

PRA RANCANGAN PABRIK MORPHOLINE DARI DIETHANOLAMINE DAN OLEUM DENGAN KAPASITAS 100.000 TON/TAHUN

PERANCANGAN PABRIK

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

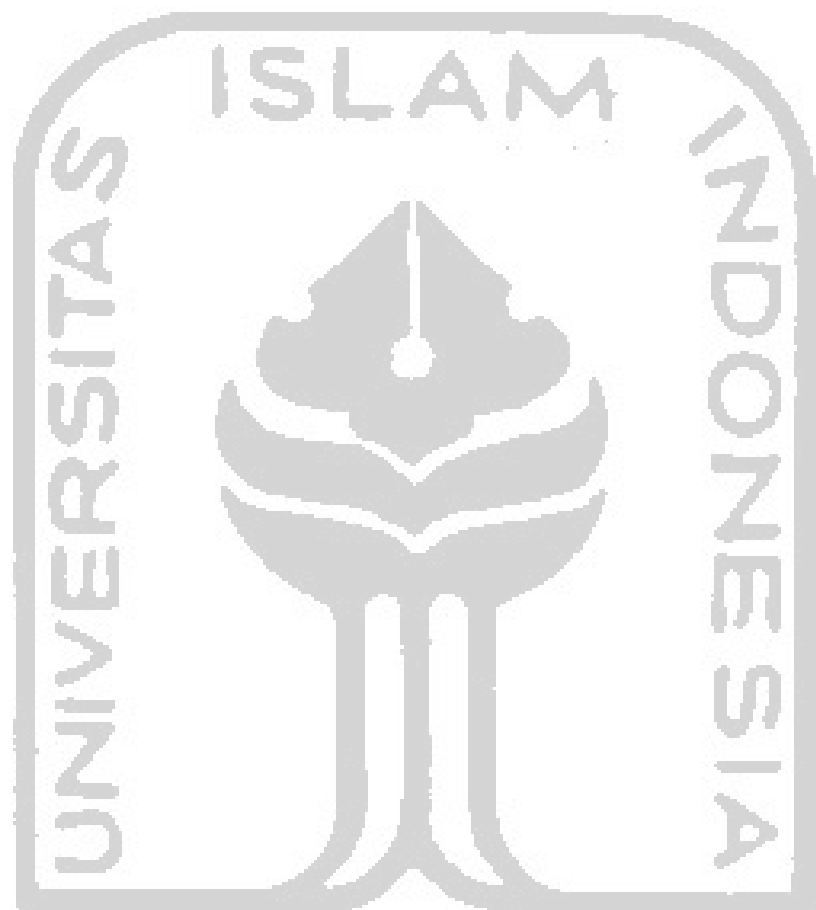


Oleh :

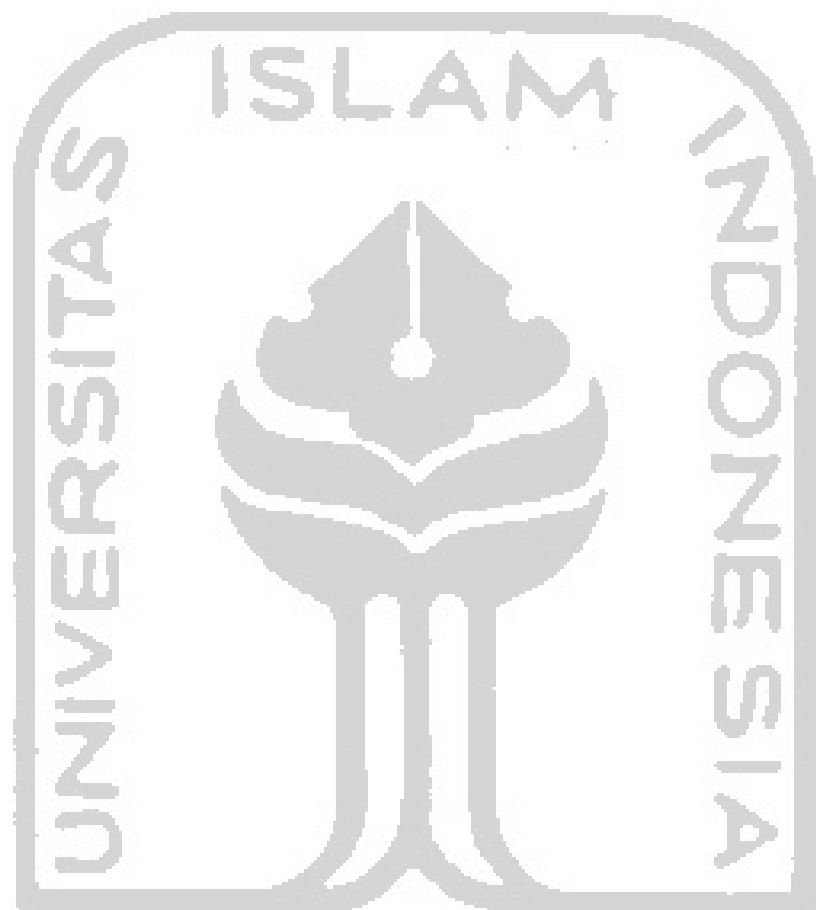
Nama : Wahyu Setio Budiwibowo

NIM : 14521280

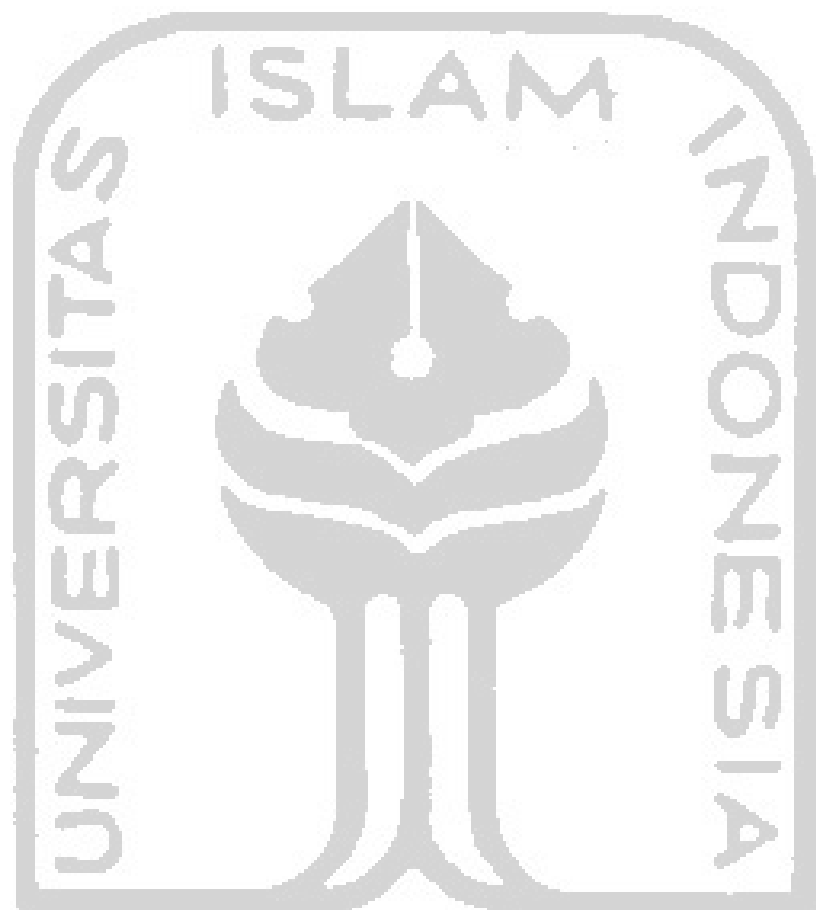
**TEKNIK KIMIA
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
YOGYAKARTA
2019**



جامعة الإسلام في إندونيسيا



جامعة الإسلام في إندونيسيا



جامعة الإسلام في إندونيسيا

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 Muhammada S,A,W, sahabat serta para pengikutnya.

Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik yang berjudul **"PRARANCANGAN PABRIK MORPHOLINE DARI DIETHANOLAMINE DAN OLEUM DENGAN KAPASITAS 100.000 TON/TAHUN"**, disusun sebagai penerapan dari ilmu teknik kimia yang telah diperoleh selama di bangku kuliah, dan merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

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

1. Allah SWT yang selalu melimpahkan Hidayah dan Inayahnya.
2. Kedua orang tua dan seluruh keluarga yang selalu memberika doa, semangat, motivasi dan kasih sayang yang tak terbatas.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, 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 Faisal R M Ir. Drs. M.T., Ph.D. dan Ibu Tintin Mutiara S.T., M.Eng, selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan dalam penyusunan dan penulisan Tugas Akhir ini.
6. Seluruh civitas akademika di lingkungan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
7. Seluruh kakak angkatan yang telah menyemangati, dan memberi bantuan dalam penyusunan dan penulisan Tugas Akhir ini.
8. Teman-teman Teknik Kimia 2014 yang selalu memberikan dukungan, semangat dan doa.
9. Diri sendiri yang sudah berjuang menyelesaikan Tugas Akhir ini.
10. Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu per satu yang telah membantu penyusunan Tugas Akhir ini.

Kami menyadari bahwa di 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, Amin.

Wassalamu'alaikum Wr., Wb.

Yogyakarta, 12 November 2019

Penyusun

HALAMAN MOTTO

*“Hidup berarti mengalir menuju muara akhir yaitu Ridha Allah,
Hidup akan bermakna mengalir manakala kita selalu tunduk kepada semua
ketentuan Allah,*

*Tidak ada ketundukan yang paling sempurna, melebihi ketundukan kita
kepada-Nya dengan Ibadah Sholat
(Ustad Syatory)*

“Malam itu panjang, maka janganlah engkau memendekkannya dengan
tidurmu,

Siang itu terang dan bersih, maka janganlah engkau mencemarinya dengan
dosa – dosamu, Dunia adalah jembatannya akhirat.”

(Dr. ‘Aidh bbin ‘Abdullah Al-Qarni)

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan,

Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.”

(QS : Al – Insyirah : 5, 6)

“Jadikanlah sabar dan sholat penolongmu dan sesungguhnya yang
demikian itu sungguh berat kecuali orang – orang yang khusuk”

(QS : Al – Baqoroh : 45)

“Dengan ilmu hidup menjadi mudah, dengan iman hidup menjadi teratur,
dengan seni hidup menjadi indah, dan dengan cinta hidup menjadi gairah”

(Al Ghazali)

“Gunakanlah Analisismu Untuk Menjawab Semua Permasalahan”

(Satori Renjo)



DAFTAR ISI

| | |
|---------------------------------------|------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL..... | ii |
| LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING | iii |
| LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI..... | iv |
| KATA PENGANTAR..... | v |
| HALAMAN MOTTO | vii |
| DAFTAR ISI | ix |
| DAFTAR TABEL | xiii |
| DAFTAR GAMBAR..... | xv |
| ABSTRAK | xvi |
| <i>ABSTRACT</i> | xvii |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Latar Belakang..... | 1 |
| 1.1.1. Kapasitas Pabrik..... | 2 |
| 1.1.2. Ketersediaan Bahan Baku | 3 |
| 1.1.3. Penentuan Lokasi Pabrik..... | 4 |
| 1.2. Tinjauan Masalah..... | 5 |
| 1.2.1. Macam-macam Proses..... | 6 |
| BAB II PERANCANGAN PRODUK..... | 9 |
| 2.1. Spesifikasi Produk | 9 |
| 2.1.1 Morpholine..... | 9 |
| 2.2. Spesifikasi Bahan Baku | 10 |

| | |
|------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.2.1. Diethanolamine | 10 |
| 2.2.2. Oleum..... | 11 |
| 2.3. Spesifikasi Bahan Katalis | 12 |
| 2.3.1. Asam Sulfat..... | 12 |
| 2.4. Pengendalian Kualitas..... | 12 |
| 2.4.1. Pengendalian Kualitas Bahan Baku | 12 |
| 2.4.2. Pengendalian Kualitas Produk | 13 |
| 2.4.3. Pengendalian Proses..... | 13 |
| BAB III PERANCANGAN PROSES | 16 |
| 1.1. Uraian Proses | 16 |
| 1.1.1. Uraian Proses Morpholine..... | 16 |
| 1.2. Spesifikasi Alat Proses..... | 18 |
| 1.2.1. Tangki Penyimpanan Bahan Baku <i>Diethanolamine</i> (T-01)..... | 19 |
| 1.2.2. Tangki Penyimpanan Bahan Baku Oleum (T-02)..... | 19 |
| 1.2.3. Tangki Penyimpanan Produk Asam Sulfat (T-03)..... | 20 |
| 1.2.4. Tangki Penyimpanan Produk <i>Morpholine</i> (T-04)..... | 20 |
| 1.2.5. Reaktor (R-01)..... | 21 |
| 1.2.6. Stripper (ST-01) | 22 |
| 1.2.7. Menara Distilasi I (MD-01)..... | 23 |
| 1.2.8. Condensor I (CD-01)..... | 24 |
| 1.2.9. Condensor II (CD-02) | 25 |
| 1.2.10. Accumulator I (ACC-01) | 26 |
| 1.2.11. Accumulator II (ACC-02)..... | 26 |

| | | |
|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.2.12. | Reboiler I (RB-01) | 27 |
| 1.2.13. | Reboiler II (RB-02) | 28 |
| 1.2.14. | Cooler I (CL-01)..... | 29 |
| 1.2.15. | Cooler II (CL-02) | 30 |
| 1.2.16. | Cooler III (CL-03)..... | 31 |
| 1.2.17. | Cooler IV (CL-04)..... | 32 |
| 1.2.18. | Cooler V (CL-05) | 33 |
| 1.2.19. | Heater I (HE-01)..... | 34 |
| 1.2.20. | Heater II (E-132) | 35 |
| 1.2.21. | Pompa I (P-01) | 36 |
| BAB IV PERANCANGAN PABRIK..... | | 38 |
| 1.1. | Lokasi Pabrik | 38 |
| 1.1.1. | Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik..... | 39 |
| 1.1.2. | Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik | 43 |
| 1.2. | Tata Letak Pabrik..... | 44 |
| 1.3. | Tata Letak Alat Proses | 49 |
| 1.4. | Alir Proses dan Material | 53 |
| 1.4.1. | Neraca Massa | 53 |
| 1.4.2. | Neraca Panas | 55 |
| 1.5. | Pelayanan Teknik (Utilitas) | 57 |
| 1.5.1. | Unit Penyedia dan Pengolahan Air (<i>Water Treatment System</i>) | 58 |
| 1.5.2. | Unit Pembangkit Steam..... | 64 |
| 1.5.3. | Unit penyedia Bahan Bakar..... | 66 |

| | | |
|---------------------|------------------------------------------------------|-----|
| 1.5.4. | Unit Pembangkit Listrik..... | 66 |
| 1.5.5. | Spesifikasi Alat-alat Utilitas..... | 70 |
| 1.6. | Laboratorium | 78 |
| 1.6.1. | Kegunaan Laboratorium..... | 78 |
| 1.6.2. | Program Kerja Laboratorium | 79 |
| 1.7. | Organisasi Perusahaan | 80 |
| 1.7.1. | Struktur Organisasi..... | 81 |
| 1.7.2. | Tugas dan Wewenang | 81 |
| 1.8. | Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji | 87 |
| 1.8.1. | Pembagian Jam Kerja Karyawan | 87 |
| 1.8.2. | Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji | 89 |
| 1.8.3. | Kesejahteraan Sosial Karyawan..... | 91 |
| 1.9. | Manajemen Produksi | 92 |
| 1.10. | Analisa Ekonomi | 94 |
| 1.10.1. | Penaksiran Harga Peralatan..... | 95 |
| 1.10.2. | Dasar Perhitungan | 98 |
| 1.10.3. | Perhitungan Biaya | 98 |
| BAB V PENUTUP..... | | 114 |
| 5.1. | Kesimpulan | 114 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | | 115 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--------------------------------------------------------|------------|
| Tabel 1.1 Impor morpholine..... | 2 |
| Tabel 4.1 Luas Bangunan | 477 |
| Tabel 4.2 Neraca Massa Reaktor..... | 53 |
| Tabel 4.3 Neraca Massa Menara Stripper | 54 |
| Tabel 4.3 Neraca Massa Menara Stripper | 54 |
| Tabel 4.8 Neraca Panas Reaktor..... | 55 |
| Tabel 4.11 Neraca Panas Menara Distilasi I | 55 |
| Tabel 4.12 Neraca Panas Menara Distilasi II | 55 |
| Tabel 4.13 Kebutuhan Listrik Alat Proses | 66 |
| Tabel 4.14 Kebutuhan Listrik Alat Utilitas | 67 |
| Tabel 4.15 Kebutuhan Listrik Domestik | 68 |
| Tabel 4.16 Penggolongan Jabatan | 89 |
| Tabel 4.17 Penggolongan Jumlah Karyawan dan Gaji | 89 |
| Tabel 4.19 Perkiraan Harga Alat Proses..... | 97 |
| <i>Tabel 4.20 Tabel Physical Plant Cost</i> | <i>105</i> |
| <i>Tabel 4.21 Direct Plant Cost.....</i> | <i>105</i> |
| <i>Tabel 4.22 Fixed Capital Investment.....</i> | <i>105</i> |
| <i>Tabel 4.23 Direct Manufacturing Cost</i> | <i>106</i> |
| <i>Tabel 4.24 Indirect Manufacturing Cost</i> | <i>106</i> |
| <i>Tabel 4.25 Fixed Manufacturing Cost.....</i> | <i>106</i> |
| <i>Tabel 4.26 Manufacturing Cost.....</i> | <i>107</i> |
| <i>Tabel 4.27 Working Capital</i> | <i>107</i> |

Tabel 4.28 General Expense..... 107

Tabel 4.29 Total Production Cost 108

Tabel 4.30 Fixed Cost..... 108

Tabel 4.31 Variable Cost..... 108

Tabel 4.32 Regulated Cost 108



DAFTAR GAMBAR

| | |
|---------------------------------------------------|-----|
| Gambar 1.1 Grafik Impor Morpholine | 3 |
| Gambar 1.0.2 Struktur Kimia dari Morpholine | 5 |
| Gambar 4.1 Lokasi Pabrik | 39 |
| Gambar 4.2 Tata Letak Pabrik | 48 |
| Gambar 4.3 Tata Letak Tangki | 48 |
| Gambar 4.4 Tata Letak Alat | 53 |
| Gambar 4.5 Diagram Alir Kuantitatif | 56 |
| Gambar 4.6 Diagram Alir Kualitatif | 56 |
| Gambar 4.7 Grafik BEP dan SDP | 113 |
| Gambar 5.1 PEFD | 118 |
| Gambar 5.2 Skema Unit Pengolahan Air | 119 |



ABSTRAK

Morpholine merupakan salah satu bahan produk industri, yang banyak digunakan dalam berbagai macam sektor industri, diantaranya industri deterjen, industri bahan pengawet, dan berbagai macam industri lainnya. Pabrik Morpholine dari dietanolamin dan oleum dengan kapasitas 100.000 ton / tahun direncanakan akan dibangun di daerah Gresik, Provinsi Jawa Timur, dengan 346 orang karyawan, akan dioperasikan selama 330 hari / tahun atau 24 jam. Bahan baku utama yang dibutuhkan adalah 99% berat Dietanolamin 16284,4821 Kg/jam serta air 164,4897 Kg/jam. Dan 20 berat oleum total 26811,8241 Kg/jam. Reaksi berlangsung dengan konversi 95%, sehingga didapat produk Morpholine dan Asam Sulfat. Proses produksi akan dioperasikan pada suhu 190°C dan tekanan 10 atm menggunakan *Reactor Alir Tangki Berpengaduk* (RATB). Dengan reaksi ini diperlukan air dalam pabrik untuk proses utilitas sebesar 849.964,31 kg/jam dan 320 Kw pasokan listrik dengan PLN yang diperlukan untuk mengoperasikan pabrik. Berdasarkan perhitungan evaluasi ekonomi, modal tetap diperlukan adalah Rp 5.722.178.956.391 dan modal kerja sebesar Rp 3.210.591.322.044,39. Pada 100% dari kapasitas produksi, laba sebelum pajak sebesar Rp . 418.442.990.835,02 sedangkan laba setelah pajak sebesar Rp 334.754.392.668,02 ROI sebelum pajak adalah 86,7%, dan ROI setelah pajak adalah 69,3%. Secara berurutan, POT sebelum pajak dan setelah pajak dengan 1,03441 tahun dan 1,26041 tahun. Sementara BEP yang didapat kan sebesar 41,54 % , SDP sebesar 32,10 % , dan DCFR sebesar 16,31%. Berdasarkan hasil evaluasi ekonomi, pabrik Morpholine dengan kapasitas 100.000 ton / tahun ini beresiko rendah dan layak untuk di dirikan.

Kata-kata kunci : *Morpholine; Oleum; Diethanolamine.*

ABSTRACT

Morpholine is one of the industrial products, which are widely used in various industrial sectors, including detergent industry, preservative industry, and various other industries. The Morpholine plant of diethanolamine and oleum with a capacity of 100,000 tons / year is planned to be built in the Gresik area, East Java Province, with 346 employees, to be operated for 330 days / year or 24 hours. The main raw material needed is 99% by weight of Diethanolamine 16284.4821 kg / hour and water 16,4897 kg / hour and 20 total oleum by weight is 26811.8241 kg / hour. The reaction takes place with 95% conversion, so we get Morpholine and Sulfuric Acid products. The production process will be operated at a temperature of 190 ° C and a pressure of 10 atm using a Stirred Tank Flow Reactor (RATB). With this reaction required water in the plant for the utility process of 849,964.31 kg / hour and 320 Kw electricity supply with PLN needed to operate the plant. Based on economic evaluation calculations, the fixed capital needed is Rp 5,722,178,956,391 and working capital is Rp 3,210,591,322,044.39. At 100% of production capacity, profit before tax of Rp. 418,442,990,835.02 while profit after tax of Rp 334,754,392,668.02 ROI before tax was 86.7%, and ROI after tax was 69.3%. In sequence, the POT before and after taxes with 1.03441 year and 1.26041 years. While BEP gained 41.54%, SDP 32.1%, and DCFR 16.31%. Based on economic evaluation results, this Morpholine plant with a capacity of 100,000 tons / year is low risk and worth establishing.

Key words: Morpholine; Oleum; Diethanolamine.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang

Pada zaman sekarang ini sudah banyak industri kimia yang telah didirikan di Indonesia. Banyak bahan kimia hasil produksi yang langsung diekspor ke negara lain. Padahal banyak dari produk industri tersebut yang bisa digunakan untuk memproduksi bahan kimia baru sehingga mengakibatkan kita tidak perlu bergantung pada impor yang besar dari negara lain. Salah satu yang masih mengandalkan impor adalah Morpholine.

Akibat dari ketergantungan impor ini mengakibatkan kita bergantung pada negara lain dan mengakibatkan devisa negara berkurang sehingga perlu adanya penanggulangan terhadap impor ini, salah satunya adalah dengan mendirikan pabrik untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri atau setidaknya mengurangi kebutuhan impor dari negara lain. Dengan pembangunan pabrik tersebut juga dapat bermanfaat bagi Negara karena dapat menambah devisa Negara dan mengurangi impor barang dari Negara lain. Selain itu produk yang dapat dimanfaatkan untuk mengolahnya menjadi produk lain dapat menambah kemajuan Indonesia dalam proses pembangunan. Maka dari itu perlu adanya pengolah sumber daya alam dan sumber daya manusia agar lebih dapat membawa manfaat yang lebih lagi bagi Negara ini.

Senyawa Morpholine, C_4H_9NO , merupakan bahan produk kimia yang baik, dapat digunakan sebagai akselerator vulkanisasi untuk persiapan NOBS, OTOS, tetapi juga sebagai pengawet buah, detergen anestetik lokal, pengawet

buah, detergen obat analgesik, dll. Diperkirakan kebutuhan akan bahan ini juga akan meningkat di Indonesia. (Kirk Ortmer, 1999)

1.1.1. Kapasitas Pabrik

Indonesia saat ini masih sangat bergantung pada Negara lain dalam pengadaan Morpholine ini. Untuk mengurangi ketergantungan tersebut, perlu didirikannya pabrik Morpholine. Kapasitas produksi pabrik berpengaruh pada perhitungan teknis maupun ekonomis, tetapi terdapat faktor-faktor lain dalam menentukan kapasitas produksi, antara lain : kebutuhan pasar, ketersediaan bahan baku, dan kapasitas minimum pabrik. Berdasarkan data statistik, kebutuhan Morpholine di Indonesia mengalami fluktuasi. Pada tabel 1.1 menunjukkan data impor Morpholine dari tahun 2013 - 2018.

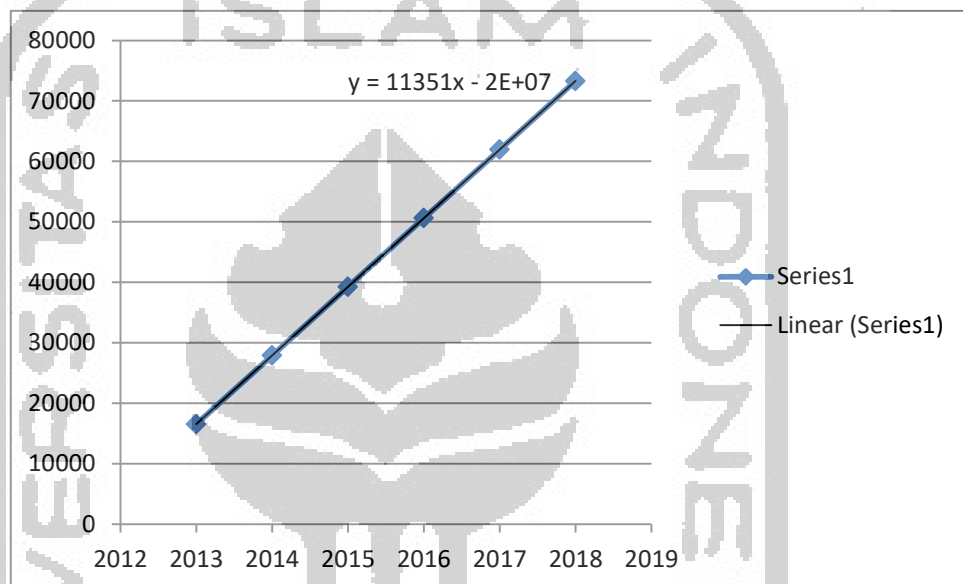
Tabel 1.1 Impor morpholine

| TAHUN KE | IMPOR (Ton/Tahun) | TAHUN |
|----------|----------------------|-------|
| 1 | 16.541 | 2013 |
| 2 | 27.892 | 2014 |
| 3 | 39.244 | 2015 |
| 4 | 50.595 | 2016 |
| 5 | 61.947 | 2017 |
| 6 | 73.298 | 2018 |

(Sumber : Badan Pusat Statistik Nasional (BPS), 2013 - 2018)

Bila dilakukan pendekatan linier, akan diperoleh persamaan untuk data impor $y = 11351x - 2E+07$, Jadi pada tahun 2024 diperkirakan Indonesia membutuhkan Morpholine sebesar 141.406 ton/tahun.

Kapasitas pabrik harus didirikan di atas kapasitas minimum pabrik atau minimal sama dengan pabrik yang sudah ada. Hal tersebut dikarenakan pabrik yang telah didirikan tentunya telah memiliki analisis ekonomi mengenai kapasitas yang sesuai dan memberikan keuntungan.



Gambar 1.1 Grafik Impor Morpholine

Pertimbangan kapasitas dilihat dari beberapa pabrik yang sudah berdiri. Kapasitas berdasarkan pabrik yang sudah berdiri adalah PT. Sarana Mitra Inti Global yang berlokasi di Jakarta Barat kapasitas 30.000 Ton/tahun. Dari kapasitas tersebut maka kontribusi pabrik untuk kebutuhan nasional pada tahun 2024 adalah 70%

1.1.2. Ketersediaan Bahan Baku

Ketersediaannya bahan baku menjamin kontinuitas produksi suatu pabrik. Bahan baku pembuatan Morpholine adalah Diethanolamine dan Oleum. Bahan baku morpholine diperoleh dari Shanghai dengan kapasitas

produksi 40.000 ton/tahun, Sedangkan oleum diperoleh dari PT Elgoro Multi Pratama yang berlokasi di Gresik dengan kapasitas produksi 70.000 ton/tahun. Dengan mempertimbangkan faktor-faktor pemilihan kapasitas pabrik di atas, maka ditetapkan kapasitas pabrik Morphonlie 100.000 ton/tahun.

1.1.3. Penentuan Lokasi Pabrik

Letak geografis pabrik akan mempunyai pengaruh besar terhadap keberhasilan perusahaan. Faktor-faktor yang dapat menjadi acuan dalam menentukan lokasi pabrik antara lain, penyediaan bahan baku, pemasaran produk, transportasi dan tenaga kerja.

1. Penyediaan Bahan Baku

Pabrik Morpholine akan didirikan di Gresik, Jawa Timur. Bahan baku Morpholine diperoleh dari Shanghai Runwu Chemical Technology di China dimana kapasitas produksinya sekitar 40.000 ton/tahun (Shanghai Runwu Chemical Technology). Sedangkan Oleum dari PT Elgoro Multi Pratama di Gresik dengan kapasitas produksi 70.000 ton/tahun.

2. Pemasaran Produk

Pemasaran produk morpholine akan lebih mudah dilakukan karena pabrik akan didirikan di Gresik yang mana berdekatan dengan pasar diantaranya PT Sumber Bersih Dunia di Gresik, PT berina Multi Daya di Pasuruan, PT Filma Utama Soap di Gresik, PT Jaya Baya Raya di Surabaya dan PT Wings Surya di Gresik. Morpholine dapat digunakan sebagai akselerator vulkanisasi untuk persiapan NOBS, OTOS, tetapi juga

sebagai pengawet buah, detergen anestetik lokal, pengawet buah, detergen obat analgesik, dll.

3. Transportasi

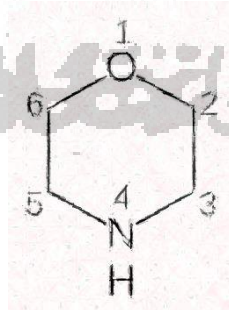
Sarana transportasi, dekat dengan pelabuhan pelayaran Tanjung Perak (jarak 20 km). Adanya sarana transportasi ini, maka hubungan antar daerah tidak akan mengalami hambatan.

4. Tenaga Kerja

Dengan pendirian pabrik ini akan membuka lapangan pekerjaan yang baru sehingga dapat mengurangi pengangguran yang ada di Indonesia, terutama di Kebomas Gresik. Tenaga kerja dapat diperoleh dari masyarakat, khususnya sekitar pabrik dan umumnya Pulau Jawa. Kebomas merupakan kawasan industri yang dapat menunjang tenaga kerja ahli dan tenaga kerja biasa.

1.2. Tinjauan Masalah

Morpholine adalah suatu senyawa organik dengan rumus molekul $O(CH_2CH_2)_2NH$ dan dengan struktur kimia sebagai berikut:



Gambar 1.0.2 Struktur Kimia dari Morpholine

Senyawa ini terbentuk secara alami pada Heterocycle ini memiliki gugus fungsi amina dan eter. Karena amina, morfolin adalah basa; asam

konjugatnya disebut morpholinium. Misalnya, memperlakukan morfolina dengan asam klorida membuat garam morfolinium klorida. Penamaan morpholine dikaitkan dengan Ludwig Knorr , yang secara keliru percaya bahwa itu adalah bagian dari struktur morfin. Selain itu, Morpholine juga dapat digunakan sebagai pelarut untuk reaksi kimia.

1.2.1. Macam-macam Proses

Morpholine dapat dibuat dengan metode pemurnian. Esterifikasi pada dasarnya adalah reaksi yang bersifat reversibel dari asam lemak dengan alkil alkohol membentuk ester dan air adalah sebagai berikut: Reaksi esterifikasi adalah reaksi endotermis. Proses ini berlangsung dengan katalis asam antara lain H_2SO_4 , H_3PO_4 , dan asam sulfonat. Untuk mengarahkan reaksi ke arah produk morpholine, salah satu reaktan, biasanya asam diberikan dalam jumlah yang berlebihan dan air diambil selama reaksi. Umumnya pengambilan air dilakukan secara kimia, fisika dan pendorasi. (Vieville dkk, 1993).

Dietanolamina dapat secara efisien diubah menjadi morfolina dengan menggunakan per bagian dietanolamina dari 1,0 hingga 1,8 bagian, lebih disukai sekitar 1,2 sampai 1,7, dari oleum yang diinginkan mengandung dari 10% hingga 60% bebas SO_3 , lebih disukai sekitar 20% SO_3 pada suhu dari sekitar $150\text{ }^\circ\text{C}$ sampai sekitar $250\text{ }^\circ\text{C}$, lebih disukai dari 180 sampai $235\text{ }^\circ\text{C}$. Menggunakan 1,67 bagian dari 20% oleum per bagian dietanolamina pada $190\text{ }^\circ\text{C}$, hasil 90% sampai 95% diperoleh

dalam waktu reaksi. hanya 0,5 jam; pada 183 C. menggunakan 1,67 bagian dari 20% oleum per bagian dari diethanolamine, hasil 92% diperoleh dalam 1,5 jam. Dengan penemuan ini waktu reaksi, i. e., waktu di mana campuran reaksi dipertahankan pada suhu reaksi, lebih disukai berkisar dari 0,1 sampai 2 jam dan pada suhu reaksi sekitar 190 °C, 0,5 sampai 1,0 jam.

Karena oleum bersifat anhidrat dan mengandung SO₃ gratis, yang bergabung dengan bagian air yang dihasilkan dalam reaksi, kekuatan asam dari campuran produk reaksi jauh lebih besar daripada yang diperoleh dengan asam sulfat pekat. Oleh karena itu, laju reaksi ditingkatkan baik oleh kekuatan asam yang lebih tinggi dan oleh suhu reaksi yang lebih tinggi yang dapat dicapai di bawah tekanan atmosfer. tanpa refluks yang cukup bila menggunakan oleum. Secara mengejutkan, telah ditemukan bahwa campuran aksi ulang yang mengandung oleum tidak berbusa selama reaksi dan jauh lebih sedikit korosif dibandingkan dengan yang dihasilkan dari penggunaan sulproduksi morfolin terkonsentrasi (66 Be '.)

Semua persentase dan bagian di sini adalah Paten 0 bulu. asam sebagai media dehidrasi. Dalam menjalankan proses penemuan ini, gelas, keramik dan baja tahan asam seperti silikon tinggi. paduan yang dikenal sebagai Duriron dapat digunakan sebagai bahan konstruksi untuk bejana reaksi.

Meskipun lebih disukai untuk melakukan reaksi dalam kondisi tekanan atmosfer atau di bawah tekanan 2-5 pon di atas atmosfer, tekanan yang agak lebih tinggi dapat digunakan jika diinginkan dan campuran

reaksi dapat direfluks dengan tekanan superatmosfer, uap overhead terkondensasi dan dikembalikan ke campuran reaksi. Prosedur yang lebih disukai terutama melibatkan melakukan reaksi pada tekanan 2-5 pon di atas atmosfer sehingga ketika reaksi selesai, produk reaksi dapat dibuang di bawah tekanan ini ke dalam penetral tanpa memerlukan penggunaan pompa untuk mempengaruhi aliran dari produk reaksi dari zona reaksi ke zona netralisasi.

Untuk menghindari pengikisan dietanolamin, khususnya bila menggunakan konsentrasi oleum yang lebih tinggi dalam kisaran yang disebutkan di atas, asam dan amina lebih disukai ditambahkan dalam aliran terpisah ke badan campuran reaksi yang diaduk terus menerus dengan penuh semangat, dan dari mana tubuh produk-produk reaksi secara terus-menerus ditarik, setelah waktu tinggal di zona reaksi untuk dietanolamina diubah menjadi morfolin. Reaksi dapat dilakukan secara terus menerus atau secara batch. Jika batchwise, asam dan amina ditambahkan dalam aliran terpisah sambil dengan kuat mengaduk campuran sehingga kemungkinan membakar amina.

BAB II

PERANCANGAN PRODUK

2.1. Spesifikasi Produk

2.1.1 Morpholine

| | |
|----------------------------|-------------------------------------------------|
| Kemurnian | : 99% |
| Rumus molekul | : $\text{O}(\text{CH}_2\text{CH}_2)_2\text{NH}$ |
| Sifat fisis | |
| Kenampakan | : Cair |
| Warna | : Tidak berwarna |
| Berat molekul | : 87,1 g/mol |
| Titik didih, °C (1 atm) | : 129°C |
| Titik beku, °C | : -5 °C |
| Specific Gravity @ 20/20°C | : 1,001 min – 1,004 max |
| Suhu kritis, °C | : 318,8 °C |
| Vapor Pressure @ 20°C | : 7 mmHg |
| Densitas | : 1.007 gr/cm ³ |
| Vapor Density (air = 1) | : 3 |

Tegangan muka, 20°C dyne/cm : 22.1 dyne/cm

Viskositas 20°C, : 2 mPa.s

Flash point, °C : 35 °C

Heat of Vaporization : 7703 cal/g.mol

(Sumber : IPAc Technical Data and Safety Bulletin, 2017)

2.2. Spesifikasi Bahan Baku

2.2.1. Diethanolamine

Bentuk : kristal

Kenampakan : tidak berwarna

Rumus kimia : $C_4H_{11}NO_2$

Berat Molekul : 105,14 g/mol

Kemurnian : 99 %

Densitas : 1,097 gr/cm³

Titik didih : 271,1 °C

Titik beku : -88,5 °C

Titik leleh : -89 °C

Viskositas 20 °C (mPas) : 2,4 cp

Tekanan kritis (kPa) : 4704 kPa

Temperatur kritis (°C) : 235,2 °C

Konduktivitas termal, 20°C : 0,158 W/mK

ΔH Penguapan : 394,5J/gr \approx 96,8 kal/gr

(Sumber : Kirk-Othmer, 1999)

2.2.2. Oleum



| | |
|-------------------------|------------------------------|
| Bentuk | : cair |
| Kenampakan | : jernih |
| Rumus kimia | : $H_2SO_4 \cdot SO_3$ |
| Berat Molekul | : 60,02 |
| Kemurnian | : 99,9 % |
| Densitas | : 1,04928 gr/cm ³ |
| Titik didih | : 117,87 °C |
| Titik beku | : 16,635 °C |
| Titik leleh | : 465 °C |
| Viskositas 20 °C (mPas) | : 11,83 °C |
| Tekanan kritis (kPa) | : 57,856 |
| Temperatur kritis (°C) | : 321,6 °C |

(Sumber : Kirk-Othmer, 1999)

2.3. Spesifikasi Bahan Katalis

2.3.1. Asam Sulfat

Bentuk : cair

Kenampakan : jernih

Rumus kimia : H_2SO_4

Berat Molekul : 98.08 g/mol

Kemurnian : 99 %

Densitas : 1.84 gr/cm³

Titik didih : 337°C

Titik leleh : 10 °C

Viskositas 20 °C (mPas) : 26,7 cp

(Perry, 1997).

2.4. Pengendalian Kualitas

2.4.1. Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Pengendalian kualitas dari bahan baku ini digunakan untuk mengetahui kualitas bahan baku ini sudah sejauh mana yang digunakan dan apakah sudah memenuhi standar yang ditentukan untuk proses. Sebelum dilakukannya proses produksi, maka terlebih dahulu dilakukan pengujian

terhadap kualitas bahan baku seperti kandungan dan kemurniannya. Namun, apabila bahan baku yang telah dianalisa tidak sesuai, maka kemungkinan besar bahan baku tersebut dikembalikan kepada supplier.

2.4.2. Pengendalian Kualitas Produk

Untuk menjaga kualitas produk yang akan dihasilkan maka perlu dilakukan pengendalian produksi. Setiap tahapan proses mulai dari bahan baku hingga produk dilakukan dengan pengendalian. Pengendalian ini meliputi pengawasan terhadap mutu bahan baku, bahan pembantu, produk setengah jadi serta produk penunjang mutu proses. Penggunaan alat kontrol maupun dengan analisis bahan di laboratorium semua pengawasan mutu dapat dilakukan. Untuk mengetahui produk yang dihasilkan sesuai dengan standar yang ada maka dilakukan uji kemurnia produk, uji densitas, volatilitas, viskositas dan komposisi komponen produk.

2.4.3. Pengendalian Proses

Pengendalian proses pada pabrik ini dilakukan dengan menggunakan alat pengendalian yang berpusat di *control room*, dilakukan dengan cara *automatic control* dan dengan menggunakan indikator yang ada. Apabila dalam pengendalian tersebut terjadi suatu penyimpangan pada indikator yang telah diatur maupun ditetapkan baik itu *flow rate* bahan baku atau produk, *level control*, maupun *temperature control*, dapat diketahui dari adanya sinyal atau tanda yang diberikan yaitu berupa nyala lampu, bunyi alarm atau tanda lainnya. Bila terjadi penyimpangan atau ketidaksesuaian, maka harus dikembalikan pada kondisi atau tetapan semula baik secara manual ataupun

secara otomatis. Beberapa alat control yang dijalankan yaitu: kontrol terhadap kondisi operasi baik tekanan maupun suhu. Alat kontrol yang harus di atur pada kondisi tertentu antara lain;

a. *Level Control*

Berfungsi sebagai pengatur ketinggian cairan di dalam tangki. *Level control* akan memberikan isyarat berupa suara dan nyala lampu apabila ketinggian cairan dalam tangki tidak sesuai dengan kondisi yang sudah ditentukan. Apabila *level* cairan yang berada di dalam alat melebihi batas tetapan yang telah diatur sedemikian rupa maka, *level control* akan memerintahkan atau mengisyaratkan *valve* agar dapat mengalirkan komponen keluaran lebih besar, begitu juga sebaliknya, jika *level* cairan kurang dari tetapan atau tetapan *level* cairan di dalam alat, maka aliran keluar akan diperintahkan untuk memperkecil laju alir keluaran alirannya.

b. *Flow Control*

Flow control adalah alat kontrol yang dipasang pada aliran masuk bahan baku, dan aliran keluar proses.

c. *Temperature Control*

Berfungsi sebagai alat kontrol yang dipasang didalam setiap alat proses yang digunakan. Apabila belum sesuai dengan kondisi operasi yang di tetapkan maka tanda atau isyarat berupa suara atau lampu akan menyala dan berbunyi.

Selain menggunakan alat-alat tersebut untuk mengendalikan proses, dilakukan juga pengendalian terhadap waktu agar didapat kuantitas yang diinginkan. Pengendalian waktu bertujuan agar reaksi yang telah terbentuk atau reaksi yang berjalan tidak melebihi batas waktu yang telah diperkirakan terlebih dahulu, dengan cara menggunakan proses yang paling efisien agar berjalan sebagaimana harapan awal proses pembuatan produk.



BAB III

PERANCANGAN PROSES

1.1. Uraian Proses

Pada pra rancangan pabrik Morpholine ini, bahan baku atau reaktan yang digunakan adalah Diethanolamine dan Oleum sebagai katalis. Proses ini berlangsung pada suhu 190 °C dengan yield Morpholine yang dapat diperoleh sebesar 99%. (U.S PATENT Office, 1931).

1.1.1. Uraian Proses Morpholine

Proses pembuatan *Morpholine* digunakan bahan baku *Diethanolamine* dengan kemurnian 99% dan *Oleum* dengan kemurnian 99,9%. Reaksi ini berlangsung pada suhu 190 °C dan pada tekanan 10 atm secara kontinyu. *Diethanolamine* yang berasal dari tangki penyimpanan yang berbentuk silinder vertikal (T-01) pada suhu 30°C dengan tekanan 1 atm, dialirkan menuju Reaktor (R-01) dengan menggunakan pompa dengan jenis sentrifugal Pompa III (P-03), kemudian bercampur dengan *Oleum* tangki penyimpanan yang berbentuk silinder vertikal (T-02) pada suhu 30°C dengan tekanan 1 atm, dialirkan menuju Reaktor (R-01) dengan menggunakan pompa dengan jenis sentrifugal Pompa IV (P-03). Sebelum memasuki Reaktor (R-01), larutan *Diethanolamine* di panaskan menggunakan *Heater* (HE-01) sampai suhu 190°C dan tekanan 10 atm. Selain itu sebelum memasuki Reaktor (R-01), larutan *Oleum* di panaskan menggunakan *Heater* (HE-02) sampai suhu 190°C dan tekanan 10 atm.

Komposisi reaktan yaitu Diethanolamin dan Oleum dengan perbandingan 3 : 1. Reaktan yang telah memenuhi kondisi operasi tersebut, diumpankan ke dalam reaktor (R-01) dengan kondisi *isothermal* yang merupakan Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) pada keadaan *steady state*. Reaksi pembentukan Morpholine dengan persamaan reaksi sebagai berikut:



Akibat panas yang ditimbulkan, suhu reaksi dijaga konstan menggunakan pendingin. Dalam hal ini digunakan Coil untuk mencegah reaksi melewati range suhu yang diizinkan. Setelah reaktan tersebut selesai diproses, kemudian dikeluarkan dari reaktor. Larutan yang keluar dari reaktor terdiri dari produk dan sebagian bahan baku yang belum bereaksi. Produk yang keluar dari reaktor terdiri dari *Diethanolamine*, *Oleum* dan Morpholine. Larutan keluaran reaktor kemudian dialirkan menuju Reaktor II (R-02) menggunakan pompa V (P-05) dengan jenis pompa sentrifugal.

Fungsi dari Reaktor II (R-02) sendiri adalah untuk mengoptimasi hasil keluaran dari Reaktor II (R-02). Kemudian hasil dari Reaktor (R-02) akan di alirkan menuju *Stripper (ST-01)* menggunakan Pompa VI (P-06) dengan jenis pompa sentrifugal. Sebelum menuju Stripper, campuran akan di dinginkan menggunakan Cooler (CL-01) kemudian baru dimasukkan menuju Stripper.

Di dalam *Stripper* ini akan dilakukan pemisahan terhadap katalis Asam Asetat yang digunakan selama proses pembentukan. Penghilangan

katalis ini dilakukan untuk menghindari adanya asam kuat yang terdapat dalam campuran sebelum memasuki Menara Distilasi. Hasil keluaran *Stripper* yang berupa *Asam Sulfat* akan di alirkan menuju tangki penyimpanan Asam Sulfat (T-03) yang sebelumnya di dinginkan menggunakan Cooler (CL-02) dan Cooler (CL-03). Kemudian keluaran dari *Centrifuge* yang berupa gas akan di alirkan menuju Menara Distilasi I (MD-01) menggunakan Pompa VII (P-07) dengan jenis pompa setrifugal.

Fungsi dari Menara Distilasi I (D-111) yaitu untuk memisahkan *Morpholine* dengan campuran yang lainnya. Untuk kandungan hasil bawah Menara Distilasi I (MD-01) yaitu terdiri dari *Morpholine* dan Air, dan kemudian di alirkan menuju Tangki Penyimpana Produk (T-04) menggunakan Pompa (P-09) dengan jenis pompa sentrifugal. Sebelumnya larutan di dinginkan menggunakan Cooler (CL-04). Hasil atas menara distilasi I (MD-01) dialirkan menggunakan Pompa (P-08) menuju UPL yang sebelumnya sudah di dinginkan terlebih dahulu dengan menggunakan Cooler (CL-05).

1.2. Spesifikasi Alat Proses

Spesifikasi pada pabrik *Morpholine* dirancang berdasarkan pertimbangan efisiensi dan optimasi proses. Berikut adalah pesifikasi masing-masing alat yang digunakan pada pabrik *morpholine* dari *diethanolamine* dan oleum.

1.2.1. Tangki Penyimpanan Bahan Baku *Diethanolamine* (T-01)

Tugas : Tempat menyimpan *diethanolamine* dengan waktu tinggal 7 hari.

Fase : Cair

Jumlah : 1 buah

Volume : 856.815 gallon

Bahan : *stainless steel SA 240 grade S*

Kondisi operasi : Tekanan : 1 atm
: Suhu : 30°C

Spesifikasi : Tinggi : 10,104 m
: Diameter : 20,208 m

Harga : \$ 883.879

1.2.2. Tangki Penyimpanan Bahan Baku Oleum (T-02)

Tugas : Tempat Penyimpanan Oleum dengan waktu tinggal 7 hari.

Fase : Cair

Jumlah : 1 buah

Volume : 824.706,303 gallon

Bahan : *carbon steel 283 grade C*

Kondisi operasi : Tekanan : 1 atm
: Suhu : 30°C

Spesifikasi : Tinggi : 9,976 m

: Diameter : 19,952 m
 Harga : \$ 679.907

1.2.3. Tangki Panyimpanan Produk Asam Sulfat (T-03)

Tugas : Tempat Penyimpanan Asam Sulfat dengan waktu tinggal 30 hari.

Fase : Cair
 Jumlah : 1 buah
 Volume : 910.087,438 gallon
 Bahan : *stainless steel SA 240 grade S*
 Kondisi operasi : Tekanan : 1 atm
 : Suhu : 30°C
 Spesifikasi : Tinggi : 10,309 m
 : Diameter : 20,618 m
 Harga : \$ 679.907

1.2.4. Tangki Panyimpanan Produk *Morpholine* (T-04)

Tugas : menyimpan produk *Morpholine* selama 14 hari

Jenis : silinder tegak dengan *conicalbottomhead*

Bahan konstruksi : *carbonsteel SA-283 grade C*

Jumlah : 1 unit

Kondisi ruangan : Temperatur = 30 °C

: Tekanan = 1 atm

| | | |
|-----------|---|---------------------|
| Kapasitas | : | 715.767,875 gallon |
| Ukuran | : | Diameter = 19,032 m |
| | : | Tinggi = 9,516 m |
| Harga | : | \$ 679.907 |

1.2.5. Reaktor (R-01)

| | | |
|----------------------------|---|---------------------------------------------|
| Tugas | : | Mereaksikan <i>Diethanolamine</i> dan Oleum |
| Jenis | : | Reaktor Alir Tangki Berpengaduk |
| Kondisi Operasi | : | Eksotermis |
| | : | Tekanan = 10 atm |
| | : | Suhu = 190 °C |
| Spesifikasi | : | Diameter = 1,65 m |
| | : | Tinggi = 2,47 m |
| | : | Tebal shell = $\frac{3}{8}$ in |
| | : | Tebal Head = $\frac{3}{8}$ in |
| Volume cairan dalam head | : | 0,5873 m ³ |
| Volume dibadan RATB | : | 4,7962 m ³ |
| Tinggi cairan dibadan RATB | : | 2,2453 m |
| Type pengaduk | : | type Marine |
| Jumlah baffle | : | 4 buah |
| Jumlah Blade | : | 3 buah |
| Diameter impeler | : | 54,99 cm |
| Tinggi impeler | : | 54,99 cm |

| | |
|-----------------------|-----------------------------------|
| Lebar baffle | : 5,50 cm |
| Digunakan motor, daya | : 0,5 Hp |
| Tebal jaket | : 3 in |
| Jenis bahan jaket | : <i>asbes 304</i> |
| Jumlah | : 2 |
| Bahan | : <i>baja stainless steel 303</i> |
| Harga | : \$ 271.963 |

1.2.6. Stripper (ST-01)

| | |
|----------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Tugas | : Memisahkan <i>Asam Sulfat</i> dan <i>Morpholine</i> |
| Jenis | : <i>Sieve Plate Stripper Tower</i> |
| Kondisi Operasi di Puncak Menara | |
| | : suhu = 122,934 °C |
| | : tekanan = 1 atm |
| Kondisi operasi di Dasar Menara | |
| | : suhu = 333,743 °C |
| | : tekanan = 1 atm |
| Kondisi operasi di Umpan Menara | |
| | : suhu = 141,534 °C |
| | : tekanan = 1 atm |
| Jumlah plate | : 3 plate |
| Dimensi | : tinggi menara = 3,9 m |
| | : diameter puncak = 1,33 m |

| | | |
|--------------|-----------------------------------------|---------------------|
| | : diameter dasar | = 1,33 m |
| Tebal Menara | : shell | = $\frac{3}{16}$ in |
| | : head | = $\frac{3}{16}$ in |
| Bahan | : <i>stainless steel SA 167 grade 3</i> | |
| Harga | : \$ 24.477 | |

1.2.7. Menara Distilasi I (MD-01)

Tugas : Memisahkan Morpholine sebagai hasil bawah menara Distilasi dengan kecepatan umpan masuk 14.314,3413 Kg/jam

Jenis : *Sieve Plate Distillation Tower*

Kondisi Operasi di Puncak Menara

: suhu = 100,77 °C

: tekanan = 1 atm

Kondisi operasi di Dasar Menara

: suhu = 134,91 °C

: tekanan = 1 atm

Kondisi operasi di Umpan Menara

: suhu = 115,94 °C

: tekanan = 1 atm

Jumlah plate : seksi rectifying = 16 plate

: seksi stripping = 14 plate

Dimensi : tinggi menara = 16,12 m

: diameter puncak = 1,55 m

| | | |
|--------------|-----------------------------------------|---------------------|
| | : diameter dasar | = 2,30 m |
| Tebal Menara | : shell | = $\frac{3}{16}$ in |
| | : head | = $\frac{3}{16}$ in |
| Bahan | : <i>stainless steel SA 167 grade 3</i> | |
| Harga | : \$ 509.930 | |

1.2.8. Condensor I (CD-01)

Tugas : Mengembunkan uap yang keluar dari puncak Stripper pada suhu 122,9°C.

| | | |
|---------------------|--------------------------------------------|--|
| Jenis | : <i>double pipe condenser</i> | |
| Beban panas (Qc) | : 3.410.560,5 Kcal/jam | |
| Luas transfer panas | : 1.248,41 sqft | |
| Umpan dan pendingin | : kecepatan umpan masuk = 14.832,57 lb/j | |
| | : kecepatan air pendingin = 482,63 lb/j | |
| | : jumlah hairpin = 5 | |
| Inner pipe | : OD pipa; BWG = 1,660; 40 | |
| | : ID pipa = 1,380 | |
| | : Flow Area = 0,00826 in ² | |
| | : Surface Area = 0,622 ft ² /ft | |
| | : Pressure drop = 0,0029 psi | |
| | : Panjang = 20,00 ft | |
| Annulus | : OD pipa; BWG = 2,380; 40 | |
| | : ID pipa = 2,0670 | |

| | | |
|--------|--------------------------|-------------|
| | : Pressure drop | = 0,007 psi |
| | : Panjang | = 20,00 ft |
| Jumlah | : 1 buah | |
| Bahan | : <i>stainless steel</i> | |
| Harga | : \$ 5.008 | |

1.2.9. Condensor II (CD-02)

Tugas : Mengembunkan uap yang keluar dari puncak menara *MD-01* pada suhu 100,8°C.

| | | |
|---------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| Jenis | : <i>double pipe condenser</i> | |
| Beban panas (Qc) | : 1.022.204,965 Kj/jam | |
| Luas transfer panas | : 84,2274 sqft | |
| Umpan dan pendingin | : kecepatan umpan pendingin | = 1489,33lb/j |
| | : kecepatan air pendingin | = 641,597lb/j |
| | : jumlah hairpin | = 13 |
| Inner pipe | : OD pipa; BWG | = 1,660; 40 |
| | : ID pipa | = 1,380 |
| | : Flow Area | = 0,00826 in ² |
| | : Surface Area | = 0,622 ft ² /ft |
| | : Pressure drop | = 0,0004 psi |
| | : Panjang | = 20,00 ft |
| Annulus | : OD pipa; BWG | = 2,380; 40 |
| | : ID pipa | = 2,0670 |

| | | |
|--------|--------------------------|--------------|
| | : Pressure drop | = 0,0242 psi |
| | : Panjang | = 20,00 ft |
| Jumlah | : 1 buah | |
| Bahan | : <i>stainless steel</i> | |
| Harga | : \$ 69.636 | |

1.2.10. Accumulator I (ACC-01)

| | | |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Tugas | : Menampung sementara hasil atas <i>ST-01</i> dengan waktu tinggal 20 menit. | |
| Kondisi Operasi | : Tekanan | = 1 atm |
| | : Suhu | = 122,91°C |
| Jenis | : tangki silinder horizontal | |
| Bahan | : <i>stainless steel SA 178 grade C</i> | |
| Volume | : 17,0071 m ³ | |
| Spesifikasi | : diameter | = 2,1 m |
| | : panjang | = 4,2 m |
| | : tebal shell | = $\frac{3}{16}$ in |
| | : tebal head | = $\frac{3}{16}$ in |
| Harga | : \$ 237.967 | |

1.2.11. Accumulator II (ACC-02)

| | | |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Tugas | : Menampung sementara hasil atas <i>MD-01</i> dengan waktu tinggal 20 menit. | |
| Kondisi Operasi | : Tekanan | = 1 atm |

| | | |
|-------------|-----------------------------------------|-----------|
| | : Suhu | = 100,8°C |
| Jenis | : tangki silinder horizontal | |
| Bahan | : <i>stainless steel SA 178 grade C</i> | |
| Volume | : 8,1132 m ³ | |
| Spesifikasi | : diameter | = 1,64 m |
| | : panjang | = 3,29 m |
| | : tebal shell | = 3/16 in |
| | : tebal head | = 3/16 in |
| Harga | : \$ 67.991 | |

1.2.12. Reboiler I (RB-01)

| | | |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| Tugas | : Menguapkan sebagian hasil bawah <i>ST-01</i> pada suhu 333,7°C dengan pemanas steam jenuh pada suhu 200°C. | |
| Jenis | : <i>shell and tube kettle reboiler</i> | |
| Beban panas (Qc) | : 4.188.001,5 Kcal/jam | |
| Luas transfer panas | : 2.604,50 sqft | |
| Umpan dan pendingin | : kecepatan umpan masuk | = 114.509 lb/j |
| | :kecepatan steam jenuh | = 113.748,2 lb/j |
| | : jumlah hairpin | = 2 |
| Inner pipe | : OD pipa; BWG | = 1,660; 40 |
| | : ID pipa | = 1,380 |
| | : Flow Area | = 0,0826 in ² |
| | : Surface Area | = 0,622 ft ² /ft |

| | | |
|---------|--------------------------|--------------|
| | : Pressure drop | = 0,1773 psi |
| | : Panjang | = 20,00 ft |
| Annulus | : OD pipa; BWG | = 2,380; 40 |
| | : ID pipa | = 2,0670 |
| | : Pressure drop | = 0,0213 psi |
| | : Panjang | = 20,00 ft |
| Jumlah | : 1 buah | |
| Bahan | : <i>stainless steel</i> | |
| Harga | : \$ 101.986 | |

1.2.13. Reboiler II (RB-02)

| | | |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| Tugas | : Menguapkan sebagian hasil bawah <i>MD-01</i> pada suhu 134,9°C dengan pemanas steam jenuh pada suhu 200°C. | |
| Jenis | : <i>shell and tube kettle reboiler</i> | |
| Beban panas (Qc) | : 3.494.456,25 Kcal/jam | |
| Luas transfer panas | : 981,29 sqft | |
| Umpan dan pendingin | : kecepatan umpan masuk | = 94.222,52 lb/j |
| | : kecepatan steam jenuh | = 15.633,47 lb/j |
| | : jumlah hairpin | = 3 |
| Inner pipe | : OD pipa; BWG | = 1,660; 40 |
| | : ID pipa | = 1,380 |
| | : Flow Area | = 0,00826 in ² |
| | : Surface Area | = 0,622 ft ² /ft |

| | | |
|---------|--------------------------|--------------|
| | : Pressure drop | = 0,1186 psi |
| | : Panjang | = 20,00 ft |
| Annulus | : OD pipa; BWG | = 2,380; 40 |
| | : ID pipa | = 2,0670 |
| | : Pressure drop | = 0,0074 psi |
| | : Panjang | = 20,00 ft |
| Jumlah | : 1 buah | |
| Bahan | : <i>stainless steel</i> | |
| Harga | : \$ 54.393 | |

1.2.14. Cooler I (CL-01)

Tugas : Mendinginkan sebelum masuk ke Reaktor dari suhu 190°C menjadi suhu 141,5°C.

Jenis : *Double Pipe Heat Exchanger*

Beban panas (Qc) : 545.036,8154 kJ/jam

Luas transfer panas : 38 sqft

Umpan dan pemanas : kecepatan umpan masuk = 7.181,95 lb/j

: kecepatan steam jenuh = 19.096,98 lb/j

: jumlah hairpin = 7

Inner pipe : OD pipa = 1,66 ; 40

: ID pipa = 1,380

: Pressure drop = 0,105 psi

: Panjang = 15,00 ft

| | | |
|---------|-----------------|-------------|
| Annulus | : OD pipa | = 2,38 ; 40 |
| | : ID pipa | = 2,067 |
| | : Pressure drop | = 0,216 psi |
| | : Panjang | = 15,00 ft |

| | |
|--------|---------------------------------|
| Jumlah | : 1 buah |
| Bahan | : <i>stainless steel SA 316</i> |
| Harga | : \$ 3.458 |

1.2.15. Cooler II (CL-02)

Tugas : Mendinginkan produk Asam Asetat sebelum masuk tangki penyimpanan dari suhu 333,7°C menjadi suhu 160°C.

| | |
|---------------------|------------------------------------------|
| Jenis | : <i>Double Pipe Heat Exchanger</i> |
| Beban panas (Qc) | : 389.988,7467kJ/jam |
| Luas transfer panas | : 71 sqft |
| Umpan dan pemanas | : kecepatan umpan masuk = 5.566,22 lb/j |
| | : kecepatan steam jenuh = 13.664,41 lb/j |
| | : jumlah hairpin = 13 |

| | | |
|------------|-----------------|-------------|
| Inner pipe | : OD pipa | = 1,66 ; 40 |
| | : ID pipa | = 1,380 |
| | : Pressure drop | = 0,068 psi |
| | : Panjang | = 15,00 ft |

| | | |
|---------|-----------|-------------|
| Annulus | : OD pipa | = 2,38 ; 40 |
| | : ID pipa | = 2,067 |

| | | |
|--------|---------------------------------|-------------|
| | : Pressure drop | = 0,152 psi |
| | : Panjang | = 15,00 ft |
| Jumlah | : 1 buah | |
| Bahan | : <i>stainless steel SA 316</i> | |
| Harga | : \$ 4.889 | |

1.2.16. Cooler III (CL-03)

Tugas : Mendinginkan produk Asam Asetat sebelum masuk tangki penyimpanan dari suhu 160°C menjadi suhu 35°C.

| | | |
|---------------------|------------------------------------------|--|
| Jenis | : <i>Double Pipe Heat Exchanger</i> | |
| Beban panas (Qc) | : 215.950,0373 kJ/jam | |
| Luas transfer panas | : 38 sqft | |
| Umpan dan pemanas | : kecepatan umpan masuk = 1.489,34 lb/j | |
| | : kecepatan steam jenuh = 34.271,21 lb/j | |
| | : jumlah hairpin = 7 | |
| Inner pipe | : OD pipa = 1,66 ; 40 | |
| | : ID pipa = 1,380 | |
| | : Pressure drop = 0,023 psi | |
| | : Panjang = 15,00 ft | |
| Annulus | : OD pipa = 2,38 ; 40 | |
| | : ID pipa = 2,067 | |
| | : Pressure drop = 0,0127 psi | |
| | : Panjang = 15,00 ft | |

| | |
|--------|---------------------------------|
| Jumlah | : 1 buah |
| Bahan | : <i>stainless steel SA 316</i> |
| Harga | : \$ 3.468 |

1.2.17. Cooler IV (CL-04)

Tugas : Mendinginkan produk Morpholine sebelum masuk tangki penyimpanan dari suhu 134,9°C menjadi suhu 35°C.

| | |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Jenis | : <i>Double Pipe Heat Exchanger</i> |
| Beban panas (Qc) | : 545.036,8154 kJ/jam |
| Luas transfer panas | : 38 sqft |
| Umpan dan pemanas | : kecepatan umpan masuk = 7.181,95 lb/j : kecepatan steam jenuh = 19.096,98 lb/j : jumlah hairpin = 7 |
| Inner pipe | : OD pipa = 1,66 ; 40 : ID pipa = 1,380 : Pressure drop = 0,105 psi : Panjang = 15,00 ft |
| Annulus | : OD pipa = 2,38 ; 40 : ID pipa = 2,067 : Pressure drop = 0,216 psi : Panjang = 15,00 ft |
| Jumlah | : 1 buah |
| Bahan | : <i>stainless steel SA 316</i> |
| Harga | : \$ 3.458 |

1.2.18. Cooler V (CL-05)

Tugas : Mendinginkan produk atas Menara Distilasi sebelum menuju UPL dari suhu $100,8^{\circ}\text{C}$ menjadi suhu 35°C .

| | | |
|---------------------|-------------------------------------|------------------|
| Jenis | : <i>Double Pipe Heat Exchanger</i> | |
| Beban panas (Qc) | : 545.036,8154 kJ/jam | |
| Luas transfer panas | : 38 sqft | |
| Umpan dan pemanas | : kecepatan umpan masuk | = 7.181,95 lb/j |
| | : kecepatan steam jenuh | = 19.096,98 lb/j |
| | : jumlah hairpin | = 7 |
| Inner pipe | : OD pipa | = 1,66 ; 40 |
| | : ID pipa | = 1,380 |
| | : Pressure drop | = 0,105 psi |
| | : Panjang | = 15,00 ft |
| Annulus | : OD pipa | = 2,38 ; 40 |
| | : ID pipa | = 2,067 |
| | : Pressure drop | = 0,216 psi |
| | : Panjang | = 15,00 ft |
| Jumlah | : 1 buah | |
| Bahan | : <i>stainless steel SA 316</i> | |
| Harga | : \$ 3.458 | |

1.2.19. Heater I (HE-01)

Tugas : Memanaskan umpan Diethanolamine masuk ke *Reaktor* dari suhu 30 °C menjadi suhu 190 °C dengan pemanasan steam jenuh pada suhu 250 °C.

| | | |
|---------------------|-------------------------------------|------------------|
| Jenis | : <i>Double Pipe Heat Exchanger</i> | |
| Beban panas (Qc) | : 539.760,4011 KJ/jam | |
| Luas transfer panas | : 27,15 sqft | |
| Umpan dan pemanas | : kecepatan umpan masuk | = 10.742,2 lb/j |
| | : kecepatan steam jenuh | = 12.481,15 lb/j |
| | : jumlah hairpin | = 5 |
| Inner pipe | : OD pipa | = 1,66 ; 40 |
| | : ID pipa | = 1,380 |
| | : Pressure drop | = 0,534 psi |
| | : Panjang | = 15,00 ft |
| Annulus | : OD pipa | = 2,38 ; 40 |
| | : ID pipa | = 2,067 |
| | : Pressure drop | = 0,838 psi |
| | : Panjang | = 15,00 ft |
| Jumlah | : 1 buah | |
| Bahan | : <i>stainless steel</i> SA 316 | |
| Harga | : \$ 3.100 | |

1.2.20. Heater II (E-132)

Tugas : Memanaskan umpan Oleum masuk ke *Reaktor* dari suhu 30 °C menjadi suhu 190 °C dengan pemanas steam jenuh pada suhu 250 °C.

| | | |
|---------------------|-------------------------------------|-----------------|
| Jenis | : <i>Double Pipe Heat Exchanger</i> | |
| Beban panas (Qc) | : 363.419,978 kJ/jam | |
| Luas transfer panas | : 16,29 sqft | |
| Umpan dan pemanas | : kecepatan umpan masuk | = 5.419,92 lb/j |
| | : kecepatan steam jenuh | = 8.403,54 lb/j |
| | : jumlah hairpin | = 3 |
| Inner pipe | : OD pipa | = 1,66 ; 40 |
| | : ID pipa | = 1,380 |
| | : Pressure drop | = 0,177 psi |
| | : Panjang | = 15,00 ft |
| Annulus | : OD pipa | = 2,38 ; 40 |
| | : ID pipa | = 2,067 |
| | : Pressure drop | = 0,423 psi |
| | : Panjang | = 15,00 ft |
| Jumlah | : 1 buah | |
| Bahan | : <i>stainless steel SA 316</i> | |
| Harga | : \$ 2.504 | |

1.2.21. Pompa I (P-01)

Fungsi : Mengalirkan keluaran dari *Tangki Penyimpanan* menuju

Reaktor I (R-01) dengan kecepatan = 7.335,644 kg/j

Jenis : pompa sentrifugal

Kapasitas : 42,144 gpm

Pemilihan pipa : IPS = 3,0

: Sch. No = 40

: OD = 3,5 in

: ID = 3,068 in

Head pompa : friction head = 0,030 m

: pressure head = 0,00 m

: velocity head = 0,00 m

: static head = 5,0 m

Putaran pompa : kecepatan putar = 1000 rpm

: efisiensi motor = 0,80

: motor standard = 0,25 Hp

Jumlah pompa : 2 pompa

Harga : \$ 2.623

| Nama | Kapasitas (gpm) | Head pompa (ft) | Tenaga pompa (hP) | Jumlah | Harga (\$) |
|------|--------------------|--------------------|----------------------|--------|------------|
| P-02 | 10,905 | 10,1216 | 0,0371 | 2 | \$ 9.576 |
| P-03 | 10,905 | 3,5468 | 0,013 | 2 | \$ 9.576 |
| P-04 | 10,905 | 3,4766 | 0,0127 | 2 | \$ 9.576 |
| P-05 | 0,015 | 3,2808 | 0,005 | 2 | \$ 6.964 |
| P-06 | 0,015 | 0,015 | 9,8425 | 2 | \$ 6.964 |
| P-07 | 71,710 | 10,7402 | 0,2589 | 2 | \$ 9.576 |
| P-08 | 71,710 | 3,8060 | 0,0918 | 2 | \$ 9.576 |
| P-09 | 4,384 | 16,6120 | 0,024 | 2 | \$ 9.576 |
| P-10 | 6,35 | 4,5647 | 0,084 | 2 | \$ 9.576 |
| P-11 | 10,83 | 6,7653 | 0,075 | 2 | \$ 9.576 |

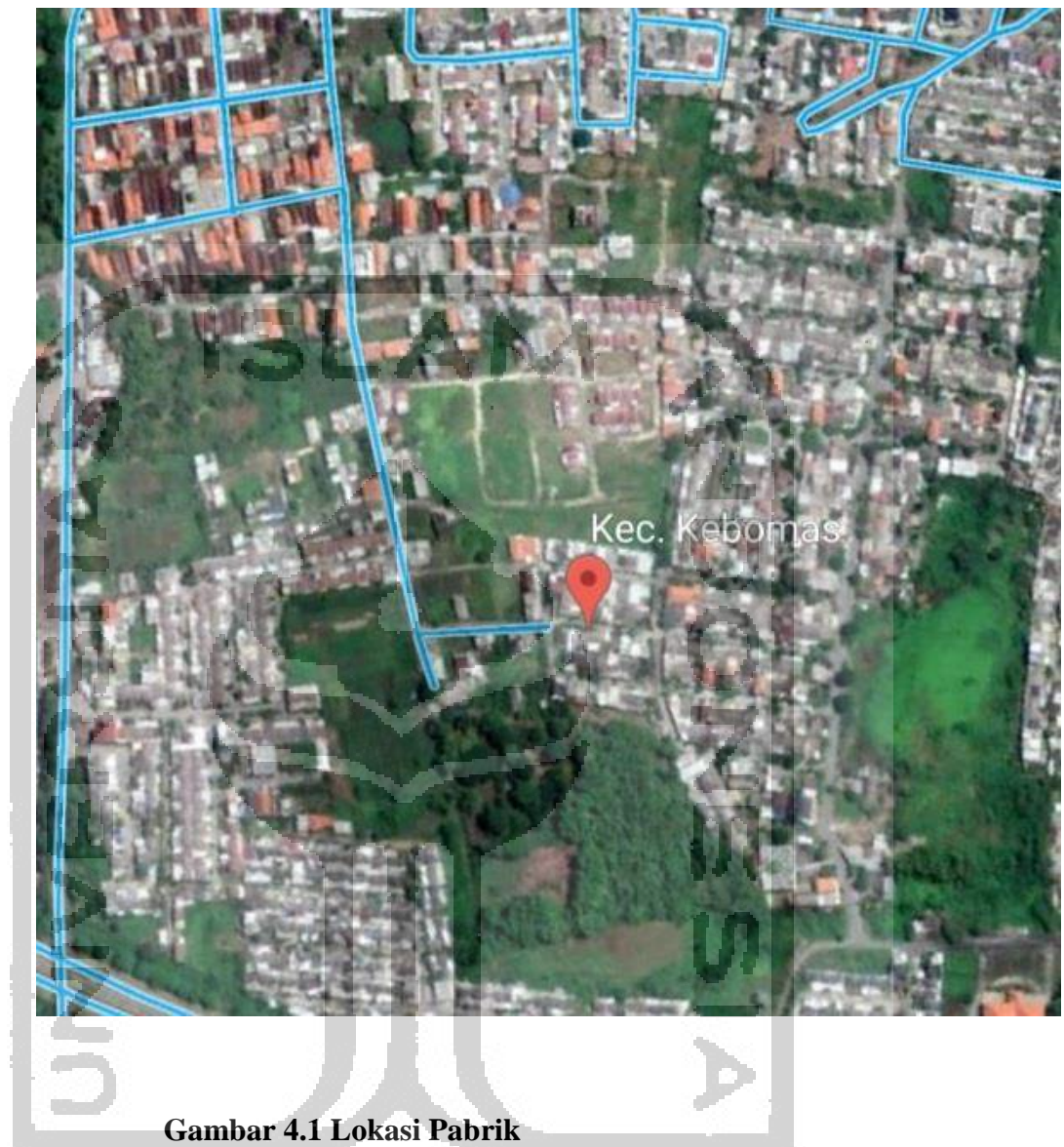
BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

1.1.Lokasi Pabrik

Pendirian pabrik Morpholine dengan kapasitas 100.000 ton/tahun direncanakan akan didirikan di daerah Kebon mas, Gresik, Provinsi Jawa Timur. Untuk penentuan lokasi pabrik sangat menentukan kemajuan dan kelangsungan dari industri, baik pada masa sekarang maupun pada masa yang akan datang, karena hal ini berpengaruh terhadap faktor produksi dan distribusi dari pabrik yang didirikan.

Pemilihan yang tepat mengenai lokasi pabrik harus memberikan suatu perhitungan biaya produksi dan distribusi yang minimal serta pertimbangan sosiologi, yaitu pertimbangan dalam mempelajari sikap dan sifat masyarakat di sekitar lokasi pabrik (Peters et.al,2004)



1.1.1. Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik

Faktor-faktor primer yang berpengaruh secara langsung dalam pemilihan lokasi pabrik yaitu:

a. Ketersediaan bahan baku

Bahan baku adalah faktor utama dalam penentuan lokasi pabrik. Pabrik Morpholine akan didirikan di Kawasan Industri JIPE Gresik, Jawa Timur, karena dekat dengan sumber bahan baku yaitu oleum. Bahan baku Morpholine diperoleh dari Shanghai Runwu Chemical Technology di China dimana kapasitas produksinya sekitar 40.000 ton/tahun (Shanghai Runwu Chemical Technology)

Dengan tersedianya bahan baku oleum yang relatif besar diharapkan kebutuhan bahan baku ini bisa terpenuhi. Sedangkan oleum dari PT Elgoro Multi Pratama yang berlokasi di Gresik dengan kapasitas produksi 70.000 ton/tahun.

b. Sumber air

Pabrik yang akan didirikan harus dekat dengan sumber air. Di Kawasan Industri JIPE Gresik dapat diperoleh air yang cukup untuk keperluan pabrik, baik untuk utilitas maupun keperluan pabrik lainnya.

Ketersediaan air sebagai air bahan baku maupun air proses telah tercukupi dari sumber-sumber air yang ada di sekitar Kawasan Industri JIPE Gresik.

Adanya Sungai Bengawan Solo membuat kebutuhan air untuk pabrik sangat tercukupi. Sarana-sarana pendukung seperti pengadaan listrik diambil dari PLN setempat dan generator sebagai cadangan, kebutuhan bahan bakar dapat diperoleh dari PT Pertamina (Persero).

c. Transportasi

Transportasi dibutuhkan sebagai penunjang, terutama untuk penyediaan bahan baku, pengangkutan produk, dan pemasaran. Gresik memiliki sarana dan prasarana baik. Sarana transportasi, kedekatan dengan pelabuhan dalam Kawasan Industri JIPE, serta adanya tol sebagai transportasi darat yang berada di Gresik sehingga memudahkan untuk melakukan hubungan ke daerah yang lain.

d. Pemasaran

Dengan berdirinya pabrik morpholine di Kawasan Industri JIPE Gresik, Jawa Timur, maka pemasaran produk akan lebih mudah sampai ke konsumen, yaitu pabrik-pabrik yang menggunakan morpholine sebagai bahan baku, baik yang berlokasi di Jawa maupun di luar Jawa dan diharapkan kebutuhan akan morpholine bisa tercukupi, juga membuka kesempatan berdirinya industri-industri lain yang menggunakan morpholine sebagai bahan baku.

Pemilihan pabrik di Gresik sebagai lokasi juga didasarkan pada kedekatannya dengan pasar, diantaranya PT Sumber Bersih Dunia di Gresik, PT Berina Multi Daya di Pasuruan, PT Filma Utama Soap di Gresik, PT Jaya Baya Raya di Surabaya dan PT Wings Surya di Gresik.

Morpholine dapat digunakan sebagai akselerator vulkanisasi untuk persiapan NOBS, OTOS, tetapi juga sebagai pengawet buah, detergen anestetik lokal, pengawet buah, detergen obat analgesik, dll. Produk

yang dihasilkan haruslah sesuai dengan permintaan pasar yang akan membeli produk tersebut, baik dari segi kualitas produk, harga, bentuk dan sebagainya yang semua itu harus terpenuhi..

e. Kondisi Iklim dan Cuaca

Kondisi iklim dan cuaca di wilayah ini relatif stabil. Dengan setengah bulan pertama kemarau dan setengah bulan kedua hujan. Namun perbedaan suhu yang terjadi tidak terlalu jauh atau relatif kecil, sehingga layak untuk didirikan.

f. Tenaga Pekerja

Dengan akan di dirikannya pabrik ini diharapkan akan membuka lapangan pekerjaan baru dan dapat menyerap tenaga kerja khususnya orang-orang disekitar pabrik ini yaitu di kawasan industri Jiipe Gresik yang membutuhkan pekerjaan.

Kawasan industri yang dapat menunjang tenaga kerja ahli dan tenaga kerja biasa. Selain faktor di atas, pemilihan Gresik karena memiliki kemudahan dalam perizinan, pajak dan lain-lain yang menyangkut teknis pelaksanaan pendirian suatu pabrik dan tersedianya fasilitas umum, maka lokasi di Gresik dirasa tepat untuk lokasi pendirian pabrik morpholine.

Melihat data statistik yang ada maka kebutuhan akan morpholine dalam industri akan meningkat karena adanya peningkatan dalam data kebutuhan yang ada. Karena itu perlu dilakukan perkembangan untuk

memproduksi morpholine untuk mencukupi kebutuhan tersebut dan mengurangi angka impor Indonesia akan morpholine.

1.1.2. Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik

Selain faktor primer yang ada, faktor sekunder dari penentuan lokasi pabrik juga harus diperhatikan. Faktor sekunder antara lain :

a) Perluasan Area Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik harus jauh dari kawasan padat penduduk, hal ini dikarenakan agar dapat mempermudah adanya perluasan area pabrik dan tidak mengganggu aktivitas penduduk di sekitar yang ada di disekitar pabrik.

b) Undang-undang dan Peraturan-peraturan

Undang-undang dan peraturan-peraturan perlu diperhatikan dalam pemilihan lokasi pabrik, karena jika dalam pendirian suatu pabrik ada hal yang bertentangan dengan undang-undang dan peraturan-peraturan maka kelangsungan suatu pabrik terancam. Oleh karena itu lokasi yang telah dipilih merupakan di daerah untuk kawasan industri sehingga akan memudahkan perjanjian dalam perijinan pabrik maupun peraturan-peraturan yang akan diberlakukan oleh pihak setempat. Faktor sekunder tidak secara langsung berperan dalam proses industri, akan tetapi sangat berpengaruh dalam kelancaran proses produksi dari pabrik tersebut.

c) 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.

d) Limbah pabrik

Buangan limbah pabrik harus mendapat perhatian yang cermat, terutama dampaknya terhadap kesehatan masyarakat sekitar lokasi pabrik. Hal-hal yang perlu diperhatikan diantaranya :

- a. Cara menangani limbah tersebut agar tidak menimbulkan pencemaran terhadap lingkungan.
- b. Biaya yang perlu diperhatikan untuk menangani masalah polusi bagi lingkungan.

e) Pengontrolan terhadap bahaya banjir dan kebakaran

Hal-hal yang perlu diperhatikan :

- a. Jarak lokasi pabrik dengan lokasi perumahan penduduk.
- b. Lokasi pabrik diusahakan tidak berada di lokasi rawan banjir.

1.2. Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik adalah tempat kedudukan dari bagian-bagian pabrik yang meliputi tempat bekerjanya karyawan, tempat penyimpanan

bahan baku, dan produk yang saling berhubungan. Tata letak pabrik harus dirancang sedemikian rupa sehingga pembangunan area pabrik efisien dan proses produksi serta distribusi dapat berjalan dengan lancar, sehingga keamanan, keselamatan, dan kenyamanan bagi karyawan dapat dipenuhi. Selain peralatan proses, beberapa bangunan fisik seperti kantor, bengkel, klinik, laboratorium, kantin, pemadam kebakaran, tempat parkir, pos keamanan, dan sebagainya ditempatkan pada bagian yang tidak mengganggu lalu lintas barang dan proses.

Faktor-faktor yang perlu diperhatikan dalam menentukan tata letak suatu pabrik antara lain:

- a. Letak peralatan produksi ditata dengan baik, sehingga memberikan kelancaran dan keamanan bagi tenaga kerja. Selain itu, penempatan alat-alat produksi diatur secara berurutan sesuai dengan urutan proses kerja, berdasarkan pertimbangan teknik, sehingga dapat diperoleh efisiensi teknis dan ekonomis.
- b. Letak peralatan harus mempertimbangkan faktor *maintenance* (perawatan dan pemeliharaan) yang memberikan area yang cukup dalam pembongkaran dan penambahan alat bantu.
- c. Alat-alat yang berisiko tinggi harus diberi ruang yang cukup sehingga aman dan mudah melakukan penyelamatan jika terjadi kecelakaan, kebakaran, dan sebagainya.
- d. Jalan di dalam pabrik harus cukup lebar dan memperhatikan faktor keselamatan manusia, sehingga lalu lintas dalam pabrik dapat berjalan

dengan baik. Perlu dipertimbangkan juga adanya jalan pintas jika terjadi keadaan darurat.

- e. Letak alat-alat ukur dan alat kontrol harus mudah dijangkau oleh operator.
- f. Letak kantor dan gudang sebaiknya tidak jauh dari jalan utama.
- g. Instalasi dan Utilitas

Pemasangan dan distribusi yang baik gas, udara, steam, dan listrik akan membantu atau mempermudah kerja dan perawatan. Penempatan peralatan proses ditat sesuai standar-standar sehingga petugas dapat dengan mudah memantau dan melakukan perawatan agar selama proses produksi berjalan dengan lancar.

Dalam uraian diatas maka dapat disimpulkan bahwa tujuan dari pembuatan tata letak pabrik adalah sebagai berikut:

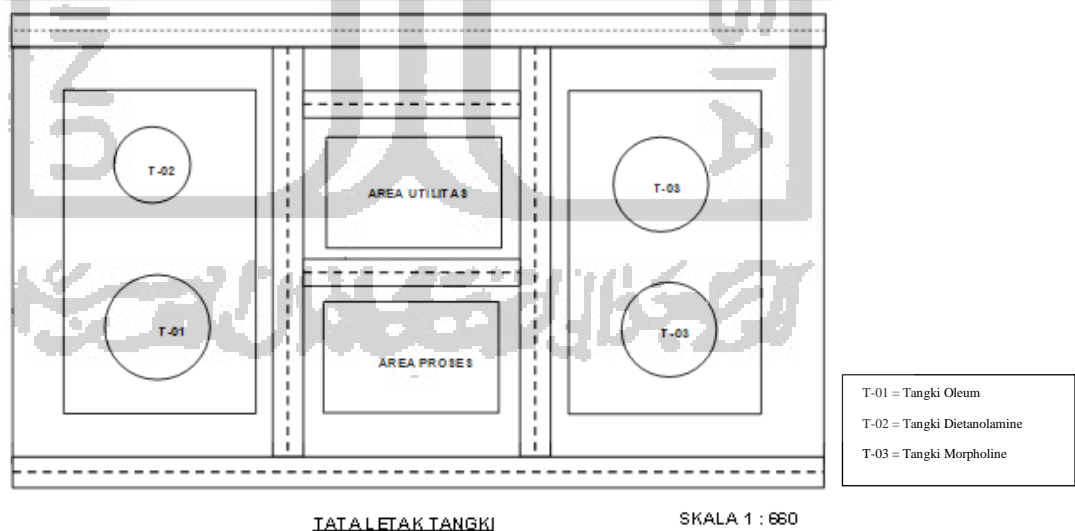
1. Mengadakan integrasi faktor-faktor yang mempengaruhi produk
2. Mengikuti proses kerja yang ada dalam jalannya diagram alir proses
3. Mengerjakan perpindahan bahan sedikit mungkin
4. Menggunakan seluruh area secara efektif
5. Menjamin keselamatan dan kenyamanan karyawan
6. Mengadakan pengaturan alat-alat produksi yang fleksibel

Tabel 4.1 Luas Bangunan

| No | Bangunan | Luas (m ²) |
|--------|------------------------|------------------------|
| 1 | Gedung Pertemuan | 450 |
| 2 | Laboratorium | 100 |
| 3 | Poliklinik | 100 |
| 4 | Kantin | 100 |
| 5 | Gudang | 700 |
| 6 | Bengkel | 100 |
| 7 | Tempat Ibadah | 100 |
| 8 | Pos Jaga | 75 |
| 9 | Parkir dan Taman | 3307 |
| 10 | Area Proses | 375 |
| 11 | Area Utilitas | 375 |
| 12 | Area Tangki I | 481 |
| 13 | Pemadam | 100 |
| 14 | Area Utilitas | 375 |
| 15 | Pemadam | 100 |
| 16 | Gedung HSE | 25 |
| 17 | Area Pengolahan Limbah | 230 |
| Jumlah | | 7204 |



Gambar 4.2 Tata Letak Pabrik



Gambar 4.3 Tata Letak Tangki

1.3.Tata Letak Alat Proses

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

1. Aliran bahan baku dan produk

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

2. Aliran udara

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

3. Pencahayaan

Penerangan untuk keseluruhan areal pabrik harus memadai, pada tempat-tempat proses yang berbahaya atau memiliki resiko yang tinggi maka sangat dibutuhkan penerangan tambahan yang memadai.

4. Lalu lintas manusia

Dalam hal perancangan tata letak peralatan perlu diperhatikan agar pekerja dapat menjangkau seluruh alat proses dengan cepat dan mudah. Jika terjadi gangguan pada alat proses dapat segera diperbaiki. Selain itu, keamanan pekerja dalam menjalankan tugasnya perlu diprioritaskan.

5. Tata letak alat proses

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

6. Jarak antar alat proses

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

7. *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 bahan baku yang diharapkan.

Perawatan *preventif* dilakukan setiap hari untuk menjaga dari kerusakan alat dan kebersihan lingkungan alat. Sedangkan perawatan periodik dilakukan secara terjadwal sesuai dengan buku petunjuk yang

ada. Penjadwalan tersebut disebut sedemikian rupa sehingga alat-alat mendapat perawatan khusus secara bergantian. Alat-alat berproduksi secara kontinyu dan akan berhenti jika terjadi kerusakan.

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

a. *Over head* 1 x 1 tahun

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

b. *Repairing*

Merupakan kegiatan *maintenance* yang bersifat memperbaiki bagian-bagian alat yang rusak. Hal ini biasanya dilakukan setelah pemeriksaan.

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi *maintenance* adalah:

- Umur alat

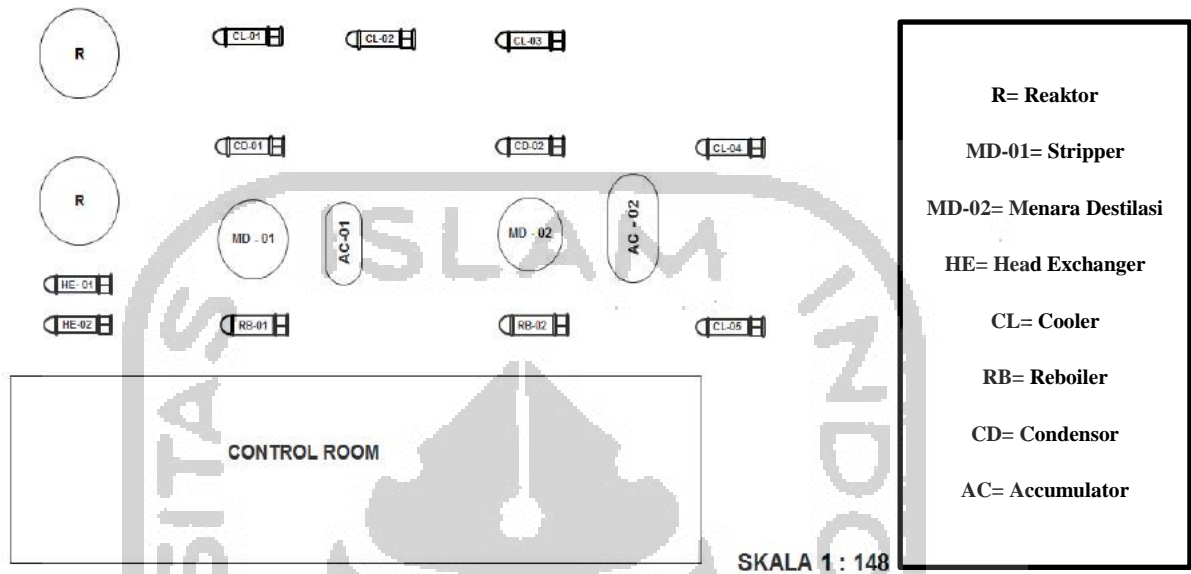
Semakin tua umur alat semakin banyak pula perawatan yang harus diberikan yang menyebabkan bertambahnya biaya perawatan

- Bahan baku

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

Tata letak alat proses harus dirancang sedemikian rupa sehingga:

1. Kelancaran proses produksi dapat terjamin
2. Dapat mengefektifkan penggunaan ruangan
3. Biaya material dikendalikan agar lebih rendah, sehingga dapat mengurangi biaya kapital yang tidak penting.
4. Jika tata letak peralatan proses sudah benar dan proses produksi lancar, maka perusahaan tidak perlu memakai alat angkut dengan biaya mahal
5. Karyawan mendapatkan kepuasan kerja.



Gambar 4,4 Tata Letak Alat

1.4. Alir Proses dan Material

1.4.1. Neraca Massa

1. Reaktor (R)

Tabel 4.2 Neraca Massa Reaktor

| Komponen | Masuk Kg/jam | Keluar Kg/jam |
|-----------------|-----------------|------------------|
| $C_4H_{11}NO_2$ | 10500,0000 | 525,0000 |
| H_2O | 106,0606 | 1038,1061 |
| H_2SO_4 | 13830,3030 | 18065,8333 |
| SO_3 | 3457,5758 | |
| C_4H_9NO | | 8265,0000 |
| Jumlah | 27893,9394 | 27893,9394 |

2. Menara Stripper

Tabel 4.3 Neraca Massa Menara Stripper

| Komponen | Masuk Kg/jam | Hasil Atas Kg/jam | Hasil Bawah Kg/jam |
|-----------------|-----------------|----------------------|-----------------------|
| $C_4H_{11}NO_2$ | 525,0000 | 9,2297 | 515,7703 |
| H_2O | 1038,1061 | 1038,1061 | |
| H_2SO_4 | 18065,8333 | | 18065,8333 |
| C_4H_9NO | 8265,0000 | 8182,3500 | 82,6500 |
| Jumlah | 27893,9394 | 3402,409 | 3933,235 |

3. Menara Distilasi

Tabel 4.4 Neraca Massa Menara Stripper

| Komponen | Masuk Kg/jam | Hasil Atas Kg/jam | Hasil Bawah Kg/jam |
|-----------------|-----------------|----------------------|-----------------------|
| $C_4H_{11}NO_2$ | 9,2297 | | 9,2297 |
| H_2O | 1038,1061 | 1006,6296 | 31,4765 |
| C_4H_9NO | 8182,3500 | 81,8235 | 8100,5265 |
| Jumlah | 27893,9394 | 3402,409 | 3933,235 |

1.4.2. Neraca Panas

1. Reaktor

Tabel 4.5 Neraca Panas Reaktor

| Komponen | Input (Kj/jam) | Output (Kj/jam) |
|-------------|----------------|-----------------|
| Q in | 998361,3270 | |
| Q out | | 954701,67 |
| Q reaksi | | 43600,5205 |
| Subtotal | 998361,3270 | 998302,1864 |
| Q pendingin | | 59,1407 |
| Total | 998361,3270 | 998361,3270 |

2. Stripper (ST)

Tabel 4.6 Neraca Panas Menara Distilasi I

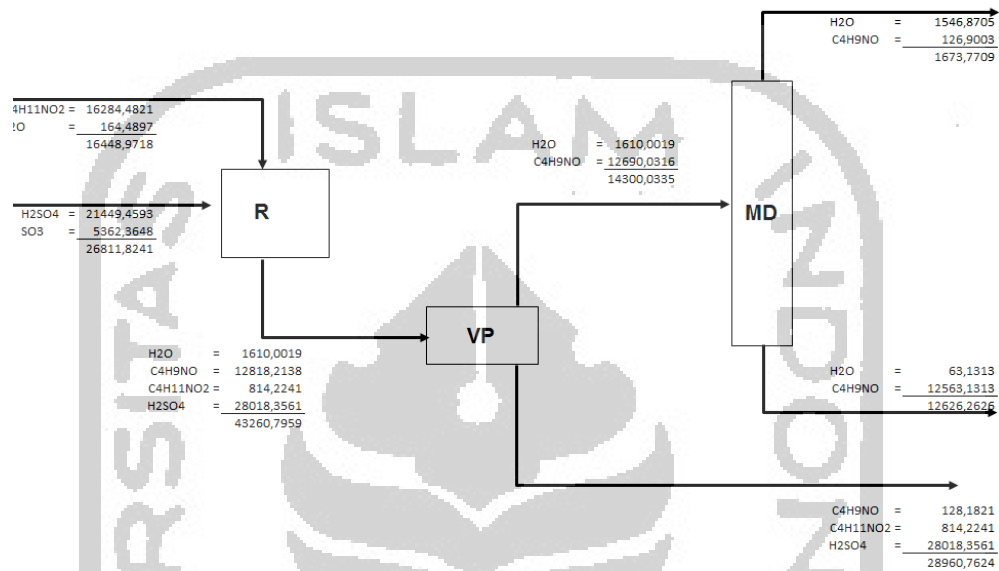
| Komponen | Qin (Kj/Jam) | Qout (kJ/jam) |
|--------------|---------------------|---------------------|
| Qumpan | 1647698,9952 | - |
| Qbottom | - | 829992,4273 |
| Qdistilat | - | 309847,8630 |
| Qcondensor | - | 768941,8330 |
| Qreboiler | 261083,1282 | - |
| Total | 1908782,1233 | 1908782,1233 |

3. Menara Distilasi I (MD – 01)

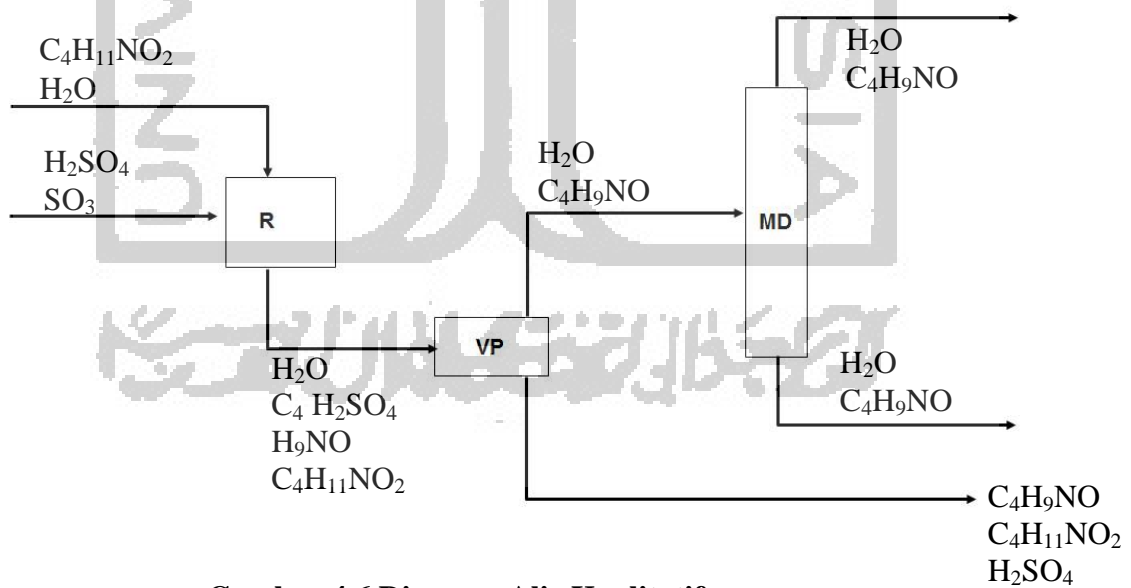
Tabel 4.7 Neraca Panas Menara Distilasi II

| Komponen | Qin (Kj/Jam) | Qout (kJ/jam) |
|------------|--------------|---------------|
| Qumpan | 2274765,8411 | - |
| Qbottom | - | 1292773,7983 |
| Qdistilat | - | 112860,0485 |
| Qcondensor | - | 1022204,9648 |
| Qreboiler | 153072,9704 | - |

| Komponen | Qin (Kj/Jam) | Qout (kJ/jam) |
|--------------|---------------------|---------------------|
| Total | 2427838,8116 | 2427838,8116 |



Gambar 4.5 Diagram Alir Kuantitatif



Gambar 4.6 Diagram Alir Kualitatif

1.5. Pelayanan Teknik (Utilitas)

Faktor penunjang kelancaran suatu proses produksi didalam pabrik yaitu penyediaan utilitas dalam pabrik. Unit utilitas merupakan salah satu bagian yang sangat penting untuk menunjang jalannya proses produksi morpholine agar tidak terjadi kendala didalam pengoperasian. Seperti yang diketahui apabila suatu proses produksi dalam suatu pabrik tanpa memiliki utilitas yang baik atau bahkan tidak memiliki utilitas maka sudah dipastikan pabrik tidak akan berjalan dengan lancar. Oleh karena itu diperlukannya sarana dan prasarana yang akan dirancang sedemikian rupa sesuai kebutuhan untuk menunjang segala proses produksi morpholine ini menjadi lancar seperti yang diharapkan.

Untuk menjamin kelancaran suatu proses produksi suatu pabrik Morpholine dari diethanolamien dan oleum terdapat faktor-faktor penunjang yang berhubungan dengan penyediaan utilitas. Penyediaan utilitas tersebut 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 Penyediaan Bahan Bakar
5. Unit Pengadaan Bahan Bakar

1.5.1. Unit Penyedia dan Pengolahan Air (*Water Treatment System*)

1.5.1.1. Unit Penyedia Air

Air merupakan bahan yang sangat dibutuhkan dalam pabrik ini, karena air memiliki peran yang besar sebagai pendingin sebuah proses produksi bahkan sebagai penunjang kebutuhan konsumsi dan lainnya. Pemenuhan kebutuhan air pabrik umumnya digunakan air yang berasal dari sumur, sungai, danau atau laut. Dalam perancangan pabrik ini digunakan air yang berasal dari sungai.

Pemilihan penggunaan air sungai sebagai sumber air berdasarkan pertimbangan bahwa:

1. Kekurangan air bisa dikurangi karena kontinuitas air sungai yang tinggi.
2. Pengolahannya mudah dan sederhana serta biayanya pun relatif murah.

Air sungai sebagai *raw water* ini nantinya akan digunakan di lingkungan pabrik sebagai:

1. Air Pendingin

Digunakannya air sebagai media pendingin karena beberapa faktor. Faktor tersebut antara lain:

- a. Air dapat diperoleh dalam jumlah yang besar
- b. Mudah didalam pengolahan
- c. Tidak mudah menyusut walau ada perubahan temperature pendingin
- d. Dapat menyerap jumlah panas yang relatif tinggi persatuan volume
- e. Tidak terdekomposisi

2. *Steam*

Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam penggunaan air sebagai *steam*. Sehingga diperlukan penanganan yang sesuai dengan kriteria bahan baku mutu yang baik. Hal –hal yang perlu diperhatikan dalam penanganan air untuk *steam* adalah sebagai berikut:

a. Zat yang menyebabkan kerak (*Scale Forming*)

Terbentuknya kerak disebabkan karena adanya kesadahan dan suhu tinggi, yang biasanya berupa garam-garam karbonat dan silika. Salah satu akibat yang ditimbulkan dari adanya kerak adalah menimbulkan isolasi terhadap panas sehingga proses perpindahan panas terhambat dan dengan terbentuknya kerak sewaktu-waktu bisa menimbulkan kebocoran terhadap alat serta mengganggu proses produksi.

b. Zat-zat yang menyebabkan korosi

Korosi yang terjadi disebabkan air yang mengandung larutan asam, gas-gas terlarut seperti O_2 , CO_2 , H_2S dan NH_3O_2 masuk karena aerasi maupun kontak dengan udara luar.

c. Zat yang menyebabkan *foaming*

Air yang diambil kembali dari proses pemanasan bisa menyebabkan *foaming* atau penyabunan. Hal tersebut terjadi karena terdapat zat-zat organik yang tidak larut dalam jumlah besar. Efek pembusaan terjadi terutama pada alkalitas tinggi.

3. Air Sanitasi

Air Sanitasi adalah air yang digunakan untuk keperluan kantor, rumah tangga dan kebutuhan lainnya. Air yang digunakan untuk sanitasi harus memenuhi syarat kualitas tertentu sehingga tidak membahayakan apabila digunakan. Syarat-syarat yang harus dipenuhi untuk digunakan sebagai air sanitasi adalah:

a. Syarat fisika, meliputi:

1. Suhu : dibawah suhu udara
2. Rasa : tidak berasa
3. Warna : jernih
4. Bau : tidak berbau

b. Syarat kimia, meliputi:

1. Tidak mengandung bakteri yang dapat merubah sifat fisik air
2. Tidak mengandung zat organik maupun zat anorganik yang terlarut di dalam air
3. Tidak beracun

1.5.1.2. Unit Pengolah Air

Kebutuhan air pabrik diperoleh dari air sungai yang diolah terlebih dahulu agar memenuhi syarat untuk digunakan. Pengolahan dapat meliputi secara fisik dan kimia. Unit penyediaan dan pengolahan air:

a. Pengendapan

Air sungai yang telah difilter dialirkan ke bak pengendap awal. Tujuannya untuk mengendapkan lumpur dan kotoran air sungai yang tidak lolos dari penyaring awal. Kemudian dialirkan ke bak pengendap yang dilengkapi dengan pengaduk.

b. Penggumpalan

Air setelah melalui bak pengendap awal kemudian dialirkan ke bak penggumpal untuk menggumpalkan koloid-koloid tersuspensi dalam cairan (larutan) yang tidak mengendap di bak pengendap dengan cara menambahkan senyawa kimia. Umumnya *flokulan* yang biasa digunakan adalah tawas atau alum ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) dan Na_2CO_3 .

c. *Clarifier*

Kebutuhan air pabrik dapat diambil dari sumber air yang ada di sekitar pabrik tetapi dengan mengolah terlebih dahulu agar memenuhi syarat untuk digunakan. Air tersebut harus diolah terlebih dahulu, pengolahan dilakukan secara fisika dan kimia, penambahan *desinfektan* maupun dengan penggunaan *ion exchanger*.

Raw water diumpankan ke dalam tangki kemudian diaduk dengan putaran tinggi sambil menginjeksikan bahan-bahan kimia, yaitu $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$, yang berfungsi sebagai flokulan. Dan Na_2CO_3 , yang berfungsi sebagai flokulan.

Air diumpankan ke dalam *clarifier* untuk mengendapkan lumpur dan partikel padat lainnya, dengan menginjeksikan alum ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$), *koagulan acid* sebagai bahan untuk membantu dalam terbentuknya flok dan

NaOH sebagai pengatur pH. Air baku ini dimasukkan melalui tengah *clarifier* dan diaduk dengan *agitator* (pengaduk). Air bersih keluar dari samping *clarifier* secara *overflow*, sedangkan *sludge* (flok) yang terbentuk akan mengendap secara gravitasi dan di *blowdown* secara berkala dalam waktu yang telah ditentukan. Air baku yang mempunyai *turbidity* sekitar 42 ppm diharapkan setelah di alirkan ke dalam *clarifier*, *turbidity*nya akan menurun menjadi lebih kecil dari 10 ppm.

d. Penyaringan

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

Air bersih ini kemudian diolah lagi di menara air dan unit demineralisasi. *Sand filter* akan berkurang kemampuan penyaringannya. Oleh karena itu perlu diregenerasi secara periodik dengan *backwashing*.

e. Demineralisasi

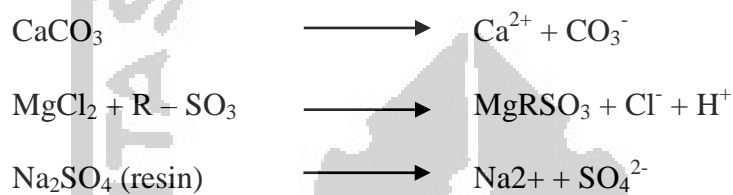
Untuk umpan ketel uap (boiler) dibutuhkan air murni yang memenuhi persyaratan bebas dari garam - garam murni yang terlarut. Proses demineralisasi berfungsi untuk menghilangkan ion - ion yang terkandung pada *filteredwater* sehingga konduktivitasnya dibawah 0,3 Ohm dan kandungan *silica* lebih kecil dari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

Ada beberapa tahapan proses pengolahan air untuk umpan ke ketel uap adalah sebagai berikut:

f. *Cation Exchanger*

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

Reaksi:



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

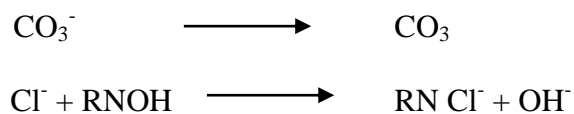
Reaksi:



g. *Anion exchanger*

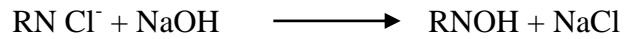
Anion exchanger berfungsi untuk mengikat ion-ion negatif (anion) yang terlarut dalam air, dengan resin yang bersifat basa, sehingga anion-anion seperti CO_3^{2-} , Cl^- dan SO_4^{2-} akan membantu garam resin tersebut.

Reaksi:



Pada saat waktu tertentu, anion resin ini akan jenuh sehingga perlu diregenerasikan kembali dengan NaOH .

Reaksi:



h. Deaerasi

Deaerasi adalah proses pembebasan air umpan ketel uap 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* akan dialirkan dengan pompa sebagai air umpan untuk *boiler* (*boiler feed water*)

1.5.2. Unit Pembangkit Steam

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

Kapasitas : 64.363.2852 Kg/jam

Jenis : *Water Tube boiler*

Jumlah : 1 buah

Kebutuhan steam pada pabrik isopropil asetat digunakan untuk alat-alat penukar panas. Untuk memenuhi kebutuhan ini digunakan boiler dengan jenis *Water Tube boiler* dengan bahan bakar solar.

Tipe *water tube boiler* memiliki karakteristik untuk menghasilkan kapasitas dan tekanan steam yang tinggi. Dengan melalui proses pengapian

terjadi diluar pipa, kemudian panas yang dihasilkan memanaskan pipa yang berisi air dan sebelumnya air tersebut dikondisikan terlebih dahulu melalui *economizer*, kemudian *steam* yang dihasilkan terlebih dahulu dikumpulkan di dalam sebuah *steam-drum*. Sampai tekanan dan *temperature* sesuai, melalui tahap *secondary superheater* dan *primary superheater* baru steam dilepaskan ke pipa utama distribusi. Didalam pipa air, air yang mengalir harus dikondisikan terhadap mineral atau kandungan lainnya yang larut di dalam air tersebut.

Untuk menjalankan operasi boiler ini dibutuhkan bahan bakar, dengan panas yang harus diberikan sebesar 6560,243 Btu/jam sehingga digunakan bahan bakar berjenis solar dengan *heating value* 18774,941 Btu/lb. Untuk kebutuhan bahan bakar yang akan digunakan yaitu sebesar 1022,391 kg/jam. Cara kerja pada bahan bakar solar ini adalah pemanasan yang terjadi akibat pembakaran antara percampuran bahan bakar cair (solar, IDO, residu, kerosin) dengan oksigen dan sumber panas

1.5.3. Unit penyedia Bahan Bakar

Tenaga yang disediakan bahan bakar :

$$= (562.50 \text{ Hp} / 0.7) \times (0.7457 \text{ Kwatt/Hp}) \times (0.9478 \text{ Btu/dt} / \text{kVA})$$

$$= 567.944 \text{ Btu/dt}$$

Spesifikasi Minyak solar:

$$\text{Heating Value} = 144.000 \text{ Btu/gal}$$

° API = 22 - 28 °API

Densitas = 0.9 kg / lt

μ = 1,2 cp

Kebutuhan minyak solar = 0,003944 gal/dt

Kebutuhan minyak diesel selama 1 tahun untuk generator:

= 0.003944 gal/dt x 3600 dt/j x 3 j x 12 bulan

= 511,15 gallon/th

1.5.4. Unit Pembangkit Listrik

- Peralatan Proses

Tabel 4.8 Kebutuhan Listrik Alat Proses

| Alat | Daya | |
|------------|------|----------|
| | Hp | Watt |
| Pompa - 01 | 7,50 | 5.592,75 |
| Pompa - 02 | 15 | 11.185,5 |
| Pompa - 03 | 15 | 11.185,5 |
| Pompa - 04 | 15 | 11.185,5 |
| Pompa - 05 | 1 | 745,7 |
| Pompa - 06 | 1,50 | 1.118,55 |
| Pompa - 07 | 0,50 | 372,85 |
| Pompa - 08 | 0,75 | 559,275 |
| Pompa - 09 | 7,50 | 5.592,75 |
| Pompa - 10 | 15 | 1.1185,5 |
| RATB - 01 | 0,50 | 372,85 |

| Alat | Daya | |
|--------------|--------------|-------------------|
| | Hp | Watt |
| RATB - 02 | 0,50 | 372,85 |
| Total | 79,75 | 59.469,575 |

- Peralatan Utilitas

Tabel 4.9 Kebutuhan Listrik Alat Utilitas

| Nama Alat | Daya | |
|----------------|------------|------------------|
| | Hp | Watt |
| Blower CT - 01 | 5 | 3.728,5 |
| Pompa - 01 | 7,50 | 5.592,75 |
| Pompa - 02 | 15 | 11.185,5 |
| Pompa - 03 | 5 | 3.728,5 |
| Pompa - 04 | 5 | 3.728,5 |
| Pompa - 05 | 100 | 74.570 |
| Pompa - 06 | 100 | 74.570 |
| Pompa - 07 | 1 | 745,7 |
| Pompa - 08 | 1 | 745,7 |
| Pompa - 09 | 7,50 | 5.592,75 |
| Total | 247 | 184.187,9 |

- Domestik

Tabel 4.10 Kebutuhan Listrik Domestik

| No | Alat | Total (kw) |
|--------------|--------------------------|------------|
| 1 | AC dan Penerangan | 60 |
| 2 | Laboratorium dan Bengkel | 30 |
| 3 | Instrumensasi | 10 |
| Total | | 100 |

Total Kebutuhan Listrik:

$$\begin{aligned}
 \text{Total kebutuhan listrik} &= 247 + 79,75 + 100,0 \text{ Hp} \\
 &= 426,75 \text{ Hp} \\
 &= 426,75 \text{ Hp} \times 0,7457 \text{ Kwatt/Hp} \\
 &= 318,23 \text{ Kwatt}
 \end{aligned}$$

Listrik sebesar ini dipenuhi dari PLN sebesar 320 Kwatt

Apabila terjadi pemadaman digunakan generator cadangan berkekuatan 450 Hp dengan bahan bakar diesel oil. Digunakan 1 buah generator.

Kebutuhan bahan bakar minyak diesel oil dihitung sebagai berikut:

Dianggap listrik padam 1x dalam satu bulan selama 3 jam

Effisiensi motor diesel = 80 %

Effisiensi bahan bakar = 70 %

Tenaga yang harus disediakan diesel :

$$= 450 \text{ Hp} / 0,8$$

$$= 562,500 \text{ Hp}$$

Tenaga yang harus disediakan bahan bakar :

$$= (562,50 \text{ Hp} / 0,7) \times (0,7457 \text{ Kwatt/ Hp}) \times (0,9478 \text{ Btu/dt} / \text{kVA})$$

$$= 567,944 \text{ Btu/dt}$$

Kebutuhan Bahan Bakar

Spesifikasi Minyak Diesel Oil:

Heating Value = 144.000 Btu/gal

° API = 22 - 28 °API

Densitas = 0,9 kg / lt

μ = 1,2 cp

Kebutuhan Minyak Diesel :

$$567,94 \text{ Btu/dt}$$

$$= \frac{\dots}{\dots}$$

$$144.000 \text{ Btu/gal}$$

$$= 0,003944 \text{ gal/dt}$$

Kebutuhan Minyak diesel selama 1 tahun untuk generator

$$= 0,003944 \text{ gal/dt} \times 3600 \text{ dt/j} \times 3 \text{ j} \times 12 \text{ bulan}$$

= 511,15 gallon/th

1.5.5. Spesifikasi Alat-alat Utilitas

a. Penyediaan Air

1. Bak Pengendap Awal (BU-01)

Tugas : Mengendapkan kotoran kasar dalam air.

Pengendapan terjadikarena gravitasi dengan waktu tinggal = 24 jam

Jenis : Bak empat persegi panjang

Kapasitas : 1075,658 m³

Dimensi :

Panjang : 26,779 m

Lebar : 13,389 m

Dalam : 3 m

Harga : Rp 28.000.000

2. Bak Penampung awal (BU - 02) :

Tugas : Menampung air yang berasal dari Bak Pengendap awal (BU-01) sekaligus mengendapkan kotoran lembut secara gravitasi dengan waktu tinggal = 24 jam

Jenis : Bak empat persegi panjang

Kapasitas : 1075,658 m³

Dimensi :

Panjang : 27 m
 Lebar : 13 m
 Dalam : 3 m
 Harga : Rp 28.000.000

3. Tangki *Flokulator* (TF-01)

Tugas : Melarutkan dan membuat campuran yang akan diumpankan kedalam *Clarifier* (CL - 01) dengan kecepatan total 80,6 kg/j

Jenis : Tangki silinder vertikal

Dimensi :

Tinggi : 1,9 m

Diameter : 3,8 m

Harga : \$13.598

4. *Clarifier* (CL - 01)

Tugas : Menggumpalkan dan mengendapkan kotoran yang bersifat koloid yang berasal dari Bak Penampung awal (BU-02) dengan waktu tinggal = 12 jam

Jenis : Tangki berbentuk *Conis*

Kapasitas : 2,926 m³

Dimensi :

Tinggi : 11 m

Diameter : 5 m

Harga : \$543.926

5. Saringan Pasir (SPU – 01)

Tugas : Menyaring kotoran-kotoran yang telah menggumpal yang ada dalam air

Jenis : Bak empat persegi panjang

Kapasitas : 7,470 m³

Diameter : 2,547 m

Tinggi : 1,467 m

Harga : \$47,593

b. **Pengolahan Air Sanitasi**

1. Tangki Air Rumah Tangga dan Kantor (TU - 04)

Tugas : Menampung air kebutuhan rumah tangga dan kantor dari bakair bersih (BU - 03) dengan waktu tinggal 24 jam

Jenis : Tangki Silinder Vertikal

Diameter : 5,2 m

Tinggi : 5,2 m

Harga : \$47.593

c. Pengolahan Air Pendingin

1. Bak Penampung Air Bersih (BU - 03) :

Tugas : Menampung air bersih yang berasal dari Bak Saringan Pasir dengan waktu tinggal = 12 jam

Jenis : Bak empat persegi panjang

Kapasitas : 537,829 m³

Dimensi :

Diameter : 19 m

Tinggi : 9 m

Harga : Rp 18.800.000

d. Pengolahan Anion dan Kation

1. *Kation Exchanger* (KE - 01)

Tugas : Mengikat ion - ion positif yang ada dalam air lunak

Jenis : Silinder Tegak

Volume : 35.142 ft³

Dimensi :

Tinggi : 1.057 m

Diameter : 2.134 m

Harga : \$95.187

2. *Anion Exchanger* (AE - 01)

Tugas : Mengikat ion - ion negatif yang ada dalam

air lunak

Jenis : Silinder Tegak

Volume : 35.142 ft³

Dimensi :

Tinggi : 1.057 m

Diameter : 2.134 m

Harga : \$95.187

3. Deaerator (D - 01)

Tugas : Melepaskan gas-gas yang terlarut dalam air seperti O₂, CO₂ dan lain – lain

Jenis : Silinder Tegak

Volume : 569.108 ft³

Dimensi :

Tinggi : 2.242 m

Diameter : 4.083 m

Harga : \$2.040

e. Pengolahan Boiler

1. *Boiler* (BLU - 01)

Tugas : Membangkitkan steam jenuh tekanan 45 psia pada suhu
275 °F sebanyak 64.363.285 kg/j

Jenis : *Water Tube Boiler*

Kebutuhan Bahan Bakar : 3.573,58 kg/jam

kebutuhan air : 64.363,285 kg/jam

Jumlah : 1 buah

Harga : \$2.039,721

2. Tangki Bahan Bakar (TU - 06)

Tugas : Menyimpan bahan bakar untuk persediaan
 $\frac{1}{2}$ bulan sebagai bahan bakar *Boiler*

Jenis : Tangki Silinder Vertikal

Volume : 1543,788 m³

Dimensi :

Tinggi : 12,5 m

Diameter : 12,5 m

Harga : \$271,963

f. Pompa Utilitas

1. Pompa Utilitas (PU - 01)

Tugas : Mengalirkan air dari sungai menuju Bak Pengendap awal (BU - 01) dengan kecepatan

37.349,250 kg/j

Jenis : *Centrifugal pump single stage*

Tipe : *Mixed flow impeller*

Bahan : *Carbon steel*

Kapasitas pompa : 164,444 gpm

Head pompa : 17,1916 ft

Tenaga pompa : 5,29 Hp

Tenaga motor : 7,50 Hp

Putaran standar : 1250 rpm

Putaran spesifik : 583,95 rpm

Jumlah : 1

Harga : \$6.799

Tabel Spesifikasi Pompa Utilitas

| Nama | Kapasitas (gpm) | Head pompa (ft) | Tenaga pompa (hP) | Jumlah | Harga (\$) |
|-------|--------------------|--------------------|----------------------|--------|------------|
| PU-02 | 164,444 | 140,6824 | 11,08 | 1 | \$6.799 |
| PU-03 | 164,444 | 10,3346 | 2,76 | 1 | \$6.799 |
| PU-04 | 160,433 | 9,8425 | 2,66 | 1 | \$6.799 |
| PU-05 | 860,394 | 14,1076 | 20,07 | 4 | \$28.556 |
| PU-06 | 860,394 | 14,1076 | 20,07 | 4 | \$28.556 |
| PU-07 | 28,338 | 50,8562 | 0,72 | 2 | \$4.079 |
| PU-08 | 28,338 | 50,8562 | 0,72 | 2 | \$4.079 |
| PU-09 | 283,383 | 14,5997 | 4,45 | 2 | \$8.159 |

1.6.Laboratorium

1.6.1. Kegunaan Laboratorium

Laboratorium merupakan sarana yang penting sehingga perlu diperhitungkan karena memiliki peran yang sangat berpengaruh dalam pengembangan proses produksi baik dalam pengadaan bahan baku, bahan penunjang, serta pengujian mutu dan kualitas produk guna menjaga agar produk yang dihasilkan sesuai mutu dan kualitas yang diinginkan dari hal tersebut diketahui bahwa Laboratorium memiliki tugas sebagai:

1. Berperan dalam memeriksa dan memperbaiki bahan baku serta bahan pembantu yang akan digunakan.
2. Meneliti dan menganalisa mutu produk yang sudah dihasilkan untuk selanjutnya dipasarkan.
3. Memeriksa zat-zat yang terkandung pada hasil buangan pabrik

Para pekerja di Laboratorium akan melaksanakan pekerjaannya selama 24 jam sehari dimana diberlakukan dua jenis pekerjaan yaitu kelompok kerja shift dan kelompok kerja *non shift*.

1. Kelompok shift

Kelompok shift ini memiliki tugas untuk memantau dan menganalisa secara rutin terhadap proses produksi yang berlangsung. Kelompok ini menggunakan waktu pekerjaan yang bergilir yang dilakukan selama 24 jam.

2. Kelompok *non shift*

Pada kelompok non shift di laboratorium memiliki tugas untuk:

- a. Menyiapkan reagen untuk analisa laboratorium unit.
- b. Melaksanakan penelitian
- c. Menganalisa bahan buangan.

1.6.2. Program Kerja Laboratorium

Untuk program kerja di Laboratorium pada pabrik Morpholine dari Dietanolamin dan Oleum dengan mengoptimalkan peran sebagai aktivitas laboran untuk pengujian mutu diberlakukan beberapa tahap, tahap tersebut antara lain;

1. Bahan baku $C_4H_{11}NO_2$ dan H_2SO_4, SO_3 yang dianalisa adalah kemurnian, kadar air, densitas, *viscositas*, kelarutan serta *spesifik gravity*

Dalam proses analisa sangat perlu diperhatikan bagaimana sample akan diambil hal tersebut dilihat dari sisi keamanan agar terhindar dari bahaya-bahaya yang tidak diinginkan. Untuk pengambilan sample tersebut terdapat 3 cara sesuai dengan kondisi sample yang akan diambil, antara lain:

- a. Gas

Didalam pengambilan sampel dengan sifat gas harus memperhatikan dari segi keamanan, seperti alat pelindung diri yang sesuai dengan berdasarkan ciri-ciri sampel yang akan diambil, serta arah angin ketika ingin melakukan proses pengambilan sample. Ketika ingin mengambil sampel arah angin harus membelakangi laboran yang bekerja.

- b. Cair

Didalam pengambilan sampel dengan sifat cair harus menggunakan pipet misalnya atau alat lainnyadan diharuskan cairan tidak tertelan atau masuk kedalam mulut.

- c. Padatan

Didalam pengambilan sampel dengan sifat padat harus dilakukan secara acak dan disimpan didalam botol atau tempat yang tertutup.

1.7. Organisasi Perusahaan

Pada perancangan pabrik Morpholine dari Dietanolamin dan Oleum ini direncanakan dalam bentuk Perseroan Terbatas (PT). Perseroan terbatas merupakan badan usaha dan besarnya modal perseroan tercantum dalam anggaran dasar. Kekayaan perusahaan terpisah dari kekayaan pribadi pemilik perusahaan sehingga memiliki harta kekayaan sendiri. Setiap orang dapat memiliki lebih dari satu saham yang menjadi bukti pemilikan perusahaan. Pemilik saham mempunyai tanggung jawab yang terbatas, yaitu sebanyak saham yang dimiliki. Apabila utang perusahaan melebihi kekayaan perusahaan, maka kelebihan utang tersebut tidak menjadi tanggung jawab para pemegang saham. Apabila perusahaan mendapat keuntungan maka keuntungan tersebut dibagikan sesuai dengan ketentuan yang ditetapkan. Pemilik saham akan memperoleh bagian keuntungan yang disebut dividen yang besarnya tergantung pada besar-kecilnya keuntungan yang diperoleh perseroan terbatas.

1.7.1. Struktur Organisasi

Berdirinya sebuah perusahaan tentu saja memiliki struktur atau organisasi perusahaan yang baik dan sesuai dengan mekanisme manajemen yang berlaku agar memiliki sebuah pembagian tugas maupun wewenang yang baik didalam menjalankan sebuah perusahaan. Dari hal tersebut maka dibutuhkan struktur

organisasi yang baik didalam perusahaan. Struktur organisasi dari suatu perusahaan dengan perusahaan lainnya bermacam macam atau tidak sama karena harus berdasarkan dengan bentuk maupun kebutuhan dari masing masing perusahaan itu sendiri. Jenjang kepemimpinan dari perusahaan Morpholine ini adalah sebagai berikut:

- a. Direktur Utama
- b. Direktur
- c. Kepala Bagian
- d. Kepala Seksi
- e. Karyawan dan Operator

1.7.2. Tugas dan Wewenang

Seperti yang kita ketahui di dalam suatu Perseroan Terbatas terdapat organ-organ di dalamnya yang memegang wewenang dan tanggung jawab serta tugasnya masing-masing. Organ-organ tersebut terdiri dari Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS), Direksi dan Dewan Komisaris. Pasal 1 angka 4, angka 5 dan angka 6 Undang-undang Nomor 40 Tahun 2007 tentang Perseroan Terbatas (UUPT) mengatur definisi yang dimaksud dengan ketiga organ tersebut. RUPS memegang segala wewenang yang tidak diserahkan kepada Direksi dan Dewan Komisaris. Sedangkan Direksi adalah organ Perseroan yang bertanggung jawab penuh atas pengurusan Perseroan untuk kepentingan dan tujuan Perseroan, serta mewakili Perseroan, baik di dalam maupun di luar pengadilan, sesuai dengan ketentuan anggaran dasar. Kemudian, yang dimaksud dengan Dewan Komisaris adalah organ Perseroan yang bertugas melakukan pengawasan secara umum dan/atau

khusus sesuai dengan anggaran dasar serta memberi nasehat kepada Direksi. Berikut tugas dan wewenang didalam struktur organisasi perseroan terbatas yang akan didirikan.

a. Pemegang Saham

Pemegang saham melalui rapat umum pemegang saham (selanjutnya disingkat RUPS) adalah alat perlengkapan perseroan yang memiliki kekuasaan tinggi didalam perusahaan itu sendiri. Pemegang saham bertugas untuk:

1. Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris
2. Mengangkat dan memberhentikan Direktur
3. Mengesahkan hasil-hasil usaha serta untung rugi tahunan

b. Dewan Direksi

Direktur adalah seseorang yang ditunjuk untuk memimpin Perseroan terbatas (PT). Direktur dapat seseorang yang memiliki perusahaan tersebut atau orang profesional yang ditunjuk oleh pemilik usaha untuk menjalankan dan memimpin perseroan terbatas. Penyebutan direktur dapat bermacam-macam, yaitu dewan manajer, dewan gubernur, atau dewan eksekutif.

Di Indonesia pengaturan terhadap direktur terdapat dalam UU No. 40 Tahun 2007 Tentang Perseroan Terbatas dijabarkan fungsi, wewenang, dan tanggung jawab direksi.

Seorang direktur atau dewan direksi dalam jumlah direktur dalam suatu perusahaan (minimal satu), yang dapat dicalonkan sebagai direktur, dan cara pemilihan direktur ditetapkan dalam anggaran dasar perusahaan. Pada umumnya direktur memiliki tugas antara lain:

1. memimpin perusahaan dengan menerbitkan kebijakan-kebijakan perusahaan
2. memilih, menetapkan, mengawasi tugas dari karyawan dan kepala bagian (manajer)
3. menyetujui anggaran tahunan perusahaan
4. menyampaikan laporan kepada pemegang saham atas kinerja perusahaan

Tanggung jawab dari Direktur :

Direktur bertanggung jawab atas kerugian PT yang disebabkan direktur tidak menjalankan kepengurusan PT sesuai dengan maksud dan tujuan PT anggaran dasar, kebijakan yang tepat dalam menjalankan PT serta UU No. 40 Tahun 2007 Tentang Perseroan Terbatas. Atas kerugian PT, direktur akan dimintakan pertanggungjawabannya baik secara perdata maupun pidana.

Apabila kerugian PT disebabkan kerugian bisnis dan direktur telah menjalankan kepengurusan PT sesuai dengan maksud dan tujuan PT anggaran dasar, kebijakan yang tepat dalam menjalankan PT serta UU No. 40 Tahun 2007 Tentang Perseroan Terbatas, maka direktur tidak dapat dipersalahkan atas kerugian PT.

c. Staff Ahli

Tugas dan wewenang staff ahli antara lain:

1. Memberikan saran dalam perencanaan pengembangan perusahaan
2. Mengadakan evaluasi teknik dan ekonomi perusahaan
3. Memberikan saran dalam bidang hukum

d. Kepala Bagian

Didalam kepala bagian terdapat berbagai tugas berdasarkan bagiannya masing-masing,

tugas dan wewenangnya dibagi enam sub bagian antara lain yaitu:

1. Kepala Bagian Produksi

Kepala Bagian Produksi memiliki tanggung jawab terhadap kegiatan produksiberlangsung secara lancar dan efisien dalam memenuhi target produksi yangtelah ditetapkan oleh perusahaan.

Adapun tugas Kepala Bagian Produksi adalah sebagai berikut :

- a. Mengawasi semua kegiatan proses produksi yang berlangsung di rantai pabrik seperti pemotongan, pengeleman, perakitan, dan proses lainnya.
- b. Mengkoordinir dan mengarahkan setiap bawahannya serta menentukan pembagian tugas bagi setiap bawahannya.
- c. Mengawasi dan mengevaluasi seluruh kegiatan produksi agar dapat mengetahui kekurangan dan penyimpangan/kesalahan sehingga dapat dilakukan perbaikan untuk kegiatan berikutnya

2. Kepala Bagian Teknik

Adapun tugas Kepala Bagian Teknik adalah sebagai berikut :

- a. Bertanggung jawab atas tersedianya mesin, peralatan dan kebutuhan listrik demi kelancaran produksi

- b. Mendelegasikan dan mengkoordinir tugas - tugas di bagian perawatan mesin dan listrik

3. Kepala Bagian Pemasaran

Kepala Bagian Pemasaran bertanggung jawab atas segala yang berhubungan dengan pemasaran produk dalam perusahaan sampai ke konsumen.

Adapun tugas Kepala Bagian Pemasaran adalah sebagai berikut :

- a. Bertugas untuk melakukan analisis pasar, meneliti persaingan dan kemungkinan perubahan permintaan serta mengatur distribusi produksi.
- b. Menentukan kebijaksanaan dan strategi pemasaran perusahaan yang mencakup jenis produk yang akan dipasarkan, harga pendistribusian dan promosi.

Mengidentifikasi kebutuhan konsumen dan tingkat persaingan sehingga dapat ditentukan rencana volume (jumlah) penjualan.

e. Kepala Seksi

Kepala seksi adalah pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan rencana yang telah diatur oleh para kepala Bagian masing-masing.

Tugas dan wewenang dari kepala seksi tercantum sebagai berikut:

1. Kepala Seksi Pembelian Bahan Baku

Kepala Bagian Pembelian Bahan Baku bertanggung jawab atas persediaan bahan baku di gudang. Adapun tugas Kepala Bagian Pembelian

Bahan Baku adalah menyediakan bahan baku yang diminta oleh bagian perencanaan sesuai dengan kebutuhan order.

2. Kepala Seksi Proses

Bertanggung Jawab Memimpin langsung seta memantau proses produksi

3. Kepala Seksi Utilitas

Bertanggung jawab terhadap penyiapan air , *steam*, bahan bakar, dan udara tekan baik untuk proses maupun instrumentasi.

4. Kepala Seksi Pemeliharaan dan Bengkel

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

5. Kepala Seksi Listrik dan Instrumentasi

Bertanggung jawab terhadap penyediaan Listrik serta kelancaran alat-alat instrumentasi.

6. Kepala Seksi Keuangan

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

7. Kepala Seksi Laboratorium dan Pengendalian Mutu

Bertanggung jawab menyelenggarakan pengendalian mutu untuk bahan baku, bahan pembantu, produk dan limbah.

8. Kepala Seksi Humas

Bertanggung jawab menyelenggarakan kegiatan yang berkaitan dengan relasi perusahaan , pemerintah dan masyarakat.

9. Kepala Seksi Kesehatan dan Keselamatan Kerja

Bertanggung jawab mengurus masalah kesehatan karyawan dan keluarga, saerta menangani masalah keselamatan kerja di perusahaan.

1.8.Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji

Sistem kepegawaian pada pabrik Isopropil Asetat dari Asam asetat dan Isopropil Alkohol ini terdapat dua bagian yaitu jadwal kerja kantor (jadwal *non-shift*) dan jadwal kerja pabrik (jadwal *shift*). Sedangkan gaji karyawan berdasarkan pada jabatan, tingkat pendidikan, pengalaman kerja, dan resiko kerja.

1.8.1. Pembagian Jam Kerja Karyawan

a. Jadwal *Non shift*

Karyawan *non shift* merupakan karyawan yang tidak berhubungan langsung dengan proses produksi, seperti bagian administrasi, bagian gudang, dan lain-lain. Dalam satu minggu jam kantor adalah 40 jam. Dengan perincian jam kerja non sift sebagai berikut:

- Senin- Jumat : 08.00 - 16.30 WIB
- Istirahat : 12.00 - 13.00 WIB
- *Coffe Break I* : 09.45 - 10.00 WIB
- *Coffe Break II* : 14.45 - 15.00 WIB
- Sabtu : 08.00 - 13.30 WIB
- Istirahat Sabtu : 12.00 - 12.30 WIB

b. Jadwal *Shift*

Karyawan *shift* merupakan karyawan yang berhubungan langsung dengan proses produksi, seperti bagian produksi, mekanik, laboratorium, *genset*, elektrik, dan instrumentasi. Jadwal kerja karyawan *shift* ini dibagi menjadi 3 bagian yaitu:

- *Shift I* : 24.00 – 08.00 WIB
- *Shift II* : 08.00 – 16.00 WIB
- *Shift III* : 16.00 – 24.00 WIB

Setelah dua hari Masuk *shift II*, dua hari *shift III*, dan dua hari *shift I*, maka karyawan *shift* ini mendapat libur selama dua hari. Setiap masuk kerja *shift*, karyawan diberikan waktu istirahat selama 1 jam secara bergantian. Diluar jam kerja kantor maupun pabrik tersebut, apabila karyawan masih dibutuhkan untuk bekerja diluar jam kerja yang telah ditentukan maka kelebihan jam kerja tersebut diperhitungkan sebagai kerja lembur (*overtime*) dengan perhitungan gaji yang berbeda. Serta untuk hari besar (hari libur nasional), karyawan kantor diliburkan. Sedangkan karyawan pabrik tetap masuk kerja sesuai jadwal yang sudah ada dengan perhitungan lembur.

1.8.2. Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji

a. Penggolongan Jabatan

Tabel 4.11 Penggolongan Jabatan

| No | Jabatan | Pendidikan |
|----|-------------------------|-------------------------------------|
| 1 | Direktur Utama | Sarjana Teknik Kimia |
| 2 | Kepala Bagian Produksi | Sarjana Teknik Kimia |
| 3 | Kepala Bagian Teknik | Sarjana Teknik Mesin/Teknik Elektro |
| 4 | Kepala Bagian Pemasaran | Sarjana Ekonomi |
| 5 | Kepala Seksi | Sarjana Muda Teknik Kimia |
| 6 | Kepala Seksi Keuangan | Sarjana Ekonomi |

| No | Jabatan | Pendidikan |
|----|------------|--------------------|
| 7 | Operator | STM/SMU sederajat |
| 8 | Sekretaris | Akademi Sekretaris |
| 9 | Staff | Sarjana Muda/DIII |
| 10 | Medis | Dokter |
| 11 | Paramedis | Perawat |
| 12 | Lain-lain | SD/SMP/Sederajat |

b. Penggolongan Jumlah Kaaryawan dan Gaji

Tabel 4.12 Penggolongan Jumlah Karyawan dan Gaji

| Jabatan | Jmlh | Gaji per Bulan (Rp) | Total Gaji (Rp) |
|------------------------------|------|---------------------|-----------------|
| Direktur Utama | 1 | 30.000.000,00 | 30.000.000,00 |
| Direktur Teknik dan Produksi | 1 | 25.000.000,00 | 25.000.000,00 |
| Direktur Keuangan dan Umum | 1 | 25.000.000,00 | 25.000.000,00 |
| Ka. Bag. Pemasaran | 1 | 8.500.000,00 | 8.500.000,00 |
| Ka. Bag. Keuangan | 1 | 8.500.000,00 | 8.500.000,00 |
| Ka. Bag. Proses | 1 | 8.500.000,00 | 8.500.000,00 |
| Ka. Bag. Produksi | 1 | 8.500.000,00 | 8.500.000,00 |
| Ka. Sek. Pembelian | 1 | 5.500.000,00 | 5.500.000,00 |
| Ka. Sek. Pemasaran | 1 | 5.500.000,00 | 5.500.000,00 |
| Ka. Sek. Administrasi | 1 | 5.500.000,00 | 5.500.000,00 |
| Ka. Sek. Kas/Anggaran | 1 | 5.500.000,00 | 5.500.000,00 |
| Ka. Sek. Proses | 1 | 5.500.000,00 | 5.500.000,00 |
| Ka. Sek. Pengendalian | 1 | 5.500.000,00 | 5.500.000,00 |
| Ka. Sek. Laboratorium | 1 | 5.500.000,00 | 5.500.000,00 |
| Ka. Sek. Utilitas | 1 | 5.500.000,00 | 5.500.000,00 |
| Karyawan Pembelian | 4 | 4.000.000,00 | 16.000.000,00 |
| Karyawan Pemasaran | 4 | 4.000.000,00 | 16.000.000,00 |
| Karyawan Laboratorium | 4 | 4.000.000,00 | 16.000.000,00 |
| Karyawan Utilitas | 10 | 4.000.000,00 | 40.000.000,00 |
| Medis | 2 | 6.000.000,00 | 12.000.000,00 |
| Paramedis | 2 | 4.500.000,00 | 9.000.000,00 |

| Jabatan | Jmlh | Gaji per Bulan (Rp) | Total Gaji (Rp) |
|------------------|------|---------------------|-----------------|
| Sopir | 5 | 4.000.000,00 | 20.000.000,00 |
| Cleaning Service | 4 | 3.000.000,00 | 12.000.000,00 |
| Total | 50 | | 299.000.000,00 |

c. Sistem Gaji Dan Karyawan

Sistem gaji perusahaan dibagi menjadi 3 golongan yaitu:

1. Gaji Bulanan

Gaji bulanan diberikan kepada pegawai tetap dan besarnya gaji sesuai dengan peraturan perusahaan.

2. Gaji Harian

Gaji harian diberikan kepada karyawan tidak tetap atau buruh harian.

3. Gaji Lembur

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

1.8.3. Kesejahteraan Sosial Karyawan

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

a. Tunjangan

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

b. Cuti

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

c. Pakaian Kerja

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

• Pengobatan

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

- Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit tidak diakibatkan kecelakaan kerja diatur berdasarkan kebijaksanaan perusahaan

d. Asuransi

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

1.9. Manajemen Produksi

Manajemen produksi merupakan salah satu bagian dari bidang manajemen yang mempunyai peran dalam mengoordinasikan berbagai kegiatan untuk mencapai tujuan. Untuk mengatur kegiatan ini, perlu dibuat keputusan-keputusan yang berhubungan dengan usaha-usaha untuk mencapai tujuan agar barang dan jasa yang dihasilkan sesuai dengan apa yang direncanakan. Dengan demikian, manajemen produksi menyangkut pengambilan keputusan yang berhubungan dengan proses produksi untuk mencapai tujuan organisasi atau perusahaan.

Aspek-aspek manajemen produksi meliputi :

- Perencanaan produksi

Bertujuan agar dilakukannya persiapan yang sistematis bagi produksi yang akan dijalankan. Keputusan yang harus dihadapi dalam perencanaan produksi:

1. Jenis barang yang diproduksi
2. Kualitas barang

3. Jumlah barang
 4. Bahan baku
 5. Pengendalian produksi
- Pengendalian produksi

Bertujuan agar mencapai hasil yang maksimal demi biaya seoptimal mungkin. Adapun kegiatan yang dilakukan antara lain :

 1. Menyusun perencanaan
 2. Membuat penjadwalan kerja
 3. Menentukan kepada siapa barang akan dipasarkan.
 - Pengawasan produksi

Bertujuan agar pelaksanaan kegiatan dapat berjalan sesuai dengan rencana. Kegiatannya meliputi :

 1. Menetapkan kualitas
 2. Menetapkan standar barang
 3. Pelaksanaan produksi yang tepat waktu

1.10. Analisa Ekonomi

Analisa ekonomi berfungsi untuk mengetahui apakah pabrik yang akan didirikan layak atau tidak layak jika didirikan secara teknis maupu ekonomis.

Perhitungan evaluasi kelayakan secara ekonomi meliputi:

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

2. Biaya Produksi (*Manufacturing Cost*)

- a. Biaya produksi langsung (*Direct manufacturing Cost*)¹.
- b. Biaya produksi tak langsung (*Indirect Manufacturing Cost*)
- c. Biaya tetap (*Fixed Manufacturing Cost*)

3. Pengeluaran Umum (*General Cost*)

4. Analisa Kelayakan Ekonomi

- a. *Return on Investment (ROI)*

Return on Investment merupakan perkiraan laju keuntungan tiap tahun yang dapat mengembalikan modal yang diinvestasi.

- b. *Pay Out Time (POT)*

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

- c. *Break Even Point (BEP)*

Break Even Point adalah suatu titik impas dimana pabrik tidak mengalami keuntungan serta tidak pula mengalami kerugian. Pabrik akan untung apabila beroperasi di atas BEP dan akan rugi apabila beroperasi di bawah BEP.

- d. *Discounted Cash Flow*

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

1.10.1. Penaksiran Harga Peralatan

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

$$E_x = E_y \cdot \frac{N_x}{N_y} \quad (\text{Aries \& Newton P.16,1955})$$

Dalam hubungan ini:

E_x : Harga pembelian pada tahun 2024

E_y : Harga pembelian pada tahun referensi

N_x : Indeks harga pada tahun 2024

Ny : Indeks harga pada tahun referensi

Untuk menentukan nilai indeks CEP berdasarkan dari harga yang sudah ada seperti yang dikemukakan oleh Aries & Newton serta data data yang diperoleh dari

www.chemengonline.com/pci

- a. CE index 1954 = 86,1 (Aries & Newton)
- b. CE index Mei 2010 = 550,8 (<http://www.che.com>)
- c. CE index Mei 2011 = 585,7 (<http://www.che.com>)
- d. CE index Mei 2012 = 584,6 (<http://www.che.com>)
- e. CE index Mei 2013 = 567,3 (<http://www.che.com>)
- f. CE index 2018 = 585,4

Berdasarkan nilai CEP yang sudah diperoleh maka harga alat yang akan digunakan nantinya pada tahun 2019 adalah sebagai berikut:

Tabel 4.13 Perkiraan Harga Alat Proses

| No. | Nama Alat | Jumlah | Harga Satuan th 1954 | Harga Satuan th 2018 | Harga |
|-----|------------------|--------|----------------------|----------------------|------------|
| 1 | Reaktor | 2 | \$ 20.000 | \$ 135.981 | \$ 271.963 |
| 2 | Menara Destilasi | 1 | \$ 75.000 | \$ 509.930 | \$ 509.930 |
| 3 | Striper | 1 | \$ 3.600 | \$ 24.477 | \$ 24.477 |
| 4 | Tangki – 01 | 1 | \$ 130.000 | \$ 883.879 | \$ 883.879 |
| 5 | Tangki - 02 | 1 | \$ 100.000 | \$ 679.907 | \$679.907 |
| 6 | Tangki - 03 | 1 | \$ 100.000 | \$ 679.907 | \$679.907 |
| 7 | Tangki - 04 | 1 | \$ 100.000 | \$ 679.907 | \$679.907 |
| 8 | Accumulator - 01 | 1 | \$ 35.000 | \$ 237.967 | \$237.967 |
| 9 | Accumulator - 02 | 1 | \$ 10.000 | \$ 67.991 | \$ 67.991 |
| 10 | Heater - 01 | 1 | \$ 4.000 | \$ 27.196 | \$ 27.196 |

| No. | Nama Alat | Jumlah | Harga Satuan th 1954 | Harga Satuan th 2018 | Harga |
|-------|----------------|--------|----------------------|----------------------|--------------|
| 11 | Heater - 02 | 1 | \$ 3.200 | \$ 21.757 | \$ 21.757 |
| 12 | Cooler - 01 | 1 | \$ 1.200 | \$ 8.159 | \$ 8.159 |
| 13 | Cooler - 02 | 1 | \$ 3.200 | \$ 21.757 | \$ 21.757 |
| 14 | Cooler - 03 | 1 | \$ 4.500 | \$ 30.596 | \$ 30.596 |
| 15 | Cooler - 04 | 1 | \$ 4.000 | \$ 27.196 | \$ 27.196 |
| 16 | Cooler - 05 | 1 | \$ 1.200 | \$ 8.159 | \$ 8.159 |
| 17 | Condensor - 01 | 1 | \$ 5.000 | \$ 33.995 | \$ 33.995 |
| 18 | Condensor - 02 | 1 | \$ 5.000 | \$ 33.995 | \$ 33.995 |
| 19 | Reboiler - 01 | 1 | \$ 15.000 | \$ 101.986 | \$ 101.986 |
| 20 | Reboiler - 02 | 1 | \$ 8.000 | \$ 54.393 | \$ 54.393 |
| 21 | Pompa - 01 | 2 | \$ 1.050 | \$ 7.139 | \$ 14.278 |
| 22 | Pompa - 02 | 2 | \$ 1.050 | \$ 7.139 | \$ 14.278 |
| 23 | Pompa - 03 | 2 | \$ 500 | \$ 3.400 | \$ 6.799 |
| 24 | Pompa - 04 | 2 | \$ 500 | \$ 3.400 | \$ 6.799 |
| 25 | Pompa - 05 | 2 | \$ 1.000 | \$ 6.799 | \$ 13.598 |
| 26 | Pompa - 06 | 2 | \$ 500 | \$ 3.400 | \$ 6.799 |
| 27 | Pompa - 07 | 2 | \$ 475 | \$ 3.230 | \$ 6.459 |
| 28 | Pompa - 08 | 2 | \$ 450 | \$ 3.060 | \$ 6.119 |
| 29 | Pompa - 09 | 2 | \$ 475 | \$ 3.230 | \$ 6.459 |
| 30 | Pompa - 10 | 2 | \$ 1.050 | \$ 7.139 | \$ 14.278 |
| 31 | Pompa - 11 | 2 | \$ 1.050 | \$ 7.139 | \$ 14.278 |
| TOTAL | | | | | \$ 4.405.118 |

1.10.2. Dasar Perhitungan

Kapasitas produksi = 100.000 ton/tahun

Satu tahun operasi = 330 hari

Pabrik didirikan = 2024

Kurs mata uang = 1 US\$ = Rp 14.500

1.10.3. Perhitungan Biaya

4.10.3.1. *Capital Investment*

Modal atau *capital investment* adalah sejumlah uang yang harus disediakan untuk mendirikan dan menjalankan suatu pabrik. Ada 2 macam *capital investment*, yaitu:

- a. *Fixed Capital Investment*, yaitu uang yang dikeluarkan untuk mendirikan pabrik yang terdiri dari: *manufacturing* dan *non manufacturing*
- b. *Working Capital* adalah uang yang dikeluarkan untuk menjalankan kegiatan operasi pabrik agar menghasilkan suatu produk.

Modal biasanya didapatkan dari uang sendiri dan bisa juga berasal dari pinjaman dari bank. Perbandingan jumlah uang sendiri atau *equity* dengan jumlah pinjaman dari bank tergantung dari perbandingan antara pinjaman dan uang sendiri adalah 30:70 atau 40:60 atau kebijaksanaan lain tentang ratio modal tersebut.

Karena penanaman modal dengan harapan mendapatkan keuntungan dari modal yang ditanamkan maka cirri-ciri investasi yang baik antara lain:

1. Investasi cepat kembali
2. Menghasilkan keuntungan yang besar (maksimum)
3. Aman baik secara hukum teknologi dan lain sebagainya

4.10.3.2. *Manufacturing Cost*

Manufacturing cost adalah biaya yang diperlukan untuk pembuatan produk dari bahan dasar yang merupakan jumlah dari *direct*, *indirect* dan *fixed manufacturing cost*.

a. *Direct cost*

Yaitu pengeluaran yang bersangkutan khusus dalam pembuatan produk antara lain *raw material*, *labor* (buruh), *supervisi*, *maintenance*, *plant supplies*, *royalties and patent*, *utilitas*.

b. *Indirect cost*

Yaitu pengeluaran-pengeluaran sebagai akibat tidak langsung karena operasi pabrik. Yang termasuk dalam *indirect cost* adalah *payroll overhead*, *laboratory*, *plant overhead*, *packaging*, *shipping*.

c. *Fixed manufacturing cost*

Yaitu harga yang berkaitan dengan *fixed capital cost* dan pengeluaran yang bersangkutan dimana harganya tetap, tidak tergantung dari waktu dan tingkat produksi, yang termasuk *fixed manufacturing cost* yaitu *depreciation* (penyusutan), *property taxes* (pajak) dan *insurance*.

4.10.3.3. *General Expense*

General expense meliputi pengeluaran-pengeluaran yang berkaitan dengan fungsi-fungsi perusahaan yang tidak termasuk *manufacturing cost*.

General expense terdiri dari :

a. Administrasi

Yang termasuk dalam biaya administrasi adalah management salaries, legal fees and auditing, biaya peralatan kantor. Besarnya biaya administrasi diperkirakan 2-3% hasil penjualan atau 3-6% dari *manufacturing cost*.

b. *Sales*

Pengeluaran yang dilakukan berkaitan dengan penjualan produk, misalnya biaya distribusi dan iklan. Besarnya biaya sales diperkirakan 3 - 12% harga jual atau 5 - 22% dari *manufacturing cost*. Untuk produk standar kebutuhan *sales expense* kecil dan untuk produk baru yang perlu diperkenalkan *sales expense* besar.

c. *Riset* (penelitian)

Penelitian diperlukan untuk menjaga mutu dan inovasi ke depan. Untuk industri kimia dana *riset* sebesar 2,8% dari hasil penjualan.

4.10.3.4. Analisa Kelayakan

Untuk mendapatkan keuntungan yang diperoleh cukup besar atau tidak sehingga dapat dikategorikan apabila pabrik tersebut potensial didirikan atau tidak, maka dilakukan analisa atau evaluasi kelayakan.

Beberapa cara yang digunakan untuk menyatakan kelayakan yaitu :

a. *Return on investment (ROI)*

Return on investment adalah rasio uang yang diperoleh atau hilang pada suatu investasi, relatif terhadap jumlah uang yang diinvestasikan. Jumlah uang yang diperoleh atau hilang tersebut dapat disebut bunga atau laba/rugi. Investasi

uang dapat dirujuk sebagai aset, modal, pokok, basis biaya investasi. ROI biasanya dinyatakan dalam bentuk persentase dan bukan dalam nilai desimal.

ROI tidak memberikan indikasi berapa lamanya suatu investasi. Namun, ROI sering dinyatakan dalam satuan tahunan atau disetahunkan dan sering juga dinyatakan untuk suatu tahun kalendar atau fiskal.

ROI digunakan untuk membandingkan laba atas investasi antara investasi-investasi yang sulit dibandingkan dengan menggunakan nilai moneter.

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

FCI= Fixed Capital Investment

b. Pay Out Time (POT)

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

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

c. Discounted Cash Flow of Return (DCFR)

Discounted Cash Flow atau biasa disingkat *DCF* adalah salah satu metode untuk menghitung prospek pertumbuhan suatu instrumen investasi dalam beberapa waktu ke depan. Konsep *DCF* ini didasarkan pada pemikiran bahwa,

jika anda menginvestasikan sejumlah dana, maka dana tersebut akan tumbuh sebesar sekian persen atau mungkin sekian kali lipat setelah beberapa waktu tertentu. Disebut '*discounted cash flow*' atau ' arus kas yang terdiskon', karena cara menghitungnya adalah dengan meng-estimasi arus dana dimasa mendatang untuk kemudian di-*cut* dan menghasilkan nilai dana tersebut pada masa kini.

Biasanya, seorang investor ingin mengetahui bahwa jika dia menginvestasikan sejumlah dana pada satu instrumen investasi tertentu, maka setelah kurun waktu tertentu (misalnya setahun), dana tersebut akan tumbuh menjadi berapa. Untuk menghitungnya, maka digunakanlah DCF.

Persamaan untk menentukan DCFR:

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

Dimana :

FC : *Fixed Capital*

WC : *Working Capital*

SV : *Salvage Value*

C : *Cash Flow*

n : Umur Pabrik = 10 tahun

i : Nilai DCFR

d. *Break Even Point (BEP)*

Break Even Point adalah kondisi dimana perusahaan tidak mengalami untung dan tidak mengalami kerugian. Jadi dapat dikatakan bahwa perusahaan yang mencapai titik break event point ialah prusahaan yang telah memiliki

kesetaraan antara modal yang dikeluarkan untuk proses produksi dengan pendapatan produk yang dihasilkan.

Semakin banyak barang yang diproduksi, semakin rendah nilai harga jual, dan semakin lama proses mencapai BEP, namun semakin mudah untuk mengikat konsumen. Begitu pula sebaliknya, semakin sedikit barang yang diproduksi, semakin tinggi nilai jual barang, dan semakin cepat untuk mencapai BEP.

Tujuan utama dari suatu perusahaan salah satunya adalah mendapatkan keuntungan atau laba, untuk memperoleh keuntungan/laba secara maksimal bisa dilakukan dengan beberapa langkah berikut

- Menekan sebisa mungkin biaya produksi atau biaya operasional sekecil kecilnya, serendah rendahnya tetapi tingkat harga, kualitas maupun kuantitasnya tetap dipertahankan sebisanya.
- Penentuan harga jual sedekian rupa menyesuaikan tingkat keuntungan yang diinginkan/dikehendaki
- Volume kegiatan ditingkatkan dengan semaksimal mungkin

Untuk menentukan nilai BEP dapat diperoleh dengan persamaan sebagai berikut :

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

Dimana :

Fa : *Annual Fixed Manufacturing Cost* pada produksi maksimum

Ra : *Annual Regulated Expenses* pada produksi maksimum

Va : *Annual Variable Value* pada produksi maksimum

Sa : *Annual Sales Value* pada produksi maksimum

i. *Shut Down Point (SDP)*

Analisis *Shut Down Point* merupakan titik pada tingkat penjualan berapa usaha perusahaan secara ekonomis tidak pantas untuk dilanjutkan. Manajemen memerlukan informasi pada pendapatan penjualan perusahaan secara ekonomis tidak pantas untuk dilanjutkan jika pendapatan penjualannya tidak mencukupi untuk menutupi biaya tetap tunainya. Untuk menjawab pertanyaan ini, manajemen memerlukan informasi titik penutupan usaha (*Shut Down Point*).

“Biaya tetap tunai adalah biaya-biaya yang memerlukan pembayaran segera dengan uang kas, seperti sewa gedung, gaji pegawai tetap dan sebagainya”.

(Mulyadi, 2001 : 256)

Untuk menghitung nilai SDP dapat diperoleh menggunakan persamaan berikut:

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

4.10.3.5. Hasil Perhitungan

a. Penentuan *Physical Plant Cost*

Tabel 4.14 Tabel Physical Plant Cost

| No. | Komponen | \$ | Rp. |
|-----|----------------------------|-----------------|--------------------|
| 1 | Harga alat sampai ditempat | \$ 5.506.397,50 | Rp 554.682.064.337 |
| 2 | Instalasi | \$ 555.044,87 | Rp 2.008.733.809 |

| | | | | |
|----------------------------|---------------|------------------------|-----------|-----------------------|
| 3 | Pemipaan | \$ 2.240.002,50 | Rp | 2.322.598.467 |
| 4 | Instrumentasi | \$ 1.070.443,67 | Rp | 376.637.589 |
| 5 | Insulasi | \$ 143.166,34 | Rp | 313.864.658 |
| 6 | Listrik | \$ 535.221,84 | Rp | 188.318.795 |
| 7 | Bangunan | \$ 616.581,37 | Rp | 8.644.800.000 |
| 8 | Tanah | \$ 1.755.037,30 | Rp | 24.606.560.000 |
| 9 | Utilitas | \$ 9.252.366,32 | Rp | 3.503.215.497 |
| Physical Plant Cost | | \$19.302.643,05 | Rp | 41.964.728.814 |

Tabel 4.15 Direct Plant Cost

| No. | Komponen | \$ | Rp. |
|-----|------------------------------------|------------------|----------------------|
| 1 | Physical plant cost | \$ 19.302.643,05 | Rp 41.964.728.814,46 |
| 2 | Engineering & Construction (25%) | \$ 4.825.660,76 | Rp 10.491.182.203,62 |
| | Jumlah | \$ 24.128.303,81 | Rp 52.455.911.018,07 |

Tabel 4.16 Fixed Capital Investment

| No. | Komponen | \$ | Rp. |
|-----|------------------------|------------------|----------------------|
| 1 | Direct Plant Cost | \$ 24.128.303,81 | Rp 52.455.911.018,07 |
| 2 | Contractor fee (5 %) | \$ 1.430.870,97 | Rp 20.115.815.811,33 |
| 3 | Contingency (15 %) | \$ 3.619.245,57 | Rp 7.868.386.652,71 |
| | Jumlah | \$ 27.747.549,38 | Rp 80.440.113.482,12 |

Tabel 4.17 Direct Manufacturing Cost

| No | <i>Type of Expense</i> | Harga (Rp) | Harga (\$) |
|----|------------------------|-------------------------|-------------------|
| 1 | <i>Raw Material</i> | Rp 4.508.986.412.304,00 | \$ 322.914.894,56 |
| 2 | <i>Labor</i> | Rp 37.128.000.000 | \$ 2.658.953,28 |
| 3 | <i>Supervision</i> | Rp 3.712.800.000 | \$ 265.895,33 |

| No | <i>Type of Expense</i> | Harga (Rp) | Harga (\$) |
|----------------------------------------|----------------------------|----------------------|-------------------|
| 4 | <i>Maintenance</i> | Rp 9.655.591.589 | \$ 691493,40 |
| 5 | <i>Plant Supplies</i> | Rp 1.448.338.738 | \$ 103.724,01 |
| 6 | <i>Royalty and Patents</i> | Rp 245.624.877.889 | \$ 17.590.634,41 |
| 7 | <i>Utilities</i> | Rp 11.156.539.542,08 | \$ 798.985,06 |
| Direct Manufacturing Cost (DMC) | | Rp 4.817.712.560.063 | \$ 345.024.580,04 |

Tabel 4.18 Indirect Manufacturing Cost

| No | <i>Type of Expense</i> | Harga (Rp) | Harga (\$) |
|------------------------------------------|-------------------------------|--------------------|------------------|
| 1 | <i>Payroll Overhead</i> | Rp 5.569.200.000 | \$ 398.842,99 |
| 2 | <i>Laboratory</i> | Rp 3.712.800.000 | \$ 265.895,33 |
| 3 | <i>Plant Overhead</i> | Rp 122.812.438.945 | \$ 8.795.317,21 |
| 4 | <i>Packaging and Shipping</i> | Rp 18.564.000.000 | \$ 1.329.476,64 |
| Indirect Manufacturing Cost (IMC) | | Rp 150.658.000.000 | \$ 10.789.500,73 |

Tabel 4.19 Fixed Manufacturing Cost

| No | <i>Type of Expense</i> | Harga (Rp) | Harga (\$) |
|---------------------------------------|------------------------|-------------------|-----------------|
| 1 | <i>Depreciation</i> | Rp 48.277.957.947 | \$ 3.457.466,99 |
| 2 | <i>Property taxes</i> | Rp 9.655.591.589 | \$ 691.493,40 |
| 3 | <i>Insurance</i> | Rp 9.655.591.589 | \$ 691.493,40 |
| Fixed Manufacturing Cost (FMC) | | Rp 67.589.141.126 | \$ 4.840.453,79 |

Tabel 4.20 Manufacturing Cost

| No | <i>Type of Expense</i> | Harga (Rp) | Harga (\$) |
|----|----------------------------------------|----------------------|-------------------|
| 1 | <i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i> | Rp 4.817.712.560.063 | \$ 345.024.580,04 |

| No | Type of Expense | Harga (Rp) | Harga (\$) |
|----|------------------------------------------|----------------------|-------------------|
| 2 | <i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i> | Rp 150.658.000.000 | \$ 10.789.500,73 |
| 3 | <i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i> | Rp 67.589.141.126 | \$ 4.840.453,79 |
| | <i>Manufacturing Cost (MC)</i> | Rp 5.035.960.140.134 | \$ 360.654.566,00 |

Tabel 4.21 Working Capital

| No | Type of Expense | Harga (Rp) | Harga (\$) |
|----|------------------------------------|----------------------|------------------|
| 1 | <i>Raw Material Inventory</i> | Rp 419.663.345.011 | \$ 30.054.547,17 |
| 2 | <i>In Process Inventory</i> | Rp 629.495.017.517 | \$ 45.081.820,75 |
| 3 | <i>Product Inventory</i> | Rp 419.663.345.011 | \$ 30.054.547,17 |
| 4 | <i>Extended Credit</i> | Rp 839.326.690.022 | \$ 60.109.094,33 |
| 5 | <i>Available Cash</i> | Rp 419.663.345.011 | \$ 30.054.547,17 |
| | <i>Working Capital (WC)</i> | Rp 2.727.811.742.572 | \$ 17.386.901,58 |

Tabel 4.22 General Expense

| No | Type of Expense | Harga (Rp) | Harga (\$) |
|----|------------------------------------|--------------------|------------------|
| 1 | <i>Administration</i> | Rp 151.078.804.204 | \$ 10.819.636,98 |
| 2 | <i>Sales expense</i> | Rp 251.798.007.007 | \$ 18.032.728,30 |
| 3 | <i>Research</i> | Rp 160.529.566.102 | \$ 11.496.461,33 |
| 4 | <i>Finance</i> | Rp 122.812.438.945 | \$ 8.795.317,21 |
| | <i>General Expense (GE)</i> | Rp 686.218.816.257 | \$ 49.144.143,81 |

Tabel 4.23 Total Production Cost

| No | Type of Expense | Harga (Rp) | Harga (\$) |
|----|--------------------------------|-------------------------|-------------------|
| 1 | <i>Manufacturing Cost (MC)</i> | Rp 5.035.960.140.133,58 | \$ 360.654.566,00 |
| 2 | <i>General Expense (GE)</i> | Rp 686.218.816.257,43 | \$ 49.144.143,81 |

| | | |
|------------------------------------|----------------------|-------------------|
| Total Production Cost (TPC) | Rp 5.722.178.956.391 | \$ 409.798.709,81 |
|------------------------------------|----------------------|-------------------|

Tabel 4.24 Fixed Cost

| No | Type of Expense | Harga (Rp) | Harga (\$) |
|----|------------------------|-------------------|-----------------|
| 1 | Depreciation | Rp 48.277.957.947 | \$ 3.435.542,24 |
| 2 | Property taxes | Rp 9.655.591.589 | \$ 687.108,45 |
| 3 | Insurance | Rp 9.655.591.589 | \$ 687.108,45 |
| | Fixed Cost (Fa) | Rp 67.589.141.126 | \$ 4.809.759,13 |

Tabel 4.25 Variable Cost

| No | Type of Expense | Harga (Rp) | Harga (\$) |
|----|---------------------------|----------------------|-------------------|
| 1 | Raw material | Rp 4.508.986.412.304 | \$ 320.867.201,50 |
| 2 | Packaging & shipping | Rp 122.812.438.045 | \$ 8.739.543,59 |
| 3 | Utilities | Rp 11.156.539.542 | \$ 793.918,48 |
| 4 | Royalties and Patents | Rp 245.624.877.889 | \$ 17.479.087,31 |
| | Variable Cost (Va) | Rp 4.888.580.268.680 | \$ 347.879.750,95 |

Tabel 4.26 Regulated Cost

| No | Type of Expense | Harga (Rp) | Harga (\$) |
|----|------------------|--------------------|------------------|
| 1 | Labor cost | Rp 37.128.000.000 | \$ 2.642.092,12 |
| 2 | Plant overhead | Rp 5.569.200.000 | \$ 396.313,82 |
| 3 | Payroll overhead | Rp 18.564.000.000 | \$ 1.321.046,06 |
| 4 | Supervision | Rp 3.712.800.000 | \$ 264.209,21 |
| 5 | Laboratory | Rp 3.712.800.000 | \$ 264.209,21 |
| 6 | General expense | Rp 686.218.816.257 | \$ 48.832.507,14 |
| 7 | Maintenance | Rp 9.655.591.589 | \$ 687.108,45 |

| No | Type of Expense | Harga (Rp) | Harga (\$) |
|----------------------------|-----------------|--------------------|------------------|
| 8 | Plant supplies | Rp 1.448.338.738 | \$ 103.066,27 |
| Regulated Cost (Ra) | | Rp 766.009.546.585 | \$ 54.510.552,28 |

Harga jual produk:

$$\text{Harga dasar} = \frac{\text{Total biaya produksi}}{\text{Volume produksi}}$$

$$= \text{Rp } 17.379,13/\text{kg}$$

Total sales:

a. *Morpholine* = Rp 18.650 / ton
 Produksi tiap tahun = 100.000 ton
Annual sales = Rp 1.865.000.000.000

b. *Asam Sulfat* = Rp 18.650 / ton
 Produksi tiap tahun = 229.255,868 ton
Annual sales = Rp 4.275.621.947.226
 Total *annual sales* = Rp 6.140.621.947.226

b. Analisa Keuntungan

Keuntungan = Total penjualan produksi – Total biaya produksi

Pra= $\underline{Pa} * ra$

If

$$\text{Prb} = \frac{\text{Pb} * \text{ra}}{\text{If}}$$

Dengan :

Prb = ROI sebelum pajak

Pra = ROI setelah pajak

Pb = Keuntungan sebelum pajak

Pa = Keuntungan sesudah pajak

If = Fixed capital investment

a. Keuntungan Sebelum Pajak

Total sales = Rp 6.140.621.947.226,03

Total biaya produksi = Rp 5.722.178.956.391,00

Keuntungan = Rp 418.442.990.835,02

b. Keuntungan Sesudah Pajak

Keuntungan = Rp 334.754.392.668,02

c. Analisa Kelayakan Ekonomi

1. Return On Investment

$$\text{ROI b} = \frac{\text{Keuntungan sebelum pajak}}{\text{FCC}} \times 100\%$$

$$= 86,7\%$$

$$\text{ROI b} = \frac{\text{Keuntungan sesudah pajak}}{\text{FCC}}$$

$$= 69,3\%$$

2. Pay Out Time

- POT sebelum pajak

$$POT = \frac{\text{Fixed Capotal}}{\text{Keuntungan Tahunan} + \text{Depresiai}}$$

$$= 1,0344 \text{ tahun}$$

- POT sesudah pajak

$$POT = \frac{\text{Fixed Capotal}}{\text{Keuntungan Tahunan} + \text{Depresiai}}$$

$$= 1,2604 \text{ tahun}$$

3. Break Event POint

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

$$= 41,54\%$$

4. Shut Down Point

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

$$= 32,10 \%$$

5. Discounted Cash Flow Rtae

Umur pabrik = 10 tahun

Salvage value (SV) = Rp 48.277.957.947,20

Working Capital = Rp 2.727.811.742.572,35

Fixed Capital = Rp 482.779.579.472,35

Cash flow (CF) = Annual Profit + Finance +
Depresiasi

= Rp 543.561.916.717,44

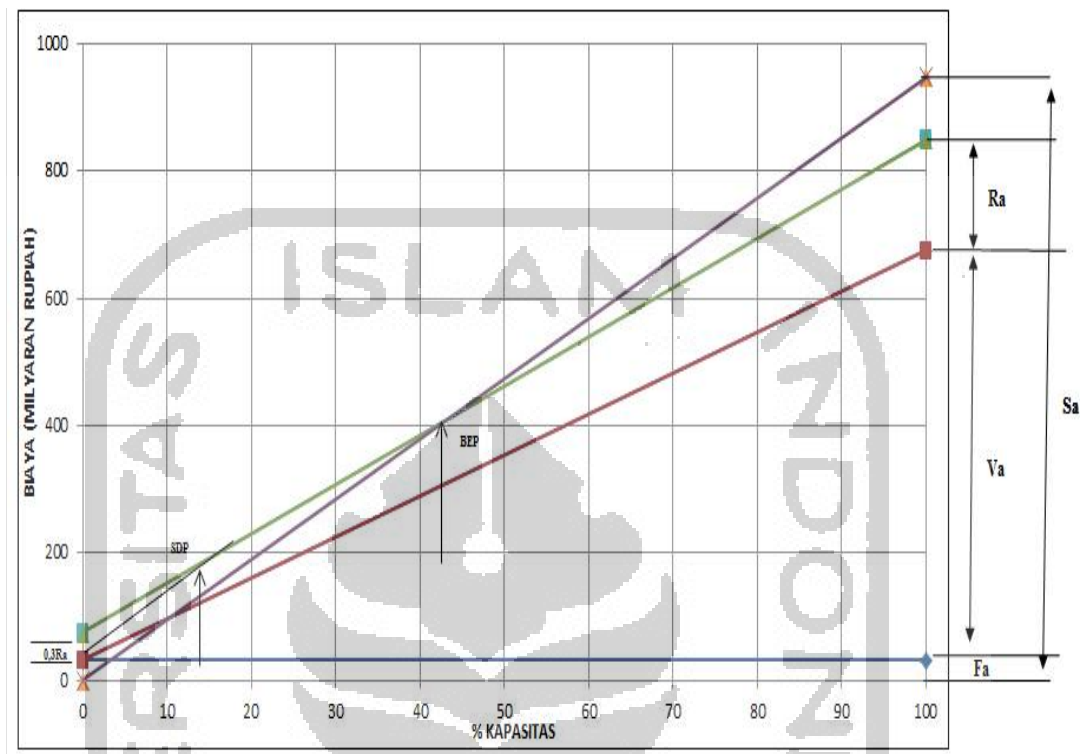
Discounted cash flow dihitung secara *trial&error*

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

Dengan cara *trial&error* diperoleh nilai $i = 16,31\%$



Gambar 4.7 Grafik BEP dan SDP



BAB V

PENUTUP

1.1. Kesimpulan

Pabrik Morpholine dari Diethanolamine dan Oleum ini termasuk golongan pabrik beresiko rendah (*low risk*), karena selain bahan baku dan produknya tidak beracun dan tidak berbahaya serta dijalankan pada variabel suhu dan tekanan operasi rendah (kondisi atmosfer).

Berdasarkan hasil perhitungan analisis ekonomi dan beberapa persyaratan kelayakan maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. *Return on investment* (ROI) sebelum pajak 86,7% dan setelah pajak 69,3 % dinilai cukup baik, karena memenuhi batas minimum ROI > 11 % untuk pabrik *Low Risk*.
2. *Pay Out Time*(POT) sebelum pajak 1,0344 tahun dan setelah pajak 1,2604 tahun dinilai cukup baik, karena memenuhi batas maksimum POT < 5 tahun
3. *Break Even Point* (BEP) sebesar 41,54% memenuhi syarat peminjaman modal pada bank untuk pendirian pabrik karena syarat BEP adalah 40%-60%
4. *Discounted cash flow rate* (DCFR) sebesar 16,31%. Suku bunga perbankan sebesar 5,5% sehingga investor lebih memilih untuk menanamkan modal daripada menyimpannya di bank.
5. *Shut Down Point* (SDP) sebesar 32,10%
6. Dari hasil analisis ekonomi dapat disimpulkan bahwa pabrik morpholine dari dietanolamien dan oleum dengan kapasitas 100.000 ton/taun layak untuk didirikan.

DAFTAR PUSTAKA

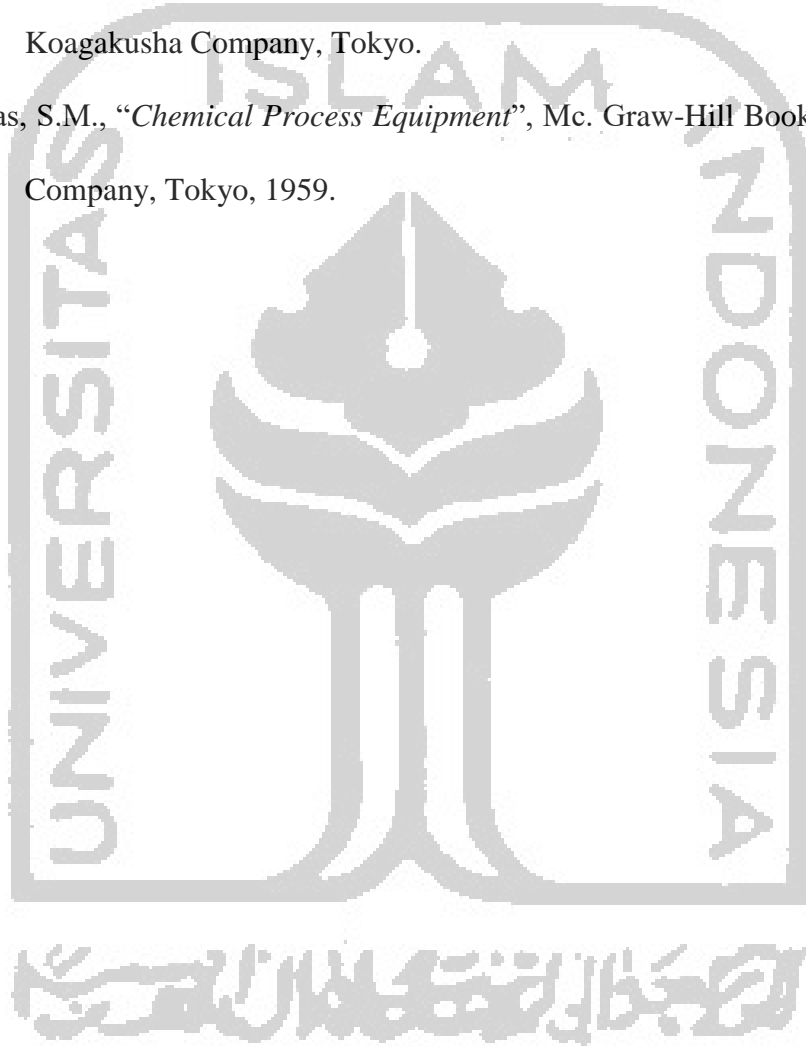
- Aries, R.S., and Newton, R. D., “ *Chemical Engineering Cost Estimation*”, Mc. Graw Hill Book Co.Inc., New York, 1955.
- Biro Pusat Statistik, Indonesia foreign, Trade Statistic Rubber, Yogyakarta, 2012-2016. (www.bps.go.id)
- Brown, G.G., “*Unit Operation*”, Modern Asia Edition, John Willey and Sons. Inc., New York, 1978.
- Brownell, L.E., and Young, E.H., “*Process Equipment Design*”, 2nd Ed., John Willey and Sons. Inc., New York, 1959.
- Considine, Douglas M., 1985, “*Instruments and Controls Handbook*”, Edisi-3, Mc. Graw-Hill, Inc., USA.
- Coulson, J. M., and Richardson, J. F., “*Chemical Engineering Design*”, 6nd Ed., vol 6, Pergamon Press, Oxford, 1983.
- Degrensont, 1991., “*Water Treatment Handbook*”, 5th Edition, New York: John Willey & Sons.
- Fessenden. J., 1982. Kimia Organik, Edisi ke-4
- Foust, A.S., 1980, “ *Principles of Unit Operation*”, John Willey and Sons, London.
- Fogler, Scott H., “ *Elements of Chemical Reaction Engineering*”, 3rd ed, Prentice Hall International, 1978.
- John Van Garpen and Gerhard Knothe, 2005. “*The Biodiesel Handbook*”, USA: AOCS Press.

- Kern, D.Q., "*Process Heat Transfer*", International Student Edition, Mc. Graw Hill Book Co. Inc., New York, 19983.
- Ketta, K.E., and Ortmer, D.F., "*Encyclopedia of Chemical Technology*", John Willey and Sons. Inc., New York.
- Levenspiel, O., "*Chemical Reaction Engineering*", 3rd ed, John Willey and Sons, New York, 1999.
- Mc. Ketta and Cunningham, 1988
- Metcalf & Eddy, 1991, "*Wastewater Engineering, Treatment & Reuse*", Edisi-4 McGraw-Hill Book Company, New Delhi.
- McCabe, Warren L., Julian C. Smith and Peter Harriot, 1999, "Operasi Teknik Kimia", Jilid 1, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Perry, J.H., and Chilton, C.G., "*Chemical Engineering Handbook*", 6th Ed., Mc. Graw-Hill Book Co. Inc., New York, 1984.
- Peters, M.S., and Timmerhause, K.D., "*Plant Design and Economic for Chemical Engineer's*", 3rd ed., Mc. Graw-Hill Book Co. Inc, New York, 1968.
- Powell, S., "*Water Condition for Industry*", Mc. Graw-Hill Book Co. Inc., New York, 1954.
- Rase, H.F., "*Chemical Reactor Design for Process Plant vol. I and II, Principles and Techniques*", Willey and Sons, Inc., New York, 1977.
- Rase, H.F., and Barrow M.H., "*Project Engineering of Plants*", Willey and Sons, Inc., New York, 1957.
- Simnott, R.K., "*An Introduction to Chemical Engineering Design vol. VI*", Pergamon Press., New York, 1989.

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

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

Wallas, S.M., "*Chemical Process Equipment*", Mc. Graw-Hill Book, Koagakusha Company, Tokyo, 1959.



LAMPIRAN

REAKTOR (R)

Tugas : Mereaksikan diethanol amine menjadi morpholine dengan katalis oleum

dengan kecepatan umpan = 100.000 Kg/jam

Jenis : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk

Kondisi Operasi : Tekanan : 10 atm

Suhu : 190 °C

NERACA MASSA :

Umpan total masuk :

$$\text{C}_4\text{H}_{11}\text{NO}_2 = 155,0903 \text{ Kgmol/j} = 16284,4824 \text{ Kg/j}$$

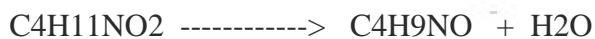
$$\text{H}_2\text{O} = 9,1383 \text{ Kgmol/j} = 164,4897 \text{ Kg/j}$$

$$\text{H}_2\text{SO}_4 = 218,8720 \text{ Kgmol/j} = 21449,4590 \text{ Kg/j}$$

$$\text{SO}_3 = 67,0296 \text{ Kgmol/j} = 5362,3647 \text{ Kg/j}$$

$$\text{Jumlah} = 450,1302 \text{ Kgmol/j} = 43260,7969 \text{ Kg/j}$$

Reaksi yang terjadi :

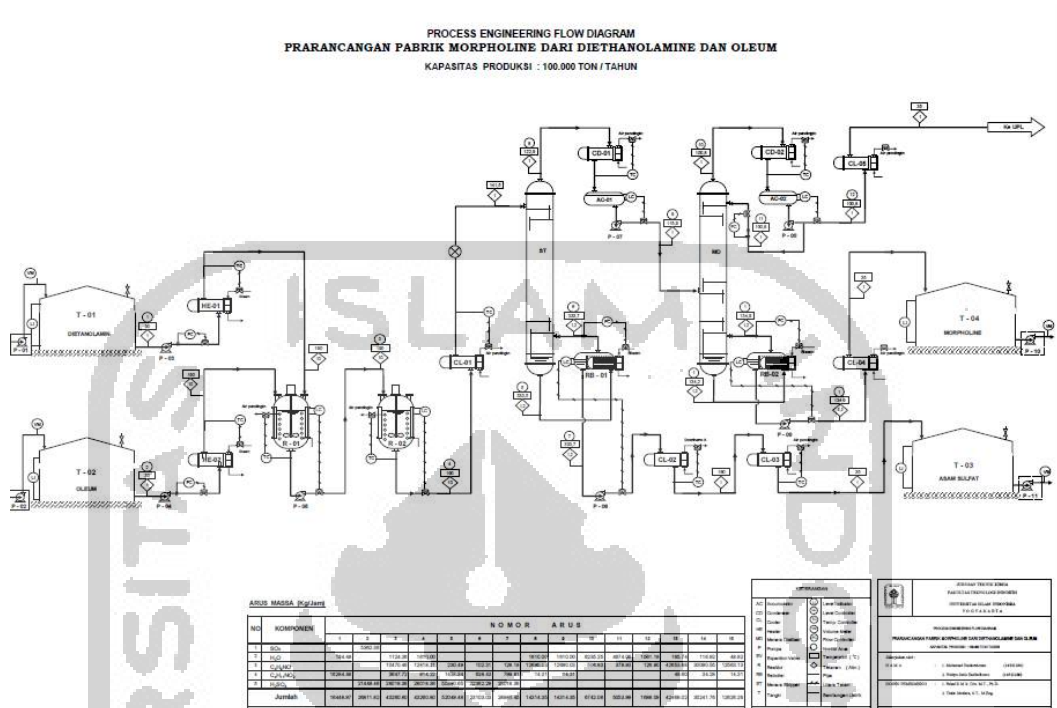


Konversi : 0,95

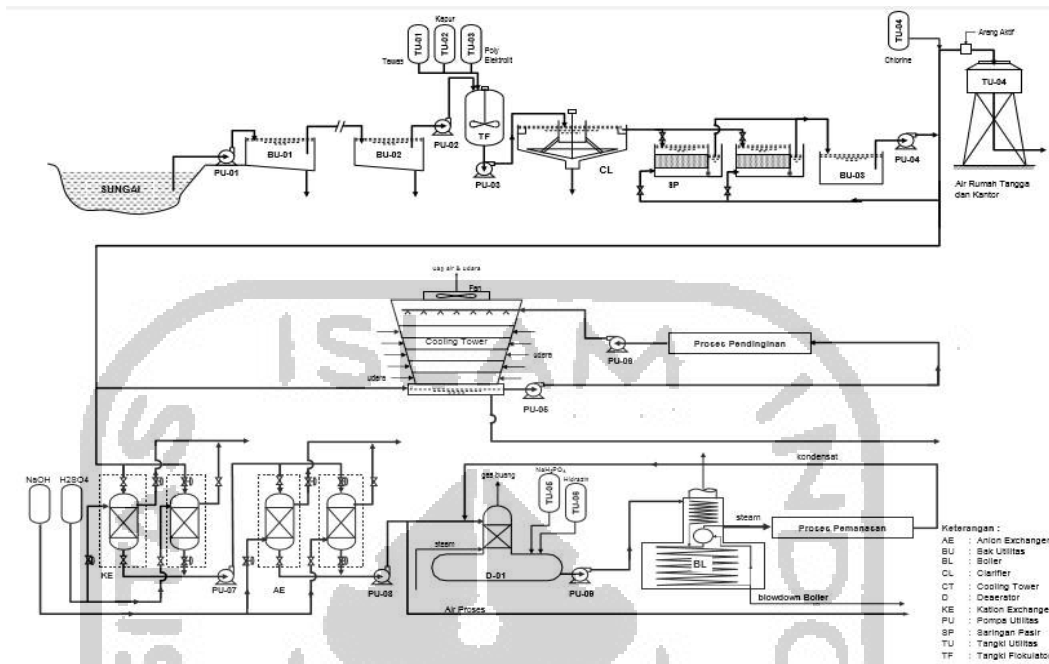
Hasil reaksi :

$$\text{C}_4\text{H}_{11}\text{NO}_2 = 7,7545 \text{ Kgmol/j} = 814,2241 \text{ Kg/j}$$

$$\text{H}_2\text{O} = 89,4445 \text{ Kgmol/j} = 1610,0020 \text{ Kg/j}$$



Gambar 5.1 PEFD



Gambar Skema Unit Pengolahan Air

Gambar 5.2 Skema Unit Pengolahan Air

$$\text{H}_2\text{SO}_4 = 285,9016 \text{ Kgmol/j} = 28018,3555 \text{ Kg/j}$$

$$\text{C}_4\text{H}_9\text{NO} = 147,3358 \text{ Kgmol/j} = 12818,2139 \text{ Kg/j}$$

$$\text{Jumlah} = 530,4364 \text{ Kgmol/j} = 43260,7969 \text{ Kg/j}$$

NERACA PANAS

Diketahui Cp rata-rata untuk masing-masing komponen

sebagai berikut :

$$cp \text{ C}_4\text{H}_{11}\text{NO}_2 = 32,62 \text{ Kcal/kmol K}$$

$$cp \text{ H}_2\text{O} = (92,05 - 0,03995 T - 2,1103\text{E-}04 T^2 + 5,3469\text{E} - 07 T^3) / 4,2 \text{ Kcal/kmol K}$$

$$cp \text{ H}_2\text{SO}_4 = (26,00 + 0,70337 T - 0,0013856 T^2 + 1,0342\text{E-}06 T^3) / 4,2 \text{ Kcal/kmol K}$$

$$cp \text{ SO}_3 = 12,21 \text{ Kcal/kmol K}$$

$$cp \text{ C}_4\text{H}_9\text{NO} = 39,24 \text{ Kcal/kmol K}$$

Enthalpi Umpan Masuk Diethanolamine

Suhu Umpan masuk Reaktor = 190,0 °C

Suhu referensi = 25 °C

| Komponen | M | cp dT | H = m cp dT |
|------------------------------------------------|-------------|-----------|---------------|
| C ₄ H ₁₁ NO ₂ | 10.500,0000 | 9823,4207 | 398479,816 |
| H ₂ O | 106,0606 | 4136,4284 | 5649,534 |
| Jumlah | | | 404129,350 |

Enthalpi Umpan masuk (H1) = 404129,350 Kj/jam

Enthalpi Umpan Masuk Asam Sulfat dan Oleum

Suhu Umpan masuk Reaktor = 190,0 °C

Suhu referensi = 25 °C

| Komponen | M | cp dT | H = m cp dT |
|--------------------------------|----------|----------|---------------|
| H ₂ SO ₄ | 4867,711 | 7298,227 | 592094,401 |
| SO ₃ | 4,873 | 4136,428 | 1119,728 |
| Jumlah | 4872,584 | | 593214,128 |

Enthalpi Umpan masuk (H2) = 593214,128 Kj/jam

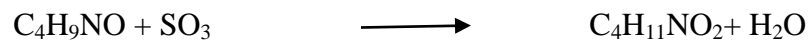
Enthalpi Hasil Reaksi

Suhu hasil reaksi keluar Reaktor = 190,0 °C

Suhu referensi = 25 °C

| Komponen | M | cp dT | H = m cp dT |
|------------------------------------------------|----------|-----------|---------------|
| C ₄ H ₉ NO | 851,850 | 9823,421 | 139467,935 |
| H ₂ O | 504,302 | 4136,428 | 115889,451 |
| C ₄ H ₁₁ NO ₂ | 2689,411 | 11329,360 | 298718,640 |
| H ₂ SO ₄ | 11,926 | 7904,480 | 961,918 |
| Jumlah | 7343,193 | | 954701,666 |

Enthalpi hasil reaksi (H4) = 954701,666Kj/jam

Panas Reaksi :

Dari data Literatur diperoleh :

$$\text{Panas Pembentukan } \text{C}_4\text{H}_9\text{NO} = 5,41 \text{ Kj/kmol}$$

$$\text{Panas Pembentukan } \text{SO}_3 = 11,715 \text{ Kj/kmol}$$

$$\text{Panas Pembentukan } \text{C}_4\text{H}_{11}\text{NO}_2 = 8,88 \text{ Kj/kmol}$$

$$\text{Panas Pembentukan } \text{H}_2\text{O} = 6,002 \text{ Kj/kmol}$$

Panas reaksi pada suhu 25 °C

$$= \text{DHf produk} - \text{DHf reaktan}$$

$$= (\text{DHf } \text{C}_4\text{H}_{11}\text{NO}_2 + \text{DHf } \text{H}_2\text{O}) - (\text{DHf } \text{C}_4\text{H}_9\text{NO} + \text{DHf } \text{SO}_3)$$

$$= (8,88 + 6,002) - (5,41 + 11,715)$$

$$= -2,243 \text{ Kj/kmol}$$

$$\text{Panas reaksi suhu } 80 \text{ °C} = \text{DHr}_0 + \int_{298}^T \text{cp } dT$$

$$= \text{DHr}_0 + \int_{298}^T (\text{Cp produk} - \text{Cp reaktan}) dT$$

dimana :

$$\int_{298}^T \text{cp } dT = \int_{298}^T 392,3903 - 451,5309 dT$$

$$= -59,1407 \text{Kj/jam}$$

maka :

Panas reaksi pada suhu 80 °C

$$= \Delta H_r^0 + \int_{298}^T d cp dT$$

$$= -59,1407 + 954701,6659 \text{ KCal/gmol}$$

$$= 43600,5205 \text{ Kj/jam}$$

Jadi :

$$\text{Panas Masuk (H1 + H2 + H3)} = 998361,3270 \text{ Kj/jam}$$

$$\text{Panas Reaksi (Qr)} = 43600,5205 \text{ Kj/jam}$$

Neraca Panas disekitar reaktor :

$$\text{Input - output} = \text{Accumulation}$$

$$\text{Panas Masuk} - (\text{Panas keluar} + \text{panas reaksi} + \text{panas dibuang}) = 0$$

$$(H1 + H2 + H3) - (H4 + Qr + Ql) = 0$$

Panas Yang dikeluarkan (Ql) :

$$(Ql) = (H1 + H2 + H3) - (H4 + Qr)$$

$$= 998361,3270 - (954701,666 + 43600,5205)$$

$$= 59,1405 \text{ Kj/jam}$$

Neraca Panas :

| Komponen | Input (Kj/jam) | Output (Kj/jam) |
|-------------|----------------|-----------------|
| Q in | 998361,3270 | |
| Q out | | 954701,67 |
| Q reaksi | | 43600,5205 |
| subtotal | 998361,3270 | 998302,1864 |
| Q pendingin | | 59,1407 |
| Total | 998361,3270 | 998361,3270 |

Perhitungan Volume dan Ukuran Reaktor

Dari data diperoleh :

$$\text{Densitas } C_4H_{11}NO_2 = 725,3978 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Densitas } H_2O = 975,6407 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Densitas } CH_3COOH = 983,7055 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Densitas } C_4H_9NO = 808,2536 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Densitas } SO_3 = 1764,6882 \text{ Kg/m}^3$$

Dari data percobaan patent dapat ditentukan konstanta kecepatanreaksi untuk kondisi operasi $T = 80^\circ C$ dan tekanan Atmosferis

Volume cairan :

| Komponen | massa kg | densitas | Volume |
|------------------------------------------------|------------|------------|------------|
| C ₄ H ₉ NO | 860,322757 | 725,397854 | 624076,282 |
| H ₂ O | 509,318476 | 975,640716 | 496911,842 |
| C ₄ H ₁₁ NO ₂ | 3318,38778 | 983,70559 | 3264316,6 |
| H ₂ SO ₄ | 2716,16185 | 808,253699 | 2195347,86 |
| C ₄ H ₉ NO | 12,0445186 | 1764,6882 | 21254,8198 |
| JUMLAH | | | 6601907,41 |

Menentukan Konstanta Kecepatan Reaksi

Konstanta kecepatan reaksi ditentukan berdasarkan teori analisis data dengan persamaan reaksi :

Reaksi



$$\text{Konversi } X_A = 0,65$$

$$(1 - X_A) = 0,35$$

maka

$$\text{C}_4\text{H}_9\text{NO} = n_{A0} (1 - X_A)$$

$$= 40,5643 \cdot 0,35$$

$$= 14,1975 \quad \text{Kmol/jam}$$

$$\begin{aligned} \text{SO}_3 &= n_{\text{Bo}} - n_{\text{Ao}} \text{XA} \\ &= 81,1285 - 40,5643 * 0,65 \\ &= 54,7618 \quad \text{Kmol/jam} \end{aligned}$$

$$\text{C}_4\text{H}_{11}\text{NO}_2 = 26,3667 \quad \text{Kmol/jam}$$

$$\text{H}_2\text{O} = 26,3667 \quad \text{Kmol/jam}$$

sehingga :

Konstanta kecepatan reaksi :

$$\begin{aligned} K_c &= 1,57748\text{E}+13 * \text{EXP}(-8881,918657/T) \\ &= 2,2309\text{E}+13 * \text{EXP}(-8881,918657/353) \\ &= 263,6883 \quad \text{lt}/(\text{Kgmol jam}) \end{aligned}$$

Anggapan :

- Volume cairan selama reaksi tetap
- Bisa dianggap isothermal karena cairan dalam tangki mixed flow
- Reaksi orde dua



dengan $-r_a = -\frac{dC_A}{dt} = k * C_A * C_B$

Volume cairan :

| Komponen | massa kg | densitas | Volume |
|------------------------------------------------|------------|------------|------------|
| C ₄ H ₉ NO | 860,322757 | 725,397854 | 624076,282 |
| H ₂ O | 509,318476 | 975,640716 | 496911,842 |
| C ₄ H ₁₁ NO ₂ | 3318,38778 | 983,70559 | 3264316,6 |
| H ₂ SO ₄ | 2716,16185 | 808,253699 | 2195347,86 |
| SO ₃ | 12,0445186 | 1764,6882 | 21254,8198 |
| JUMLAH | | | 6601907,41 |

Kondisi Awal :

Konsentrasi awal C₄H₉NO = 0,005217 grmol/lit

Konsentrasi awal SO₃ = 0,010434 grmol/lit

Perbandingan konsentrasi = 2,000000

maka diperoleh volume reaktor dengan volume:

Konversi Reaktor (X_a) = 0,65

Volume cairan dalam reaktor :

F_v , x_a

V = _____

k * C_{Ao} (1 - x_a)(M - x_a)

$$19168,1085 * 0,650$$

$$= \frac{\quad}{\quad}$$

$$263,6883 * 0,005217 * (1 - 0,650) * (2,000 - 0,650)$$

$$= 135 \text{ liter}$$

Over Design : 20 %

$$\text{Volume reaktor} = (100/80) * 21701,8409 \text{ lt}$$

$$= 27127,3011 \text{ lt}$$

$$\text{Dipakai Volume reaktor} = 27,127 \text{ m}^3$$

Menghitung ukuran reaktor :

Reaktor berbentuk silinder tegak dengan perbandingan H : D = 1 : 1

$$V_t = \frac{\pi * D^2 * (h/d) * D}{4} + \frac{\pi}{12} D^2 * D$$

Atau :

$$\text{diameter (D)} = \left[\frac{V_t}{\frac{\pi}{4} \left(\frac{h}{d} \right) + \frac{\pi}{12}} \right]^{1/3}$$

$$\text{diameter (D)} = \left[\frac{27,127}{\frac{\pi}{4} * 1. + \frac{\pi}{12}} \right]^{1/3}$$

$$= 2,86 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi (H)} = 1 * 2,86$$

$$= 2,86 \text{ m}$$

diperoleh ukuran Reaktor :

$$\text{diameter} = 2,86 \text{ m}$$

$$\text{tinggi} = 2,86 \text{ m}$$

$$\text{Volume cairan dalam head} = \left(\frac{1}{2} \right) * \left(\frac{\pi}{12} \right) * 27,89 \text{ m}^3$$

$$= 3,65 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume cairan dibadan Reaktor} = 21,7018 \text{ m}^3 - 3,64 \text{ m}^3$$

$$= 18,05 \text{ m}^3$$

$$\text{Tinggi cairan dibadan Reaktor} = (4 * 18,05) / (3,14 * (2,85^2)) \text{ m}$$

$$= 2,82 \text{ m}$$

Menghitung tebal shell dan head

Tebal shell :

$$\text{Tekanan design (p)} = 2,19 \text{ psi}$$

$$\text{Allowable stress} = 18750 \text{ psi}$$

$$\text{Efisiensi sambungan} = 0,85$$

$$\text{Faktor korosi} = 0,125 \text{ in}$$

$$\text{Jari-jari Reaktor} = 56,22 \text{ in}$$

$$t_{\text{shell}} = \frac{p \cdot r_i}{S \cdot e - 0,6 \cdot p} + c$$

$$= \frac{2,19 \cdot 56,22}{18750 \cdot 0,85 - 0,6 \cdot 22,0} + 0,125$$

$$= 0,1369 \text{ in}$$

Maka dipilih tebal shell $\frac{3}{16}$ in

Tebal Head :

$$th = \frac{P \cdot r \cdot w}{(2 \cdot S \cdot E) - (0,2 \cdot P)} + C$$

$$= 0,1955 \text{ in}$$

Maka dipilih tebal head $\frac{1}{4}$ in

Menghitung pengaduk dalam Reaktor

Dipilih : Pengaduk type Turbine dengan 6 blade

Jumlah baffle 4 buah

Dari tabel 477, Brown diperoleh :

$$D_i/DR = 1/3$$

$$E = D_i = 1$$

$$W = D_i/5$$

$$L = D_i/4$$

$$B = DR/12$$

$$\text{Diameter Impeler} = 0,95 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi Impeler} = 0,95 \text{ m}$$

$$\text{Lebar Baffle} = 0,24 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi Zone pegadukan} = 0,19 \text{ m}$$

$$\text{Jumlah Impeller} = 5 \text{ Impeller}$$

diambil :

$$z_i/D_i = 1$$

$$\text{Putaran} = 2,88 \text{ rps}$$

$$\text{efisiensi} = 70 \%$$

Tinggi baffle diambil sama dengan tinggi cairan bilangan Reynold dalam Reaktor:

$$Re = \frac{\rho_L N D I^2}{\mu_L}$$

$$5257,68 * 73 * 0,95$$

$$= \frac{\quad}{0,44}$$

$$= 824179,6422$$

$$= 824179,6422$$

Dari fig, 477 brown diperoleh

$$P = \frac{N^3 D I^5 \rho N_p}{550 \text{ gc}}$$

$$(1,21^3) * (0,95/0,3048)^5 * 328,23 * 7$$

$$= \frac{\quad}{550 * 32,2}$$

$$= 69,47 \text{ Hp}$$

$$= 69,47 \text{ Hp}$$

effisiensi : 70 %

$$P = 69,47$$

$$\text{Power} = \frac{69,47}{0,70} = 99,24$$

$$\text{eff} = 0,70$$

$$= 99,24 \text{ Hp}$$

Digunakan motor dengan daya = 100 Hp

Spesifikasi Reaktor

Tugas : Mereaksikan Diethanolamine dan Oleum menjadi Morpholine dan Air dengan katalis Asam Sulfat dengan kecepatan umpan = 7343,1935 kg/j

Jenis : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk

Kondisi Operasi :

Tekanan : 10 atm

Suhu : 190 °C

Diperoleh ukuran Reaktor :

Diameter = 2,86 m

Tinggi = 3,99 m

Volume cairan dalam head = 3,65 m³

Volume cairan dibadan Reaktor = 18,05 m³

Tinggi cairan dibadan Reaktor = 2,82 m

Dipilih Tebal shell : $\frac{3}{16}$ in

Tebal Head : $\frac{1}{4}$ in

Dipilih : Pengaduk type Tuurbine dengan 6 blade

Jumlah baffle 4 buah

Diameter Impeler = 0,95 m

Tinggi Impeler = 0,95 m

Lebar Baffle = 0,24 m

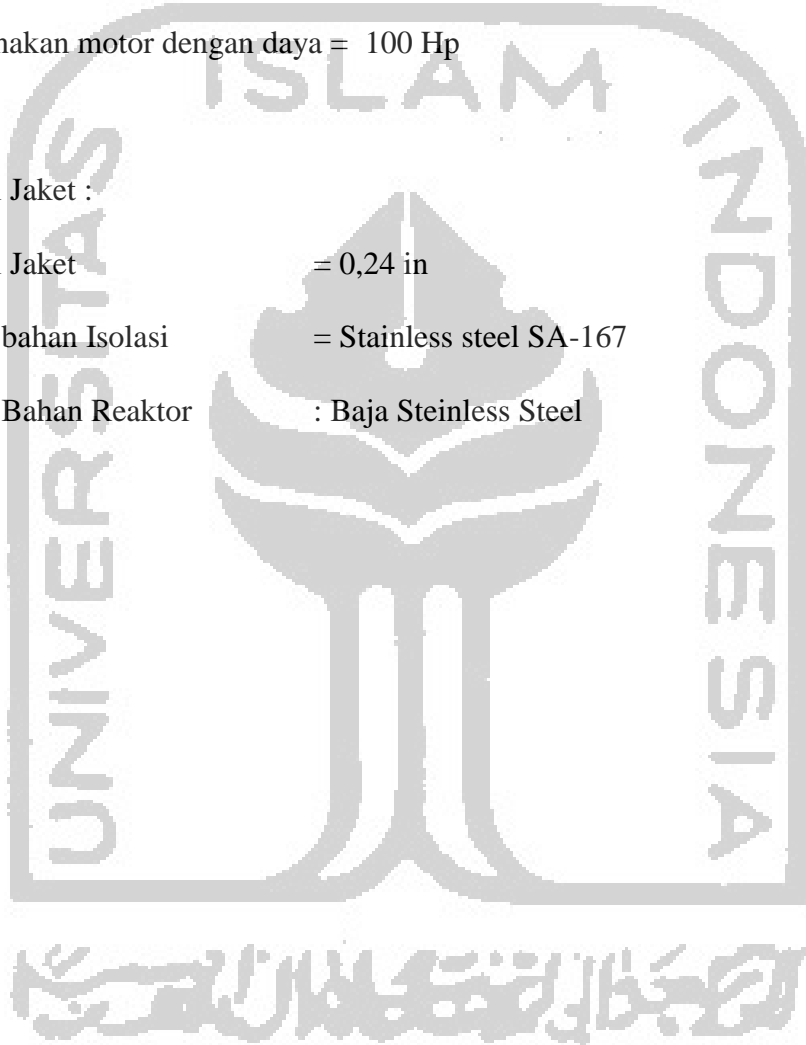
Digunakan motor dengan daya = 100 Hp

Tebal Jacket :

Tebal Jacket = 0,24 in

Jenis bahan Isolasi = Stainless steel SA-167

Jenis Bahan Reaktor : Baja Steinless Steel



LAMPIRAN GAMBAR REAKTOR RATB

