------------|------------------|---------------------------|----------------------|
| 1                          | Labor cost       | Rp 16,942,800,000         | \$ 1,168,469         |
| 2                          | Supervision      | Rp 2,202,564,000          | \$ 151,901           |
| 3                          | Maintenance      | Rp 3,290,822,098          | \$ 226,953           |
| 4                          | Plant supplies   | Rp 493,623,315            | \$ 34,043            |
| 5                          | Payroll overhead | Rp 2,541,420,000          | \$ 175,270           |
| 6                          | Laboratory       | Rp 2,033,136,000          | \$ 140,216           |
| 7                          | Plant overhead   | Rp 10,165,680,000         | \$ 701,081           |
| 8                          | Administration   | Rp 41,560,347,809         | \$ 2,866,231         |
| 9                          | Sales expense    | Rp 62,340,521,713         | \$ 4,299,346         |
| 10                         | Research         | Rp 41,560,347,809         | \$ 2,866,231         |
| 11                         | Finance          | Rp 50,605,008,292         | \$ 3,490,001         |
| <b>Regulated Cost (Ra)</b> |                  | <b>Rp 183,131,262,743</b> | <b>\$ 12,629,742</b> |

#### 4.9.6 Analisa Keuntungan

|                                 |                        |
|---------------------------------|------------------------|
| Harga jual produk metil akrilat | = Rp 31.900,00 /kg     |
| <i>Annual Sales (Sa)</i>        | = Rp 1.298.992.876.120 |
| <i>Total Cost</i>               | = Rp 1.235.111.992.007 |
| <hr/>                           |                        |
| Keuntungan sebelum pajak        | = Rp 63.880.884.113,38 |
| Pajak Pendapatan                | = 50%                  |
| Keuntungan setelah pajak        | = Rp 31.940.442.057    |

#### 4.9.7 Hasil Kelayakan Ekonomi

##### 4.9.7.1 Percent Return On Investment (ROI)

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

ROI sebelum pajak = 39%

ROI sesudah pajak = 20%



#### 4.9.7.2 Pay Out Time (POT)

##### *Fixed Capital Investment*

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

$$\text{POT sebelum pajak} = 2 \text{ tahun}$$

$$\text{POT sesudah pajak} = 3 \text{ tahun}$$

#### 4.9.7.3 Break Even Point (BEP)

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

$$\text{BEP} = 43\%$$

#### 4.9.7.4 Shut Down Point (SDP)

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

$$\text{SDP} = 33\%$$

#### 4.9.7.5 Discounted Cash Flow Rate (DCFR)

$$\text{Umur pabrik} = 10 \text{ tahun}$$

$$\text{Fixed Capital Investment} = \text{Rp } 164.541.104.268$$

$$\text{Working Capital} = \text{Rp } 1.100.584.061.884$$

$$\text{Salvage Value (SV)} = \text{Rp } 16.471.623.327$$

$$\text{Cash flow (CF)} = \text{Annual profit} + \text{depresiasi} + \text{finance}$$

CF

= Rp 99.018.096.190

Discounted flow rate dapat dihitung dengan menggunakan metode trial & error

Didapatkan nilai interest (i) 10,26%



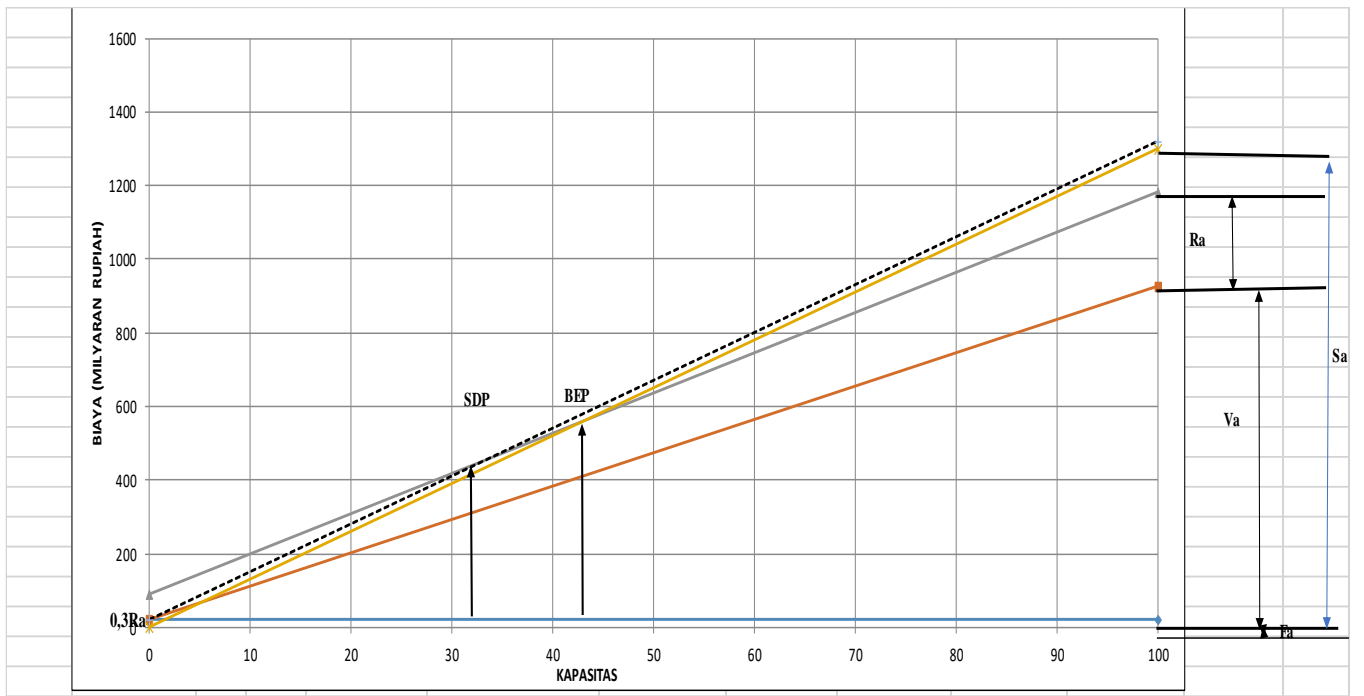


Figure 7 Grafik Hubungan BEP dan SDP



# BAB V

## PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Dalam perancangan pabrik metil akrilat dari asam Akrilat dan metanol dengan kapasitas 40.000 ton/tahun dapat diambil kesimpulan:

1. Berdasarkan tinjauan proses, kondisi operasi, sifat-sifat bahan baku dan produk, serta lokasi pabrik, maka pabrik metil akrilat ini tergolong pabrik beresiko rendah.
2. Pabrik metil akrilat berbentuk didirikan di daerah kawasan industri Cilegon, Jawa Barat dengan luas tanah sebesar 10.942 m<sup>2</sup> dengan jumlah karyawan 170 orang dan beroperasi selama 330 hari/tahun.
3. Pendirian pabrik metil akrilat dengan kapasitas 40.000 ton/tahun dilatarbelakangi oleh pengurangan nilai impor atau ketergantungan metil akrilat dari luar negeri, juga sebagai penyedia bahan baku bagi pabrik-pabrik lainnya, sekaligus sebagai wujud pemulihan ekonomi Indonesia dan untuk menghadapi era globalisasi.
4. Berdasarkan hasil analisis ekonomi adalah sebagai berikut :
  - 1) *Return On Investment* (ROI) :

Presentase ROI sebelum pajak sebesar 39%, dan ROI setelah pajak sebesar 20%. Syarat ROI sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan resiko rendah minimum adalah 11% (Aries & Newton, 1955).
  - 2) *Pay Out Time* (POT) :

POT sebelum pajak selama 2 tahun dan POT setelah pajak selama 3 tahun. Syarat POT sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan resiko rendah maksimum adalah 5 tahun (Aries & Newton, 1955).

- 3) *Break Event Point* (BEP) pada 43 %, dan *Shut Down Point* (SDP) pada 33 %. BEP untuk pabrik kimia pada umumnya adalah 40–60%.
- 4) *Discounted Cash FlowRate* (DCFR) besarnya 10,26 %. Suku bunga bank saat ini adalah 6,3 % (www.bi.go.id, edisi 1 agustus 2020), syarat minimum DCFR adalah 1,5 dikali suku bunga pinjaman yaitu 9,25% jadi DCFR lebih besar dari suku bunga pinjaman di bank.

Dari hasil analisis ekonomi di atas dapat disimpulkan bahwa pabrik metil akrilat dengan kapasitas 40.000 ton/tahun ini layak dan dapat didirikan



## DAFTAR PUSTAKA

- Aries, R.S., and Newton, R.D., "*Chemical Engineering Cost Estimation*", Mc Graw Hill Handbook Co., Inc., New York, 1955.
- Biro Pusat Statistik, 2008-2017, "*Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia*", Indonesia foreign, Trade Statistic Impor, Yogyakarta
- Brown, G.G., Donal Katz, Foust, A.S., and Schneidewind, R., "*Unit Operation*", Modern Asia Edition, John Wiley and Sons, Inc., New York, 1978.
- Brownell, L.E., and Young, E.H., "*Process Equipment Design*", John Wiley and Sons, Inc., New York, 1959.
- Coulson, J.M., and Richardson, J.F., "*Chemical Engineering*", Vol 1-6, Pergamon Internasional Library, New York, 1983.
- Evans, F.L., "*Equipment Design Handbook for Refineries and Chemical Plants*", Gulf Publishing Company, Book Division, Houston, 1979.
- Faith, W.L., and Keyes, D.B., "*Industrial chemical*", John Wiley and Sons, Inc., New York, 1961.
- Ferlazzo, N., Buzzi, B., dan Ghirga, M., "*Process for The Production Of Methyl Acrylate*", Italia, 1973, <http://google.com/patent.>, Diakses tanggal 9 Maret 2018.
- Fromment, F.G., and Bischoff, B.K., "*Chemical Reactor Analysis and Design*", John Wiley and Sons, Inc., New York, 1979.
- Geankoplis, C.J., "*Transport Process and Unit Operation*", 2<sup>nd</sup> ed., Allyn and Bacon Inc., Boston, 1983.

- Groggins, P.H., "*Unit Processes in Organics Synthesis*", 5<sup>th</sup> ed., Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York, 1958.
- Holman, J., "*Heat Transfer*", Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York, 1981.
- Kern, D.Q., "*Process Heat Transfer*", Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York, 1983.
- Kirk, R.E., and Othmer, D.F., "*Encyclopedia of Chemical Technology*", 3<sup>rd</sup> ed., John Wiley and Sons, Inc., New York, 1983.
- Levenspiel, O., "*Chemical Reaction Engineering*", 2<sup>nd</sup> ed., John Wiley and Sons, Inc., New York, 1972.
- Ludwig, E.E., "*Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants*", Gulf Publishing, Co., Houston, 1964.
- McCabe, Smith, J.C., and Harriot, "*Unit Operation of Chemical Engineering*", 4<sup>th</sup> ed., Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York, 1985.
- Organization for Economic Cooperation and Development, 2002, October. *Screening Information Data Set for n-Butyl acrylate*. Hlm 12.
- Ohri, T., Yasuhito, Yukinaga, Michio and Tsunejiro, K., "*Process for Continuously Synthesizing Acrylic Acid Ester*", Osaka, 1975, <http://google.com/patent>., Diakses tanggal 10 Maret 2018.
- Perry, R.H., and Green, D.W., "*Perry's Chemical Engineer's Handbook*", 8<sup>th</sup> ed., Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York, 1986.
- Peters, M.S., and Timmerhaus, K.D., 1980, "*Plant Design and Economics for Chemical Engineers*", 3<sup>rd</sup> ed., Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York, 1980

Rase, F.H., “*Chemical Reactor Design for Process Plants*”, John Wiley and Sons, Inc., New York, 1977.

R.K.Sinnot, “*An Introduction to Chemical Engineering Design*”, Pergamon Press, 1983.

Smith, J.M., and H.C. Van Ness, “*Introduction of Chemical Engineering Thermodynamic*”, 3<sup>rd</sup> ed., Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York, 1975.

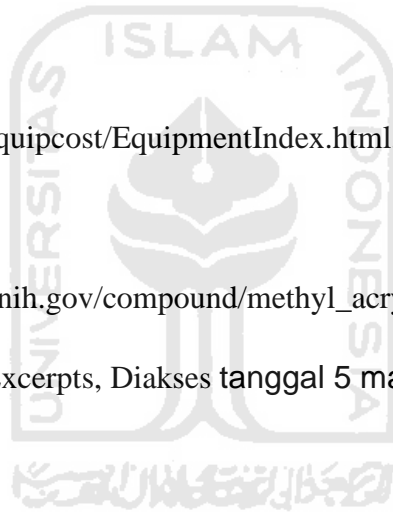
Treyball, R.L., “*Mass Transfer Operation*”, 3<sup>rd</sup> ed., Mc Graw Hill International BookCo., Kogakusya, Tokyo, 1980.

Yaws, C.L., “*Chemical Properties Handbook*”. Mc Graw Hill Company., New York, 1998.

[https://en.wikipedia.org/wiki/Methyl\\_acrylate#cite\\_note-8](https://en.wikipedia.org/wiki/Methyl_acrylate#cite_note-8), Diakses tanggal 10 Maret 2020.

<http://www.matche.com/equipcost/EquipmentIndex.html>, Diakses tanggal 6 Agustus 2020.

[https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/methyl\\_acrylate#section=Non-Human-Toxicity-Excerpts](https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/methyl_acrylate#section=Non-Human-Toxicity-Excerpts), Diakses tanggal 5 maret 2018





## LAMPIRAN A

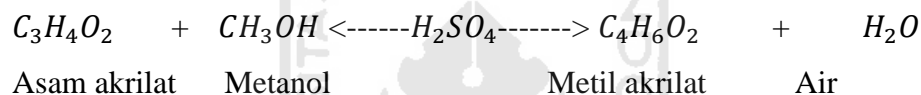
### REAKTOR

#### Fungsi :

Tempat berlangsungnya reaksi esterifikasi antara asam akrilat ( $C_3H_4O_2$ ) sebanyak 4930,6515 Kg/jam dan metanol ( $CH_3OH$ ) sebanyak 4345,4915 Kg/jam membentuk metil akrilat ( $C_4H_6O_2$ ) sebanyak 5247,44584 Kg/jam dengan bantuan katalisator asam sulfat ( $H_2SO_4$ ).

#### Reaksi yang terjadi :

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



#### Kondisi Operasi :

- Temperature = 80°C
- Tekanan = 2 atm

#### Reaktor yang digunakan :

Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB). Reaktor dilengkapi dengan jaket Pendingin untuk mempertahankan suhu selama reaksi.

#### Asumsi :

1. Pengadukan sempurna sehingga komposisi zat yang keluar reaktor sama dengan komposisi zat di dalam reaktor.
2. Reaksi berlangsung *eksoterm*.

### Konstanta kesetimbangan

$$K = k_1 \frac{[C_3H_4O_2][H_2O]}{k_2 [C_4H_6O_2][CH_3OH]}$$

Dari persamaan kesetimbangan diatas, untuk memperoleh konversi reaksi yang tinggi, reaksi harus diusahakan bergeser ke kanan (ke arah pembentukan metil akrilat).

Usaha yang dilakukan antara lain :

1. Memperbanyak salah satu reaktan, dalam hal ini dipakai perbandingan mol metanol dengan asam akrilat 2:1.
2. Karena reaksi diatas melepas panas (*eksoterm*), diusahakan umpan masuk pada suhu reaksi dan reaktor lalu suhu di jaga selama proses dengan jaket pendingin.

### Umpan reaktor

1. Asam akrilat ( $C_3H_4O_2$ )  
yang digunakan sebagai umpan segar adalah larutan dengan komposisi 99% berat asam akrilat dan 1%  $H_2O$ .
2. Metanol  
Metanol yang digunakan sebagai umpan segar adalah larutan metanol dengan komposisi 99,85% berat metanol dan 0,15% berat air, sebanyak 2 kali lebih banyak dari mol umpan asam akrilat.
3. Katalisator Asam Sulfat  
Katalisator yang digunakan adalah larutan  $H_2SO_4$  sebanyak 5% dari jumlah mol MAA umpan dengan komposisi 98% berat  $H_2SO_4$  dan 2% air.

#### 4. Metil akrilat

Metil akrilat yang masuk menjadi umpan merupakan recycle dari hasil atas MD-01.

#### **Komposisi Umpan Masuk Reaktor**

Tabel 1. Umpan Masuk Reaktor

| Komponen                                     | Massa, Kg/jam | Fraksi, Xi  |
|--|---------------|-------------|
| H <sub>2</sub> O                             | 74,62443438   | 0,007304572 |
| C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub> | 4881,344971   | 0,477807774 |
| CH <sub>3</sub> OH                           | 4338,973308   | 0,424718022 |
| C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub> | 0             | 0           |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>               | 921,184428    | 0,090169632 |
| Total  | 10216,12714   | 1           |

#### **Komposisi Umpan Keluar Reaktor**

Tabel 1. Umpan Keluar Reaktor

| Komponen                                     | Massa, Kg/jam | Fraksi, Xi |
|--|---------------|------------|
| H <sub>2</sub> O                             | 1172,9271     | 0,1148     |
| C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub> | 488,1345      | 0,0478     |
| CH <sub>3</sub> OH                           | 2386,4353     | 0,2336     |
| C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub> | 5247,4458     | 0,5136     |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>               | 921,1844      | 0,0902     |
| Total  | 10216,1271    | 1          |

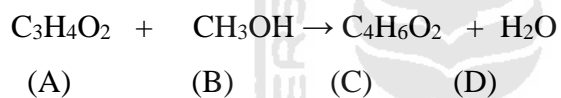
## Sifat Fisis Umpan Reaktor

Tabel 2. Sifat Fisis Umpan

| Komponen                                     | Flow, Kg/j | Fraksi, Xi | p (Kg/m <sup>3</sup> ) | x.p (Kg/m <sup>3</sup> ) |
|--|------------|------------|------------------------|--------------------------|
| H <sub>2</sub> O                             | 74,6244    | 0,0073     | 975,4937835            | 7,125564398              |
| C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub> | 4881,3450  | 0,4778     | 981,8772817            | 469,1485986              |
| CH <sub>3</sub> OH                           | 4338,9733  | 0,4247     | 735,1140262            | 312,2161749              |
| C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub> | 0,0000     | 0,0000     | 877,5184748            | 0                        |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>               | 921,1844   | 0,0902     | 1764,498936            | 159,1042202              |
| Total  | 10216,1271 | 1          |                        | 947,5945581              |

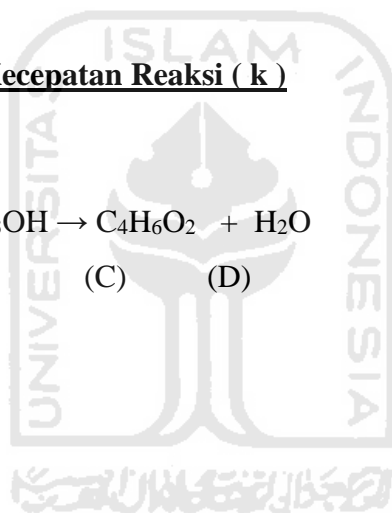
## Menentukan Harga Konstanta Kecepatan Reaksi ( k )

Reaksi :



Data:

- Reaksi berorde 2
- Waktu tinggal 1 jam
- Suhu reaksi 80°C
- Konversi reaksi 90%
- Perbandingan mol A : B = 1:2



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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$A = 1$$

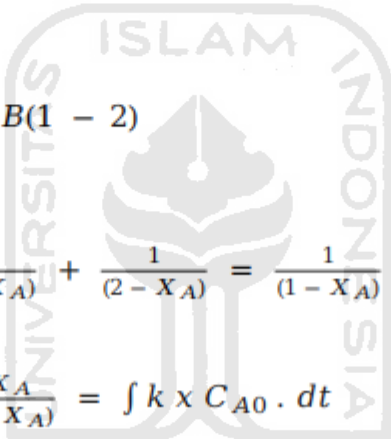
$$X_A = 2 \rightarrow 2 = A(2 - 2) + B(1 - 2)$$

$$B = -1$$

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

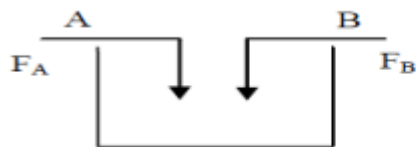
$$\text{Sehingga : } \int \frac{dX_A}{(1 - X_A)} - \int \frac{dX_A}{(2 - X_A)} = \int k \times C_{A0} \cdot dt$$

$$-\ln(1 - X_A) + \ln(2 - X_A) = k \times C_{A0} \times t \dots\dots\dots 1$$



## Mencari harga CA0

Basis : 1 ml volume reaktor



$$F_A = \frac{1}{2} F_B$$

$$volume = \frac{massa}{massa/vol} = massa \times \frac{volume}{massa} = FM \times \frac{1}{\rho}$$

$$volume = \frac{FMA}{\rho_A} + \frac{FMB}{\rho_B}$$

$$\frac{FMA}{Mr A} = \frac{1}{2} \times \frac{FMB}{Mr B}$$

$$FMB = \frac{Mr B}{Mr A} \times 2 \times FMA$$

$$= \frac{32}{72} \times 2 \times FMA$$

$$= 0,8889 FMA$$



$$volume = \frac{FMA}{\rho_A} + \frac{FMB}{\rho_B}$$

$$1 \text{ kg} = \frac{FMA}{981.8773} + \frac{0.888889FMA}{734.8949}$$

$$FMA = 0,002227642$$

$$FMA = 448,905$$

$$C_{A0} = \frac{FMA}{Mr A} =$$

$$= 6,2438 \text{ gmol/ml}$$

Dari pers.(1):

$$-\ln(1 - X_A) + \ln(2 - X_A) = k \times C_{A0} \times t$$

$$-\ln(1 - 0.9) + \ln(2 - 0.9) - (-\ln(1 - 0) + \ln(2 - 0)) = k \times C_{A0} \times t$$

$$k = 16,4081 \text{ m}^3/\text{kmol.jam}$$



## Mengecek Konversi yang digunakan untuk Satu RATB

Neraca bahan dalam reaktor pada steady state:

$$(Rate\ of\ input) - (Rate\ of\ output) - (Rate\ of\ reaction) = 0$$

$$V_n = \frac{Fv(X_n - X_{n-1})}{k(1 - X_n)}$$

## Menentukan Jumlah Reaktor Optimum

Gambar 2. Penentuan jumlah reaktor optimum

Penentuan jumlah reaktor yang optimum berdasarkan harga total pembelian reaktor untuk tiap volume reaktor. Proses berlangsung kontinyu sehingga digunakan beberapa RATB yang dipasang seri dengan besar volume dan waktu tinggal yang sama.

Volume masing-masing reaktor untuk n buah RATB :

$$V_n = \frac{Fv(X_n - X_{n-1})}{k(1 - X_n)}$$

dengan  $X_{Ai} = X_{A\ optimum}$  (90%), volume total reaktor  $v_n = v_i \times n$

$$X_{n-1} = X_n - \frac{V_n \cdot K \cdot (1 - X_n)}{Fv}$$

Jumlah reaktor (n) yang dipilih adalah yang memberikan beda volume total untuk n berikutnya relatif kecil, atau n yang mempunyai harga reaktor total paling murah dengan cara six-tenth factor. Sehingga dari Table 4. Dapat diketahui jumlah reaktor yang optimum adalah :

- n = 1 buah
- V gallon = 5878,4301
- Total harga = 299400





Tabel 4. Optimasi Jumlah Reaktor

| n | V (gallon) | Harga (\$) | Harga Total (\$) |
|---|------------|------------|------------------|
| 1 | 5878,4301  | 299400     | 299400           |
| 2 | 1412,7250  | 158100     | 316200           |
| 3 | 754,0398   | 119300     | 357900           |
| 4 | 508,6123   | 100000     | 400000           |
| 5 | 382,0728   | 88000      | 440000           |

### Neraca Massa Reaktor

Tabel 5. Neraca Massa Reaktor 1

| Komponen    | Masuk      | Keluar     |
|-------------|------------|------------|
|             | Kg/jam     | Kg/Jam     |
| $C_3H_4O_2$ | 4881,3450  | 488,1345   |
| $CH_3OH$    | 4338,9733  | 2386,4353  |
| $H_2SO_4$   | 921,1844   | 921,1844   |
| $H_2O$      | 74,6244    | 1172,9271  |
| $C_4H_6O_2$ | 0          | 5247,4458  |
| Total       | 10216,1271 | 10216,1271 |

## MECHANICAL DESAIN REAKTOR

### Menghitung Kecepatan Volumetrik Umpan Total Reaktor-01

$$F_v = \sum \frac{F_i}{\rho_i}$$

$$F_v = \sum \frac{10216,1271 \text{ kg/j}}{947,5945 \text{ kg/m}^3}$$
$$= 10,7811 \text{ m}^3/\text{j}$$

### Perhitungan Dimensi Reaktor

Reaktor berbentuk tangki silinder dengan head di bagian 'top' dan 'bottom'nya. Untuk menentukan bentuk head terdapat 3 pilihan (Brownell and Young, 1959), yaitu :

- A. Flange and standard dished head

Digunakan untuk tangki tekanan rendah dan diameter cukup kecil

- B. Torispherical flanged and dished head

Digunakan untuk tangki dengan tekanan sampai 15 bar

- C. Elliptical flanged and dished head

Digunakan untuk tangki bertekanan tinggi

#### 1. Menghitung Volume Cairan dalam Reaktor

Dari persamaan neraca massa komponen di reaktor, diperoleh persamaan :

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

$$V_{\text{cairan}} = 26,6968 \text{ m}^3$$

#### 2. Dimensi Reaktor

Jenis reaktor = silinder tegak dengan atap dan dasar berbentuk torispherical dished head

Bahan konstruksi = *Carbon steel SA-283 Grade C*

Alasan : P operasi < 200 psi (Brownell and Young, 1959)

Untuk menentukan volume desain reaktor digunakan safety factor 20% (Peter and Timmerhaus, 1991).

Over design: 20%

$$V_{\text{reaktor}} = 27,5254 \text{ m}^3$$

P operasi = 2 atm

Untuk head jenis torispherical memiliki persamaan:

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

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

Dirancang:

$$V_{\text{over design}} = D^3 \cdot \frac{1,5}{4} \pi$$

$$942,9992 \text{ ft}^3 = D^3 \cdot 1,1774$$

$$D^3 = 800,8486 \text{ ft}^3$$

$$D = 9,2865 \text{ ft}$$

a) Menentukan tinggi cairan dalam reaktor

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

$$V_{\text{dish}} = 0,0392 \text{ ft}^3$$

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

$$V_h = 0,4113 \text{ m}^3$$

Volume cairan dalam silinder ( $V_s$ ) yaitu:

$$V_s = V_{\text{CAIRAN}} - V_h - V_{\text{SF}}$$

$$V_s = 21,4416 \text{ m}^3$$

b) Menentukan tebal dinding reaktor

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

(Pers. 13.1, Brownell & young, 1959; hal 254)

Allowable stress ( $f$ ) = 18750 psi

Efisiensi pengelasan ( $E$ ) = 80% (single welded butt joint with backing strip)

Corrosion allowance ( $C$ ) = 0,125 in

Jari-jari reaktor ( $r_i$ ) = 55,7187 in

Tekanan (P) = 20,4177 psia

$t_s = 0,200905238$  in

maka digunakan tebal shell standar adalah 0,25

(tabel 5.7 Brownell & young, hal.90)

ID shell = 111,4375 in

OD shell = ID + 2  $t_s$

= 111,9375

Dicari ukuran OD standart pada tabel 5.7 Brownell hal: 90

OD = 114 in

c) Menentukan tebal head

Dari Tabel 5.7 (Brownell and Young, 1959) didapatkan data-data sebagai berikut:

- $r = 108$  in
- $I_{cr} = 6,785$  in
- OD = 114 in

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

(persamaan 7.77 Brownell and Young, 1959 hal: 138)

$w = 1,74086$  in

Menghitung tebal head yaitu

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

$t_h = 0,1910$  in

Dari tabel 5.6 Brownell & Young (hal.88), untuk  $t_h$  standar 0,25 in

d) Menghitung tinggi tutup reaktor

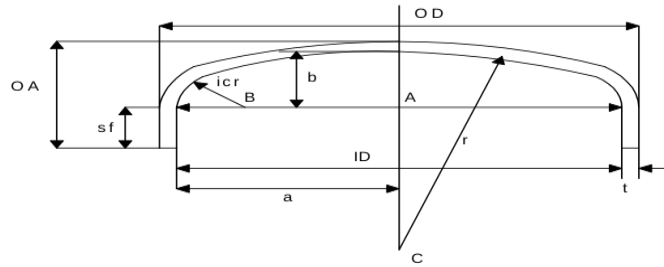


Table 5.8 page 93, Brownell & Young diperoleh data sebagai berikut :

- maka digunakan  $sf : 2,5$  in
- $ID = OD - 2ts$   
 $ID = 113,5$  in
- $BC = r - icr$  (Brownell and Young, 1959)  
 $BC = 101,125$  in

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

- $a = 56,75$  in
- $AB = a - icr$   
 $AB = 49,875$  in
- $AC = \sqrt{BC^2 - AB^2}$   
 $AC = 87,9702$  in
- $b = r - AC$   
 $b = 20,0298$  in
- $h_{head} = sf + b + th$   
 $h_{head} = 22,7798$

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

- $h_{reaktor} = 5,4029$  in

### 3. Perancangan pengadukan

Tabel 7. Data viskositas umpan reaktor

| komponen                                     | kg/jam     | Xi (fraksi massa) | $\mu$    | $x\mu$ |
|--|------------|-------------------|----------|--------|
| H <sub>2</sub> O                             | 101,7841   | 0,0099            | 0,3516   | 0,0035 |
| C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub> | 4881,3450  | 0,4765            | 0,4793   | 0,2284 |
| CH <sub>3</sub> OH                           | 4338,9733  | 0,4236            | 0,2913   | 0,1234 |
| C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub> | 0,5704     | 0,0001            | 0,2501   | 0,0000 |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>               | 921,1844   | 0,0899            | 5,6931   | 0,5120 |
| NaOH   | 0          | 0                 | 334,4438 | 0,0000 |
| Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>              | 0          | 0                 | 0,0001   | 0,0000 |
| total  | 10243,8572 | 1                 | 341,5093 | 0,8672 |

maka diperoleh *viskositas* campuran = 0,8672 cp = 0,000583 lb/ft.s

Pengaduk yang dipakai jenis *flat six blade turbine* dan baffle 4 buah terpisah 90° satu sama lain, jumlah sudut 6 buah. (Brownell and Young, 1959):

- Jenis pengaduk ini sesuai untuk fluida dengan viskositas rendah hingga sedang
- Konsumsi power tidak bergantung pada viskositas (untuk bilangan Reynold yang besar)
- Dengan adanya baffle dapat memperbaiki transfer panas di dalam reaktor

Dari Brown, 1978 page 507 diperoleh data:

- $D_t/D_i = 3$

- $ZI/Di = 3,9$
- $Zi/Di = 1,30$
- $wb/Di = 0,17$
- $L/Di = 0,25$
- $Dt = 111,4375$

Ket :

Di = diameter pengaduk  
Dt = diameter dalam reaktor  
ZL = tinggi cairan dalam reaktor  
wb = lebar baffle  
Zi = jarak pengaduk dari dasar tangki  
L = lebar pengaduk

Maka diperoleh :

Diameter Pengaduk (Di) = 0,9435 m

Tinggi Pengaduk (Zl) = 3,6797 m

jarak pengaduk dari dasar tangki (Zi) = 1,2265 m

lebar baffle (Wb) = 0,1604 m

Lebar Pengaduk (L) = 0,2359 m

**Menghitung jumlah impeler**

WELH (Water Equivalent Liquid High)

$$WELH = h_{\text{Cairan}} \cdot sg$$

$$sg = \frac{\rho_{\text{Cairan}}}{\rho_{\text{Air}}}$$

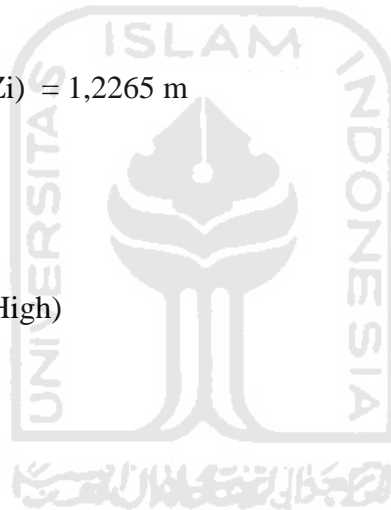
- $sg = 0,971 \text{ kg/m}^3$
- $WELH = 4,124 \text{ m}$

$$\Sigma_{\text{Impeller}} = \frac{WELH}{D}$$

- $\Sigma \text{ Impeller} = 1,457$

Maka jumlah pengaduk adalah 1buah

**Kecepatan Putaran dan Power Pengaduk**





$$\frac{WELH}{2 DI} = \left( \frac{\pi DI N}{600} \right)^2$$

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

Dimana : DI = Diameter pengaduk

Sehingga : N = 91,254 rpm  
1,521 rps

Jenis motor : dipilih tipe fixed speed belt (paling ekonomis, mudah dalam pemasangan dan perbaikan)

Kecepatan standar pengaduk = 100 rpm  
= 1,667 rps

### Menghitung Power Pengaduk

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

Dimana :

- $\rho = 947,6664$
- $\mu = 0,8672$
- $D_i = 0,9435 \text{ m}$
- $N = 100,000 \text{ rpm}$

$Re = 97276,4534$

dengan menggunakan fig 477 G.G Brown page 507, 1978 diperoleh  $N_p = 7$

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

Dimana :

- $N_p = 7$
- $\rho = 947,6646 \text{ kg/m}^3$
- $D_i = 0,9435 \text{ m}$
- $N_i = 1,6667 \text{ rps}$

Maka  $P_a = 30,7935 \text{ Hp}$

Daya motor , efisiensi motor adalah 85% (figur 14.38 peters hal 521)



sehingga  $P = 30,7935 / 85\% = 36,2276 \text{ Hp}$

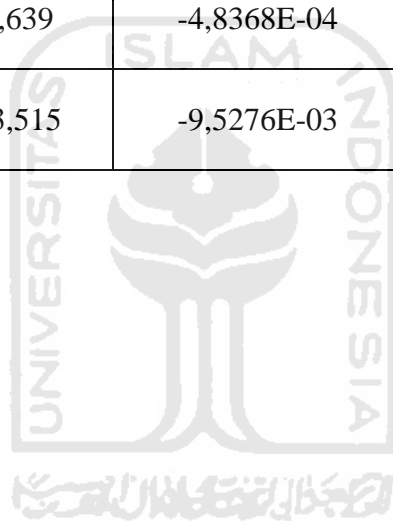
dipilih power standar  $P = 40 \text{ Hp}$  (standard NEMA, Rase & Barrow, 1957, p.358)



## NERACA PANAS REAKTOR

Tabel 8. Data kapasitas panas cairan

| komponen                                     | A       | B           | C           | D          |
|--|---------|-------------|-------------|------------|
| H <sub>2</sub> O                             | 92,053  | -3,9953E-02 | -2,1103E-04 | 5,3469E-07 |
| C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub> | -18,242 | 1,2106E+00  | -3,1160E-03 | 3,1409E-06 |
| CH <sub>3</sub> OH                           | 40,152  | 3,1046E-01  | -1,0291E-03 | 1,4598E-06 |
| C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub> | 54,109  | 8,0399E-01  | -2,5149E-03 | 3,3155E-06 |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>               | 26,004  | 7,0337E-01  | -1,3856E-03 | 1,0342E-06 |
| NaOH   | 87,639  | -4,8368E-04 | -4,5423E-06 | 1,1863E-09 |
| Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>              | 233,515 | -9,5276E-03 | -3,4665E-05 | 1,5771E-08 |



## 1. Panas Masuk

Tabel 9. Panas masuk

| Komponen                                     | ni (kmol/jam) | $\int C_p \cdot dT$ | $Q = ni \cdot \int C_p \cdot dT$ |
|--|---------------|---------------------|----------------------------------|
| H <sub>2</sub> O                             | 5,6547        | 4136,3712           | 23389,8323                       |
| C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub> | 67,7965       | 8470,1111           | 574243,5304                      |
| CH <sub>3</sub> OH                           | 135,5929      | 4544,8119           | 616244,2992                      |
| C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub> | 0,0066        | 9015,0572           | 59,7880                          |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>               | 9,3998        | 7905,5589           | 74310,9971                       |
| NaOH   | 0,0000        | 4787,1947           | 0                                |
| Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>              | 0,0000        | 12500,1786          | 0                                |
| Total  | 218,4505      | 51359,2836          | 1288248,447                      |

$$Q = 1288248,447 \text{ KJ/jam}$$

## 2. Panas Reaksi

Tabel 10. Panas Reaksi

| Komponen                                     | $\Delta H_f$ | n           | n. $\Delta H_f$ |
|--|--------------|-------------|-----------------|
|  | kJ/kmol      | (kmol/jam)  | kJ/jam          |
| C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub> | 11129        | 61,01681214 | 679056,1023     |
| CH <sub>3</sub> OH                           | 3205         | 61,01681214 | 195558,8829     |
| C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub> | 11129        | 61,01681214 | 679056,1023     |
| H <sub>2</sub> O                             | 6002         | 61,01681214 | 366222,9064     |

$\Delta H_f$  yang dipakai adalah data enthalphy of fusion dr buku yaws

$$n \cdot \Delta H_f = \Delta H_{Produk} - \Delta H_{reaktan}$$

$$n \cdot \Delta H_f = 170664,0235 \text{ KJ/Jam}$$

$$\Delta HR = n \cdot \Delta H_f + Q_{output} + Q_{input}$$

$$\Delta HR = 172692,1057 \text{ KJ/Jam}$$

karena  $\Delta H_R$  negatif (+), maka **eksoterm** dan butuh pendingin

| Masuk           | kJ/jam      | Keluar           | kJ/jam      |
|-----------------|-------------|------------------|-------------|
| $\Delta H_{in}$ | 1288248,447 | $\Delta H_{out}$ | 1290276,529 |
| pendingin       | 174720,1878 | $\Delta H_R$     | 172692,1057 |
| Total           | 1462968,635 | Total            | 1462968,635 |

$$Q_{\text{pendingin}} = 174720,1878 \text{ KJ/Jam}$$

$$= 165634,7381 \text{ btu/jam}$$

### Menentukan Kebutuhan Pendingin

Media pendingin yang digunakan adalah cooling water dengan suhu masuk ( $T_{in} = 30 \text{ C}$ ) dan Suhu Keluar ( $T_{out} = 45$ )

- $C_p$  air pada  $30\text{C} = 4,1915 \text{ KJ/kgK}$
- $C_p$  air pada  $45\text{C} = 4,202 \text{ KJ/kgK}$

$$\Delta H = C_p \cdot \Delta T$$

Sehingga  $\Delta H = 63,0825 \text{ KJ/kg}$

Maka kebutuhan air pendingin :

$$Q = m C_p \Delta T$$

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

$$m = 2769,709314 \text{ Kg/jam}$$

$$= 6106,101155 \text{ lb/jam}$$



Suhu LMTD

| Komponen`                        | C  | K      | F   |
|----------------------------------|----|--------|-----|
| Suhu fluida panas masuk reaktor  | 80 | 353,15 | 176 |
| Suhu fluida panas keluar reaktor | 80 | 353,15 | 176 |
| Suhu fluida dingin masuk         | 30 | 303,15 | 86  |
| Suhu fluida dingin keluar        | 45 | 318,15 | 113 |

|   | Fluida Panas F | Fluida Dingin F | Delta T, F |
|---|----------------|-----------------|------------|
| 1 | 176            | 113             | 63         |
| 2 | 176            | 86              | 90         |

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

$$\Delta T_{LMTD} = 75,669 \text{ } ^\circ\text{F}$$

**Menghitung Luas Transfer Panas**

Nilai UD untuk Medium organics (hot) dan water (cold) sebesar 50-125 Btu/ft<sup>2</sup>.F jam

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

Diambil : UD = 70 Btu/ft<sup>2</sup>.°F.jam

$$Q_p = 174720,1878 \text{ Kj/jam} = 165634,7381 \text{ btu/jam}$$

$$A = 31,2581 \text{ ft}^2 = 2,9039 \text{ m}^2$$

## Perancangan jaket Pendingin

| komponen                                     | BM  | kg/jam     | kmol/jam | Xi<br>(fraksi<br>massa) | $\rho^{\circ}$ reaktor<br>(kg/m <sup>3</sup> ) | $\mu$<br>reaktor(C<br>p) | $\rho$ camp | $\mu$<br>camp(<br>Cp) |
|--|-----|------------|----------|-------------------------|--|--------------------------|-------------|-----------------------|
| H <sub>2</sub> O                             | 18  | 101,7841   | 5,6547   | 0,0099                  | 975,4938                                       | 0,3516                   | 9,6926      | 0,0035                |
| C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub> | 72  | 4881,3450  | 67,7964  | 0,4765                  | 981,8773                                       | 0,4793                   | 467,8786    | 0,2284                |
| CH <sub>3</sub> OH                           | 32  | 4338,9733  | 135,5929 | 0,4236                  | 735,1140                                       | 0,2913                   | 311,3710    | 0,1234                |
| C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub> | 86  | 0,5704     | 0        | 0,0001                  | 877,5185                                       | 0,2501                   | 0,0489      | 0,0000                |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>               | 98  | 921,1844   | 9,3998   | 0,0899                  | 1764,4989                                      | 5,6931                   | 158,6735    | 0,5120                |
| NaOH   | 40  | 0,0000     | 0        | 0,0000                  | 1887,4613                                      | 334,4438                 | 0,0000      | 0,0000                |
| Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>              | 142 | 0,0000     | 0        | 0,0000                  | 2449,4497                                      | 0,0001                   | 0,0000      | 0,0000                |
| total  | 0   | 10216,1271 | 216,9350 | 1                       | 9671,4135                                      | 341,5093                 | 947,5945    | 0,8686                |

Menghitung Konduktivitas termal

- Konduktivitas termal Organik

$$\log_{10} k = A + B \left[ 1 - \frac{T}{C} \right]^2$$

T = 80 °C

353,15 k

| Komponen                                     | A       | B      | C        | log 10 k | k (W/m.K) | k (Btu/ft.hr.°F) |
|--|---------|--------|----------|----------|-----------|------------------|
| C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub> | -1,6101 | 0,9742 | 615,0000 | -0,779   | 0,166     | 0,096            |
| CH <sub>3</sub> OH                           | -1,1793 | 0,6191 | 512,5800 | -0,623   | 0,238     | 0,138            |
| C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub> | -1,5867 | 0,9925 | 536,0000 | -0,706   | 0,197     | 0,114            |

(Carl L Yaws, 1999)

- Konduktivitas termal in organik

$$k = A + BT + CT^2$$

$$T = 80 \text{ C}$$

$$= 353,15 \text{ K}$$

| Komponen                       | A       | B         | C            | k (W/m.K) | k<br>(Btu/ft.hr.°F) |
|--------------------------------|---------|-----------|--------------|-----------|---------------------|
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | 0,1553  | 0,0010699 | -0,00000129  | 0,373     | 0,215               |
| H <sub>2</sub> O               | -0,2758 | 0,0046    | -0,000005539 | 0,662     | 0,383               |

(Carl L

Yaws,1999)

| Komponen                                     | kg/jam    | Fraaksi Massa | k<br>(Btu/ft.hr.°F) | k.x   |
|--|-----------|---------------|---------------------|-------|
| H <sub>2</sub> O                             | 101,784   | 0,010         | 0,383               | 0,004 |
| C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub> | 4881,345  | 0,477         | 0,096               | 0,046 |
| CH <sub>3</sub> OH                           | 4338,973  | 0,424         | 0,138               | 0,058 |
| C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub> | 0,570     | 0,000         | 0,114               | 0,000 |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>               | 921,184   | 0,090         | 0,215               | 0,019 |
|  | 10243,857 | 1,000         | 0,946               | 0,127 |



### Menghitung Dimensi Pendingin Reaktor (Jaket)

Data - data yang diketahui :

- Rotasi pengaduk (N) = 100rpm = 6000 rps
- Densitas ( $\rho$ ) = 947,595 kg/m<sup>3</sup> = 58,893 lb/ft<sup>3</sup>
- Viskositas ( $\mu$ L) = 0,869 cP = 2,101 lb/ft.jam
- konduktivitas termal (k) = 0,127 Btu/ft.hr.°F
- Panas spesifik (C) = 1 Btu/lb.°F
- Diameter reaktor, Dt = 2,831 m = 9,286 ft
- Diameter impeler, L = 0,944 m = 3,095 ft

### Menghitung Tinggi Jaket

luas perpindahan panas =  $3.14 \times ID \times H_j + 0.25 \times 3.14 \times ID^2$

$H_j = 17,3190 \text{ ft}$

= 5,2788 m



### Menghitung Lebar Jaket (Lj)

- kebutuhan air = 2769,709 Kg/jam
- $\rho$  air pendingin = 1000 Kg/jam

$$l_j = \frac{(D_j - D_t)}{2}$$

$$L_j = 0,0345 \text{ ft}$$

### Menghitung Tebal Jaket (Tj)

$$t_j = \left( \frac{P \cdot R_i}{f \cdot E - 0.2P} \right) + C$$

Keterangan :

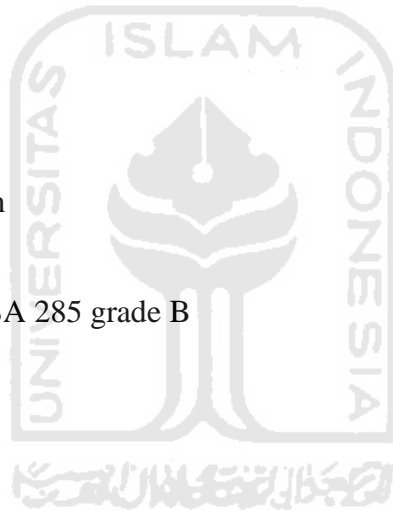
- $t_j$  = tebal jaket
- $r$  = jari-jari jaket
- $E$  = efisiensi pengelasan
- $C$  = faktor korosi
- $F$  = tegangan yang diijinkan
- $P$  = tekanan design

Untuk bahan jaket dipilih bahan : SA 285 grade B

- $R_i = 56,1325 \text{ in}$
- $P = 14,7 \text{ psi}$
- $E = 0,8$
- $F = 12500 \text{ psi}$
- $C = 0,125$

Maka :  $t_j = 0,2075 \text{ in}$

digunakan tebal standart = 0,25 in

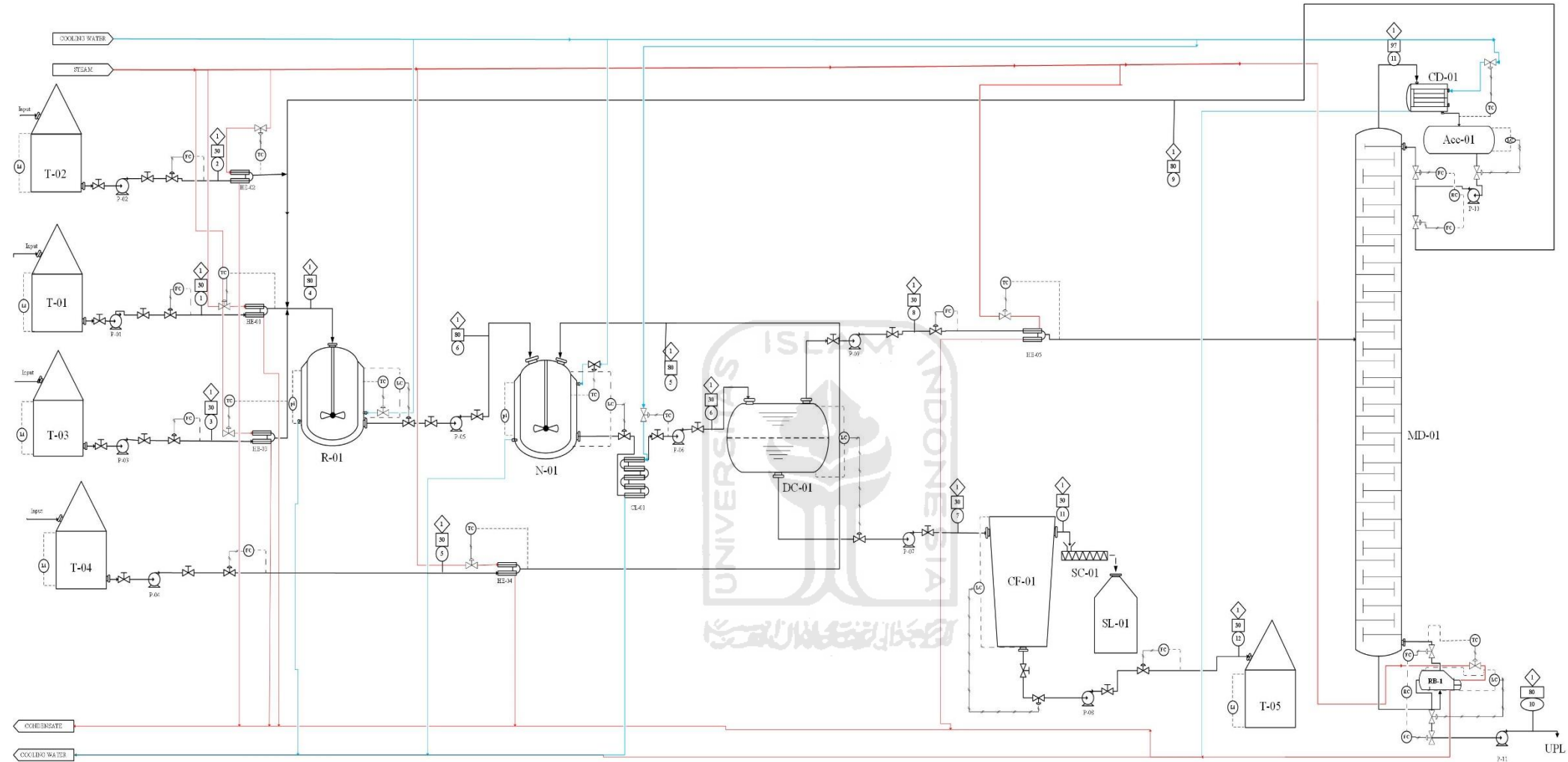


## LAMPIRAN B



# PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM

## PRARANCANGAN PABRIK METIL AKRILAT DARI METANOL DAN ASAM AKRILAT DENGAN MENGGUNAKAN KATALIS HOMOGEN ASAM SULFAT BERKAPASITAS 40.000 TON/TAHUN



| Komponen                                     | Arus (kg/jam) |         |        |         |        |         |         |         |         |         |        |         |
|--|---------------|---------|--------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|
|  | 1             | 2       | 3      | 4       | 5      | 6       | 7       | 8       | 9       | 10      | 11     | 12      |
| C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub> | 4881.34       |         |        | 488.13  |        | 488.13  |         | 488.13  |         | 488.13  |        |         |
| CH <sub>3</sub> OH                           |               | 4338.97 |        | 2386.44 |        | 2386.44 |         | 2386.44 | 2382.86 | 3.58    |        |         |
| C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub> |               |         |        | 5247.45 |        | 5247.45 | 5206.71 | 40.74   | 0.57    | 40.17   | 130.17 | 5076.54 |
| H <sub>2</sub> O                             | 49.31         | 6.52    | 18.80  | 1172.93 | 751.99 | 2263.31 |         | 2263.31 | 27.16   | 2236.15 |        |         |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>               |               |         | 921.18 | 921.18  |        |         |         |         |         |         |        |         |
| NaOH   |               |         |        |         | 751.99 |         |         |         |         |         |        |         |
| Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>              |               |         |        |         |        | 1334.78 | 979.44  | 355.34  |         | 355.34  | 954.95 | 24.49   |

| Keterangan Alat |                  |
|-----------------|------------------|
| T               | Tangki           |
| SL              | Silo             |
| R               | Reaktor          |
| N               | Netralizer       |
| DC              | Decanter         |
| MD              | Menara Distilasi |
| CF              | Centrifuge       |
| P               | Pompa            |
| HE              | Heat Exchanger   |
| CL              | Cooler           |
| CD              | Condensor        |
| SC              | Screw Conveyor   |
| ACC             | Accumulator      |

| Instrumen Kontrol |                     |
|-------------------|---------------------|
| TC                | Temperature Control |
| LC                | Level Control       |
| FC                | Flow Control        |
| RC                | Ratio Control       |

| Keterangan Simbol |                    |
|-------------------|--------------------|
|                   | : Tekanan, atm     |
|                   | : Suhu, °C         |
|                   | : Nomor Arus       |
|                   | : Control Valve    |
|                   | : Manual Valve     |
|                   | : Sinyal Pneumatik |
|                   | : Sensor Listrik   |



JURUSAN TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA  
2020

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM  
PRARANCANGAN PABRIK METIL AKRILAT DARI METANOL DAN ASAM AKRILAT DENGAN  
KATALIS HOMOGEN ASAM SULFAT BERKAPASITAS 40.000 TON/TAHUN

DISUSUN OLEH :

1. M Dolly Yurufa N (16521010)
2. Dwiko Calya Nugroho (16521040)

DOSEN PEMBIMBING :

Ir. Agus Taufiq, M.Sc.  
Ajeng Yulianti, S.T., MT