

No. TA/TK/2019/005

**PRA RANCANGAN PABRIK MONONITROTOLUENE  
DARI TOLUENE DAN ASAM ASAM CAMPURAN  
KAPASITAS 35.000 TON/TAHUN**

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



**Oleh:**

**Nama : Hafiz Rafi H**

**Nama : Andar Yudho W**

**No. Mahasiswa : 14521031**

**No. Mahasiswa : 14521126**

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

**2019**

# LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL

PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA

MONONITROTOLUENE DARI TOLUENE DAN ASAM CAMPURAN

KAPASITAS 35.000 TON/TAHUN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama	: Hafiz Rafi H	Nama	: Andar Yudho W
No. Mahasiswa	: 14521031	No. Mahasiswa	: 14521126

Yogyakarta, 5 Februari 2019

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

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



Hafiz Rafi H



Andar Yudho W

# LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA

MONONITROTOLUENE DARI TOLUENE DAN ASAM CAMPURAN

KAPASITAS 35.000 TON/TAHUN

PERANCANGAN PABRIK



Oleh:

Nama : Hafiz Rafi H Nama : Andar Yudho W

No. Mahasiswa : 14521031 No. Mahasiswa : 14521126

Yogyakarta, 5 Februari 2019

Pembimbing I

Ir. Bachrun Sutrisno, M.Sc.

Pembimbing II

Venitalitya Alethea S A, S.T., M.Eng

# LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PRA RANCANGAN PABRIK MONONITROTOLUENE DARI TOLUENE  
DAN ASAM CAMPURAN DENGAN KAPASITAS 35.000 TON/TAHUN

## PERANCANGAN PABRIK

Oleh:

Nama : Hafiz Rafi H Nama : Andar Yudho W  
No. Mahasiswa : 14521126 No. Mahasiswa : 14521031

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

Yogyakarta, 22 Februari 2019

Tim Penguji,

Ir. Bachrun Sutrisno, M.Sc.

Ketua

Ir. Dalyono, MSI., C.Text,ATI

Anggota I

Muflih Arisa Adnan, S.T., M.Sc.

Anggota II

Mengetahui:

Ketua Program Studi Teknik Kimia

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



Suharno Rusdi, Ph.D

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena limpahan rahmat dan hidayah-Nya, penulis akhirnya dapat menyelesaikan penyusunan Laporan Tugas Akhir dengan judul “Pra Rancangan Pabrik Kimia Mononitrotoluene dari Toluene dan Asam Campuran Kapasitas 35.000 Ton/Tahun”.

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis memperoleh banyak bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Kedua orang tua kami yang selalu memberikan dukungan dan semangat untuk kami.
2. Suharno Rusdi, Dr selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia FTI UII yang selama kuliah di Jurusan Teknik Kimia ini telah membimbing kami dengan sabar.
3. Ir.Bachrun Sutrisno, M.Sc. sebagai pembimbing pertama dan Venitalitya Alethea S A, S.T., M.Eng. sebagai pembimbing kedua yang selalu memberikan arahan dan bimbingan kepada kami selama proses pengerjaan tugas akhir ini.
4. Seluruh dosen, laboran, dan administrasi Jurusan Teknik Kimia atas ilmu, arahan, dan bantuannya selama ini.
5. Teman-teman Teknik Kimia angkatan 2014 yang telah mendukung dan memberikan semangat dan telah berjuang bersama-sama selama ini.
6. Semua pihak yang telah membantu dalam penulisan tugas akhir ini, yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis membuka diri terhadap segala saran dan kritik yang

membangun. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca sekalian.

Yogyakarta, 5 Februari 2019

Penulis

## DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING .....	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR TABEL .....	x
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR LAMPIRAN .....	xii
ABSTRAK .....	xiii
ABSTRACT .....	xiv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tinjauan Pustaka .....	3
BAB II PERANCANGAN PRODUK .....	7
2.1 Spesifikasi Produk .....	7
2.2 Spesifikasi Bahan Baku .....	8
2.3 Pengendalian Kualitas .....	10
2.3.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku .....	11
2.3.2 Pengendalian Kualitas Proses .....	11
2.3.3 Pengendalian Kualitas Produk .....	12
BAB III PERANCANGAN PROSES .....	15
3.1 Uraian Proses .....	15
3.2 Spesifikasi Alat .....	15
3.3 Perencanaan Produksi .....	33
3.3.1 Kapasitas Perancangan .....	33
3.3.2 Perencanaan Bahan Baku dan Alat Proses .....	34
BAB IV PERANCANGAN PABRIK .....	36
4.1 Lokasi Pabrik .....	36
4.1.1 Faktor Primer .....	36

4.1.2 Faktor Sekunder .....	38
4.2 Tata Letak Pabrik .....	39
4.3 Tata Letak Alat Proses.....	44
4.4 Diagram Alir Proses .....	47
4.4.1 Diagram Alir Proses.....	47
4.5 Perawatan ( <i>Maintenance</i> ).....	52
4.6 Utilitas .....	53
4.6.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air .....	54
4.6.2 Unit Pembangkit Steam .....	58
4.6.3 Unit Penyediaan Bahan Bakar .....	58
4.6.4 Unit Pembangkit Listrik.....	59
4.6.5 Unit Penyedia Udara Instrumen.....	62
4.6.6 Spesisifikasi Alat – Alat Utilitas.....	62
4.6.7 Unit Pengolahan Limbah (Air buangan).....	82
4.7 Laboratorium .....	83
4.7.1 Program Kerja Laboratorium.....	84
4.7.2 Prosedur Analisa Produk .....	86
4.7.3 Unit Pengolahan Limbah .....	86
4.8 Organisasi Perusahaan.....	87
4.8.1 Bentuk Perusahaan.....	87
4.8.2 Struktur Organisasi Perusahaan .....	88
4.8.3 Tugas dan Wewenang.....	90
4.8.4 Sistem Kepegawaian.....	100
4.8.5 Perincian Jumlah Karyawan .....	101
4.8.6 Penggolongan Gaji.....	103
4.8.7 Pengaturan Jam Kerja .....	104
4.8.8 Fasilitas dan Hak Karyawan .....	105
4.8.9 Pengendalian Produksi.....	106
4.9 Evaluasi Ekonomi.....	107
4.9.1 Penaksiran Harga Peralatan .....	107
4.9.2 Perhitungan Biaya.....	110

4.9.3 Pendapatan Modal.....	112
4.9.4 Analisis Kelayakan .....	113
4.9.5 Perhitungan Ekonomi .....	115
BAB V PENUTUP.....	135
5.1 Kesimpulan.....	135
5.2 Saran .....	135
DAFTAR PUSTAKA .....	137
LAMPIRAN.....	138

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Perkembangan Impor Mononitrotoluene Indonesia 2011-2015 .....	1
Tabel 1. 2 Perbandingan Proses Pembuatan Mononitrotoluene.....	4
Tabel 4. 1 Perincian Luas Tanah.....	43
Tabel 4. 2 Neraca Massa Reaktor .....	50
Tabel 4. 3 Neraca Massa Dekanter .....	50
Tabel 4. 4 Neraca Massa Evaporator 01 .....	50
Tabel 4. 5 Neraca Massa Evaporator 02 .....	51
Tabel 4. 6 Neraca Massa Mixer .....	51
Tabel 4. 7 Neraca Panas Reaktor .....	51
Tabel 4. 8 Neraca Panas Evaporator 01 .....	52
Tabel 4. 9 Neraca Panas Evaporator 02 .....	51
Tabel 4. 10 Kebutuhan Listrik Alat Proses .....	59
Tabel 4. 11 Kebutuhan Listrik Alat Utilitas.....	60
Tabel 4. 12 Kebutuhan Listrik Untuk Keperluan Lain .....	61
Tabel 4. 13 Jumlah karyawan pada masing-masing bagian.....	101
Tabel 4. 14 Gaji Pegawai .....	103
Tabel 4. 15 Indeks Harga Alat .....	108
Tabel 4. 16 Harga Alat Proses .....	116
Tabel 4. 17 Harga Alat Utilitas .....	117
Tabel 4. 18 Data Physical Plant Cost (PPC) .....	123
Tabel 4. 19 Data Fixed Capital Investment (FCI).....	124
Tabel 4. 20 Bahan Baku Pabrik Mononitrotoluene.....	125
Tabel 4. 21 Direct Manufacturing Cost (DMC).....	127
Tabel 4. 22 Indirect Manufacturing Cost (IMC).....	129
Tabel 4. 23 Fixed Manufacturing Cost (FMC) .....	130
Tabel 4. 24 Manufacturing Cost (MC).....	130
Tabel 4. 25 Working Capital (WC).....	132
Tabel 4. 26 General Expense (GE) .....	134
Tabel 4. 27 Analisa Kelayakan .....	138

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 4. 1 Lay out Pabrik Mononitrotoluene .....	44
Gambar 4. 2 Tata Letak Alat Proses .....	47
Gambar 4. 3 Diagram Alir Kualitatif Pabrik Mononitrotoluene.....	48
Gambar 4. 4 Diagram Alir Kuantitatif Pabrik Mononitrotoluene dalam satuan (kg/jam).....	49
Gambar 4. 5 Struktur Organisasi.....	89
Gambar 4. 6 Grafik Indeks Harga Tiap Tahun .....	109
Gambar 4. 7 Grafik BEP .....	139

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1. PERANCANGAN REAKTOR .....	138
Lampiran 2 Process Engineering Flow Diagram .....	148
Lampiran 3 Kartu Konsultasi .....	149

## ABSTRAK

Mononitrotoluene adalah salah satu bahan kimia yang digunakan sebagai bahan baku dalam berbagai industri kimia. Biasanya Mononitrotoluene digunakan sebagai bahan baku pembuatan peledak, bahan dasar cat dan sejenisnya. Pendirian pabrik Mononitrotoluene diperkirakan pada tahun 2023, didirikan di atas tanah seluas 28.266 m<sup>2</sup>. Pabrik beroperasi selama 24 jam per hari dan 330 hari per tahun dengan kebutuhan bahan baku Mononitrotoluene sebesar 1.065,7443 kg/jam dan Asam Nitrat dengan kemurnian 98% sebesar 556,3679 kg/jam. Jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan sebanyak 170 orang. Pabrik ini membutuhkan air pendingin sebanyak 46.601kg/jam pada suhu 30°C. Utilitas yang diperlukan terdiri dari air sebanyak 57.042 kg/jam, marine fuel oil 3891,8904 liter/jam, dan daya listrik sebesar 170,6235 kWatt dipenuhi dari PLN dengan cadangan 1 buah generator 230 kWatt dengan bahan bakar marine fuel oil sebesar 345,4030 kg/jam. Akan didirikan di daerah Cilacap, Jawa Tengah. Hal ini karena lokasi tersebut dekat dengan bahan baku pembuatan Mononitrotoluene yaitu toluene. Pada pra rancangan ini proses pembuatan Mononitrotoluene dari Toluene dan Asam nitrat. Tekanan operasi 1 atm dan temperatur operasi sebesar 50°C. Proses reaksi berlangsung pada fase cair-cair menggunakan jenis Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) pada kondisi isothermal. Proses pemisahan menggunakan dekanter. Produk Lauril Sulfat yang merupakan hasil atas dekanter mempunyai kemurnian sebesar 99%.

Evaluasi ekonomi menunjukkan bahwa *Return on Investment* (ROI) sebelum pajak 26,33%, sesudah pajak 12,64%, *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak 2,75 tahun, setelah pajak 4,42 tahun. *Break Event Point* (BEP) 41,46%, *Shut Down Point* (SDP) 14,78%, dan *Discounted Cash Flow of return* (DCFR) 9%. Dari hasil evaluasi ekonomi, pabrik Mononitrotoluene dari Toluene dan Asam Nitrat dengan kapasitas 35.000 ton/tahun layak untuk direalisasikan pembangunannya di Indonesia.

Kata kunci: Mononitrotoluene, RATB, Asam Campuran

## ABSTRACT

Mononitrotoluene is one of chemical substance which is used as raw material in various chemical industries. Mononitrotoluene is usually used as raw material in explosives making, basic materials of paint and its kind. The establishment of the Mononitrotoluene factory was in 2023, established on 28,266 m<sup>2</sup> of land. The factory operates for 24 hours per day and 330 days per year with raw material needs Mononitrotoluene is 1,065,7443 kg / hour and Nitric Acid with 98% purity is 556,3679 kg / hour. The number of workers needed are 170 people. This factory needs 46.601kg / hour of cooling water at 30 °C. Utilities needed consist of 57,042 kg / hour of water, 3891,8904 liters / hour of marine fuel oil, and 170.6235 kWatt of electric power which filled from PLN with a backup of one generator of 230 kWatt with marine fuel oil as much as 345.4030 kg / hour. The factory would be built in the region of Cilacap, Central Java. This is because the location is close to raw materials for making Mononitrotoluene namely toluene. In this pre-design, process of making Mononitrotoluene from Toluene and Nitric Acid. Operating pressure of 1 atm and temperature operation of 50 °C. The reaction process takes place in the liquid-liquid phase using the type Stirred Tank Flow Reactor (RATB) in isothermal conditions. Separation process using decanter. Lauril Sulphate products which are the result of decanters has 99% purity. Economic evaluation shows that Return on Investment (ROI) before tax is 26.33%, after tax 12.64%, Pay Out Time (POT) before tax 2.75 years, after tax 4.42 year. Break Event Point (BEP) 41,46%, Shut Down Point (SDP) 14,78%, and Discounted Cash Flow of return (DCFR) 9%. Based on the results of the economic evaluation, the Mononitrotoluene factory from Toluene and Nitric Acid with a capacity of 35,000 tons / year are worth to be realized the development in Indonesia.

Keywords: Mononitrotoluene, RATB, Mixed Acid

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Mononitrotoluena (MNT) merupakan produk senyawa *aromatic compound* yang dirasa mempunyai prospek yang bagus dimasa yang akan datang. Berbagai manfaat dari produk MNT yakni dapat digunakan dalam produksi sintetik menengah seperti produksi pewarna, produksi busa polyurethane, asam nitrobenzoid, industri bahan peledak, serta aplikasi industri lainnya.

Dalam perkembangan perindustrian di dunia, Indonesia merupakan salah satu negara industri yang tengah berkembang pesat baik dalam industri pewarna, industri asam nitrobenzoid, maupun industri lainnya. Namun sayangnya, Indonesia belum mampu menghasilkan produk MNT yang merupakan bahan sintetik menengah produksi diatas. Selama ini Indonesia masih mengimport produk MNT dari negara lain seperti: India, Beijing, Italia, British dan negara-negara lainnya, padahal bahan baku dalam pembuatan MNT banyak diproduksi di Indonesia seperti toluena, asam nitrat dan asam sulfat.

Hal tersebut seharusnya menjadi perhatian banyak pihak baik pemerintah maupun badan-badan perindustrian untuk dapat mengembangkan industri yang tidak hanya dalam bidang migas saja, tetapi juga industri-industri lainnya seperti industri pembuatan MNT.

Pengembangan Industri pembuatan MNT di Indonesia perlu dipertimbangkan karena didukung oleh ketersediaan bahan baku pembuatan MNT, selain itu pengembangan industri pembuatan MNT dapat mengurangi jumlah pengangguran di Indonesia karena menciptakan lapangan pekerjaan, serta dapat meminimalisir ketergantungan import Indonesia terhadap Negara asing.

Tabel 1. 1 Perkembangan Impor Mononitrotoluene Indonesia 2011-2015

Tahun	Impor (Ton)	Kebutuhan tiap tahun (Ton)
2011	286,851	315,226
2012	39,065	77,737
2013	35,251	17,675
2014	18,560	5,21
2015	357,016	299,306
Rata-rata	765,118	137,355

(Sumber : [www.Bps.go.id](http://www.Bps.go.id) 2018)

Data tersebut dibuat berdasarkan data import mononitrotoluene yang diambil dari BPS. Untuk memenuhi kapasitas yang ada , diambil dari 1/5 total rata – rata dari tahun yang terdapat pada tabel diatas .Dapat diprediksikan kebutuhan Mononitrotoluene di Indonesia pada tahun 2023 adalah 35.000 ton.

Setelah melihat beberapa faktor di atas, untuk memenuhi kebutuhan mononitrotoluene di Indonesia, maka diperlukan produksi mononitrotoluene domestik sebesar 35.000 ton/tahun. Kapasitas ini diharapkan dapat memenuhi kebutuhan mononitrotoluene dalam negeri dan luar negeri. Dilihat dari kebutuhan mononitrotoluene yang semakin meningkat, pabrik ini layak didirikan di Indonesia dengan pertimbangan:

- a. Sebagai pemasok bahan baku untuk kebutuhan industri dalam negeri.
- b. Mengurangi jumlah impor mononitrotoluene sehingga dapat menambah devisa negara, karena belum adanya pabrik mononitrotoluene di Indonesia.
- c. Mendorong berkembangnya industri kimia lain yang menggunakan mononitrotoluene sebagai bahan baku.
- d. Membuka lapangan kerja baru.

## 1.2 Tinjauan Pustaka

Mononitrotoluene dapat dibuat dengan beberapa proses sebagai berikut :

1. Nitration toluene dengan asam campuran , proses kontinyu.

Pada prinsipnya proses kontinyu sama dengan proses batch , perbedaannya adalah :

- Volume reactor yang digunakan untuk proses kontinyu lebih kecil.
- Konsentrasi  $\text{HNO}_3$  untuk penitration lebih rendah. Pada proses batch konsentrasi  $\text{HNO}_3$  28-32 % , sedangkan untuk proses kontinyu konsentrasi  $\text{HNO}_3$  1-8 %.
- Kecepatan reaksi lebih tinggi. Hal ini karena ukuran reactor lebih kecil sehingga pengadukan lebih efisien.

Selain mempunyai banyak kelebihan, proses kontinyu juga mempunyai kekurangan sebagai berikut :

- a. Penggunaan nitrating agent, dengan salah satu komponen dari penitration tersebut adalah  $\text{H}_2\text{SO}_4$  yang merupakan asam yang sangat korosif. Perlu unit rekonsentrasi  $\text{H}_2\text{SO}_4$  sehingga dapat diperkirakan biayanya tinggi.

(Kirk Othmer, 1996)

- b. Nitration toluene dengan asam campuran dengan proses batch. Pada proses ini asam campuran yang digunakan terdiri atas 52-56 %  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , 28-32 %  $\text{HNO}_3$  dan 12-20 %  $\text{H}_2\text{O}$ . Toluene dimasukkan nitrator dan didinginkan sampai suhu  $25^\circ\text{C}$ . Asam campuran ditambahkan dengan pelan-pelan ke permukaan toluene dan

temperatur reaksi campuran dijaga 25°C. Setelah semua campuran asam ditambahkan, temperatur dinaikkan pelan-pelan sampai suhu 35-40°C. Produk keluar nitrator dipisahkan dalam separator. Produk mononitrotoluen dinetralsasi dengan NaOH. Untuk pemurnian dilakukan dengan distilasi. Yield yang diperoleh sekitar 96 %. Waktu reaksi secara batch sekitar 2 jam. Kerugian proses batch adalah waktu proses lebih lama dan ukuran alat yang lebih besar sehingga dari segi ekonomi tidak menguntungkan.

(Kirk Othmer, 1996).

- c. Nitration toluene dengan asam nitrat proses kontinu Pada proses ini kedudukan asam campuran sebagai asam penitrasi tergantung pada asam nitrat. Proses ini kurang menguntungkan karena dibutuhkan asam nitrat yang berlebihan untuk menghasilkan mononitrotoluen dalam jumlah yang sama. Proses ini membutuhkan bahan baku yang banyak sehingga ukuran alat yang dibutuhkan jauh lebih besar. Jadi dari segi economic kurang menguntungkan.

(Kirk Othmer, 1996).

**Tabel 1. 2 Kelebihan dan Kekurangan Macam – macam Proses Pembuatan Mnononitrotoluene**

Jenis Proses	Kelebihan	Kekurangan
Nitration toluene dengan asam campuran dengan proses kontinu	- Volume reactor yang digunakan lebih kecil.	- Penggunaan nitrating agent ( $H_2SO_4$ ) yang sangat korosif.

Lanjutan Tabel 1.2 Kelebihan dan Kekurangan Macam – macam Proses Pembuatan Mnononitrotoluene		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Konsentrasi <math>\text{HNO}_3</math> untuk penitrasi lebih rendah</li> <li>- Kecepatan reaksi lebih tinggi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perlu unit rekonsentrasi <math>\text{H}_2\text{SO}_4</math> sehingga biayanya tinggi</li> </ul>
Nitrasi toluen dengan asam campuran dengan proses batch	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pengaturan suhu lebih mudah</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- waktu proses lebih lama</li> <li>- Ukuran alat lebih besar sehingga tidak menguntungkan</li> </ul>
Nitrasi toluen dengan asam nitrat proses kontinyu		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Membutuhkan banyak bahan baku</li> <li>- Membutuhkan ukuran alat yang jauh lebih besar, sehingga tidak menguntungkan.</li> </ul>

(Kirk Othmer, 1996).

Keuntungan dan kerugian pada proses pembuatan mononitrotoluen telah diuraikan diatas, maka dalam perancangan dipilih proses nitrasi dengan asam campuran dengan proses kontinyu. Pemilihan ini didasarkan pada beberapa kelebihan ini dibanding dengan proses lainnya yaitu :

- 1 Yield yang dihasilkan lebih tinggi menjadi 98 %.

- 2 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> merupakan asam kuat yang berfungsi sebagai media asam sehingga HNO<sub>3</sub> lebih mudah melepaskan ion nitrit (NO<sub>2</sub><sup>+</sup>)
- 3 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> merupakan dehydrator yang baik, sehingga air yang terbentuk tidak akan mempengaruhi kecepatan reaksi.
- 4 Biaya produksi lebih rendah, tenaga kerja lebih sedikit.
- 5 Ukuran alat lebih kecil dibandingkan proses batch dan proses yang menggunakan asam nitrat saja.
- 6 Faktor keamanan lebih baik, reaksi lebih cepat karena pengadukan yang efektif.

(Kirk Othmer, 1996).

Pada nitration aromatik, katalis asam sulfat memprotonasi asam nitrat, yang kemudian melepas air dan menghasilkan ion nitronium, yang mengandung atom nitrogen bermuatan positif. Ion nitronium, yaitu elektrofilik kuat, kemudian menyerang cincin aromatik. Mononitrotoluen diproduksi dengan proses nitration toluen hampir sama dengan mekanisme yang terjadi pada proses nitrobenzen. Kehadiran gugus metil pada cincin aromatis memfasilitasi proses nitration toluen, dan mengakibatkan penurunan oksidasi yang membawa dampak dengan terbentuknya produk samping yang tidak diinginkan. Nitration toluen biasanya berjalan pada suhu yang lebih rendah dibanding kebutuhan proses nitration benzen untuk meminimalkan produk oksidatif samping. Oleh karena itu, kecepatan reaksi nitration toluen lebih cepat dari benzen, kondisi temperatur yang lebih rendah juga akan mengurangi pembentukan dinitrotoluen. (Kirk Othmer, 1996).

## BAB II

### PERANCANGAN PRODUK

Untuk memenuhi kualitas produk sesuai target pada perancangan pabrik ini, maka mekanisme pembuatan mononitrotoluena dirancang berdasarkan variabel utama yaitu : spesifikasi produk, spesifikasi bahan baku dan pengendalian kualitas.

#### 2.1 Spesifikasi Produk

##### 1. Spesifikasi Produk

###### a. Mononitrotoluena

Mononitrotoluena hasil produksi adalah mononitrotoluena dengan kemurnian yang tinggi untuk memenuhi kebutuhan mononitrotoluena industri dengan spesifikasi sebagai berikut:

###### a. Sifat Fisika

Rumus molekul :  $C_6H_4CH_3NO_2$

Fasa : Cair

Berat molekul : 137,138 g/mol

Titik cair :  $-4,1^\circ C$

Titik didih :  $222,3^\circ C$

*Specific gravity* :  $1,163 \text{ g/cm}^3$

(Yaws,1999)

Kelarutan dalam air : 0,54 g/L pada suhu  $25^\circ C$

(Lange's,1999)

Temperatur kritis :  $460^\circ C$

Tekanan kritis : 37,5 bar

Kapasitas panas fasa cair :  $224 - 0,378 T + 0,00105 T^2$

(Yaws,1999)

Kadar : 99,7 %

Impuritis  $H_2O$  : 0,3 %

b. Sifat Kimia

Dapat dioksidasi menjadi m-nitrobenzoic acid dengan asam kromat dalam larutan alkali.

2. Asam Sulfat

Asam sulfat digunakan sebagai katalis, diperoleh dari PT. Indonesia Acid Industry, dengan spesifikasi sebagai berikut:

Rumus molekul	: $H_2SO_4$
Fasa	: Cair
Berat molekul	: 98
Titik didih	: $337,15^{\circ}C$
Titik lebur	: $10^{\circ}C$
Densitas	: 1,84 g/ml
Kelarutan dalam air	: Air dingin ( $\infty$ ) Air panas ( $\infty$ )
Temperatur kritis	: $651,85^{\circ}C$
Tekanan kritis	: 64 bar
Kapasitas panas fasa cair	: $59,8 + 0,395 T - 5,21E-04 T^2 + 3,12E-07 T^3 - 7,06E-11 T^4$

(Yaws.1999)

Kadar	: 98%
Impuritis $H_2O$	: 2 %

(data pabrik PT. Indonesia Acid Industry)

## 2.2 Spesifikasi Bahan Baku

a. Toluena

Toluena yang digunakan sebagai bahan baku adalah Toluena dari PT.Pertamina (Persero) RU IV Cilacap, dengan spesifikasi sebagai berikut:

Rumus molekul	: $C_6H_5CH_3$
Fasa	: Cair

Berat Molekul	: 92,141 g/mol
Titik didih	: 110,63 °C
Titik leleh	: -95 °C
Temperatur kritis	: 318,64 °C
Densitas	: 0,866 g/ml
Viskositas	: 0,5068 cP
Kelarutan dalam air	: 0,561 g/L pada suhu 30 °C
Tekanan kritis	: 41,08 bar
Kapasitas panas fase cair	: $140,14 - 0,1523 T + 6,95E-04 T^2$
	(Yaws,1999)
Impuritis	: H <sub>2</sub> O 1 %
	(data pabrik PT.Pertamina (Persero) Cilacap)

b. Asam Nitrat

Asam nitrat yang digunakan sebagai bahan baku adalah asam nitrat dari PT. Multi Nitrotama Cikampek Indonesia yang berlokasi di Cikampek, spesifikasi asam nitrat adalah sebagai berikut:

a. Sifat Fisika

Rumus molekul	: HNO <sub>3</sub>
Fasa	: Cair
Berat molekul	: 63,02 g/mol
Titik cair	: -42 °C
Titik didih	: 86 °C
Densitas	: 1,504 g/ml
Viskositas	: 0,761 cP
Kemurnian	: 63 %
Impuritis H <sub>2</sub> O	: 37 %
Kelarutan dalam air	: Air dingin (∞)

Air panas (∞)

(data pabrik PT. Multi Nitrotama, Cikampek)

Temperatur kritis : 246,85 °C

Tekanan kritis : 68,901 bar

Kapasitas panas fasa cair :  $131,25 - 0,1219 T + 0,00017 T^2$

(Yaws, 1999)

#### b. Sifat Kimia

Asam nitrat adalah suatu asam monobasa yang kuat, yang mudah bereaksi dengan alkali, oksida dan senyawa basa dalam bentuk garam. Asam nitrat merupakan senyawa yang berperan dalam proses nitrasi sebagai nitrating agent.

### 2.3 Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas (*Quality Control*) pada pabrik mononitrotoluene ini dapat di definisikan sebagai suatu aktivitas agar diperoleh barang hasil jadi yang kualitasnya sesuai dengan standar yang diinginkan. Pengendalian dan pengawasan jalannya operasi dilakukan dengan alat pengendalian yang berpusat di *control room*, dilakukan dengan cara *automatic control* yang menggunakan indikator. Apabila terjadi penyimpangan pada indikator yang telah ditetapkan baik itu *flow rate* bahan baku atau produk, *level control*, maupun *temperature control*, dapat diketahui dari sinyal atau tanda yang diberikan yaitu nyala lampu, bunyi alarm dan sebagainya. Bila terjadi penyimpangan, maka penyimpangan tersebut harus dikembalikan pada kondisi atau *set* semula baik secara manual atau otomatis.

Beberapa alat kontrol yang dijalankan yaitu, kontrol terhadap kondisi operasi baik tekanan maupun suhu. Alat kontrol yang harus diset pada kondisi tertentu antara lain :

- *Level control*

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

- *Flow rate*

Merupakan alat yang dipasang pada aliran bahan baku, aliran masuk dan aliran keluar proses.

- *Temperature control*

Merupakan alat yang dipasang di dalam setiap alat proses. Jika belum sesuai dengan kondisi yang ditetapkan, maka akan timbul tanda/isyarat berupa suara dan nyala lampu.

### **2.3.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku**

Pendekatan bahan baku merupakan pendekatan terhadap kualitas bahan baku yang akan digunakan dalam proses produksi. Kualitas bahan baku ini akan mempengaruhi kualitas produk akhir yang akan diproduksi. Untuk produk tertentu kualitas bahan baku akan sangat mempengaruhi pembentukan kualitas produk akhir. Dalam pra rancangan ini, jika proses produksi dilaksanakan secara wajar dengan bahan baku yang baik akan diperoleh produk akhir yang baik, demikian pula sebaliknya. Dalam keadaan demikian biasanya perusahaan akan mempergunakan pendekatan bahan baku dalam melaksanakan pengawasannya.

### **2.3.2 Pengendalian Kualitas Proses**

Pendekatan kedua yang perlu diperhatikan oleh pihak pengendalian kualitas adalah pendekatan terhadap kualitas proses yang dilaksanakan dalam kegiatan

produksi. Hal ini perlu diperhatikan karena walaupun bahan baku yang dipergunakan memiliki kualitas yang tinggi, akan tetapi jika kualitas proses tidak mengikuti persyaratan yang telah ditentukan, maka kemungkinan besar kualitas produk akhir tidak akan memuaskan. Pada perusahaan tertentu kualitas proses produksi sangat mempengaruhi kualitas produk akhir sehingga untuk pengawasan kualitasnya perlu ditekankan pada pengendalian kualitas proses yang sedang berlangsung.

### **2.3.3 Pengendalian Kualitas Produk**

Selain memperhatikan kualitas bahan baku dan kualitas proses produksi, perlu pula dilakukan pengujian dan pengetesan terhadap produk akhir sebagai upaya pembentukan kualitas produk akhir. Dengan adanya pendekatan produk akhir ini, akan dapat diyakinkan bahwa produk yang keluar dari perusahaan benar-benar merupakan produk yang dapat dipertanggungjawabkan kualitasnya. Pendekatan ini akan mencakup langkah-langkah mempertahankan standar kualitas produk yang berlaku dan upaya pengembangan kualitas tersebut dimasa yang akan datang. Pengendalian kualitas dalam hal ini tidak hanya untuk produk itu sendiri, tetapi itu juga meliputi pengepakan label, dan sebagainya dan termasuk dokumen-dokumen yang akan memudahkan konsumen dalam menggunakan produk itu.

## BAB III

### PERANCANGAN PROSES

#### 3.1 Uraian Proses

1. Proses persiapan bahan baku

Bahan baku toluena pada suhu 30 °C yang berasal dari tangki penyimpanan (T-01) dialirkan menuju reaktor (R-01), pada suhu campuran 36 °C selanjutnya di alirkan pada *Heat exchanger* (HE-02) untuk dinaikkan suhunya menjadi 50 °C. Pada *mixer* (M-01) terjadi proses pencampuran antara asam-asam dari *fresh feed* dengan asam-asam dari *recycle* dan H<sub>2</sub>O untuk proses pengenceran, suhu campuran didalam *mixer* (M-01) 48 °C suhunya dinaikkan dengan *Heat exchanger* (HE-01) menjadi 50 °C.

2. Proses reaksi nitrasi

Bahan baku keluar dari *mixer* (M-01) dialirkan menuju reaktor alir tangki berpengaduk (R-01). Dimana komposisi asam campuran adalah 33% HNO<sub>3</sub>, 39% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 28% H<sub>2</sub>O. Bahan baku tersebut masuk melalui puncak reaktor, dengan perbandingan mol asam nitrat dan toluene didalam reaktor adalah 1:1,05 yang dialirkan secara kontinyu. Reaksi nitrasi antara toluena dan asam campuran ini berlangsung pada suhu 50 °C dengan tekanan 1 atm, reaksi bersifat endotermis karena membutuhkan panas dari lingkungan. Untuk menjaga suhu reaktor agar tidak lebih dari 50 °C maka diperlukan pemanas. Pemanas reaktor menggunakan air yang masuk pada suhu 45 °C dan keluar pada suhu 30 °C, dengan jenis koil pemanas. Produk yang diperoleh dari reaktor adalah Mononitrotoluena (MNT). Produk samping berupa air dan sisa reaktan berupa toluena dan asam campuran. Produk keluar reaktor selanjutnya diumpankan ke unit pemurnian.

3. Proses pemurnian hasil

Pada proses pemurnian hasil ada tiga tahapan proses, yaitu:

- a. Pemisahan fasa organik dan fasa anorganik

Produk keluar reaktor pada suhu 50 °C, dimasukkan kedalam dekanter (D-01) untuk memisahkan fase organik dan anorganik. Dekantasi dapat dilakukan karena kedua fase cair tidak saling melarutkan, dan memiliki beda rapat massa yang besar, dimana fase organik merupakan fasa ringan karena memiliki rapat massa kecil keluar dari dekanter menuju menara distilasi, dan fase anorganik yang merupakan fase besar karena memiliki rapat massa besar keluar dari dekanter menuju evaporator.

b. Pemurnian dengan penguapan

Larutan dari dekanter (D-01) dengan suhu 50 °C, dinaikkan suhunya dengan heat exchanger menjadi 110 °C dan diumpungkan ke evaporator (EV-02). Hasil bawah menara distilasi berupa mononitrotoluena dengan kemurnian 99% dengan impuritis H<sub>2</sub>O 1 % dilewatkan pendingin untuk diturunkan suhunya dan selanjutnya disimpan di tangki penyimpanan produk (T-04).

c. Penguapan dan pemekatan menggunakan evaporator

Hasil bawah dekanter dialirkan kedalam evaporator untuk diuapkan dan dipekatan dimana hasil atas evaporator berupa gas HNO<sub>3</sub> dengan impuritis H<sub>2</sub>O masuk UPL, selanjutnya hasil bawah evaporator berupa sisa H<sub>2</sub>O, sisa toluena dan MNT serta H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dialirkan oleh arus recycle menuju mixer (M-01).

### 3.2 Spesifikasi Alat

Spesifikasi alat pada pabrik mononitrotoluene dirancang dengan beberapa pertimbangan efisiensi dan optimasi proses. Adapun spesifikasi pada masing-masing alat yang digunakan dalam pabrik mononitrotoluene dari toluene dan asam nitrat yaitu :

1. Tangki penyimpanan Toluene

- Fungsi : Untuk menyimpan toluene (C<sub>7</sub>H<sub>8</sub>).

- Kode : T-01
- Kondisi :  $T = 35^{\circ}\text{C}$   
 $P = 1\text{ atm}$
- Bahan : *Stainless Steel 316 AISI*
- Tipe : Tangki silinder tegak dengan *flat bottomed* dan  
*Conical Roof*
- Waktu penyimpanan : 7 hari
- Jumlah : 1
- Volume :  $712,2711\text{ m}^3$
- Dimensi tangki : Diameter = 17,6 m  
Tinggi = 8,8 m
- Harga : \$ 164,996

## 2. Tangki penyimpanan asam sulfat

- Fungsi : Untuk menyimpan bahan baku asam sulfat  
( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) 98%.
- Kode : T-03
- Kondisi :  $T = 35^{\circ}\text{C}$   
 $P = 1\text{ atm}$
- Bahan : *Stainless Steel 316 AISI*
- Tipe : Tangki silinder tegak dengan *flat bottomed* dan  
*Conical Roof*
- Waktu penyimpanan : 7 hari
- Jumlah : 1

- Volume : 28,3954 m<sup>3</sup>
- Dimensi tangki : Diameter = 6,0096 m  
Tinggi = 3,0048 m
- Harga : \$ 111,771

### 3. Tangki penyimpanan asam nitrat

- Fungsi : Untuk menyimpan bahan baku asam nitrat  
(HNO<sub>3</sub>)
- Kode : T-02
- Kondisi : T = 35°C  
P = 1 atm
- Bahan : *Stainless Steel* 316 AISI
- Tipe : Tangki silinder tegak dengan *flat bottomed* dan  
*Conical Roof*
- Waktu penyimpanan : 7 hari
- Jumlah : 1
- Volume : 528,6748 m<sup>3</sup>
- Dimensi tangki : Diameter = 15,9278 m  
Tinggi = 7,9639 m
- Harga : \$ 159,230

### 4. Tangki penyimpanan mononitrotoluene

- Fungsi : Untuk menyimpan produk mononitrotoluene
- Kode : T-04
- Kondisi : T = 35°C

$$P = 1 \text{ atm}$$

- Bahan : *Stainless Steel 316 AISI*
- Tipe : Tangki silinder tegak dengan *flat bottomed* dan *Conical Roof*
- Waktu penyimpanan : 7 hari
- Jumlah : 1
- Volume : 789,0599 m<sup>3</sup>
- Dimensi tangki : Diameter = 18,2025 m  
Tinggi = 9,1012 m
- Harga : \$ 167,103

#### 5. Reaktor (R)

- Fungsi : Untuk mereaksikan Toluene dan asam nitrat .
- Jenis : RATB (Reaktor Alir Tangki Berpengaduk)
- Kondisi : T = 50°C  
P = 1 atm
- Bahan : *Stainless steel SA-167*
- Jumlah : 1
- Volume : 10,7269 m<sup>3</sup>
- Dimensi tangki :
  - Diameter = 2,0164 m
  - Tinggi = 4,0328 m
  - Tebal dinding = 3/16 in

- Tebal head = ¼ in
- Jenis head = *Flanged and dished head* (torispherical)
- Suhu masuk = 50°C
- Spesifikasi koil R-01
  - Panjang koil = 3,6386 m
  - Diameter koil = 1,8288 m
  - Jumlah lengkungan = 3
  - NPS = 1/2 in IPS, sch. no. 40
- Jumlah baffle = 4
- Jumlah blade = 6
- Lebar baffle = 0,0858 m
- Jenis pengaduk = *Flat Blade Turbine Impellers*
- Jumlah pengaduk = 1 buah
- Tinggi cairan = 2,3651 m
- Diameter pengaduk = 0,6064 m
- Lebar pengaduk = 0,1262 m
- Tenaga pengaduk = 4,5 Hp
- Harga : \$ 314,136

#### 6. Dekanter

- Fungsi : Memisahkan Mononitrotoluene dan dari bahan lainnya .
- Jenis : Silinder horizontal
- Kode : D-01

- Kondisi : T = 50°C  
P = 1 atm
- Bahan : *Stainless steel SA-283*
- Jumlah : 1
- Dimensi tangki :
  - Diameter = 1,1856 m
  - Panjang = 3,5567 m
  - Tebal *shell* = 0,25 in
  - Tebal *head* = 1/4 in
  - Waktu tinggal = 0,3334 jam
- Harga : \$ 12,086

#### 7. *Evaporator* (EV-01)

- Fungsi : Memekatkan larutan yang mengandung zat yang sulit menguap ( $H_2SO_4$ ) dan pelarut yang mudah menguap, dengan cara menguapkan sebagian pelarutnya (air).
- Jenis : *Vertical tube evaporator, single effect*
- Kode : EV-01
- Kondisi : T = 50°C  
P = 1 atm
- Bahan : *Stainless steel*
- Jumlah : 1
- Volume : 5,4357 m<sup>3</sup>

- Dimensi *shell* :
  - Diameter = 19,25 in = 0,489 m
  - *Baffle spacing* = 9,63 in
- Dimensi *tube* :
  - Diameter luar = 0,75 in = 0,0254 m
  - Diameter dalam = 23,25 in = 0,5905 m
  - Panjang = 12 ft
  - *Pitch* = 3/4 in on 1 in tirangular pitch 8-P
- Harga : \$ 264,016

#### 8. *Evaporator* (EV-02)

- Fungsi : Memekatkan larutan yang mengandung zat yang sulit menguap ( $H_2SO_4$ ) dan pelarut yang mudah menguap, dengan cara menguapkan sebagian pelarutnya (air).
- Jenis : *Vertical tube evaporator, single effect*
- Kode : EV-02
- Kondisi : T = 150°C  
P = 1 atm
- Bahan : *Stainless steel*
- Jumlah : 1
- Volume : 6,3236 ft<sup>3</sup>
- Dimensi *shell* :
  - Diameter = 19,25 in = 0,489 m

- *Baffle spacing* = 9,63 in
- Dimensi *tube* :
  - Diameter luar = 0,75 in = 0,0254 m
  - Diameter dalam = 1,03 in = 0,0262 m
  - Panjang = 12 ft
  - *Pitch* = 3/4 in on 1 in tirangular pitch 4-P
- Harga : \$ 188,762

#### 9. Heater-01

- Fungsi : Untuk memanaskan toluene menuju reaktor.
- Kode : HE-01
- Tipe : *Double pipe heat exchanger (hairpin)*
- Panjang pipa : 12 ft
- Jumlah *hairpin* : 1
- Spesifikasi pipa dalam :
  - Diameter luar = 1,66 in
  - Diameter dalam = 1,38 in
  - *Pressure drop* = 0,2364 psia
- Spesifikasi pipa luar :
  - Diameter luar = 2,38 in
  - Diameter dalam = 2,067 in
  - *Pressure drop* = 0,4683 psia

- Luas transfer panas : 7,464ft<sup>2</sup>
- Koefisien transfer panas bersih (Uc) : 30,2077 BTU/jam.ft<sup>2</sup>.°F
- Koefisien transfer panas kotor ( Ud) : 20
- Suhu steam :in = 110°C  
Out = 110°C
- Faktor kotor total (Rd) : 0,0169 jam. ft<sup>2</sup>.°F/BTU
- Harga : \$ 1,108

#### 10. Heater-02

- Fungsi : Untuk memanaskan umpan keluaran Mixer menuju reaktor.
- Kode : HE-02
- Tipe : *Double pipe heat exchanger (hairpin)*
- Panjang pipa : 12 ft
- Jumlah *hairpin* : 1
- Spesifikasi pipa dalam :
  - Diameter luar = 1,66 in
  - Diameter dalam = 1,38 in
  - *Pressure drop* = 0,5465 psia
- Spesifikasi pipa luar :
  - Diameter luar = 2,38 in
  - Diameter dalam = 2,067 in
  - *Pressure drop* = 0,2093 psia

- Luas transfer panas : 7,464ft<sup>2</sup>
- Koefisien transfer panas bersih (Uc) : 21,3935 BTU/jam.ft<sup>2</sup>.°F
- Koefisien transfer panas kotor ( Ud) : 20
- Suhu steam :in = 110°C  
Out = 110 °C
- Faktor kotor total (Rd) : 0,00326 jam. ft<sup>2</sup>.°F/BTU
- Harga : \$ 1,350

#### 11. Heater-03

- Fungsi : Untuk memanaskan keluaran Dekanter menuju evaporator - 02
- Kode : HE-03
- Tipe : *Double pipe heat exchanger (hairpin)*
- Panjang pipa : 12 ft
- Jumlah *hairpin* : 1
- Spesifikasi pipa dalam :
  - Diameter luar = 1,66 in
  - Diameter dalam = 1,38 in
  - *Pressure drop* = 0,3013 psia
- Spesifikasi pipa luar :
  - Diameter luar = 2,38 in
  - Diameter dalam = 2,067 in
  - *Pressure drop* = 0,00123 psia

- Luas transfer panas : 7,464ft<sup>2</sup>
- Koefisien transfer panas bersih (Uc) : 21,3935 BTU/jam.ft<sup>2</sup>.°F
- Koefisien transfer panas kotor ( Ud) : 20
- Suhu steam :in = 110°C  
Out = 110°C
- Faktor kotor total (Rd) : 0,00326 jam. ft<sup>2</sup>.°F/BTU
- Harga : \$ 1,330

## 12. Cooler-01

- Fungsi : Untuk mendinginkan produk menuju tanki penyimpanan.
- Kode : CL-01
- Tipe : *Double pipe heat exchanger (Hairpin)*
- Panjang pipa : 12 ft
- Jumlah *hairpin* : 1
- Spesifikasi pipa dalam :
  - Diameter luar = 1,66 in
  - Diameter dalam = 1,38 in
  - *Pressure drop* = 0,0181 psia
- Spesifikasi pipa luar :
  - Diameter luar = 2,38 in
  - Diameter dalam = 2,067 in
  - *Pressure drop* = 0,6758 psia

- Luas transfer panas : 7,464 ft<sup>2</sup>
- Koefisien transfer panas bersih (Uc) : 13,8847 BTU/jam.ft<sup>2</sup>.°F
- Koefisien transfer panas kotor (Ud) : 13 BTU/jam.ft<sup>2</sup>.°F
- Faktor kotor total (Rd) : 0,005 jam.ft<sup>2</sup>.°F/BTU
- Harga : \$ 4,051

### 13. Cooler-02

- Fungsi : Untuk mendinginkan bahan keluaran kondensor menuju reaktor (recycle).
- Kode : CL-02
- Tipe : *Double pipe heat exchanger (hairpin)*
- Panjang pipa : 12 ft
- Jumlah *hairpin* : 1
- Spesifikasi pipa dalam : 7,464
  - Diameter luar = 1,66 in
  - Diameter dalam = 1,38 in
  - *Pressure drop* = 0,0027 psia
- Spesifikasi pipa luar :
  - Diameter luar = 2,38 in
  - Diameter dalam = 2,067 in
  - *Pressure drop* = 0,244 psia
- Luas transfer panas : 7,464 ft<sup>2</sup>
- Koefisien transfer panas bersih (Uc) : 10,9997 BTU/jam.ft<sup>2</sup>.°F

- Koefisien transfer panas kotor (Ud) : 10 BTU/jam.ft<sup>2</sup>.°F
- Faktor kotor total (Rd) : 0,0091 jam.ft<sup>2</sup>.°F/BTU
- Harga : \$ 4,389

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

- Fungsi : Mengalirkan bahan baku toluene dari tangki (T-01) sebanyak 1,2202 kg/jam.
- Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, hisap tunggal, mix flow)*
- Jumlah : 2
- Kapasitas : 0,0165 gpm
- Tenaga pompa : 0,00004597Hp
- Tenaga motor : 0,5 Hp
- Ukuran pipa : IPS 3/4, Sch No. 40
- Harga : \$ 12,154

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

- Fungsi : Mengalirkan bahan baku asam nitrat dari tangki (T-02) sebanyak 2116,8249 kg/jam.
- Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, hisap tunggal, mix flow)*
- Jumlah : 2
- Kapasitas : 21,2053 Gpm

- Tenaga pompa : 0,1386 Hp
- Tenaga motor : 0,5 Hp
- Ukuran pipa : IPS 1/2, Sch No. 40
- Harga : \$ 19,356

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

- Fungsi : Mengalirkan asam nitrat dari (T-03 ) sebanyak 2501,7021 kg/jam.
- Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, hisap tunggal, mix flow)*
- Jumlah : 2
- Kapasitas : 21,1737 gpm
- Tenaga pompa : 5,8677 Hp
- Tenaga motor : 6 Hp
- Ukuran pipa : IPS 1, Sch No. 40
- Harga : \$ 24,533

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

- Fungsi : Mengalirkan asam nitrat dan asam sulfat dari mixer (M- 01) ke reaktor (R-01) sebanyak 4618,5270 kg/jam.
- Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, hisap tunggal, mix flow)*
- Jumlah : 2
- Kapasitas : 186,6720 gpm

- Tenaga pompa : 2,1106Hp
- Tenaga motor : 3 Hp
- Ukuran pipa : IPS 1, Sch No. 40
- Harga : \$ 24,533

## 18. Pompa (P-05)

- Fungsi : Mengalirkan produk dari reaktor (R-01) ke dekanter (D-01) sebanyak 9695,5994 kg/jam.
- Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, hisap tunggal, mix flow)*
- Jumlah : 2
- Kapasitas : 21,1247 gpm
- Tenaga pompa : 0,7086 Hp
- Tenaga motor : 1 Hp
- Ukuran pipa : IPS 1, Sch No. 40
- Harga : \$ 24,533

## 19. Pompa (P-06)

- Fungsi : Mengalirkan produk dari reaktor (D-01) ke evaporator (EV-02) sebanyak 4711,0147 kg/jam.
- Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, hisap tunggal, mix flow)*
- Jumlah : 2

- Kapasitas : 30,4437 gpm
- Tenaga pompa : 0,6436 Hp
- Tenaga motor : 1 Hp
- Ukuran pipa : IPS 1, Sch No. 40
- Harga : \$ 24,533

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

- Fungsi : Mengalirkan produk dari dekanter (D-01) ke evaporator (EV-01) sebanyak 4981,9239 kg/jam.
- Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, hisap tunggal, mix flow)*
- Jumlah : 2
- Kapasitas : 16,3758 gpm
- Tenaga pompa : 0,3773 Hp
- Tenaga motor : 0,5 Hp
- Ukuran pipa : IPS 3/8, Sch No. 40
- Harga : \$ 17,330

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

- Fungsi : Mengalirkan recycle 1 ke mixer (M-01) sebanyak 2555,4181 kg/jam.
- Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, hisap tunggal, mix flow)*
- Jumlah : 2

- Kapasitas : 7,1153 gpm
- Tenaga pompa : 0,09627 Hp
- Tenaga motor : 0,5 Hp
- Ukuran pipa : IPS 3/8, Sch No. 40
- Harga : \$ 17,330

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

- Fungsi : Mengalirkan produk dari dekanter (DEC-01) ke tangki (T-03) sebanyak 1515,1515 kg/jam.
- Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, hisap tunggal, mix flow)*
- Kapasitas : 9,9912 gpm
- *Head* : 8,3846 ft = 2,5556 m
- Tenaga pompa : 0,0849 Hp
- Tenaga motor : 0,25 Hp Standar NEMA
- Ukuran pipa : IPS 1, Sch No. 40
- Harga : \$ 24,533

#### 23. Condensor (CD-01)

- Fungsi : Mengembunkan uap air dan asam sulfat dari hasil atas evaporator (EV-01).
- Jenis : *Shell and tube horizontal condensor*
- Dimensi alat :

➤ Dimensi *shell*

Diameter dalam = 15,25 in

*Baffle spacing* = 7,625 in

*Passes* = 2

➤ Dimensi *tube*

Diameter luar = 1 in

Diameter dalam = 0,732 in

Jumlah *tube* = 56

Jumlah hairpin = 28 buah

Panjang = 16 ft

*Pitch* = 1 ¼ in, *square pitch*

*Passes* = 2

- Luas transfer panas : 233,279 ft<sup>2</sup>
- Koefisien transfer panas bersih (Uc) : 95,6967 BTU/jam.ft<sup>2</sup>.°F
- Koefisien transfer panas kotor (Ud) : 6 BTU/jam.ft<sup>2</sup>.°F
- Faktor kotor total (Rd) : 0,1601 jam.ft<sup>2</sup>.°F/BTU
- Harga : \$ 31,060

### 3.3 Perencanaan Produksi

#### 3.3.1 Kapasitas Perancangan

Pemilihan kapasitas perancangan didasarkan pada kapasitas dari pabrik sejenis yang telah berdiri. Kebutuhan akan Mononitrotoluene dari tahun ke tahun semakin meningkat, mengingat mononitrotoluene merupakan produk intermediet yang biasa

digunakan oleh pabrik-pabrik lain terutama pabrik yang membutuhkan mononitrotoluene dalam produksi produknya.

### 3.3.2 Perencanaan Bahan Baku dan Alat Proses

Dalam menyusun rencana produksi secara garis besar ada dua hal yang perlu diperhatikan, yaitu faktor eksternal dan faktor internal. Faktor eksternal adalah faktor yang menyangkut kemampuan pasar terhadap jumlah produk yang dihasilkan, sedangkan faktor internal adalah kemampuan pabrik.

#### a. Kemampuan pasar

Dapat dibagi menjadi 2 kemungkinan, yaitu :

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

#### b. Kemampuan pabrik

Pada umumnya pabrik ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain :

- Material (bahan baku)

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

- Manusia (tenaga kerja)

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

- Mesin (peralatan)

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

## **BAB IV**

### **PERANCANGAN PABRIK**

#### **4.1 Lokasi Pabrik**

Lokasi suatu pabrik kimia memberikan kontribusi yang besar bagi kesuksesan bisnis berbasis kimia. Sebuah pabrik idealnya memiliki lokasi yang memberikan biaya produksi dan distribusi minimum. Selain itu kemungkinan adanya perluasan pabrik serta lingkungan yang kondusif juga harus dipertimbangkan agar operasi pabrik dapat berjalan lancar.

Dalam menentukan lokasi pabrik digunakan *scoring metode* dimana penentuan ini didasarkan pada nilai yang tertinggi dari beberapa lokasi yang terpilih. Penentuan lokasi ini juga harus di tinjau dari segi ekonomi yaitu berdasarkan *return on investment* yang merupakan prosentasi pengembalian modal pertahun.

Berdasarkan beberapa pertimbangan, maka *Pabrik Mononitrotoluene* dengan kapasitas 35.000 ton/tahun ini direncanakan akan didirikan di daerah Cilacap, Jawa Tengah. Penentuan lokasi pabrik didasarkan pada pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut :

##### **4.1.1 Faktor Primer**

###### **a. Ketersediaan bahan baku**

Bahan baku utama untuk memproduksi mononitrotoluena adalah toluene dan asam nitrat. Katalis yang digunakan adalah asam sulfat yang diperoleh dari PT. Indonesia Acid Industry. Bahan terssebut dapat diperoleh dari beberapa industry kimia di Indonesia. Toluena dapat diperoleh dari PT.

Pertamina (Persero) RU IV yang berlokasi di Cilacap, Jawa Tengah. Asam nitrat dapat diperoleh dari PT. Multi Nitrotama Kima, Cikampek.

b. Ketersediaan sumber energi

Kebutuhan tenaga dan steam sangatlah tinggi pada sebagian besar pabrik kimia, dan biasanya dibutuhkan ketersediaan bahan bakar untuk memenuhi kebutuhan ini. Daerah Cilacap, Jawa Tengah merupakan kawasan industri sehingga penyediaan bahan bakar untuk generator dapat dengan mudah terpenuhi, sedangkan listrik untuk keperluan proses dan perkantoran disediakan dari PLN setempat.

c. Lokasi pasar

Mononitrotoluena merupakan bahan yang tidak dapat dikonsumsi langsung oleh masyarakat melainkan merupakan bahan antara untuk industri kimia. Oleh karena itu diusahakan lokasi pabrik dekat dengan industri yang membutuhkan Mononitrotoluena tersebut. Kawasan Cilacap merupakan kawasan industri sehingga mempunyai pemasaran yang cukup baik. Pasar konsumen bahan Mononitrotoluena ini adalah pabrik pewarna sintesis, bahan peledak, dan lain-lain, karena itu jangkauan pemasarannya dapat didistribusikan secara meluas di seluruh Indonesia dan luar negeri.

d. Sarana transportasi

Sarana transportasi yang baik dapat menunjang keberhasilan suatu pabrik kimia. Sarana transportasi yang dimaksud adalah jalan yang nyaman untuk pekerja, transportasi bahan-bahan dan peralatan yang efisien, serta pengiriman

secara cepat dan ekonomis. Tersedianya sarana transportasi darat dan laut yang memadai sehingga pengiriman barang keluar maupun ke dalam pabrik tidak mengalami kesulitan.

e. Pembuangan limbah

Limbah yang sudah diolah berada di bawah ambang batas yang telah ditentukan, sehingga dapat langsung dibuang ke sungai.

f. Ketersediaan tenaga kerja

Dengan adanya pembangunan pabrik ini, diharapkan dapat menyerap tenaga kerja dari masyarakat sekitarnya. Sedangkan untuk tenaga terdidik dapat diperoleh dari lulusan sekolah menengah atas maupun perguruan tinggi yang banyak terdapat di Jawa Tengah dan sekitarnya.

g. Penyediaan utilitas

Pabrik Mononitrotoluena memerlukan air yang cukup banyak untuk kebutuhan proses, utilitas, rumah tangga dan pemadam kebakaran. Untuk memenuhi kebutuhan ini pengadaan air diambil langsung dari saluran induk Sungai Serayu yang dekat dengan daerah Cilacap.

#### **4.1.2 Faktor Sekunder**

Faktor Sekunder yang meliputi kemungkinan perluasan, fasilitas umum, sikap masyarakat dan keamanan, kebijakan atau peraturan pemerintah setempat, kondisi geografis dan sosial budaya, perumahan dan fasilitas lain, rencana pabrik yang mendukung industri lain, penyediaan unit perbaikan dan perawatan peralatan.

a. Area perluasan pabrik

Pabrik akan didirikan di pengembangan produksi Cilacap yaitu Kawasan Industri yang jauh dari kepadatan penduduk sehingga tersedia lahan yang cukup luas dengan infrastruktur yang cukup memadai, sehingga memungkinkan adanya perluasan areal pabrik dengan tidak mengganggu pemukiman penduduk.

b. Perijinan

Lokasi pabrik dipilih di wilayah Cilacap termasuk salah satu kawasan industri yang ditetapkan oleh pemerintah, sehingga memudahkan dalam permasalahan perijinan pendirian pabrik.

c. Iklim

Keadaan iklim dan cuaca di daerah Cilacap jarang terjadi gempa ataupun angin topan.

d. Prasarana dan fasilitas sosial

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

#### **4.2 Tata Letak Pabrik**

Tata letak pabrik merupakan suatu pengaturan yang optimal dari seperangkat fasilitas-fasilitas dalam pabrik. Tata letak yang tepat sangat penting untuk mendapatkan efisiensi, keselamatan, dan kelancaran kerja para pekerja serta keselamatan proses. Selain peralatan yang tercantum dalam *flow sheet* proses, beberapa bangunan fisik seperti kantor, laboratorium, bengkel, tempat ibadah, poliklinik, MCK, kantin, *fire safety*, pos penjagaan dan sebagainya hendaknya

ditempatkan sesuai dengan proseduk keamanan dan kenyamanan. Untuk mencapai kondisi yang optimal maka hal-hal yang harus diperhatikan dalam menentukan tata letak pabrik adalah:

1. Perluasan pabrik harus sudah direncanakan sejak awal sehingga masalah kebutuhan akan tempat tidak akan timbul dimasa mendatang.
2. Penentuan tata letak pabrik harus memperhatikan masalah keamanan. apabila terjadi hal-hal seperti kebakaran, ledakan, kebocoran gas atau asap beracun dapat ditanggulangi secara cepat dan tepat. Oleh karena itu ditempatkan alat-alat pengaman seperti hydrant, penampung air yang cukup, alat penahan ledakan, dan alat sensor untuk gas beracun. Tangki penyimpang bahan baku atau produk yang berbahaya diletakkan pada tempat khusus sehingga dapat dikontrol dengan baik.
3. Sistem konstruksi yang direncanakan adalah *outdoor* untuk menekan biaya bangunan dan gedung, dan juga karena iklim Indonesia memungkinkan konstruksi secara *outdoor*.
4. Lahan terbatas sehingga diperlukan efisiensi dalam pemakaian dan pengaturan ruangan/ lahan.
5. Instalasi dan utilitas juga harus diperhatikan, karena pemasangan dan distribusi yang baik dari gas, steam, dan listrik, serta utilitas lainnya akan membantu proses produksi dan perawatannya.
6. Pabrik harus memperhatikan aspek sosial dan ikut menjaga kelestarian lingkungan, batas maksimal kandungan komponen berbahaya pada limbah harus diperhatikan dengan baik. Untuk itu penambahan fasilitas pengolahan

limbah buangan diperlukan, sehingga buangan limbah tersebut tidak berbahaya bagi komunitas yang ada disekitarnya.

Secara garis besar *lay out* pabrik dibagi menjadi beberapa bagian utama, yaitu:

1. Daerah administrasi atau perkantoran

Daerah administrasi merupakan pusat kegiatan administrasi perusahaan yang mengatur kelancaran operasi dan kegiatan-kegiatan administrasi yang mana, tidak mengganggu kegiatan dan keamanan pabrik, serta harus terletak jauh dari area proses yang berbahaya.

2. Daerah fasilitas umum

Merupakan daerah penunjang segala aktivitas pabrik dalam pemenuhan kepentingan pekerja, seperti tempat parkir, tempat ibadah, kantin, dan pos keamanan.

3. Daerah proses

Merupakan pusat proses produksi dimana alat-alat proses dan pengendali ditempatkan. Daerah proses ini terletak dibagian tengah pabrik yang lokasinya tidak mengganggu. Letak aliran proses direncanakan sedemikian rupa sehingga memudahkan pemindahan bahan baku dari tangki penyimpanan serta memudahkan pengawasan dan pemeliharaan terhadap alat-alat proses. Daerah proses ini diletakkan minimal 15 meter dari bangunan-bangunan atau unit-unit lain.

4. Daerah laboratorium dan ruang kontrol

Laboratorium dan ruang kontrol sebagai pusat pengendalian proses, kualitas dan kuantitas bahan yang akan diproses, serta produk yang akan

dijual. Daerah laboratorium merupakan pusat kontrol kualitas bahan baku, produk, dan limbah proses. Sedangkan daerah ruang kontrol merupakan pusat kontrol berjalannya proses yang diinginkan (kondisi operasi baik, tekanan, temperatur, dan lain-lain yang diinginkan). Laboratorium dan ruang kontrol ini diletakkan dekat daerah proses apabila terjadi sesuatu masalah di daerah proses dapat teratasi.

#### 5. Daerah pemeliharaan

Daerah pemeliharaan merupakan tempat penyimpanan suku cadang alat proses dan untuk melakukan perbaikan, pemeliharaan atau perawatan semua peralatan yang dipakai dalam proses.

#### 6. Daerah utilitas

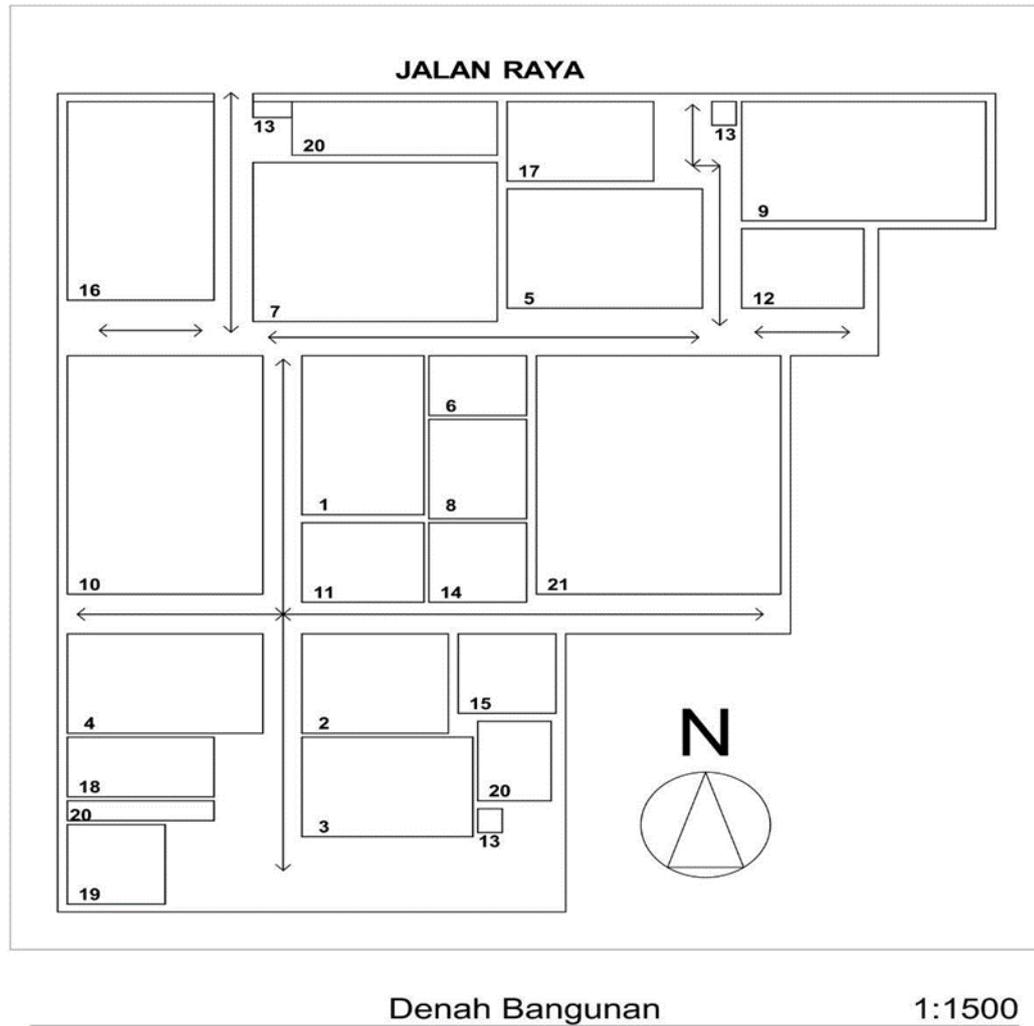
Daerah ini merupakan tempat untuk menyediakan keperluan yang menunjang berjalannya proses produksi berupa penyediaan air, steam, listrik. Daerah ini ditempatkan dekat dengan daerah proses agar sistem pemipaan lebih ekonomis. Tetapi mengingat bahaya yang dapat ditimbulkan maka jarak antara area utilitas dan area proses harus diatur sekitar 15 meter.

#### 7. Daerah pengolahan limbah

Merupakan daerah pembuangan dan pengolahan limbah hasil proses produksi.

**Tabel 4. 1 Perincian Luas Tanah**

No.	lokasi	Panjang (m)	Lebar (m)	Luas (m <sup>2</sup> )
1	Area Proses	64	38	2432
2	Area Utilitas	25	30	750
3	Bengkel	25	35	875
4	Gudang Peralatan	25	40	1000
5	Kantin	30	40	1200
6	Kantor Teknik dan Produksi	15	20	300
7	Kantor Utama	40	50	2000
8	Laboratorium	25	20	500
9	Parkir Utama	30	50	1500
10	Parkir Truk	60	40	2400
11	litbang	20	25	500
12	Poliklinik	20	25	500
13	Pos Keamanan 1	6	6	36
	Pos Keamanan 2	6	6	36
	Pos Keamanan 3	6	6	36
14	Control Room	20	20	400
15	Control Utilitas	20	20	400
16	Jembatan Timbang	50	30	1500
17	Masjid	20	30	600
18	Unit Pemadam Kebakaran	15	30	450
19	Unit Pengolahan Limbah	20	20	400
20	Taman 1	13.5	42	1701
	Taman 2	5	30	450
	Taman 3	20	15	900
21	Jalan	530	8	4400
22	Daerah Perluasan	60	50	3000
	<b>Luas Tanah</b>			<b>28266</b>
	<b>Luas Bangunan</b>			<b>17815</b>
	<b>Total</b>		726	<b>46081</b>



**Gambar 4. 1 Lay out Pabrik Mononitrotoluene**

### 4.3 Tata Letak Alat Proses

Dalam perancangan tata letak peralatan proses pada pabrik, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam menentukan *lay out* peralatan proses pada pabrik

*Lauril Sulfat*, yaitu:

1. Aliran bahan baku dan produk

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

## 2. Aliran udara

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

## 3. Cahaya

Penerangan seluruh pabrik harus memadai dan pada tempat-tempat proses yang berbahaya atau beresiko tinggi perlu adanya penerangan tambahan.

## 4. Lalu lintas manusia

Dalam perancangan *lay out* pabrik perlu diperhatikan agar pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah. Hal ini bertujuan apabila terjadi gangguan pada alat proses dapat segera diperbaiki. Keamanan pekerja selama menjalani tugasnya juga diprioritaskan.

## 5. Lalu lintas alat berat

Hendaknya diperhatikan jarak antar alat dan lebar jalan agar seluruh alat proses dapat dicapai oleh pekerja dengan cepat dan mudah supaya jika terjadi gangguan alat proses dapat segera diperbaiki.

## 6. Pertimbangan ekonomi

Dalam menempatkan alat-alat proses diusahakan dapat menekan biaya operasi dan menjamin kelancaran dan keamanan produksi pabrik.

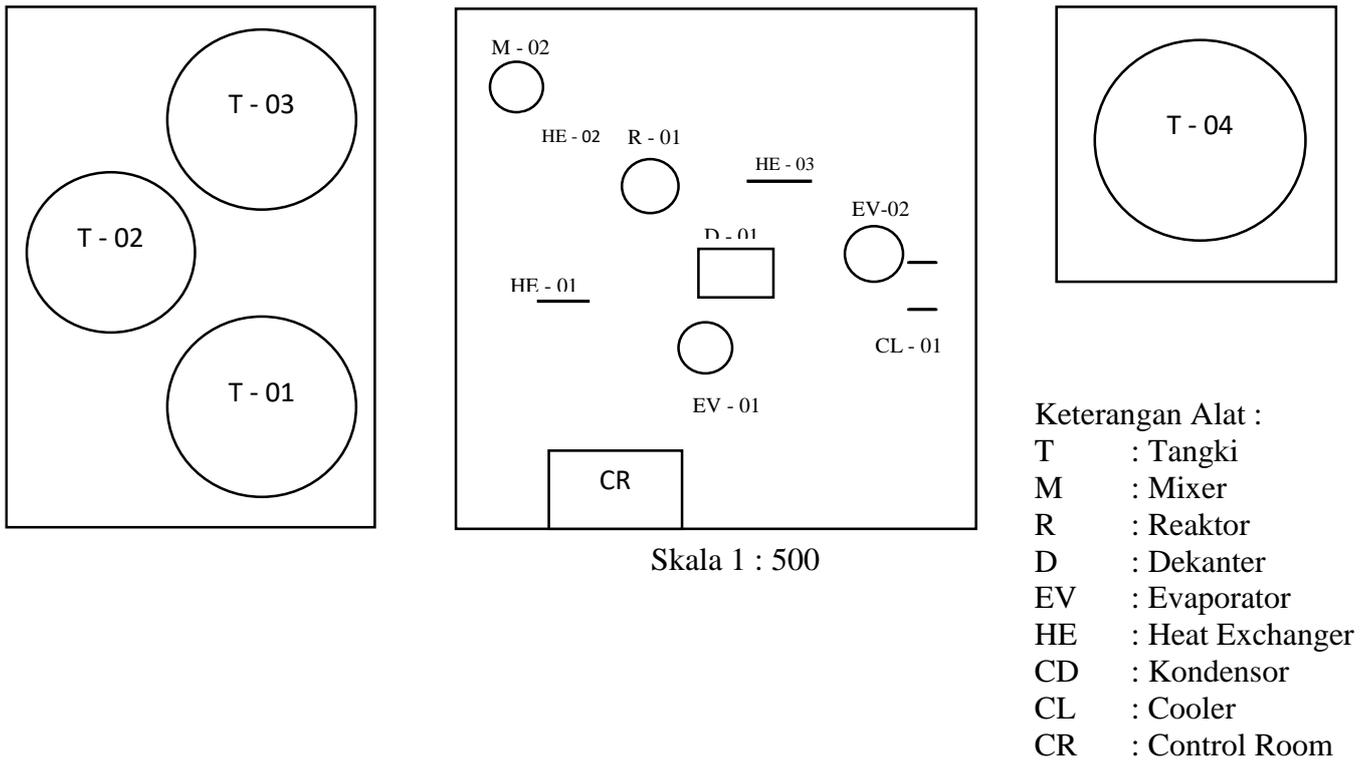
## 7. Tata letak alat proses

Dalam penempatan alat-alat proses pada pabrik diusahakan agar dapat menekan biaya operasi dan menjamin kelancaran dan keamanan produksi pabrik, sehingga dapat menguntungkan dari segi ekonomi pabrik. Tata letak alat proses harus dirancang sedemikian rupa sehingga:

- a. Kelancaran proses produksi dapat terjamin
- b. Dapat mengefektifkan penggunaan luas lantai
- c. Biaya material handling menjadi rendah dan menyebabkan menurunnya pengeluaran untuk kapasitas yang tidak penting.

## 8. Jarak antar alat proses

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



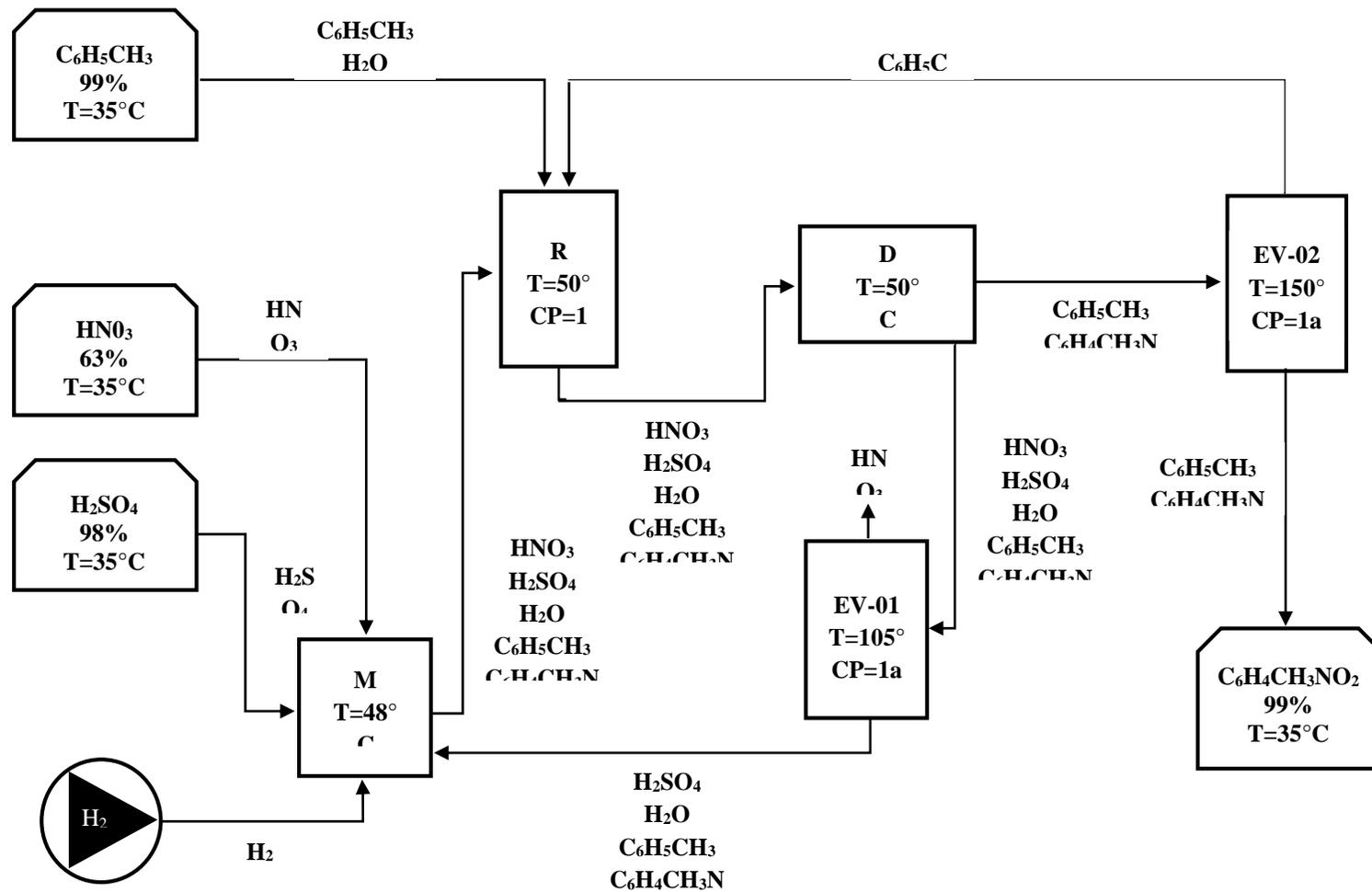
**Gambar 4. 2 Tata Letak Alat Proses**

#### 4.4 Diagram Alir Proses

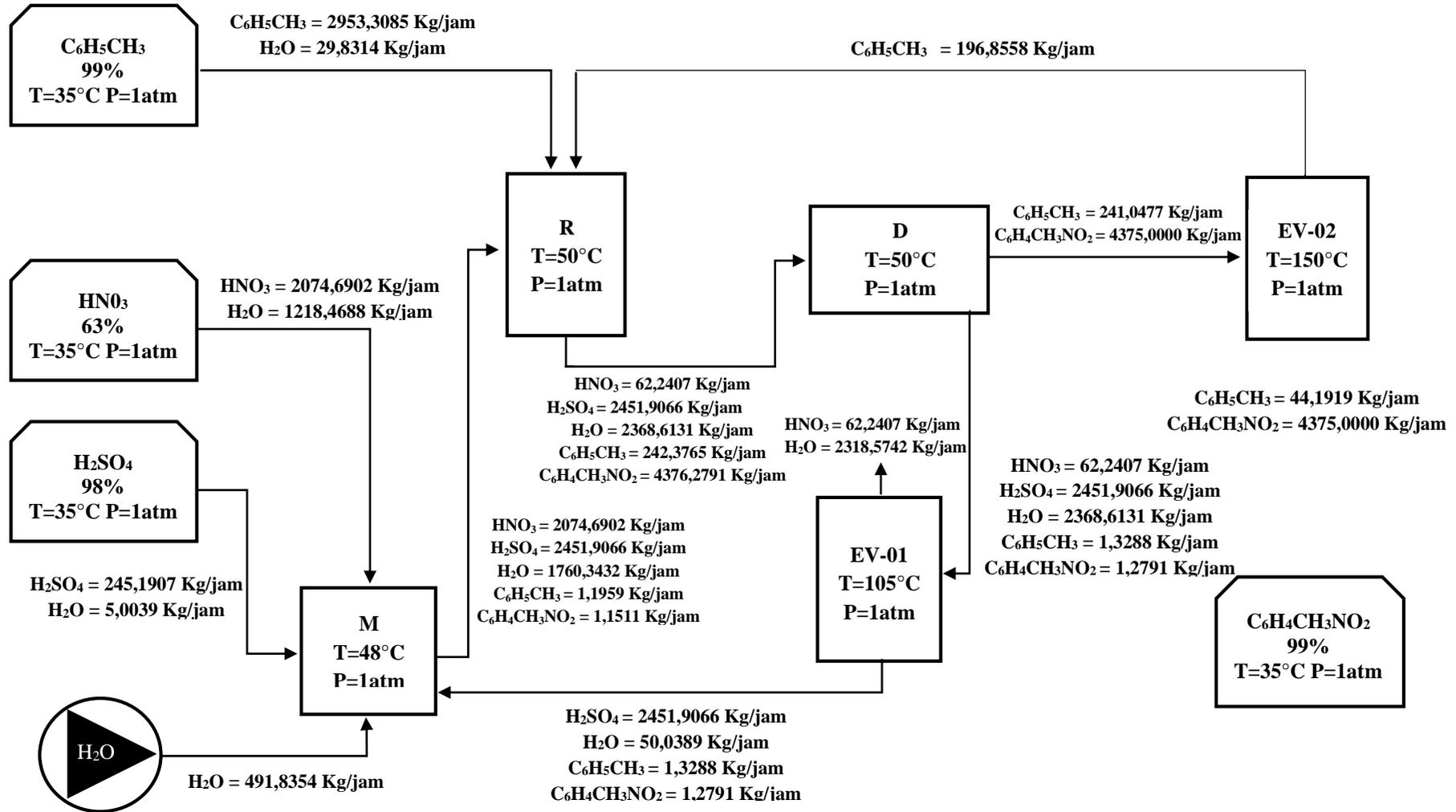
##### 4.4.1 Diagram Alir Proses

Diagram alir perancangan pabrik Mononitrotoluene dari Toluene dengan Asam campuran dapat ditunjukkan dalam dua macam, yaitu :

- a. Diagram alir kualitatif
- b. Diagram alir kuantitatif



Gambar 4. 3 Diagram Alir Kualitatif Pabrik Mononitrotoluene



Gambar 4. 4 Diagram Alir Kuantitatif Pabrik Mononitrotoluene dalam satuan (kg/jam)

## 4.4.2 Neraca Massa

Tabel 4. 2 Neraca Massa Reaktor

Komponen	Input		Output	
	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam
HNO <sub>3</sub>	2117	33.6004	63.5047457	1.0080
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	2501.7021	25.5276	2501.7021	25.5276
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH <sub>3</sub>	3247.0183	35.2937	248.5191	2.7344
C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> CH <sub>3</sub> NO <sub>2</sub>	1.1745	0.0086	4465.1564	32.5924
H <sub>2</sub> O	1828.8797	101.6044	2416.7170	134.1968
Jumlah	9695.5995	196.0346	9695.5995	196.0346

Tabel 4. 3 Neraca Massa Dekanter

Komponen	Input		Output	
	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam
HNO <sub>3</sub>	64	1.0080	63.5047457	1.0080
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	2501.7021	25.5276	2501.702103	25.5276
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH <sub>3</sub>	248.5191	2.7013	248.5191	2.7013
C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> CH <sub>3</sub> NO <sub>2</sub>	4465.1564	32.5924	4465.1564	32.5924
H <sub>2</sub> O	2416.7170	134.2621	2416.7170	134.2621
Jumlah	9695.59942	196.09132	9695.59942	196.09132

Tabel 4. 4 Neraca Massa Evaporator (EV-01)

Komponen	Input		Output	
	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam
HNO <sub>3</sub>	63.5047	1.0080	63.5047	1.0080
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	2501.7021	25.5276	2501.7021	25.5276
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH <sub>3</sub>	1.3558	0.0147	1.3558	0.0147
C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> CH <sub>3</sub> NO <sub>2</sub>	1.3050	0.0095	1.3050	0.0095
H <sub>2</sub> O	2416.7170	134.2621	2416.7170	134.2621
Jumlah	4984.58469	160.82190	4984.58469	160.82190

Tabel 4. 5 Neraca Massa Evaporator (EV-02)

Komponen	Input		Output	
	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH <sub>3</sub>	247.1633	2.6866	247.1633	2.6866
C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> CH <sub>3</sub> NO <sub>2</sub>	4463.8514	32.5829	4463.8514	32.5829
Jumlah	4711.01473	35.26941	4711.01473	35.26941

**Tabel 4. 6 Neraca Massa Mixer**

Komponen	Input				Output	
	Umpan Segar		Recycle			
	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam
HNO <sub>3</sub>	2116.8249	33.6004			2116.8249	33.6004
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	250.1702	2.5528	2251.5319	22.9748	2501.7021	25.5276
H <sub>2</sub> O	1750.1442	97.2302	45.9496	2.5528	1796.0938	99.7830
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH <sub>3</sub>			1.2202	0.0133	1.2202	0.0133
C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> CH <sub>3</sub> NO <sub>2</sub>			1.1745	0.0086	1.1745	0.0086
Jumlah	4117.1393	133.3834	2299.8762	25.5494	6417.0155	158.9328
	6417.0155		158.9328			

**4.4.3 Neraca Panas****Tabel 4. 7 Neraca Panas Reaktor**

	In	Out
	73452829.76	73462011.166
	46084076.63	46074895.22
	119536906.4	119536906.4

**Tabel 4.8 Neraca Panas Evaporator (EV-01)**

Q masuk		Q keluar	
Q9 =	46074895.2249	Q10 =	2038431.4679
Qsin =	55856902.6590	Q11 =	1040036.1365
		Qsout =	12860475.04
$\Sigma Q =$	<b>9782007.4341</b>	$\Sigma Q =$	<b>9782007.4341</b>

**Tabel 4.9 Neraca Panas Evaporator (EV-02)**

Q masuk		Q keluar	
Q9 =	46074895.2249	Q10 =	33440.3915
Qsin =	59203188.9030	Q11 =	469188.8216
		Qsout =	13630922.89
$\Sigma Q =$	<b>13128293.6781</b>	$\Sigma Q =$	<b>13128293.6781</b>

#### 4.5 Perawatan (*Maintenance*)

*Maintenance* berguna untuk menjaga saran atau fasilitas peralatan pabrik dengan cara pemeliharaan dan perbaikan alat agar produksi dapat berjalan dengan lancar dan produktifitas menjadi tinggi sehingga akan tercapai target produksi dan spesifikasi produk yang diharapkan.

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

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

a. *Over haul* 1 x 1 tahun

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

b. *Repairing*

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

Faktor-faktor yang mempengaruhi *maintenance* antara lain sebagai berikut:

a) Umur alat

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

b) Bahan baku

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

c) Tenaga manusia

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

#### 4.6 Utilitas

Unit pendukung proses atau sering disebut unit utilitas merupakan bagian penting untuk menunjang berlangsungnya suatu proses dalam pabrik. Unit pendukung proses yang terdapat dalam pabrik *Mononitrotoluene* adalah:

1. Unit pengadaan air

Unit ini bertugas menyediakan dan mengolah air untuk memenuhi kebutuhan air sebagai berikut:

- a. Air pendingin
- b. Air konsumsi umum dan sanitasi
- c. Air umpan *boiler*

2. Unit pengadaan *steam*

Unit ini bertugas untuk menyediakan kebutuhan *steam* sebagai media pemanas untuk *reboiler*

3. Unit pengadaan udara tekan

Unit ini bertugas untuk menyediakan udara tekan untuk kebutuhan instrumentasi *pneumatic*, untuk penyediaan udara tekan di bengkel dan untuk kebutuhan umum lainnya.

#### 4. Unit pengadaan listrik

Unit ini bertugas menyediakan listrik sebagai tenaga penggerak untuk peralatan proses, peralatan utilitas, peralatan elektronik atau alat-alat listrik, AC, maupun penerangan. Listrik disuplai dari PLN dan disediakan *generator* sebagai cadangan apabila listrik dari PLN mengalami gangguan.

#### 5. Unit pengadaan bahan bakar

Unit ini bertugas menyediakan bahan bakar untuk kebutuhan *generator* dan *boiler*.

#### 6. Unit pengolahan limbah

Unit ini berfungsi mengolah limbah sanitasi dan air limbah proses.

### 4.6.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air

Kebutuhan air diperoleh dari sungai yang terdekat dari lokasi pabrik, yaitu sungai Serayu. Air sungai ini diolah terlebih dahulu sebelum digunakan sesuai keperluannya sehingga memenuhi persyaratan. Kebutuhan air dalam pabrik Mononitrotoluene ini meliputi:

No.	Keperluan	Jumlah (kg/jam)
1	Keperluan Proses	1491.86
2	Cooling Water	46601.05
3	Untuk Steam	3891.89
4	Domestik Water	4057.97
5	Service Water	1000.00
	Total	57042.77

Tahap-tahap pengolahan air sebagai berikut :

### 1. Tahap Pengendapan

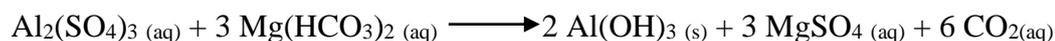
Dilakukan dalam bak pengendap awal yang terbuat dari beton, tujuannya untuk mengendapkan kotoran yang berupa lumpur, pasir, dan kotoran lain secara gravitasi.

### 2. Tahap Penggumpalan

Dilakukan dengan cara menambahkan bahan-bahan kimia untuk menggumpalkan yang tersuspensi, kemudian diendapkan. Bahan kimia yang digunakan yaitu tawas ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ), kapur ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) dan Natrium Carbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ).

#### a. Tawas ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ )

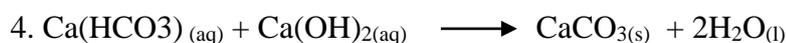
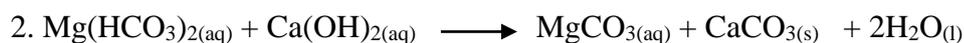
Reaksi :



#### b. Kapur ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ):

Fungsi kapur ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) adalah untuk mengurangi/menghilangkan kesadahan karbonat dan  $\text{CO}_2$  dalam air dan untuk membuat suasana basa sehingga mempermudah penggumpalan.

Reaksi :



Dari reaksi dihasilkan  $\text{CaCO}_3$  dan  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  yang insolubility terhadap air, dan mengendap.

c. Sodium Karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )

Sodium karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) berfungsi untuk mengurangi/ menghilangkan kesadahan dari senyawa-senyawa non karbonat.

Reaksi :



Dari reaksi dihasilkan  $\text{CaCO}_3$  yang insolubility terhadap air, dan mengendap.

### 3. Tahap Penyaringan.

Dilakukan dalam bak beton yang berisi pasir dan batu kerikil, fungsinya untuk menyaring kotoran yang belum terendapkan.

### 4. Tahap Demineralisasi

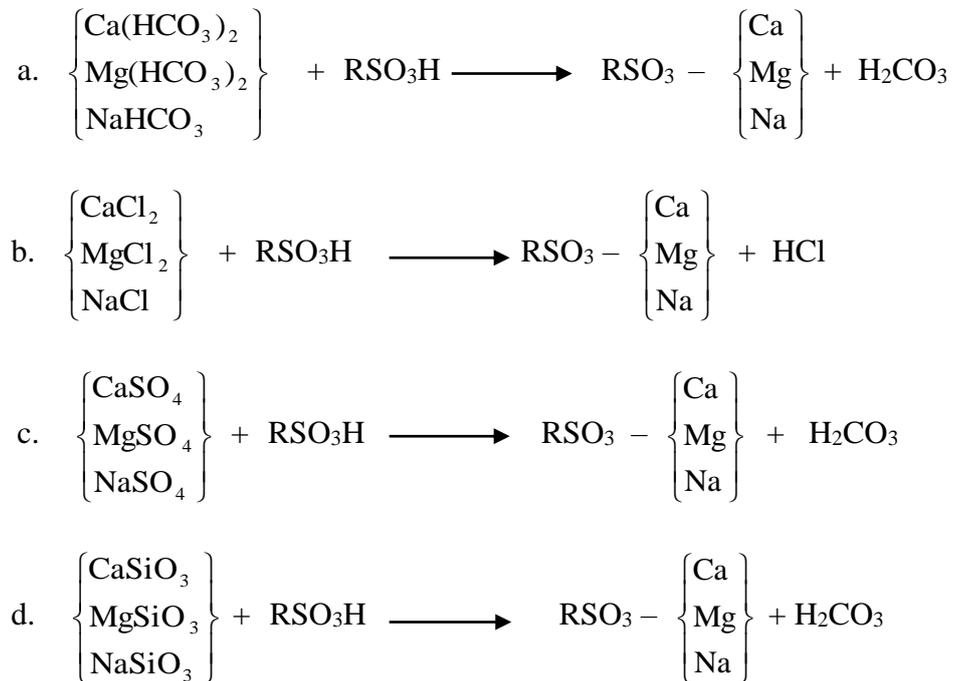
Khusus untuk air umpan boiler dan air proses perlu pengolahan lebih lanjut untuk menghilangkan kandungan mineral dalam air yang dapat merusak boiler yang beroperasi pada suhu dan tekanan yang tinggi. Pada kondisi tersebut, garam mineral akan membentuk kerak yang menempel pada dinding boiler sehingga kecepatan transfer panas berkurang.

Tahap pelunakan ini dilakukan dengan menggunakan kation dan anion exchanger.

- Kation Exchanger

Dalam kation exchanger terjadi proses penyerapan ion-ion positif oleh resin kation.

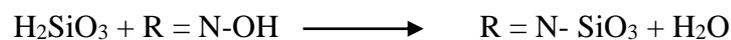
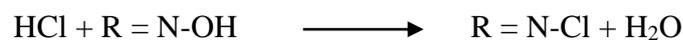
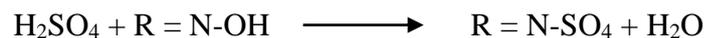
Reaksi :



- Anion Exchanger

Pada anion tower terjadi proses penyerapan ion-ion negatif ( $\text{SO}_4^{-2}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SiO}_2^{2-}$ ) oleh resin anion.

Reaksi :



## 5. Tahap Penghilangan bau dan bakteri

Untuk air minum perlu dibebaskan dari bakteri dan bau dengan menambah bahan-bahan kimia.

## 6. Deaerator

Deaerator berfungsi untuk menghilangkan gas-gas berupa  $\text{CO}_2$  dan  $\text{O}_2$ .

Untuk air yang digunakan sebagai air mium mempunyai syarat-syarat sebagai berikut:

- a. Mempunyai pH netral yaitu 6-8
- b. Tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak berasa
- c. Tidak mengandung zat-zat yang berbahaya seperti Hg, Ag, dan sebagainya
- d. Bebas dari bakteri yang membahayakan kesehatan

#### **4.6.2 Unit Pembangkit Steam**

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

Kapasitas : 3819,8904 kg/jam

Tekanan : 7,4360 Kpa

Suhu steam : 302°F

Jenis : *Fire tube boiler*

Jumlah : 1 Buah

Ketel uap jenis *fire tube boiler* dengan bahan bakar marine *fuel oil* dilengkapi dengan drum separator.

#### **4.6.3 Unit Penyediaan Bahan Bakar**

Unit ini bertujuan untuk menyediakan bahan bakar yang digunakan pada generator dan boiler.

- a. Bahan bakar yang digunakan untuk generator adalah solar *marine fuell oil* yang diperoleh dari PT.Pertamina Cilacap sebesar 387,2979 m<sup>3</sup>/jam, dengan spesifikasi :

Heat value	= 19604 Btu/lb
Derajat API	= 22 – 28 °API
Densitas	= 845,8789 kg/m <sup>3</sup>
Viskositas	= 1,2 Cp

- b. Bahan bakar yang digunakan untuk boiler adalah *marine fuel oil (MFO)* yang diperoleh dari PT.Pertamina Cilacap sebesar 14090560 KJ/jam, dengan spesifikasi :

Heat value	= 19,733 Btu/lb
Densitas	= 911 kg/m <sup>3</sup>

#### 4.6.4 Unit Pembangkit Listrik

Listrik digunakan untuk menggerakkan motor penggerak alat-alat proses misalnya pompa, dan alat-alat lainnya. Selain itu listrik digunakan juga untuk penerangan. Kebutuhan listrik total adalah sebesar 170,6235 kWatt. Listrik sebesar ini dipenuhi dari PLN. Keuntungan tenaga listrik PLN adalah biayanya murah, sedangkan kerugiannya adalah kesinambungan penyediaan listrik kurang terjamin dan tenaganya tidak terlalu tetap. Apabila terjadi pemadaman atau hal lain digunakan generator cadangan berkekuatan 213,2793 kWatt dengan bahan bakar marine fuel oil. Besarnya kebutuhan listrik pada alat proses produksi maupun alat proses utilitas ditunjukkan pada tabel berikut ini.

- Peralatan proses

**Tabel 4. 10 Kebutuhan Listrik Alat Proses**

Alat	Kode Alat	Daya	
		Hp	Watt
Pompa-01	P-01	0.5	372.8500

Lanjutan Tabel 4.10 Kebutuhan Listrik Alat Proses			
Pompa-02	P-02	0.5	372.8500
Pompa-03	P-03	6	4474.2000
Pompa-04	P-04	3	2237.1000
Pompa-05	P-05	1	745.7000
Pompa-06	P-06	1	745.7000
Pompa-07	P-07	0.5	372.8500
Pompa-08	P-08	0.5	372.8500
Pengaduk Mixer	M-01	8	5965.6000
Pengaduk Reaktor	R-01	4.5	3355.6500
<b>Total</b>		<b>25.5</b>	<b>19,015</b>

Maka total power yang dibutuhkan = 19,015 kW

- Peralatan utilitas

**Tabel 4. 11 Kebutuhan Listrik Alat Utilitas**

Alat	Kode Alat	Daya	
		Hp	Watt
Bak Penggumpal (Koagulasi dan Flokulasi)		2	1491.4000
Blower Cooling Tower		5	3728.5000
Kompresor		6	4474.2000
Pompa-01	PU-01	1.5	1118.5500
Pompa-02	PU-02	1.5	1118.5500
Pompa-03	PU-03	1.5	1118.5500
Pompa-04	PU-04	1.5	1118.5500
Pompa-05	PU-05	1.5	1118.5500
Pompa-06	PU-06	1.5	1118.5500
Pompa-07	PU-07	1	745.7000
Pompa-08	PU-08	1	745.7000
Pompa-09	PU-09	1	745.7000

Lanjutan Tabel 4. 11 Kebutuhan Listrik Alat Utilitas			
Pompa-10	PU-10	0.5	372.8500
Pompa-11	PU-11	0.5	372.8500
Pompa-12	PU-12	0.5	372.8500
Pompa-13	PU-13	0.5	372.8500
Pompa-14	PU-14	0.5	372.8500
Pompa-15	PU-15	1	745.7000
Pompa-16	PU-16	0.5	372.8500
Pompa-17	PU-17	1	745.7000
Pompa-18	PU-18	0.5	372.8500
Pompa-19	PU-19	1	745.7000
Pompa-20	PU-20	0.5	372.8500
Pompa-21	PU-21	1	745.7000
<b>Total</b>		<b>33</b>	<b>24,608</b>

Maka total power yang dibutuhkan = 24,608 kW

**Tabel 4. 12 Kebutuhan Listrik Untuk Keperluan Lain**

No	Keperluan	Kebutuhan (Kw)
1	Kebutuhan Plant	
	a. Proses	19.0154
	b. Utilitas	24.6081
2	a. Listrik Ac	20.0000
	b. Listrik Penerangan	57.0000
3	Laboratorium dan Bengkel	40.0000
4	Instrumentasi	10.0000
<b>Total</b>		<b>170.6235</b>

Energi sebesar ini diperoleh dengan membeli dari PLN namun juga disediakan generator cadangan berkekuatan 106,6597 kW sejumlah 2 buah, jika sewaktu-waktu listrik padam atau pasokan listrik berkurang.

#### 4.6.5 Unit Penyedia Udara Instrumen

Udara tekan diperlukan untuk pemakaian alat *pneumatic control*. Udara instrumen bersumber dari udara di lingkungan pabrik, hanya saja udara tersebut harus dinaikkan tekanannya dengan menggunakan *compressor*.

#### 4.6.6 Spesifikasi Alat – Alat Utilitas

##### 1. Screener

Kode	: FU-01
Fungsi	: Menyaring kotoran-kotoran yang berukuran besar, seperti daun, ranting, dan sampah-sampah lainnya,
Bahan	: Alumunium
Panjang	: 10 ft
Lebar	: 8 ft
Ukuran lubang	: 1 cm

##### 2. Bak Pengendap Awal/Sedimentasi

Kode	: BU-01
Fungsi	: Mengendapkan kotoran dan lumpur yang terbawa oleh air sungai
Jenis	: Bak persegi terbuka
Kapasitas	: 1016,2699 m <sup>3</sup> /jam
Dimensi	: Panjang : 12,6672 m
	Lebar : 12,6672 m
	Tinggi : 6,336 m
Jumlah	: 1

### 3. Bak Penggumpal

Kode	: BU-02
Fungsi	:Menggumpalkan kotoran yang tidak mengendap di bak pengendap awal dengan menambahkan alum dan soda kausik
Jenis	: Silinder Vertikal
Kapasitas	: 160,7728 m <sup>3</sup>
Dimensi	: Diameter : 5,8945 m Tinggi: 5,8945 m
Pengaduk	: Marine Propeller
Diamater	: 1,9648 m
Power	: 2 Hp
Jumlah	: 1

### 4. Tangki Larutan Alum

Kode	: TU-01
Fungsi	:Menyiapkan dan menyimpan larutan alum untuk diinjeksikan ke dalam bak penggumpal
Jenis	: Silinder Vertikal
Kapasitas	: 2,2842 m <sup>3</sup>
Dimensi	: Diameter : 1,3768 m Tinggi : 1,3768 m
Jumlah	: 1

### 5. Clarifier

Kode : CLU  
 Fungsi : Mengendapkan gumpalan-gumpalan yang terbentuk di bak penggumpal  
 Jenis : *External Solid Recirculation Clarifier*  
 Kapaitas : 160,7728 m<sup>3</sup>  
 Dimensi : Diameter : 5,8945 m  
 Tinggi : 5,8945 m  
 Jumlah : 1

#### 6. *Sand Filter*

Kode : FU-02  
 Fungsi : Menyaring kotoran-kotoran yang terbawa air  
 Jenis : Bak persegi terbuka dengan saringan pasir  
 Kapasitas : 17.0940 m<sup>3</sup>/jam  
 Dimensi : Panjang : 3,2456 m  
           Lebar : 3,2456 m  
           Tinggi : 1,6228 m  
 Jumlah : 1

#### 7. Bak Penampung Sementara

Kode : BU-03  
 Fungsi : Menmpung sementara raw *water* setelah disaring di *Sand Filter*  
 Jenis : Bak persegi terbuka dengan rangka beton  
 Kapasitas : 145,0974 m<sup>3</sup>

Dimensi : Panjang : 6,6206 m  
Lebar : 6,6206 m  
Tinggi : 3,3103 m  
Jumlah : 1

#### 8. Tangki Klorinasi

Kode : TU-02  
Fungsi : Mencampur klorin dalam bentuk kaporit ke dalam air untuk kebutuhan sanitasi  
Jenis : Tangki silinder berpengaduk  
Kapasitas : 4,6343 m<sup>3</sup>  
Dimensi : Diameter : 1,8073 m  
Tinggi : 1,8073 m  
Pengaduk : *Marine Propeller*  
Diamater : 1,1034 m  
Power : 1 Hp  
Jumlah : 1

#### 9. Tangki Klorin

Kode : TU-03  
Fungsi : Menampung klorin untuk diinjeksi ke tangki klorinasi  
Jenis : Tangki silinder vertikal  
Kapasitas : 0,2047 m<sup>3</sup>  
Dimensi : Diameter : 0,4772 m

Tinggi: 0,9554 m

Jumlah : 1

10. Tangki Air Bersih

Kode : TU-04

Fungsi : Menampung air untuk keperluan kantor dan rumah tangga

Jenis : Tangki silinder tegak

Kapasitas : 111,2226 m<sup>3</sup>

Dimensi : Diameter : 5,2132 m

Tinggi : 5,2132 m

Jumlah : 1

11. Tangki Penampungan Sementara Air Proses

Kode : TU-05

Fungsi : Menampung sementara air untuk diumpankan ke *Mixer*

Jenis : Tangki silinder tegak

Kapasitas : 20,2787m<sup>3</sup>

Dimensi : Diameter : 2,9561 m

Tinggi: 2,9561 m

Jumlah : 1

12. *Cooling tower*

Kode : CT

Fungsi : Mendinginkan air pendingin yang telah digunakan oleh peralatan proses dengan menggunakan media pendingin udara

Jenis : *Inducted Draft Cooling tower*

Kapasitas : 111,4566 m<sup>3</sup>/jam

Dimensi : Panjang : 13,7293 m

Lebar : 4,1847 m

Tinggi : 4,1847 m

Tenaga motor : 10 Hp

Jumlah : 1

#### 13. *Kartion Exchanger*

Kode : KEU

Fungsi : Menghilangkan kesdahan air yang disebabkan oleh kation-kation seperti Ca dan Mg

Jenis : Tangki silinder tegak

Kapasitas : 3,8919 m<sup>3</sup>/jam

Dimensi : Diameter : 0,6369 m

Tinggi: 1,2192 m

Tebal tangki : 0,1875 in

Jumlah : 2

#### 14. *Anion Exchanger*

Kode : AEU

Fungsi : Menghilangkan kesadahan air yang disebabkan oleh anion seperti Cl, SO<sub>4</sub> dan NO<sub>3</sub>

Jenis : Tangki silinder tegak

Kapasitas : 3,8919 m<sup>3</sup>/jam

Dimensi :Tebal : 0,1875 m  
Tinggi: 1,2192 m

Jumlah : 2

15. Tangki Asam Sulfat H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

Kode : TU-07

Fungsi : Menampung dan menyimpan larutan asam sulfat yang akan digunakan untuk meregenerasi kation *exchanger*

Jenis : Tangki silinder tegak

Kapasitas : 2,5194 m<sup>3</sup>/jam

Dimensi : Diameter : 1,4751 m  
Tinggi: 1,4751 m

Jumlah : 1

16. Tangki NaOH

Kode : TU-08

Fungsi : Menampung dan menyimpan larutan NaOH yang digunakan untuk meregenerasi

anion *exchanger* dan diinjeksikan ke bak  
penggumpal

Jenis : Tangki silinder tegak

Kapasitas : 1,5732 m<sup>3</sup>

Dimensi : Diameter : 1,2608 m

Tinggi: 1,2608 m

Jumlah : 2

#### 17. Tangki Umpan Boiler

Kode : TU-09

Fungsi : Mencampur kondensat sirkulasi dan make  
up air umpan boiler sebagai dibangkitkan  
sebagai steam

Jenis : Tangki silinder tegak

Kapasitas : 4,106 m<sup>3</sup>

Dimensi : Diameter : 1,7407 m

Tinggi: 1,7407 m

Jumlah : 1

#### 18. Deaerator

Kode : DE

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

Jenis : Tangki silinder tegak

Dimensi : Diameter : 1,8120 m  
Tinggi: 1,8120 m

Jumlah : 1

**19. Tangki N<sub>2</sub>H<sub>4</sub>**

Kode : TU-10

Fungsi : Menyiapkan dan menyimpan larutan N<sub>2</sub>H<sub>4</sub>

Jenis : Tangki silinder tegak

Kapasitas : 4,7472 m<sup>3</sup>

Dimensi : Diameter : 1,8219 m  
Tinggi : 1,8219 m

Jumlah : 1

**20. Boiler**

Kode : BLU

Fungsi : Menguapkan lewat jenuh keluar pompa dan memanaskannya sehingga terbentuk saturated steam

Jenis : Fire tube boiler

Kebutuhan steam: 3891,8904 kg/jam

Jumlah : 1

**21. Tangki Bahan Bakar Generator**

Kode : TU-11

Fungsi : Menyimpan bahan bakar yang digunakan untuk menggerakkan generator

Jenis : Tangki silinder tegak  
 Volume : 31527,6977m<sup>3</sup>  
 Dimensi : Diameter : 3,5641 m  
 Tinggi: 3,5641 m  
 Jumlah : 1

## 22. Pompa 1

Kode : PU-01  
 Fungsi : Mengalirkan air sungai ke bak pengendap awal  
 Jenis : *Centrifugal Pump*  
 Kapasitas : 692,3643 gpm  
 Ukuran pipa : ID : 10,020 in  
 SCH : 40  
 IPS : 10 in  
 Daya pompa : 2,4130 Hp  
 Motor penggerak : 3 Hp  
 Jumlah : 1

## 23. Pompa 2

Kode : PU-02  
 Fungsi : Mengalirkan air keluaran Bak Sedimentasi menuju Bak Penggumpal  
 Jenis : *Centrifugal Pump*

- Kapasitas : 692,3643 gpm
- Ukuran pipa : ID : 10,020 in  
SCH : 40  
IPS : 10 in
- Daya pompa : 2,4130 Hp
- Motor penggerak : 3 Hp
- Jumlah : 1
24. Pompa 3
- Kode : PU-03
- Fungsi : Mengalirkan air keluaran Bak  
Penggumpal menuju *Clarifier*
- Jenis : *Centrifugal Pump*
- Kapasitas : 692,3643 gpm
- Ukuran pipa : ID : 10,020 in  
SCH : 40  
IPS : 10 in
- Daya pompa : 2,4130 Hp
- Motor penggerak : 3 Hp
- Jumlah : 1
25. Pompa 4
- Kode : PU-04

- Fungsi : Mengalirkan air keluaran *Clarifier* ke  
*Sand Filter*
- Jenis : *Centrifugal Pump*
- Kapasitas : 657,7461 gpm
- Ukuran pipa : ID : 10,020 in  
SCH : 40  
IPS : 10 in
- Daya pompa : 2,3541 Hp
- Motor penggerak : 3 Hp
- Jumlah : 1
26. Pompa 5
- Kode : PU-05
- Fungsi : Mengalirkan air keluaran *Sand Filter*  
ke Bak Penampung Sementara
- Jenis : *Centrifugal Pump*
- Kapasitas : 657,7461 gpm
- Ukuran pipa : ID : 0,6651 in  
SCH : 40  
IPS : 8 in
- Daya pompa : 2,4899 Hp
- Motor penggerak : 5 Hp
- Jumlah : 1
27. Pompa 6

Kode : PU-06  
 Fungsi : Mengalirkan air Bak Penampung  
 Sementara menuju Tangki Air Proses  
 Jenis : *Centrifugal Pump*  
 Kapasitas : 624,8588 gpm  
 Ukuran pipa : ID : 7,981 in  
 SCH : 40  
 IPS : 8 in  
 Daya pompa : 2,3238 Hp  
 Motor penggerak : 3 Hp  
 Jumlah : 1

## 28. Pompa 7

Kode : PU-07  
 Fungsi : Mengalirkan air dari Bak  
 Penampung Sementara menuju  
 Tangki Kloro  
 Jenis : *Centrifugal Pump*  
 Kapasitas : 575,9825 gpm  
 Ukuran pipa : ID : 7,981 in  
 SCH : 40  
 IPS : 8 in  
 Daya pompa : 2,0888 Hp  
 Motor penggerak : 3 Hp

- Jumlah : 1
29. Pompa 8
- Kode : PU-08
- Fungsi : Mengalirkan air dari bak air pendingin ke bak *cooling tower*
- Jenis : *Centrifugal Pump*
- Kapasitas : 575,9825 gpm
- Ukuran pipa : ID : 7,981 in  
SCH : 40  
IPS : 8 in
- Daya pompa : 2,0888 Hp
- Motor penggerak : 3 Hp
- Jumlah : 1
30. Pompa 9
- Kode : PU-09
- Fungsi : Mengalirkan air dari *cooling tower* menuju unit peralatan
- Jenis : *Centrifugal Pump*
- Kapasitas : 575,9825 gpm
- Ukuran pipa : ID : 7,981 in  
SCH : 40  
IPS : 8 in
- Daya pompa : 2,0888 Hp

- Motor penggerak : 3 Hp
- Jumlah : 1
31. Pompa 10
- Kode : PU-10
- Fungsi : Mengalirkan air dari bak air bersih  
menuju tangki klorinasi
- Jenis : *Centrifugal Pump*
- Kapasitas : 19,9574 gpm
- Ukuran pipa : ID : 2,067 in  
SCH : 40  
IPS : 2 in
- Daya pompa : 0,3862 Hp
- Motor penggerak : 0,5 Hp
- Jumlah : 1
32. Pompa 11
- Kode : PU-11
- Fungsi : Mengalirkan air dari tangki klorinasi  
menuju tangki air bersih
- Jenis : *Centrifugal Pump*
- Kapasitas : 19,9574 gpm
- Ukuran pipa : ID : 2,067 in  
SCH : 40  
IPS : 2 in

- Daya pompa : 0,3862 Hp  
 Motor penggerak : 0,5 Hp  
 Jumlah : 1
33. Pompa 12
- Kode : PU-12  
 Fungsi : Mengalirkan air dari tangki air bersih menuju area kebutuhan
- Jenis : *Centrifugal Pump*  
 Kapasitas : 19,9574 gpm  
 Ukuran pipa : ID : 2,067in  
                   SCH : 40  
                   IPS : 2 in
- Daya pompa : 0,3862 Hp  
 Motor penggerak : 0,5 Hp  
 Jumlah : 1
34. Pompa 13
- Kode : PU-13  
 Fungsi : Mengalirkan air dari bak air bersih pendingin menuju tangki *service water*
- Jenis : *Centrifugal Pump*  
 Kapasitas : 5,1678 gpm  
 Ukuran pipa : ID : 1,049 in

- SCH : 40
- IPS : 1 in
- Daya pompa : 0,1653 Hp
- Motor penggerak : 0,25 Hp
- Jumlah : 1
35. Pompa 14
- Kode : PU-14
- Fungsi : Mengalirkan air dari Tangki *service water* pendingin menuju area kebutuhan *service water*
- Jenis : *Centrifugal Pump*
- Kapasitas : 5,1678 gpm
- Ukuran pipa : ID : 1,049 in
- SCH : 40
- IPS : 1 in
- Daya pompa : 0,1653 Hp
- Motor penggerak : 0,25 Hp
- Jumlah : 1
36. Pompa 15
- Kode : PU-15
- Fungsi : Mengalirkan air dari bak air bersih ke Tangki kation *Exchanger*
- Jenis : *Centrifugal Pump*

- Kapasitas : 20,1124 gpm
- Ukuran pipa : ID : 2,067 in  
SCH : 40  
IPS : 1,50 in
- Daya pompa : 0,5849 Hp
- Motor penggerak : 0,75 Hp
- Jumlah : 1
37. Pompa 16
- Kode : PU-16
- Fungsi : Mengalirkan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dari TU-07  
ke Tangki Kation *Exchanger* (TU-04)
- Jenis : *Centrifugal Pump*
- Kapasitas : 0,4716 gpm
- Ukuran pipa : ID : 1,610in  
SCH : 40  
IPS : 1,50 in
- Daya pompa : 0,00613 Hp
- Motor penggerak : 0,05 Hp
- Jumlah : 1
38. Pompa 17
- Kode : PU-17

- Fungsi : Mengalirkan air dari Tangki kation  
*Exchanger* (TU-04) ke Tangki  
*Anion Exchanger* (TU-05)
- Jenis : *Centrifugal Pump*
- Kapasitas : 20,1124 gpm
- Ukuran pipa : ID : 2,067 in  
SCH : 40  
IPS : 2 in
- Daya pompa : 0,5859 Hp
- Motor penggerak : 0,75 Hp
- Jumlah : 1
39. Pompa 18
- Kode : PU-18
- Fungsi : Mengalirkan NaOH dari TU-08 ke  
Tangki *Anion Exchanger* (TU-05)
- Jenis : *Centrifugal Pump*
- Kapasitas : 0,0386 gpm
- Ukuran pipa : ID : 1,610 in  
SCH : 40  
IPS : 1,50 in
- Daya pompa : 0,00409 Hp
- Motor penggerak : 0,083 Hp
- Jumlah : 1

40. Pompa 19
- Kode : PU-19
- Fungsi : Mengalirkan air dari tangki anion  
*Exchanger* (TU-05) ke tangki  
Deaerator (De-01)
- Jenis : *Centrifugal Pump*
- Kapasitas : 20,1124 gpm
- Ukuran pipa : ID : 2,067 in  
SCH : 40  
IPS : 2 in
- Daya pompa : 0,5849 Hp
- Motor penggerak : 0,75 Hp
- Jumlah : 1
41. Pompa 20
- Kode : PU-20
- Fungsi : Mengalirkan N<sub>2</sub>H<sub>4</sub> dari TU-09 ke  
Daerator
- Jenis : *Centrifugal Pump*
- Kapasitas : 0,0006 gpm
- Ukuran pipa : ID : 0,269 in  
SCH : 40  
IPS : 0,13 in
- Daya pompa : 0,0000307 Hp

	Motor penggerak	: 0,05 Hp
	Jumlah	: 1
42.	Pompa 21	
	Kode	: PU-21
	Fungsi	: Mengalirkan air dari tangki Deaerator (De-01) menuju Boiler (BO-01)
	Jenis	: <i>Centrifugal Pump</i>
	Kapasitas	: 20,1124 gpm
	Ukuran pipa	: ID : 2,067 in SCH : 40 IPS : 2 in
	Daya pompa	: 0,5849 Hp
	Motor penggerak	: 0,75 Hp
	Jumlah	: 1

#### **4.6.7 Unit Pengolahan Limbah (Air buangan)**

Air buangan dari pabrik Mononitrotoluene ini berupa :

- a. Air yang mengandung bahan-bahan kimia
- b. Buangan sanitasi
- c. Back wash filter air berminyak dari pompa dan kompresor
- d. Sisa regenerasi resin
- e. Blow down air pendingin

Air buangan sanitasi berasal dari toilet disekitar pabrik dan perkantoran. Air tersebut dikumpulkan dan diolah dalam unit stabilisasi dengan lumpur aktif, aerasi dan injeksi klorin. Klorin ini berfungsi sebagai desinfektan untuk membunuh mikroorganisme yang dapat menimbulkan penyakit.

Air berminyak yang berasal dari buangan pelumas pada pompa dan kompresor dipisahkan dengan cara perbedaan berat jenisnya. Minyak dibagian atas dialirkan kebagian penampungan terakhir kemudian dibuang. Air sisa regenerasi yang mengandung NaOH dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> kemudian dinetralkan dalam kolam penetralan. Penetralan dilakukan dengan larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> bila pH air buangan tersebut lebih dari 7, sedangkan jika pH air kurang dari 7 penetralan dilakukan dengan NaOH.

#### **4.7 Laboratorium**

Laboratorium merupakan bagian yang sangat penting dalam menunjang kelancaran proses produksi dan menjaga mutu produksi. Dengan data yang diperoleh dari laboratorium maka proses produksi akan selalu dapat dikendalikan dan kualitas produk dapat dijaga sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan. Selain itu laboratorium juga berperan dalam pengendalian lingkungan.

Pengendalian mutu atau pengawasan mutu di dalam suatu pabrik dilakukan dengan tujuan mengendalikan mutu produk yang dihasilkan agar sesuai dengan standar yang telah ditentukan. Pengendalian mutu dilakukan mulai bahan baku, saat proses berlangsung, dan juga pada hasil atau produk.

Pengendalian mutu dilakukan untuk menjaga agar kualitas dari bahan baku dan produk yang dihasilkan sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Dengan pemeriksaan secara rutin juga dapat diketahui apakah proses berjalan normal atau

menyimpang. Jika diketahui analisa produk tidak sesuai dengan yang diharapkan maka dengan mudah dapat diketahui atau diatasi.

Laboratorium berada di bawah bidang teknik dan perekayasaan yang mempunyai tugas pokok antara lain:

- a. Sebagai pengontrol kualitas bahan baku dan pengontrol kualitas produk
- b. Sebagai pengontrol terhadap proses produksi
- c. Sebagai pengontrol terhadap mutu air pendingin, air umpan boiler, dan lain-lain yang berkaitan dengan proses produksi

Laboratorium melaksanakan kerja 24 jam sehari dalam kelompok kerja *shift* dan *non-shift*.

#### **4.7.1 Program Kerja Laboratorium**

1. Analisa bahan baku dan produk

Analisa pada kandungan air dalam metanol dan asam akrilat meliputi : kemurnian, kadar air, warna, densitas, viskositas, titik didih, spesifik *gravity*, dan *impurities*.

2. Analisa untuk keperluan utilitas

Adapun analisa untuk utilitas, meliputi :

- a. Air proses penjernihan yang dianalisa adalah kadar pH, silikat, Ca sebagai  $\text{CaCO}_3$ , khlor sebagai  $\text{Cl}_2$ , Sulfur sebagai  $\text{SO}_3$  dan zat padat lain.
- b. Air minum yang dianalisa meliputi pH, kadar khlorin dan kekeruhan.
- c. Resin penukar ion yang dianalisa adalah kesadahan  $\text{CaCO}_3$  dan silikat sebagai  $\text{SiO}_2$ .

- d. Air dalam boiler yang dianalisa meliputi pH, zat padat terlarut, kadar Fe, kadar  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{PO}_4$ , dan  $\text{SiO}_3$ .
- e. Air bebas mineral, yang dianalisa meliputi kesadahan, pH, jumlah  $\text{O}_2$  terlarut, dan kadar Fe.
- f. BFW, yang dianalisa meliputi pH, kesadahan, jumlah  $\text{O}_2$  terlarut dan kadar Fe.

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

1. Laboratorium fisika

Bagian ini mengadakan pemeriksaan atau pengamatan terhadap sifat-sifat fisis bahan baku dan produk. Pengamatan yang dilakukan antara lain: *specific gravity*, viskositas, dan lain-lain.

2. Laboratorium analitik

Tugas dari laboratorium ini adalah melakukan analisa terhadap sifat-sifat dan kandungan kimiawi bahan baku, produk akhir, analisa air dan bahan kimia yang digunakan seperti katalis dan lain-lain.

3. Laboratorium penelitian dan pengembangan (Litbang)

Tugas dari laboratorium litbang ini adalah melakukan penelitian dan pengembangan terhadap permasalahan yang berhubungan dengan kinerja proses yang digunakan. Sifat dari laboratorium ini berhubungan dengan kinerja proses yang digunakan. Sifat dari laboratorium ini tidak rutin dan tidak cenderung melakukan penelitian hal-hal yang baru untuk

keperluan pengembangan. Termasuk didalamnya adalah kemungkinan penggantian, penambahan dan pengurangan alat proses.

#### 4.7.2 Prosedur Analisa Produk

a. *Infra red specttofotometer* (IRS)

Pengujian dilakukan dengan mengambil sampel *Mononitrotoluene* secukupnya kemudian dianalisa langsung menggunakan *Infra red specttofotometer* (IRS). Dengan alat ini dapat ditentukan kandungan gugus organik yang tersusun, apakah sudah memenuhi kriteria sebagai produk atau belum.

b. *Gas chromathography* (GC)

Pengujian dilakukan dengan mengambil sampel *Mononitrotoluene* sebanyak 1 mikroliter diinjeksikan ke *injection port* yang terletak di bagian atas GC. Jika lampu kuning menyala maka hasil akan keluar pada kertas *recorder*. Lama analisa sekitar 20 menit.

#### 4.7.3 Unit Pengolahan Limbah

Limbah yang dihasilkan dari pabrik *Mononitrotoluene* berupa limbah cair. Limbah cair ini berasal dari:

a. Air buangan sanitasi

Air buangan sanitasi yang berasal dari seluruh toilet di kawasan pabrik dikumpulkan dan diolah dengan aerasi dan desinfektan *Calcium Hypoclorite*.

b. Air sisa proses

Limbah dari hasil bawah evaporator berupa air dan *Mononitrotoluene* dinetralkan dalam kolom penetral. Penetralkan dilakukan dengan menggunakan larutan  $H_2SO_4$  jika pH buangannya lebih dari 7 dan dengan menggunakan larutan  $NaOH$  jika pH buangannya kurang dari 7. Air yang netral dialirkan ke kolam penampungan akhir bersama-sama dengan aliran air dari pengolahan yang lain.

## 4.8 Organisasi Perusahaan

### 4.8.1 Bentuk Perusahaan

Pabrik *Mononitrotoluene* yang akan didirikan direncanakan mempunyai klasifikasi sebagai berikut :

Bentuk perusahaan	: Perseroan Terbatas
Lapangan usaha	: Industri <i>Mononitrotoluene</i>
Status perusahaan	: Swasta
Kapasitas	: 35.0000 ton/tahun
Lokasi perusahaan	: Cilacap , Jawa Tengah

Bentuk perusahaan yang dipilih adalah Perseroan terbatas (PT) yang berbentuk badan hukum. Badan hukum ini disebut perseroan sebab modal badan hukum terdiri atas saham-saham. Perseroan terbatas harus didirikan memakai akte autentik. Bentuk perusahaan ini dipimpin oleh seorang direksi yang terdiri dari seorang direktur utama dibantu oleh direktur-direktur.

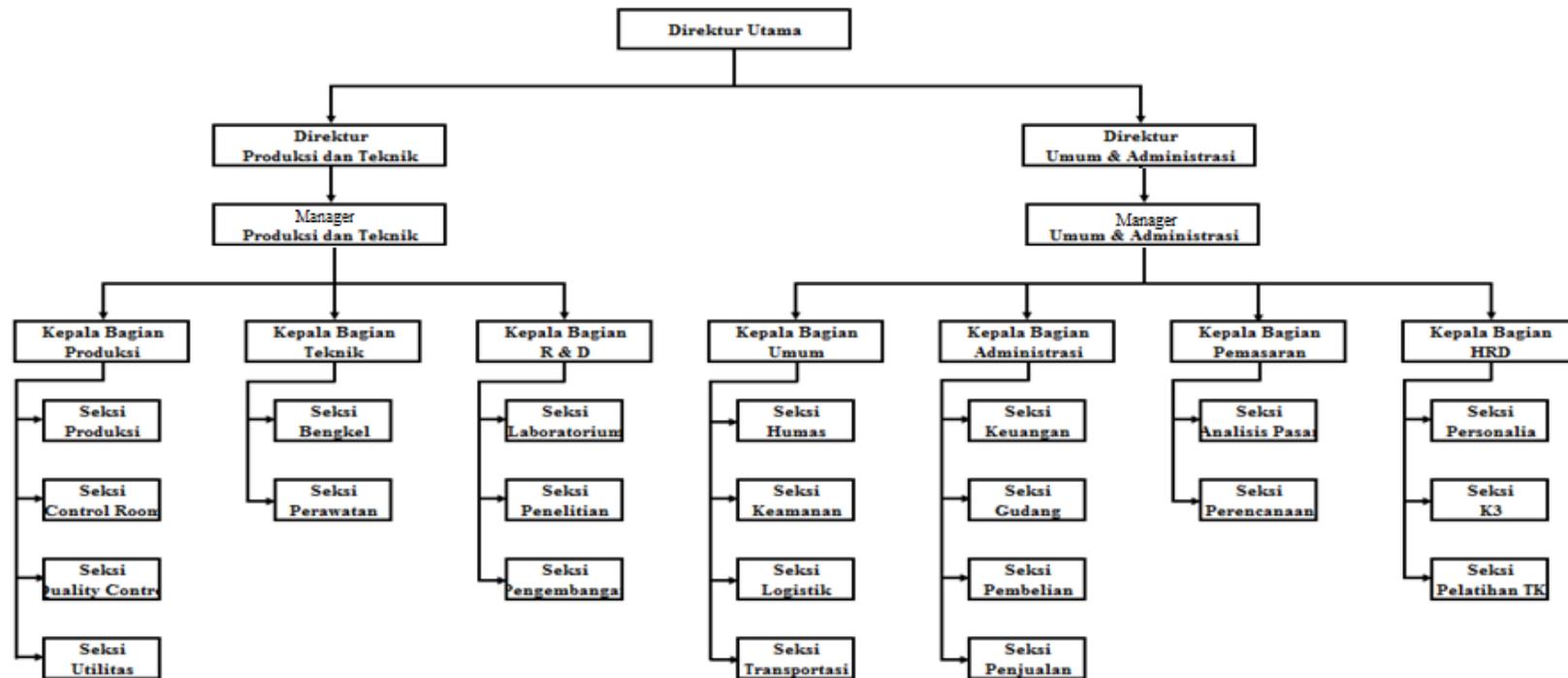
Direktur dipilih oleh rapat umum anggota. Tidak selalu orang yang dipilih menjadi direktur adalah orang yang memiliki saham, dapat juga orang lain. Pekerjaan direksi sehari-hari diawasi oleh rapat umum para pemilik saham. Dewan

komisaris berhak mengadakan pemeriksaan sendiri atau dibantu oleh akuntan pabrik bila dalam perusahaan ada hal-hal yang kurang beres. Direksi dan komisaris dipilih kembali oleh rapat umum pemilik saham apabila mereka bersedia setelah masa jabatannya habis. Kekuasaan tertinggi dalam perseroan terbatas adalah rapat umum para pemilik saham yang biasanya diadakan setahun sekali.

Modal perusahaan diperoleh dari penjualan saham-saham, dan bila perusahaan rugi maka pemilik saham hanya akan kehilangan modalnya saja dan tidak menyinggung harta kekayaan pribadi untuk melunasi hutang-hutangnya.

#### **4.8.2 Struktur Organisasi Perusahaan**

Struktur organisasi merupakan kerangka dan pola hubungan yang sistematis dan juga merupakan bagian-bagian yang saling berkaitan untuk membentuk suatu kesatuan dalam usaha mencapai tujuan. Dalam mencapai tujuan tersebut setiap manajemen perusahaan/dinas dituntut untuk membentuk suatu struktur organisasi yang dapat menempatkan seluruh tugas dan kegiatan perusahaan secara efisien sehingga produktifitasnya dapat efektif.



Gambar 4. 5 Struktur Organisasi

### 4.8.3 Tugas dan Wewenang

#### a. Direktur Utama

Fungsi dari Direktur Utama adalah merencanakan, mengendalikan, dan mengkoordinasikan pelaksanaan kegiatan Direksi dalam pengelolaan perusahaan baik yang bersifat strategis, agar misi perusahaan dapat diemban dengan baik dan tujuan perusahaan dapat dicapai sesuai dengan ketentuan dalam Anggaran Dasar. Direktur Utama mempunyai tugas dan tanggung jawab sebagai berikut :

1. Jangka pendek dan panjang.
2. Memberikan laporan pertanggungjawaban kepada rapat umum pemegang saham.
3. Bertanggung jawab penuh atas tugasnya untuk kepentingan perseroan dalam mencapai maksud dan tujuannya.

Wewenang :

1. Mengawasi serta mengurus kekayaan perusahaan.
2. Menunjuk, mengangkat dan memberhentikan direktur.
3. Menandatangani permintaan pengeluaran kas yang jumlahnya besar dan sifatnya penting.
4. Menetapkan pencapaian tujuan untuk jangka panjang.
5. Mengambil keputusan dan strategi dalam perusahaan.

#### b. Direktur Teknik dan Produksi

Fungsi dari Direktur Teknik dan Produksi adalah merencanakan, merumuskan pengembangan, penerapan teknologi, dan mengendalikan

kebijakan umum Operasi dan Teknik yang selanjutnya menjadi acuan dalam penyusunan strategi produksi. Direktur Teknik dan Produksi mempunyai tugas dan tanggung jawab sebagai berikut :

1. Merumuskan sasaran, kebijakan dan strategi Operasi dan Teknik untuk pengembangan dan rencana kerja perusahaan tahunan, mengendalikan kebijakan umum dibidang penelitian, pengembangan, dan penerapan teknologi, mencakup :
  - a. Kemampuan produksi untuk memenuhi permintaan pasar.
  - b. Fasilitas peralatan dan permesinan yang efektif dan efisien.
  - c. Pengelolaan sistem pengendalian persediaan yang efektif dan efisien.
  - d. Pengelolaan biaya operasi.
  - e. Peramalan teknologi yang efektif yang akan diterapkan.
  - f. Peningkatan kemampuan pengembangan produk yang sudah ada.
  - g. Peningkatan kemampuan pengembangan produk baru dengan orientasi pasar.
2. Membina Divisi yang memiliki produk pemasaran dan kemampuan teknologi.
3. Mengawasi kegiatan operasional Divisi dibawah tanggung jawab.
4. Menilai hasil kerja setiap unit serta menerapkan tindak lanjut pembinaan yang diperlukan untuk memecahkan masalah-masalah yang dihadapinya.
  - c. Direktur Keuangan dan Umum

Bertanggung jawab untuk mengarahkan penanggulangan berbagai jenis risiko finansial (*financial risk management*) yang dihadapi perusahaan, melakukan

koordinasi aktifitas di Direktorat Keuangan, mengkoordinasi aktifitas sinergi untuk mencapai hasil bisnis yang optimal dari pelaksanaan seluruh usaha perusahaan.

Tugas Utama :

1. Mengkoordinir perumusan Strategi Jangka Panjang sebagai dasar perumusan Rencana Kerja dan Anggaran perusahaan (RKAP) dengan bekerja sama dengan Direksi lainnya.
2. Memberlakukan langkah-langkah yang dapat mengurangi dan menanggulangi berbagai jenis risiko finansial yang dapat dihadapi oleh perusahaan dengan berkoordinasi dengan Direksi lainnya.
3. Memastikan agar seluruh unit usaha dan wilayah kerja perusahaan mematuhi *policy* dan *standard operating procedure* (SOP) keuangan yang berlaku untuk masing-masing fungsi sesuai dengan rencana yang telah disetujui (*business units oversight*).
4. Membangun sinergi dan berusaha mencapai hasil bisnis yang optimal dari pelaksanaan seluruh usaha perusahaan.
5. Memastikan ketersediaan dana operasional yang dibutuhkan oleh perusahaan untuk kegiatan operasional sehari-hari, dengan melakukan koordinasi erat dengan para pimpinan unit usaha.
6. Memastikan konsolidasi keuangan yang akurat dan tepat waktu untuk keperluan pelaporan kepada Direksi dan Komisaris Perusahaan.

d. Staff Ahli

*Staff* Ahli terdiri dari tenaga-tenaga ahli yang bertugas membantu Dewan Direksi dalam menjalankan tugasnya baik yang berhubungan dengan teknik

maupun administrasi. *Staff Ahli* bertanggung jawab kepada Direktur Utama sesuai dengan bidang dan keahliannya masing-masing.

Tugas dan wewenang *Staff Ahli* antara lain:

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

e. Kepala Bagian

Tugas Kepala Bagian adalah mengkoordinasi, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis-garis yang diberikan oleh pimpinan perusahaan. Kepala Bagian dapat juga bertindak sebagai *Staff* Direktur bersama-sama dengan *Staff Ahli*. Kepala Bagian ini bertanggung jawab kepada Direktur masing-masing.

1. Kepala Bagian Produksi

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

Kepala Bagian Produksi membawahi:

- Seksi Proses

Tugasnya adalah mengawasi jalannya proses dan produksi serta melakukan tindakan seperlunya pada peralatan produksi yang mengalami kerusakan sebelum diperbaiki oleh seksi yang berwenang.

- Seksi Pengendalian

Tugasnya adalah menangani hal-hal yang dapat mengancam keselamatan pekerja dan mengurangi potensi bahaya yang ada.

- Seksi Laboratorium

Tugasnya adalah mengawasi dan menganalisa mutu bahan baku dan produk, mengawasi hal-hal yang berhubungan dengan buangan pabrik, dan membuat laporan berkala pada Kepala Bagian Produksi.

## 2. Kepala Bagian Teknik

Bertanggung jawab kepada Direktur Teknik dan Produksi dalam bidang peralatan proses dan utilitas, serta mengkoordinasi kepala-kepala seksi yang dibawahinya.

Kepala Bagian Teknik membawahi:

- Seksi Pemeliharaan

Tugasnya adalah melaksanakan pemeliharaan fasilitas gedung dan peralatan pabrik serta memperbaiki kerusakan peralatan pabrik.

- Seksi Utilitas

Tugasnya adalah melaksanakan dan mengatur sarana utilitas untuk memenuhi kebutuhan proses, kebutuhan air, uap air dan listrik.

## 3. Kepala Bagian Pemasaran

Bertanggung jawab kepada Direktur Keuangan dan Umum dalam bidang bahan baku dan pemasaran hasil produksi.

Kepala Bagian Pemasaran membawahi:

- Seksi Pembelian

- Seksi Pemasaran atau Penjualan

#### 4. Kepala Bagian Keuangan

Bertanggung jawab kepada Direktur Keuangan dan Umum dalam bidang administrasi dan keuangan.

Kepala Bagian Keuangan membawahi:

- Seksi Administrasi
- Seksi Kas

#### 5. Kepala Bagian Umum

Bertanggung jawab kepada Direktur Keuangan dan Umum dalam bidang personalia, hubungan masyarakat dan keamanan. Kepala Bagian Umum membawahi:

- Seksi Personalia
- Seksi Humas
- Seksi Keamanan

#### 6. Kepala Seksi

Kepala Seksi adalah pelaksana pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai rencana yang telah diatur oleh Kepala Bagian masing-masing supaya diperoleh hasil yang maksimum dan efektif selama berlangsungnya proses produksi. Setiap Kepala Seksi bertanggung jawab kepada Kepala Bagian sesuai dengan seksinya masing-masing.

#### 7. Kepala Seksi Proses

Tugas Kepala Seksi Proses bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Produksi dalam bidang mutu dan kelancaran proses produksi.

Kepala Seksi Proses membawahi :

- Seksi Proses

Tugas Seksi Proses adalah mengawasi jalannya proses dan produksi, serta menjalankan tindakan sepenuhnya pada peralatan produksi yang mengalami kerusakan sebelum diperbaiki oleh seksi yang berwenang.

#### 8. Kepala Seksi Pengendalian

Tugas Kepala Seksi Pengendalian bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Produksi dalam hal kelancaran proses produksi yang berkaitan dengan keselamatan aktivitas produksi.

Kepala Seksi Pengendalian membawahi :

- Seksi Pengendalian

Tugas Seksi Pengendalian adalah menangani hal-hal yang dapat mengancam keselamatan pekerja dan mengurangi potensi bahaya yang ada, serta bertanggung jawab terhadap perencanaan dan pengawasan keselamatan proses, instalasi perawatan, karyawan, dan lingkungan (inspeksi).

#### 9. Kepala Seksi Laboratorium

Tugas Kepala Seksi Laboratorium bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Produksi dalam hal pengawasan dan analisa produksi.

Kepala Seksi Laboratorium membawahi :

- Seksi Laboratorium

Tugas Seksi Laboratorium adalah mengawasi dan menganalisa mutu bahan baku dan produk, mengawasi dan menganalisa mutu produksi, mengawasi hal-hal yang berhubungan dengan buangan pabrik, serta membuat laporan berkala kepada Kepala Bagian Produksi.

#### 10. Kepala Seksi Pemeliharaan

Tugas Kepala Seksi Pemeliharaan bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Teknik dalam bidang pemeliharaan peralatan, inspeksi, dan keselamatan proses dan lingkungan, ikut memberikan bantuan teknik kepada Seksi Operasi.

Kepala Seksi Pemeliharaan membawahi :

- Seksi Pemeliharaan

Tugas Seksi Pemeliharaan adalah merencanakan dan melaksanakan pemeliharaan fasilitas gedung dan peralatan pabrik serta memperbaiki kerusakan peralatan pabrik.

#### 11. Kepala Seksi Utilitas

Tugas Kepala Seksi Utilitas adalah bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Teknik dalam hal utilitas.

Kepala Seksi Utilitas membawahi :

- Seksi Utilitas

Tugas Seksi Utilitas adalah melaksanakan dan mengatur sarana utilitas untuk memenuhi kebutuhan proses, kebutuhan air, uap air dan tenaga kerja

#### 12. Kepala Seksi Penelitian

Tugas Kepala Seksi Penelitian adalah bertanggung jawab kepada Kepala Bagian R&D dalam hal mutu produk.

Kepala Seksi Penelitian membawahi :

- Seksi Penelitian

Tugas Seksi Penelitian adalah melakukan riset guna mempertinggi mutu suatu produk.

### 13. Kepala Seksi Pengembangan

Tugas Kepala Seksi Pengembangan adalah bertanggung jawab kepada Kepala Bagian R&D dalam hal pengembangan produksi.

Kepala Seksi Pengembangan membawahi :

- Seksi Pengembangan

Tugas Seksi Pengembangan adalah mengadakan pemilihan pemasaran produk ke suatu tempat, mempertinggi efisiensi kerja, mempertinggi mutu suatu produk, memperbaiki proses pabrik atau perencanaan alat dan pengembangan produksi.

### 14. Kepala Seksi Administrasi

Tugas Kepala Seksi Administrasi ini bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Keuangan dalam hal administrasi.

Kepala Seksi Administrasi membawahi :

- Seksi Administrasi

Tugas Seksi Administrasi adalah menyelenggarakan pencatatan utang piutang, administrasi, persediaan kantor, pembukuan serta masalah perpajakan.

### 15. Kepala Seksi Keuangan

Tugas Kepala Seksi Keuangan ini bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Keuangan dalam hal keuangan atau anggaran.

Kepala Seksi Keuangan membawahi :

- Seksi Keuangan

Tugas Seksi Keuangan adalah menghitung penggunaan uang perusahaan, mengamankan uang dan meramalkan tentang keuangan masa depan, serta mengadakan perhitungan tentang gaji dan insentif karyawan.

#### 16. Kepala Seksi Penjualan

Tugas Kepala Seksi Penjualan bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Pemasaran dalam bidang pemasaran hasil produksi.

Kepala Seksi Penjualan membawahi :

- Seksi Penjualan

Tugas Seksi Penjualan adalah merencanakan strategi penjualan hasil produksi dan mengatur distribusi hasil produksi dari gudang.

#### 17. Kepala Seksi Pembelian

Tugas Kepala Seksi Pembelian bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Pemasaran dalam bidang penyediaan bahan baku dan peralatan.

Kepala Seksi Pembelian membawahi :

- Seksi Pembelian

Tugas Seksi Pembelian adalah melaksanakan pembelian barang dan peralatan yang dibutuhkan oleh perusahaan, mengetahui harga pasaran dari suatu bahan baku serta mengatur keluar masuknya bahan dan alat dari gudang.

#### 18. Kepala Seksi Personalia

Tugas Kepala Seksi Personalia bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Umum dalam hal sumber daya manusia.

Kepala Seksi Personalia membawahi :

- Seksi Personalia

Tugas Seksi Personalia adalah mengelola sumber daya manusia dan menejemen, membina tenaga kerja dan menciptakan suasana kerja sebaik mungkin antara pekerja dan pekerjaannya serta lingkungannya supaya tidak terjadi

pemborosan waktu dan biaya. Mengusahakan disiplin kerja yang tinggi dalam menciptakan kondisi kerja yang tenang dan dinamis, serta melaksanakan hal-hal yang berhubungan dengan kesejahteraan karyawan.

#### 19. Kepala Seksi Humas

Tugas Kepala Seksi Humas bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Umum dalam hal yang berhubungan dengan masyarakat.

Kepala Seksi Humas membawahi :

- Seksi Humas

Tugas Seksi Humas adalah mengatur hubungan antara perusahaan dengan masyarakat diluar lingkungan perusahaan.

#### 20. Kepala Seksi Keamanan

Tugas Kepala Seksi Keamanan bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Umum yang menyangkut keamanan di sekitar pabrik.

Kepala Seksi Keamanan membawahi :

- Seksi Keamanan

Tugas Seksi Keamanan adalah menjaga semua bangunan pabrik dan fasilitas perusahaan, mengawasi keluar masuknya orang baik karyawan atau bukan di lingkungan pabrik, serta menjaga dan memelihara kerahasiaan yang berhubungan dengan intern perusahaan.

#### **4.8.4 Sistem Kepegawaian**

Pada pabrik mononitrotoluene ini pemberian gaji karyawan berbeda-beda tergantung pada status karyawan, kedudukan, tanggung jawab dan keahlian. Pembagian karyawan pabrik ini dapat dibagi menjadi tiga golongan antara lain:

**Tabel 4. 13 Jumlah karyawan pada masing-masing bagian**

**1. Karyawan tetap**

Yaitu karyawan yang diangkat dan di berhentikan dengan Surat Keputusan (SK) Direksi dan mendapat gaji bulanan sesuai dengan kedudukan, keahlian dan masa kerja.

**1. Karyawan harian**

Yaitu karyawan yang diangkat dan diberhentikan Direksi tanpa SK Direksi dan mendapat upah harian yang dibayar tiap-tiap akhir minggu.

**2. Karyawan borongan**

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

**4.8.5 Perincian Jumlah Karyawan**

Rincian jumlah karyawan pada masing-masing bagian ditunjukkan pada tabel di bawah ini.

**Tabel 4. 13 Jumlah Karyawan Pada Masing – Masing Bagian**

No	Jabatan	Jumlah
1	Direktur Utama	1
2	Direktur Teknik dan Produksi	1
3	Direktur Keuangan dan Umum	1
4	Ka. Bag. Teknik	1
5	Ka. Bag. Proses	1
6	Ka. Bag. Utilitas	1
7	Ka. Bag. Pemasaran dan Keuangan	1
8	Ka. Bag. Administrasi dan Umum	1
9	Ka. Bag. Litbang	1
10	Ka. Bag. Humas dan Keamanan	1

Lanjutan Tabel 4.13 Jumlah Karyawan dan Masing – Masing Bagian		
11	Ka. Bag. K3	1
12	Ka. Bag. Pemeliharaan, Listrik, dan Instrumentasi	1
13	Ka. Sek. UPL	1
14	Ka. Sek. Proses & utilitas	1
15	Ka. Sek. Bahan Baku dan Produk	1
16	Ka. Sek. Pemeliharaan	1
17	Ka. Sek. Listrik dan Instrumentasi	1
18	Ka. Sek. Laboratorium	1
19	Ka. Sek. Keuangan	1
20	Ka. Sek. Pemasaran	1
21	Ka. Sek. Personalia	1
22	Ka. Sek. Humas	1
23	Ka. Sek. Keamanan	1
24	Ka. Sek. K3	1
25	Karyawan Personalia	7
26	Karyawan Humas	7
27	Karyawan Litbang	5
28	Karyawan Pembelian	6
29	Karyawan Pemasaran	6
30	Karyawan Administrasi	8
31	Karyawan Proses	8
32	Karyawan Laboratorium	5
33	Karyawan Pemeliharaan	8
34	Karyawan Utilitas	6
35	Karyawan K3	6
36	Operator proses	27
37	Operator utilitas	14
38	Karyawan Keamanan	8
39	Sekretaris	3
40	Dokter	2
41	Perawat	3
42	Paramedis (apoteker dan asisten apoteker)	3
43	Supir	4
44	Cleaning Service	10
Total		170

#### 4.8.6 Penggolongan Gaji

Sistem gaji perusahaan ini dibagi menjadi tiga golongan yaitu:

##### 1. Gaji bulanan

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

##### 2. Gaji harian

Gaji ini diberikan kepada Karyawan tidak tetap atau buruh harian.

##### 3. Gaji lembur

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

Berikut ini tabel yang menunjukkan penggolongan gaji pegawai berdasarkan jabatan.

**Tabel 4. 14 Gaji Pegawai**

No	Jabatan	Jumlah	Gaji/Bulan	Total Gaji
1	Direktur Utama	1	Rp 40,000,000	Rp 40,000,000
2	Direktur Teknik dan Produksi	1	Rp 30,000,000	Rp 30,000,000
3	Direktur Keuangan dan Umum	1	Rp 30,000,000	Rp 30,000,000
4	Ka. Bag. Teknik	1	Rp 20,000,000	Rp 20,000,000
5	Ka. Bag. Proses	1	Rp 20,000,000	Rp 20,000,000
6	Ka. Bag. Utilitas	1	Rp 20,000,000	Rp 20,000,000
7	Ka. Bag. Pemasaran dan Keuangan	1	Rp 20,000,000	Rp 20,000,000
8	Ka. Bag. Administrasi dan Umum	1	Rp 20,000,000	Rp 20,000,000
9	Ka. Bag. Litbang	1	Rp 20,000,000	Rp 20,000,000
10	Ka. Bag. Humas dan Keamanan	1	Rp 20,000,000	Rp 20,000,000
11	Ka. Bag. K3	1	Rp 20,000,000	Rp 20,000,000
12	Ka. Bag. Pemeliharaan, Listrik, dan Instrumentasi	1	Rp 20,000,000	Rp 20,000,000
13	Ka. Sek. UPL	1	Rp 15,000,000	Rp 15,000,000
14	Ka. Sek. Proses & utilitas	1	Rp 15,000,000	Rp 15,000,000
15	Ka. Sek. Bahan Baku dan Produk	1	Rp 15,000,000	Rp 15,000,000
16	Ka. Sek. Pemeliharaan	1	Rp 15,000,000	Rp 15,000,000

Lanjutan Tabel 4.14 Gaji Karyawan				
17	Ka. Sek. Listrik dan Instrumentasi	1	Rp 15,000,000	Rp 15,000,000
18	Ka. Sek. Laboratorium	1	Rp 15,000,000	Rp 15,000,000
19	Ka. Sek. Keuangan	1	Rp 15,000,000	Rp 15,000,000
20	Ka. Sek. Pemasaran	1	Rp 15,000,000	Rp 15,000,000
21	Ka. Sek. Personalia	1	Rp 15,000,000	Rp 15,000,000
22	Ka. Sek. Humas	1	Rp 15,000,000	Rp 15,000,000
23	Ka. Sek. Keamanan	1	Rp 15,000,000	Rp 15,000,000
24	Ka. Sek. K3	1	Rp 15,000,000	Rp 15,000,000
25	Karyawan Personalia	7	Rp 8,000,000	Rp 56,000,000
26	Karyawan Humas	7	Rp 8,000,000	Rp 56,000,000
27	Karyawan Litbang	5	Rp 8,000,000	Rp 40,000,000
28	Karyawan Pembelian	6	Rp 8,000,000	Rp 48,000,000
29	Karyawan Pemasaran	6	Rp 8,000,000	Rp 48,000,000
30	Karyawan Administrasi	8	Rp 8,000,000	Rp 64,000,000
31	Karyawan Proses	8	Rp 8,500,000	Rp 68,000,000
32	Karyawan Laboratorium	5	Rp 8,000,000	Rp 40,000,000
33	Karyawan Pemeliharaan	8	Rp 8,000,000	Rp 64,000,000
34	Karyawan Utilitas	6	Rp 8,000,000	Rp 48,000,000
35	Karyawan K3	6	Rp 8,000,000	Rp 48,000,000
36	Operator proses	27	Rp 8,000,000	Rp 216,000,000
37	Operator utilitas	14	Rp 8,000,000	Rp 112,000,000
38	Karyawan Keamanan	8	Rp 3,850,000	Rp 30,800,000
39	Sekretaris	3	Rp 4,500,000	Rp 13,500,000
40	Dokter	2	Rp 7,000,000	Rp 14,000,000
41	Perawat	3	Rp 3,850,000	Rp 11,550,000
42	Paramedis (apoteker dan asisten apoteker)	3	Rp 4,000,000	Rp 12,000,000
43	Supir	4	Rp 3,850,000	Rp 15,400,000
44	Cleaning Service	10	Rp 3,850,000	Rp 38,500,000
Total		170	Rp 595,400,000	Rp 1,503,750,000

#### 4.8.7 Pengaturan Jam Kerja

Pabrik mononitrotoluene direncanakan beroperasi selama 24 jam dalam sehari secara kontinyu. Jumlah hari kerja selama setahun 330 hari. Hari-hari yang lain digunakan untuk perawatan dan perbaikan. Dalam kerjanya, karyawan dibedakan menjadi dua, yaitu karyawan *shift* dan *non shift*.

a. *Karyarwan Non Shift*

Karyawan *non shift* berlaku 6 hari kerja dalam seminggu dan libur pada hari minggu serta hari-hari libur nasional. Sehingga total kerja 40 jam seminggu, dengan pengaturan sebagai berikut :

Senin – Kamis : Pukul 08.00 – 16.00 WIB

Pukul 12.00 – 13.00 WIB (istirahat)

Jumat : Pukul 08.00 – 16.00 WIB

Pukul 12.00 – 13.30 WIB (istirahat)

Sabtu : Pukul 08.00 – 12.00 WIB

b. *Karyawan Shift*

Bagi karyawan *shift*, setiap 4 hari kerja mendapatkan libur 1 hari dan masuk *shift* secara bergantian waktunya. Kelompok kerja ini dibagi menjadi 3 *shift* perhari, masing-masing bekerja selama 8 jam, sehingga harus dibentuk 4 kelompok, dimana setiap hari 3 kelompok bertugas sedangkan 1 kelompok istirahat.

Aturan jam kerja karyawan shift :

Shift I : Pukul 08.00 – 16.00 WIB

Shift II : Pukul 16.00 – 00.00 WIB

Shift III : Pukul 00.00 – 08.00 WIB

#### **4.8.8 Fasilitas dan Hak Karyawan**

Semua Karyawan dan *staff* di perusahaan ini akan mendapatkan :

1. Gaji (*Salary*)
2. Jaminan sosial dan pajak pendapatan
  - a. Pajak pendapatan semua karyawan menjadi tanggungan perusahaan

- b. Jamsostek: 3,5 % kali gaji pokok.
  - 1,5 % tanggungan perusahaan
  - 2 % tanggungan karyawan
- 3. Pengobatan (*Medical*)
- 4. Perumahan
- 5. Rekreasi dan olahraga
- 6. Kenaikkan gaji dan promosi
  - a. Kenaikkan gaji dilakukan setiap akhir tahun dengan memperhatikan besarnya inflasi, prestasi kerja dan lain-lain.
  - b. Promosi dilakukan setiap akhir tahun dengan memperhatikan pendidikan, prestasi kerja, dan lain-lain.
- 7. Hak cuti dan ijin
  - a. Cuti tahunan : setiap karyawan mendapatkan cuti setiap tahun selama 12 hari setelah tahun ke 5 mendapatkan tambahan 2 hari (total 20 hari)
  - b. Ijin tidak masuk kerja diatur dalam peraturan yang ada.
- 8. Pakaian kerja dan sepatu

#### **4.8.9 Pengendalian Produksi**

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

- a. Pengendalian kualitas

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

b. Pengendalian kuantitas

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

c. Pengendalian waktu

Untuk mencapai kuantitas tertentu perlu adanya waktu tertentu pula.

d. Pengendalian bahan proses

Bila ingin mencapai kapasitas produksi yang diinginkan, maka bahan baku untuk proses harus mencukupi. Oleh karena itu diperlukan pengendalian bahan proses agar tidak terjadi kekuarangan.

## **4.9 Evaluasi Ekonomi**

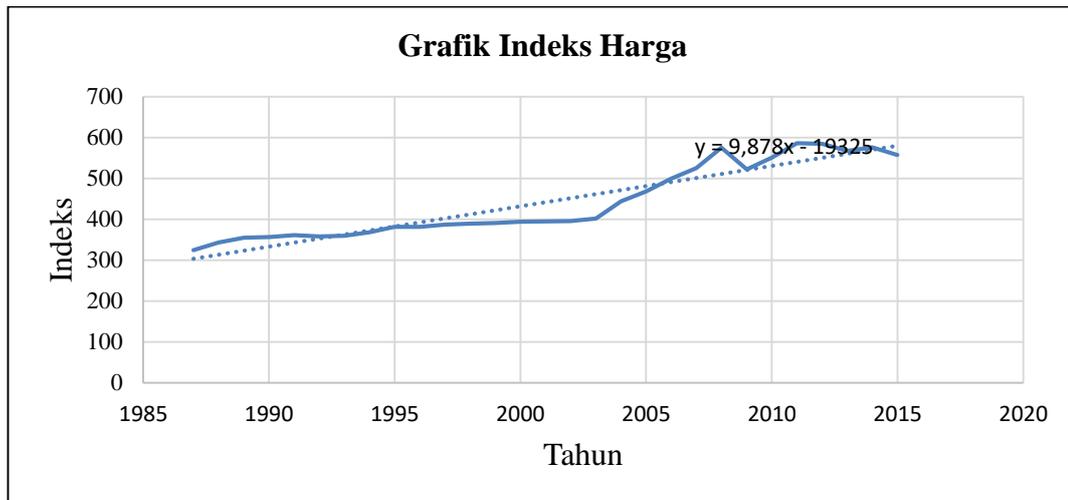
### **4.9.1 Penaksiran Harga Peralatan**

Harga peralatan proses selalu mengalami perubahan setiap tahun tergantung pada kondisi ekonomi yang ada. Untuk mengetahui harga peralatan yang ada sekarang, dapat ditaksir dari harga tahun sebelumnya dikalikan rasio indeks harga. Diasumsikan kenaikan harga setiap tahun adalah linear, sehingga dapat ditentukan indeks nilai pada tahun tertentu.

**Tabel 4. 15 Indeks Harga Alat**

No	(Xi)	Indeks (Yi)
1	1987	324
2	1988	343
3	1989	355
4	1990	356
5	1991	361.3
6	1992	358.2
7	1993	359.2
8	1994	368.1
9	1995	381.1
10	1996	381.7
11	1997	386.5
12	1998	389.5
13	1999	390.6
14	2000	394.1
15	2001	394.3
16	2002	395.6
17	2003	402
18	2004	444.2
19	2005	468.2
20	2006	499.6
21	2007	525.4
22	2008	575.4
23	2009	521.9
24	2010	550.8
25	2011	585.7
26	2012	584.6
27	2013	567.3
28	2014	576.1
29	2015	556.8

Sumber: [www.chemengonline.com](http://www.chemengonline.com)



**Gambar 4. 6 Grafik Indeks Harga Tiap Tahun**

Dengan asumsi kenaikan indeks linear, maka dapat diturunkan persamaan *least square* sehingga didapatkan persamaan berikut:

$$y = 9,878x - 19325$$

Dengan:

y = indeks harga

x = tahun pembelian

dari persamaan tersebut diperoleh harga indeks ditahun 2022 adalah 648,316.

Harga alat dan lainnya diperkirakan pada tahun evaluasi (2022) dan dilihat dari grafik pada refrensi. Untuk mengestimasi harga alat tersebut pada massa sekarang digunakan persamaan:

$$EX = EY \frac{NX}{NY}$$

Dimana:

EX : harga alat pada tahun x

EY : harga alat pada tahun y

NX : harga indeks untuk tahun x

NY : harga indeks untuk tahun y

Apabila suatu alat dengan kapasitas tertentu ternyata tidak memotong kurva spesifikasi, maka harga alat dapat diperkirakan dengan persamaan:

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

Dimana:

Ea : harga alat a

Eb : harga alat b

Ca : kapasitas alat a

Cb : kapasitas alat b

x : eksponen

harga eksponen tergantung dari jenis alat yang akan dicari harganya. Harga eksponen untuk berbagai macam jenis alat dapat dilihat pada *Peter & Timmerhaus, "Plant Design And Economic for Chemical Engineering", 3th edition*. Untuk alat yang tidak diketahui harga eksponennya maka diambil harga x sebesar 0,6. Dasar perhitungan yang digunakan dalam analisis ekonomi adalah:

- a) Kapasitas produksi : 35.000 ton/tahun
- b) Satun tahun operasi : 330 hari
- c) Pabrik didirikan tahun : 2023
- d) Nilai kurs dollar 2018 : \$ 1 = Rp 14.604 (27 Desember 2018)
- e) Umur alat : 10 tahun

#### 4.9.2 Perhitungan Biaya

##### a. *Capital Investment*

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

*Capital investment* meliputi:

a) *Fixed Capital investment (FCI)*

*Fixed Capital investment* adalah biaya yang diperlukan untuk mendirikan pabrik beserta fasilitas-fasilitasnya.

b) *Working Capital investment (WCI)*

*Working Capital investment* adalah biaya-biaya yang diperlukan untuk menjalankan usaha atau modal untuk menjalankan operasi dari suatu pabrik selama waktu tertentu.

b. *Manufacturing Cost*

*Manufacturing Cost* adalah biaya yang dikeluarkan untuk produksi suatu barang, yang merupakan jumlah dari *Direct Manufacturing Cost*(DC), *Indirect Manufacturing Cost*(IC), dan *Fixed Manufacturing Cost* (FC), yang berkaitan dengan produk.

a) *Direct Manufacturing Cost*

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

b) *Indirect Manufacturing Cost*

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

c) *Fixed Manufacturing Cost*

*Fixed Manufacturing Cost* adalah harga yang berkaitan dengan *Fixed Capital Investment* dan pengeluaran-pengeluaran yang bersangkutan, dimana harganya tetap tidak dipengaruhi waktu maupun tingkat produksi.

c. *General Expense*

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

### **4.9.3 Pendapatan Modal**

Untuk mendapatkan titik impas maka perlu dilakukan perkiraan terhadap:

a. Biaya tetap (*Fixed Cost*)

Yaitu biaya yang harus dikeluarkan setiap tahun yang tidak terpengaruh produksi atau tidak berproduksi.

b. Biaya variabel (*Variabel Cost*)

Yaitu biaya yang harus dikeluarkan setiap tahun yang besarnya dipengaruhi kapasitas produksi.

c. Biaya mengambang (*Regulated Cost*)

Yaitu biaya yang harus dikeluarkan setiap tahun yang besarnya proporsional dengan kapasitas produksi. Biaya-biaya itu bisa menjadi biaya tetap dan bisa menjadi biaya variabel.

#### 4.9.4 Analisis Kelayakan

Untuk dapat mengetahui keuntungan yang diperoleh tergolong besar atau tidak, dan untuk mengetahui pabrik tersebut berpotensi untuk didirikan atau tidak, maka perlu dilakukan analisa kelayakan.

##### 1. *Percent Return On Investment (ROI)*

*Percent Return On Investment* adalah perkiraan keuntungan yang dapat diperoleh setiap tahun berdasarkan pada kecepatan pengembalian modal tetap yang diinvestasikan.

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

Nilai ROI minimum untuk pabrik beresiko rendah adalah 11% dan ROI minimum untuk pabrik beresiko tinggi adalah 40%. (Aries & Newton, 1955)

##### 2. *Pay Out Time (POT)*

*Pay Out Time* adalah jumlah tahun yang dibutuhkan untuk pengembalian *Fixed Capital Investment* dengan keuntungan pertahun sebelum dikurangi depresiasi.

$$POT = \frac{\textit{Fixed Capital Cost}}{\textit{profit} + (0,1 \times \textit{Fixed Capital Investment})} \times 100\%$$

Untuk pabrik beresiko rendah selama 5 tahun, sedangkan untuk pabrik beresiko tinggi selama 2 tahun. (Aries & Newton, 1955)

##### 3. *Break Even Point (BEP)*

*Break Even Point* adalah titik impas (kondisi dimana pabrik tidak mendapatkan keuntungan maupun kerugian). Kapasitas pabrik pada saat *sales* sama dengan *total cost*.

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

Dimana:

Fa : *Annual Fixed Expense*

Ra : *Annual Regulated Expense*

Va : *Annual Variabel Expense*

Sa : *Annual Sales Value*

Pabrik akan rugi jika beroperasi dibawah nilai BEP dan untung jika beroperasi diatas nilai BEP. Harga BEP pada umumnya berkisar antara 40-60% dari kapasitas maksimal. (Aries & Newton, 1955)

#### 4. *Shut Down Point* (SDP)

*Shut Down Point* adalah level produksi dimana biaya untuk menjalankan operasi pabrik akan lebih mahal daripada biaya untuk menutup pabrik dan membayar *fixed cost*. Apabila tidak mampu mencapai persen minimal kapasitas tersebut dalam satu tahun, maka pabrik harus berhenti beroperasi atau tutup.

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

#### 5. *Discounted Cash Flow Rate* (DCFR)

*Discounted Cash Flow* adalah perbandingan besarnya presentase keuntungan yang diperoleh terhadap *capital investment* dibandingkan dengan tingkat bunga yang berlaku di bank.

*Rate of Return* dihitung dengan persamaan:  $(FC + WC)(1 + i)^n = CF[(1 + i)^{n-1} + (1 + i)^{n-2} + \dots + (1 + i) + 1 + SV + WC]$

Nilai R harus sama dengan S.

Dimana:

FC : *Fixed Capital*

WC : *Working Capital*

SV : *Salvage Value* (nilai tanah)

CF : *Annual Cash Flow (Profit after taxes + depresi + finance)*

i : *Discounted Cash Flow*

n : Umur pabrik (tahun)

#### 4.9.5 Perhitungan Ekonomi

##### 1) Penentuan Total *Capital Investment* (TCI)

Asumsi-asumsi dan ketentuan yang digunakan dalam perhitungan analisis ekonomi:

- a. Pengoperasian pabrik dimulai tahun 2023
- b. Proses yang dijalankan adalah proses kontinyu
- c. Kapasitas produksi adalah 35.000 ton/tahun
- d. Jumlah hari kerja adalah 330 hari/tahun
- e. *Shut down* pabrik dilaksanakan selama 35 hari dalam satu tahun untuk perbaikan alat-alat pabrik

- f. Umur alat-alat pabrik diperkirakan 10 tahun
- g. Nilai rongsokan (*Salvage Value*) adalah nol
- h. Situasi pasar, biaya, dan lain-lain diperkirakan stabil selama pabrik beroperasi
- i. Upah tenaga asing sebesar \$ 20/jam
- j. Upah tenaga Indonesia sebesar Rp. 15.000/jam
- k. Harga bahan baku asam nitrat Rp. 3.212
- l. Harga bahan Toluene Rp. 2.920
- m. Harga produk *Mononitrotoluene* \$ 1
- n. Kurs rupiah yang dipakai sebesar \$ 1 sama dengan Rp.14.604

## 2) Modal Tetap (*Fixed Capital Investment*)

**Tabel 4. 16 Harga Alat Proses**

Nama Alat	Harga 2014	Harga 2021	jumlah alat	Harga Alat
<i>Mixer</i>	\$ 298,300.000	\$ 330,769.64	1	\$ 330,769.643
Reaktor Alir Tanki Berpengaduk	\$ 283,300.000	\$ 314,136.908	1	\$ 314,136.908
<i>Decanter -01</i>	\$ 10,900.000	\$ 12,086.454	1	\$ 12,086.454
Evaporator - 01	\$ 238,100.000	\$ 264,016.936	1	\$ 264,016.936
Evaporator - 02	\$ 170,200.000	\$ 188,726.092	1	\$ 188,726.092
Tangki Toluene	\$ 148,800.000	\$ 164,996.724	1	\$ 164,996.724
Tangki Asam Nitrat	\$ 143,600.000	\$ 159,230.710	1	\$ 159,230.710
Tangki Asam Sulfat	\$ 100,800.000	\$ 111,771.974	1	\$ 111,771.974
Tangki Mononitrotoluene	\$ 150,700.000	\$ 167,103.537	1	\$ 167,103.537
Pompa 1	\$ 5,800.000	\$ 6,431.324	2	\$ 12,862.648
Pompa 2	\$ 5,800.000	\$ 6,431.324	2	\$ 12,862.648
Pompa 3	\$ 2,100.000	\$ 2,328.583	2	\$ 4,657.166
Pompa 4	\$ 5,800.000	\$ 6,431.324	2	\$ 12,862.648
Pompa 5	\$ 6,600.000	\$ 7,318.403	2	\$ 14,636.806
Pompa 6	\$ 6,600.000	\$ 7,318.403	2	\$ 14,636.806
Pompa 7	\$ 4,500.000	\$ 4,989.820	2	\$ 9,979.641

Lanjutan Tabel 4.16 Harga Alat Proses				
Pompa 8	\$ 2,900.000	\$ 3,215.662	2	\$ 6,431.324
Pompa 9	\$ 2,700.000	\$ 2,993.892	2	\$ 5,987.784
<i>Kondensor</i>	\$ 8,500.000	\$ 9,425.216	1	\$ 9,425.216
Heater 1	\$ 1,000.000	\$ 1,108.849	1	\$ 1,108.849
Heater 2	\$ 45,300.000	\$ 50,230.858	1	\$ 1,350
Heater 3	\$ 1,200.000	\$ 1,330.619	1	\$ 1,330.619
Cooler 1	\$ 4,051	\$ 20,291.936	1	\$ 20,291.936
Cooler 1	\$ 4,053	\$ 17,223.326	1	\$ 17,223.326
				\$ 1,890,143.925

**Tabel 4. 17 Harga Alat Utilitas**

<b>Nama Alat</b>	<b>Kode Alat</b>	<b>Jumlah</b>	<b>Harga</b>	<b>Harga Total</b>
Pompa 1	PU-01	2	\$ 26,900	\$ 188,454
Pompa 2	PU-02	2	\$ 26,900	\$ 188,454
Pompa 3	PU-03	2	\$ 26,900	\$ 188,454
Pompa 4	PU-04	2	\$ 26,900	\$ 188,454
Pompa 5	PU-05	2	\$ 23,900	\$ 167,437
Pompa 6	PU-06	2	\$ 23,900	\$ 167,437
Pompa 7	PU-07	2	\$ 23,900	\$ 167,437
Pompa 8	PU-08	2	\$ 23,900	\$ 167,437
Pompa 9	PU-09	2	\$ 11,100	\$ 77,764
Pompa 10	PU-10	2	\$ 11,100	\$ 77,764
Pompa 11	PU-11	2	\$ 11,100	\$ 77,764
Pompa 12	PU-12	2	\$ 11,100	\$ 77,764
Pompa 13	PU-13	2	\$ 7,500	\$ 52,543
Pompa 14	PU-14	2	\$ 7,500	\$ 52,543
Pompa 15	PU-15	2	\$ 11,100	\$ 77,764
Pompa 16	PU-16	2	\$ 7,300	\$ 51,142
Pompa 17	PU-17	2	\$ 11,100	\$ 77,764
Pompa 18	PU-18	2	\$ 7,300	\$ 51,142
Pompa 19	PU-19	2	\$ 11,100	\$ 77,764
Pompa 20	PU-20	2	\$ 5,600	\$ 39,232
Pompa 21	PU-21	2	\$ 11,000	\$ 77,063
Bak Sedimentasi	BS	1	\$ 1,300	\$ 4,554
Bak Penggumpal	BP	1	\$ 1,300	\$ 4,554
Bak Air Pendingin	BAP	1	\$ 1,500	\$ 5,254
Tangki Alum	TP-01	1	\$ 6,939	\$ 24,306

Lanjutan Tabel 4.17 Harga Alat Utilitas				
Tangki Klorin	TP-02	1	\$ 7,500	\$ 26,271
Tangki Asam Sulfat	TP-03	1	\$ 1,300	\$ 4,554
Tangki Natrium Hidroksida	TP-04	1	\$ 1,300	\$ 4,554
Tangki Hydrazine	TP-05	1	\$ 1,300	\$ 4,554
Tangki Air Filter	TP-06	1	\$ 60,900	\$ 213,324
Tangki Air Bersih	TP-07	1	\$ 83,884	\$ 293,834
Tangki Penampung Sementara Air Proses	TP-08	1	\$ 25,343	\$ 88,773
Tangki Umpan Boiler	TP-09	1	\$ 83,884	\$ 293,834
Clarifier	CLU	1	\$ 79,425	\$ 278,215
Sand Filter	SFU	1	\$ 42,233	\$ 147,936
Kation Exchanger	KEU	2	\$ 58,174	\$ 407,551
Anion Exchanger	AEU	2	\$ 58,174	\$ 407,551
Deaerator	DAU	1	\$ 21,238	\$ 74,394
Cooling Tower	CTU	1	\$ 34	\$ 119
Generator	GU	1	\$ 170,296	\$ 596,524
Tangki Bahan Bakar generator	TP-10	1	\$ 55,000	\$ 192,658
Tangki Bahan Bakar boiler	TP-11	1	\$ 25,343	\$ 88,773
Total		65		\$ 5,364,889

a) *Purchased Equipment Cost (PEC)*

Harga pembelian alat proses dan alat utilitas dari tempat pembelian.

Alat proses = \$ 1.890.144

Alat utilitas = \$ 5.364.889

Total PEC = alat proses + alat utilitas

= \$ 1.890.144+ \$ 5.364.889

= \$ 7.255.033

= Rp. 105.952.497.344

b) *Delivered Equipment Cost (DEC)*

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya pengangkutan} &= 15\% \text{ PEC} \\
 &= 15\% \times \$ 7.255.033 \\
 &= \$ 1.088.255 \\
 \\
 \text{Biaya administrasi \& pajak} &= 10\% \text{ PEC} \\
 &= 10\% \times \$ 7.255.033 \\
 &= \$ 725.503 \\
 \\
 \text{Total DEC} &= \$ 1.088.255 + \$ 725.503 \\
 &= \$ 1.813.758 \\
 &= \text{Rp. } 26.488.124.336
 \end{aligned}$$

c) Biaya Pemasangan (*Instalation Cost*)

Besarnya instalasi adalah 43% dari *Purchased Equipment Cost* (PEC)

$$\begin{aligned}
 \text{Material} &= 11\% \text{ PEC} \\
 &= 11\% \times \$ 7.255.033 \\
 &= \$ 798.054 \\
 &= \text{Rp. } 11.654.774.708 \\
 \\
 \text{Labor} &= 32\% \text{ PEC} \\
 &= 32\% \times \$ 7.255.033 \\
 &= \$ 2.321.610 \\
 \\
 \text{Tenaga asing} &= 5\% \text{ Labor} \\
 &= 5\% \times \$ 2.321.610 \\
 &= \$ 116.081 \\
 \\
 \text{Tenaga Indonesia} &= 95\% \text{ Labor} \times 2 \times (\text{Rp. } 15.000 / \$ 20) \\
 &= 95\% \times \$ 2.321.610 \times 2 \times (\text{Rp. } 15.000 / \$ 20)
 \end{aligned}$$

= Rp. 3.308.294.905

= \$ 226.533

Total biaya instalasi = \$ 798.054+ \$ 116.081+ \$ 226.533

= \$ 1.140.668

= Rp. 16.658.309.570

d) Biaya Pemipaan (*Piping Cost*)

Material = 21%PEC

= 21% x \$ 7.255.033

= \$ 1.523.557

Labor = 15%PEC

= 15% x \$ 7.255.033

= \$ 1.088.255

Tenaga asing = 5%Labor

= 5% x \$ 1.088.255

= \$ 54.413

Tenaga Indonesia = 95%Labor x 2 x (Rp.15.000 / \$ 20)

= 95% x \$ 1.088.255x 2 x (Rp.15.000 / \$ 20)

= Rp. 1.550.763.237

= \$ 106187.5676

Total biaya pemipaan = \$ 1.523.557+ \$ 54.413+ \$ 106187.5676

= \$ 1.684.157

= Rp. 24.595.431.409

e) Biaya Instrumentasi (*Instrumentation Cost*)

$$\begin{aligned}
 \text{Material} &= 24\% \times \text{PEC} \\
 &= 24\% \times \$ 7.255.033 \\
 &= \$ 1.741.208 \\
 \text{Labor} &= 6\% \times \text{PEC} \\
 &= 6\% \times \$ 7.255.033 \\
 &= \$ 435.302 \\
 \text{Tenaga asing} &= 5\% \text{Labor} \\
 &= 5\% \times \$ 435.302 \\
 &= \$ 21.765 \\
 \text{Tenaga Indonesia} &= 95\% \text{Labor} \times 2 \times (\text{Rp.}15.000 / \$ 20) \\
 &= 95\% \times \$ 435.302 \times (\text{Rp.}15.000 / \$ 20) \\
 &= \text{Rp. } 620.205.295 \\
 &= \$ 42.475 \\
 \text{Total biaya} &= \$ 1.741.208 + \$ 21.765 + \$ 42.475 \\
 &= \$ 1.805.448 \\
 &= \text{Rp. } 26.366.762.149
 \end{aligned}$$

f) Biaya Isolasi (*Insulation Cost*)

$$\begin{aligned}
 \text{Material} &= 3\% \text{PEC} \\
 &= 3\% \times \$ 7.255.033 \\
 &= \$ 217.651 \\
 \text{Labor} &= 5\% \text{PEC} \\
 &= 5\% \times \$ 7.255.033
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \$ 362.752 \\
 \text{Tenaga asing} &= 5\% \text{ Labor} \\
 &= 5\% \times \$ 362.752 \\
 &= \$ 18.138 \\
 \text{Tenaga Indonesia} &= 95\% \text{ Labor} \times 2 \times (\text{Rp.}15.000 / \$ 20) \\
 &= 95\% \times \$ 362.752 \times 2 \times (\text{Rp.}15.000 / \$ 20) \\
 &= \text{Rp. } 516.921.079 \\
 &= \$ 35.396 \\
 \text{Total biaya insulasi} &= \$ 217.651 + \$ 18.138 + \$ 35.396 \\
 &= \$ 271.184 \\
 &= \text{Rp. } 3.960.337.243
 \end{aligned}$$

g) Biaya Listrik (*Electrical Cost*)

Biaya listrik biasanya berkisar antara 10% - 15% dari PEC. Pada pabrik *Methyl Acrylate* ini diambil biaya listrik 10% dari PEC.

$$\begin{aligned}
 \text{Total biaya listrik} &= 10\% \text{ PEC} \\
 &= 10\% \times \$ 7.255.033 \\
 &= \$ 725.503 \\
 &= \text{Rp. } 10.595.249.734
 \end{aligned}$$

h) Biaya Bangunan (*Building Cost*)

$$\begin{aligned}
 \text{Luas bangunan} &= 17.815 \text{ m}^2 \\
 \text{Harga bangunan} &= \text{Rp.}4.500.000 / \text{m}^2 \\
 \text{Total biaya bangunan} &= \text{Luas} \times \text{Harga} \\
 &= 17.815 \text{ m}^2 \times \text{Rp.}4.500.000 / \text{m}^2
 \end{aligned}$$

$$= \text{Rp. } 80.167.500.000$$

$$= \$ 5.489.421$$

i) Tanah dan Perluasan Tanah (*Land and Yard Improvement*)

$$\text{Luas tanah} = 28.266 \text{ m}^2$$

$$\text{Harga tanah} = \text{Rp. } 5.000.000 / \text{m}^2$$

$$\text{Total harga tanah} = \text{Luas} \times \text{Harga}$$

$$= 28.266 \text{ m}^2 \times \text{Rp. } 5.000.000 / \text{m}^2$$

$$= \text{Rp. } 141.330.000.000$$

$$= \$ 9.677.486$$

**Tabel 4. 18 Data *Physical Plant Cost (PPC)***

No	Jenis	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	Purchased Equipment cost	Rp. 105,952,497,344.46	\$ 7,255,032.69
2	Delivered Equipment Cost	Rp. 26,488,124,336.11	\$ 1,813,758.17
3	Instalasi cost	Rp. 16,658,309,570.16	\$ 1,140,667.60
4	Pemipaan	Rp. 24,595,431,409.02	\$ 1,684,157.18
5	Instrumentasi	Rp. 26,366,762,149.34	\$ 1,805,447.97
6	Insulasi	Rp. 3,960,377,242.56	\$ 271,184.42
7	Listrik	Rp. 10,595,249,734.45	\$ 725,503.27
8	Bangunan	Rp. 80,167,500,000.00	\$ 5,489,420.71
9	Land & Yard Improvement	Rp. 141,330,000,000.00	\$ 9,677,485.62
	Total	Rp. 436,114,251,786.10	\$ 29,862,657.61

j) *Engineering and Construction*

Untuk PPC lebih dari US\$ 5.000.000, *Engineering and Construction* sebesar 20% dari PPC.

$$\text{Engineering and Construction} = 20\% \text{ PPC}$$

$$= 20\% \times \$ 29,862,657.61$$

$$= \$ 5.972.532$$

$$= \text{Rp. } 87.222.850.357$$

$$\begin{aligned} \text{DPC (Direct Plant Cost)} &= \text{PPC} + \text{Engineering and Construction} \\ &= \$ 29,862,657.61 + \$ 5.972.532 \\ &= \$ 35.835.189 \\ &= \text{Rp. } 523.337.102.143 \end{aligned}$$

k) *Contractor's fee*

Biasanya berkisar antara 4 % sampai 10% dari nilai *Direct Plant Cost*.

Pada analisa ini diambil nilai *contractor's fee* sebesar 4% dari nilai DPC.

$$\begin{aligned} \text{Contractor's fee} &= 4\% \text{DPC} \\ &= 4\% \times \$ 35.835.189 \\ &= \$ 1.433.408 \\ &= \text{Rp. } 20.933.484.086 \end{aligned}$$

l) *Contingency*

Nilai dari *contingency* biasanya kurang dari sama dengan 10% DPC

$$\begin{aligned} \text{Contingency} &= 10\% \text{DPC} \\ &= 10\% \times \$ 35.835.189 \\ &= \$ 3.583.519 \\ &= \text{Rp. } 52.333.710.214 \end{aligned}$$

**Tabel 4. 19 Data Fixed Capital Investment (FCI)**

No	Fixed Capital	Biaya (Rp)	Biaya, \$
1	Direct Plant Cost	Rp. 523,337,102,143.32	\$ 35,835,189.14
2	Cotractor's fee	Rp. 20,933,484,085.73	\$ 1,433,407.57
3	Contingency	Rp. 52,333,710,214.33	\$ 3,583,518.91
	Jumlah	Rp. 596,604,296,443.39	\$ 40,852,115.62

### 3) *Manufacturing Cost*

Biaya yang dikeluarkan untuk pembuatan suatu produk (per tahun).

#### a) *Direct Manufacturing Cost*

Merupakan pengeluaran langsung dalam pembuatan suatu pabrik.

##### a. Raw Material

**Tabel 4. 20 Bahan Baku Pabrik Mononitrotoluene**

Bahan	Kebutuhan		Harga satuan (Rp)	Biaya (Rp)	
	Kg/jam	kg/tahun		Rp/jam	Rp/th
asam sulfat	2501.7021	19813480.66	Rp 97,500	Rp 243,915,955	Rp 1,931,814,364,060
Toluene	1.2202	9663.987419	Rp 14,604	Rp 17,820	Rp 141,132,872
Asam Nitrat	2116.8249	16765252.86	Rp 3,212	Rp 6,799,241	Rp 53,849,992,198
Total					Rp 1,985,805,489,131

Total Raw Material = Rp. 97.964.127.703 /Tahun

= Rp. 272.122.577 / Hari

##### b. Tenaga Kerja

Pekerja yang berhubungan langsung dengan produksi

Total biaya tenaga kerja= total gaji/tahun + labor/tahun

= Rp. 18.045.000.000 + Rp. 4.536.000.000

= Rp. 22.581.000.000

= \$ 1.546.220

##### c. *Supervisor*

Biaya *supervisor* biasanya berkisar antara 10% sampai 25% dari labor *cost*. Pada analisa kali ini diambil biaya *supervisor* sebesar 25% dari labor *cost*.

Biaya *supervisor* = 25% Labor

$$= 25\% \times \text{Rp. } 22.581.000.000$$

$$= \text{Rp. } 5.645.250.000$$

$$= \$ 386.555$$

d. *Maintenance*

Biaya *maintenance* biasanya berkisar antara 2% sampai 4% dari *fixed capital investment* (FCI). Pada analisa kali ini diambil biaya *maintenance* sebesar 4% dari *fixed capital*.

$$\text{Maintenance} = 4\% \text{FCI}$$

$$= 4\% \times \text{Rp. } 596.604.296.443$$

$$= \text{Rp. } 23.864.171.858$$

$$= \$ 1.634.085$$

e. *Plant Supplies*

Biasanya nilai *plant supplies* sebesar 15% dari biaya *maintenance*.

$$\text{Plant Supplies} = 15\% \text{ Maintenance cost}$$

$$= 15\% \times \text{Rp. } 23.864.171.858$$

$$= \text{Rp. } 3.579.652.779$$

$$= \$ 245.113$$

f. *Royalties and Patents*

Nilai dari royalti dan paten biasanya berkisar antara 1 sampai 5 %.

Rincian penjualan produk *Mononitrotoluene* sebagai berikut:

$$\text{Produksi} = 35.000.000 \text{ kg/tahun}$$

$$\text{Harga} = \$ 1 / \text{Kg}$$

$$\text{Total harga} = \$ 35.000.000 / \text{tahun}$$

= Rp. 511.140.000.000 /tahun

Royalties & patents = 5% harga penjualan

= 5% x Rp. 511.140.000.000

= Rp 25.557.000.000

= \$ 1.750.000

g. Utilitas

Biaya kebutuhan utilitas = Rp. 1.177.123.703

= \$ 80.603

**Tabel 4. 21 Direct Manufacturing Cost (DMC)**

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	Raw Material	Rp. 97,964,127,702.69	\$ 6,708,033.94
2	Labor	Rp. 22,581,000,000.00	\$ 1,546,220.21
3	Supervision	Rp. 5,645,250,000.00	\$ 386,555.05
4	Maintenance	Rp. 23,864,171,857.74	\$ 1,634,084.62
5	Plant Supplies	Rp. 3,579,625,778.66	\$ 245,112.69
6	Royalty and Patents	Rp. 25,557,000,000.00	\$ 1,750,000.00
7	Utilities	Rp. 1,177,123,702.81	\$ 80,602.83
	Direct Manufacturing Cost (DMC)	<b>Rp. 180,368,299,041.90</b>	<b>\$ 12,350,609.36</b>

*b) Indirect Manufacturing Cost*

Merupakan pengeluaran tidak langsung akibat dari pembuatan suatu produk.

*a. Payroll Overhead*

Pengeluaran perusahaan untuk pensiunan, liburan yang dibayar perusahaan, asuransi, cacat jasmani akibat kerja, keamanan, dan sebagainya. Besarnya *payroll overhead* ini biasanya berkisar antara 15 sampai 20% *labor cost*.

$$\begin{aligned}
 \textit{Payroll overhead} &= 15\% \text{ Labor} \\
 &= 15\% \times \text{Rp. } 22.581.000.000 \\
 &= \text{Rp. } 3.387.150.000 \\
 &= \$ 231.933
 \end{aligned}$$

b. *Laboratory*

*Laboratory* dibutuhkan untuk menjamin *quality control*, karenanya biaya tergantung dari produk yang dihasilkan. Nilai *laboratory* biasanya berkisar antara 10 sampai 20% *labor cost*.

$$\begin{aligned}
 \textit{Laboratory} &= 10\% \text{ Labor} \\
 &= 10\% \times \text{Rp. } 22.581.000.000 \\
 &= \text{Rp. } 2.258.100.000 \\
 &= \$ 154.622
 \end{aligned}$$

c. *Plant Overhead*

Biaya untuk *service* yang tidak langsung berhubungan dengan unit produksi. Termasuk didalamnya adalah biaya kesehatan, fasilitas rekreasi, pembelian (*purchasing*), pergudangan, dan *engineering*. Biaya *plant overhead* biasanya berkisar antara 50 sampai 100% *labor cost*.

$$\begin{aligned}
 \textit{Plant overhead} &= 50\% \text{ Labor} \\
 &= 50\% \times \text{Rp. } 22.581.000.000 \\
 &= \text{Rp. } 11.290.500.000 \\
 &= \$ 773.110
 \end{aligned}$$

d. *Packaging and Shipping*

Biayanya sebesar 5% dari harga penjualan produknya. Biaya *container* untuk *packaging* tergantung dari sifat-sifat dan chemis produk juga nilainya.

$$\begin{aligned}
 \text{Packaging and Shipping} &= 5\% \text{ Sales Price} \\
 &= 5\% \times \text{Rp. 511.140.000.000} \\
 &= \text{Rp. 25.557.000.000} \\
 &= \$ 1.750.000
 \end{aligned}$$

**Tabel 4. 22 Indirect Manufacturing Cost (IMC)**

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	Payroll Overhead	Rp. 3,387,150,000.00	\$ 231,933.03
2	Laboratory	Rp. 2,258,100,000.00	\$ 154,622.02
3	Plant Overhead	Rp. 11,290,500,000.00	\$ 773,110.11
4	Packaging and Shipping	Rp. 25,557,000,000.00	\$ 1,750,000.00
	Indirect Manufacturing Cost (IMC)	Rp. 42,492,750,000.00	\$ 2,909,665.16

*c) Fixed Manufacturing Cost*

Merupakan pengeluaran yang berkaitan dengan *initial fixed capital investment* dan harganya tetap tidak tergantung waktu maupun tingkat produksi.

*a. Depreciation*

Nilainya berkisar antara 8 sampai 10% dari nilai FCI.

$$\begin{aligned}
 \text{Depreciation} &= 10\% \text{ FCI} \\
 &= 10\% \times \text{Rp. 596.604.296.443} \\
 &= \text{Rp. 59.660.429.644}
 \end{aligned}$$

$$= \$ 4.085.211$$

*b. Property Taxes*

Nilainya berkisar antara 1 sampai 2% dari nilai FCI.

$$\begin{aligned} \text{Property Taxes} &= 1\% \text{ FCI} \\ &= 1\% \times \text{Rp. } 596.604.296.443 \\ &= \text{Rp. } 5.996.042.964 \\ &= \$ 408.521 \end{aligned}$$

*c. Insurance*

Nilai *Insurance* biasanya 1% dari nilai FCI.

$$\begin{aligned} \text{Insurance} &= 1\% \text{ FCI} \\ &= 1\% \times \text{Rp. } 596.604.296.443 \\ &= \text{Rp. } 5.996.042.964 \\ &= \$ 408.521 \end{aligned}$$

**Tabel 4. 23 Fixed Manufacturing Cost (FMC)**

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	Depreciation	Rp. 59,660,429,644.34	\$ 4,085,211.56
2	Propertu taxes	Rp. 5,966,042,964.43	\$ 408,521.16
3	Insurance	Rp. 5,966,042,964.43	\$ 408,521.16
	Fixed Manufacturing Cost (FMC)	Rp. 71,592,515,573.21	\$ 4,902,253.87

**Tabel 4. 24 Manufacturing Cost (MC)**

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	Direct Manufacturing Cost (DMC)	Rp. 180,368,299,041.90	\$ 12,350,609.36
2	Indirect Manufacturing Cost (IMC)	Rp. 42,492,750,000.00	\$ 2,909,665.16
3	Fixed Manufacturing Cost (FMC)	Rp. 71,592,515,573.21	\$ 4,902,253.87
	Manufacturing Cost (MC)	Rp. 294,453,564,615.11	\$ 20,162,528.39

#### 4) Working Capital

##### a) Raw Material Inventory

Persediaan bahan baku untuk kebutuhan produksi selama 7 hari.

$$\begin{aligned}
 \text{Raw material inventory} &= (7/330) \times \text{total raw material} \\
 &= (7/330) \times \text{Rp. } 97.964.127.703 \\
 &= \text{Rp. } 2.078.026.951 \\
 &= \$ 142.292
 \end{aligned}$$

##### b) Inprocess Inventory

Persediaan bahan baku dalam proses untuk satu hari proses dengan harga 50% *manufacturing cost*.

$$\begin{aligned}
 \text{Inprocess Inventory} &= (1/330) \times (50\% \text{ total manufacturing cost}) \\
 &= (1/330) \times (50\% \times \text{Rp. } 294.453.564.615) \\
 &= \text{Rp. } 446.141.765 \\
 &= \$ 30.549
 \end{aligned}$$

##### c) Product Inventory

Biaya penyimpanan produk sebelum dikirim ke konsumen selama 7 hari.

$$\begin{aligned}
 \text{Product Inventory} &= (7/330) \times \text{total manufacturing cost} \\
 &= (7/330) \times \text{Rp. } 294.453.564.615 \\
 &= \text{Rp. } 6.245.984.704 \\
 &= \$ 415.973
 \end{aligned}$$

d) *Extended Credit*

Modal untuk biaya pengiriman produk sampai ke konsumen selama 7 hari.

$$\begin{aligned}
 \text{Extended Credit} &= (7/330) \times \text{penjualan produk} \\
 &= (7/330) \times \text{Rp. 511.140.000.000} \\
 &= \text{Rp. 10.842.363.636} \\
 &= \$ 742.424
 \end{aligned}$$

e) *Available Cash*

Dana untuk pembayaran gaji, jasa, dan material selama 1 bulan.

$$\begin{aligned}
 \text{Available Cash} &= (30/330) \times \text{total manufacturing cost} \\
 &= (30/330) \times \text{Rp. 294.453.564.615} \\
 &= \text{Rp. 26.768.505.847} \\
 &= \$ 1.832.957
 \end{aligned}$$

**Tabel 4. 25 Working Capital (WC)**

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	Raw Material Inventory	Rp. 2,078,026,951.27	\$ 142,291.63
2	Inproses Onventory	Rp. 446,141,764.57	\$ 30,549.29
3	Product Inventory	Rp. 6,245,984,703.96	\$ 427,690.00
4	Extended Credit	Rp. 10,842,363,636.36	\$ 742,424.24
5	Available Cash	Rp. 26,768,505,874.10	\$ 1,832,957.13
	Working Capital (WC)	Rp. 46,381,022,930.26	\$ 3,175,912.28

### 5) *General Expense*

Yaitu macam-macam pengeluaran yang berkaitan dengan fungsi-fungsi perusahaan yang tidak termasuk *manufacturing cost*.

a) *Administration*

Biaya administrasi penggajian, audit (3-6% MC)

$$\begin{aligned}
 \textit{Administration} &= 3\% \textit{ manufacturing cost} \\
 &= 3\% \times \text{Rp. } 294.453.564.615 \\
 &= \text{Rp. } 8.833.606.938 \\
 &= \$ 604.876
 \end{aligned}$$

b) *Sales Expense*

Penjualan, distribusi, *advertising* (5-22% MC)

$$\begin{aligned}
 \textit{Sales Expense} &= 5\% \textit{ manufacturing cost} \\
 &= 5\% \times \text{Rp. } 294.453.564.615 \\
 &= \text{Rp. } 14.772.678.231 \\
 &= \$ 1.008.126
 \end{aligned}$$

c) *Research*

Riset atau penelitian dan pengembangan bernilai 3,5% sampai 8% dari *manufacturing cost* karena *industrial chemical*.

$$\begin{aligned}
 \textit{Research} &= 3,5\% \textit{ manufacturing cost} \\
 &= 3,5\% \times \text{Rp. } 294.453.564.615 \\
 &= \text{Rp. } 10.305.874.762 \\
 &= \$ 705.688
 \end{aligned}$$

d) *Finance*

Biaya untuk membayar bunga pinjaman bank atau deviden para pemegang saham, nilainya berkisar antara 2 sampai 4% dari FCI+WCI

$$\begin{aligned}
 \textit{Finance} &= 4\% \times \textit{Capital Investment} \\
 &= 4\% \times (\text{Rp. } 596.604.296.443 + \text{Rp. } 46.381.022.930)
 \end{aligned}$$

= Rp. 25.719.412.775

= \$ 1.761.121

**Tabel 4. 26 General Expense (GE)**

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	Administration	Rp. 8,833,606,938.45	\$ 604,875.85
2	Sales Expense	Rp. 14,722,678,230.76	\$ 1,008,126.42
3	Research	Rp. 10,305,874,761.53	\$ 705,688.49
4	Finance	Rp. 25,719,412,774.95	\$ 1,761,121.12
	General Expenses(GE)	Rp. 59,581,572,705.68	\$ 4,079,811.88

*Total Production Cost = Manufacturing Cost + General Expense*

= Rp. 294.453.564.615+ Rp. 59,581,572,705.68

= Rp. 354.035.137.321

= \$ 24.242.340

## 6) Analisa keuntungan

Pabrik *Mononitrotoluene* yang didirikan ini merupakan pabrik beresiko rendah. Karena dilihat dari kondisi operasi, sifat-sifat bahan yang digunakan, serta produk samping yang dihasilkan, pabrik *Mononitrotoluene* ini masuk dalam kategori pabrik beresiko rendah.

Total penjualan = Rp. 511.140.000.000

Total *production cost* = Rp. 354.035.137.320

Keuntungan sebelum pajak = Rp. 157.104.862.679

Pajak 52% dari keuntungan = Rp. 81.694.528.593

Keuntungan setelah pajak = Rp. 75.410.334.086

### a) *Return on Investment* (ROI)

a. ROI sebelum pajak (*industrial chemical* 11-44%)

$$\begin{aligned} ROI_b &= (\text{keuntungan sebelum pajak} / \text{fixed capital}) \times 100\% \\ &= 26,3\% \end{aligned}$$

b. ROI sesudah pajak

$$\begin{aligned} ROI_a &= (\text{keuntungan sebelum pajak} / \text{fixed capital}) \times 100\% \\ &= 12,64\% \end{aligned}$$

b) *Pay Out Time* (POT)

a. POT sebelum pajak

$$POT_b = \frac{\text{fixed capital}}{\text{keuntungan sebelum pajak} + \text{depresiasi}}$$

$$POT_b = \frac{Rp. 596.604.296.443}{Rp. 157.104.862.679 + Rp. 59.660.429.644}$$

$$POT_b = 2,8 \text{ tahun}$$

b. POT sesudah pajak

$$POT_a = \frac{\text{fixed capital}}{\text{keuntungan setelah pajak} + \text{depresiasi}}$$

$$POT_b = \frac{Rp. 596.604.296.443}{Rp. 75.410.334.086 + Rp. 59.660.429.644}$$

$$POT_b = 4,4 \text{ tahun}$$

c) Break Event Point (BEP)

a. *Fixed Cost* (Fa)

Perhitungan *fixed cost* terdiri dari:

$$\begin{aligned} \text{Depresiasi} &= Rp. 59.660.429.644 \\ &= \$ 4.085.212 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Property Taxes} &= Rp. 5.966.042.964 \\ &= \$ 408.521 \end{aligned}$$

Asuransi = Rp 5.966.042.964

= \$ 408.521

Total nilai Fa = Rp. 71.592.515.573

= \$ 4.902.254

b. *Regulated Cost* (Ra)

Perhitungan *regulated cost* terdiri dari:

Gaji karyawan = Rp. 22.581.000.000

= \$ 1.546.220

*Payroll overhead* = Rp. 3.387.150.000

= \$ 231.933

*Supervision* = Rp. 5.645.250.000

= \$ 386.555

*Plant overhead* = Rp. 11.290.500.000

= \$ 773.110

Laboratorium = Rp. 2.258.100.000

= \$ 154.622

*General Expense* = Rp. 59.581.572.706

= \$ 4.079.812

*Maintenance* = Rp. 23.864.171.858

= \$ 1.634.085

*Plant Supplies* = Rp. 3.579.625.779

= \$ 245.113

Total nilai Ra = Rp. 132.187.370.342

$$= \$ 9.051.450$$

c. *Variabel Cost (Va)*

Perhitungan *variabel cost* terdiri dari:

$$\text{Raw material} = \text{Rp. } 97.964.127.703$$

$$= \$ 6.708.034$$

$$\text{Packaging and Shipping} = \text{Rp. } 25.557.000.000$$

$$= \$ 1.750.000$$

$$\text{Utilitas} = \text{Rp. } 1.177.123.703$$

$$= \$ 80.322$$

$$\text{Royalty \& Patent} = \text{Rp. } 25.557.000.000$$

$$= \$ 1.750.000$$

$$\text{Total nilai Va} = \text{Rp. } 150.255.251.406$$

$$= \$ 10.288.637$$

d. *Sales (Sa)*

$$\text{Biaya sales} = \text{Rp. } 511.140.000.000$$

$$\text{Maka nilai BEP} = 41\%$$

d) *Shut Down Point (SDP)*

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

$$SDP = 15\%$$

e) *Discounted Cash Flow Rate*

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

$$\text{Salvage value} = \text{depresiasi}$$

$$= \text{Rp. } 59.660.429.644$$

*Cash flow* = *annual profit* + *depresiasi* + *finance*

= Rp. 85.379.842.419

*Working capital* = Rp. 46.381.022.930

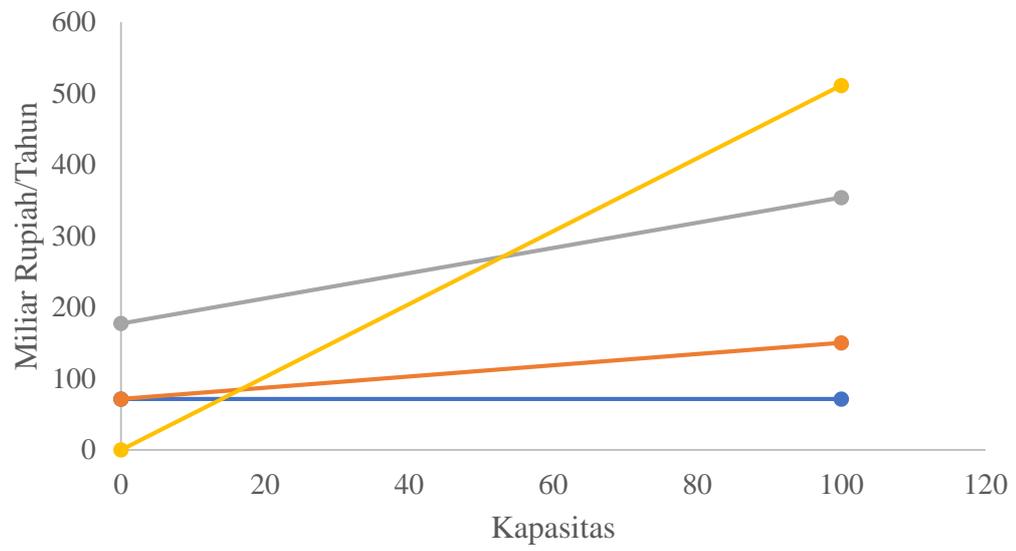
FCI = Rp. 596.604.296.443

*Discounted Cash Flow Rate* adalah perbandingan besarnya presentase keuntungan yang diperoleh terhadap *capital investment* dibanding dengan tingkat bunga yang berlaku di bank. Nilai dari DCFR harus lebih dari 1,5% bunga bank atau DCFR bernilai minimum 7,125%. Pada perhitungan ini diperoleh nilai DCFR sebesar 9%

**Tabel 4. 27 Analisa Kelayakan**

No	Kriteria	Terhitung	Syarat
1	<i>Return on Investment</i> - ROI sebelum pajak - ROI setelah pajak	26,33% 12,64%	Minimal 11% untuk pabrik beresiko rendah
2	<i>Pay Out Time</i> - POT sebelum pajak - POT setelah pajak	2,75 4,42	Maksimal 5 tahun untuk pabrik beresiko rendah
3	<i>Break Event Point</i>	41,46%	40 – 60%
4	<i>Shut Down Point</i>	14,46%	
5	<i>Discounted Cash Flow Rate of Return</i>	9%	1,5% x suku bunga acuan bank = 7,125% (suku bunga acuan bank 2018 : 4,75%)

Dari perhitungan evaluasi ekonomi, maka dapat digambarkan grafik hubungan kapasitas produksi terhadap BEP dan SDP sebagai berikut:



**Gambar 4. 7 Grafik BEP**

## BAB V PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

1. Prarancangan pabrik mononitrotoluena dari toluena dan asam campuran dengan kapasitas 35.000 ton/tahun akan didirikan dikawasan industri Cilacap, Jawa Tengah dengan luas tanah sebesar 28.266 m<sup>2</sup> dengan jumlah pekerja 170 orang.
2. Ditinjau dari segi ekonomi, pabrik Mononitrotoluena ini membutuhkan *Fixed Capital Investment* Rp 396.254.332.000 dan \$ 9.570.846. *Working Capital Investment* sebesar Rp. 382.087.830.000 dan \$ 1193165. Analisis ekonomi pabrik Mononitrotoluena ini menunjukkan nilai ROI sebelum pajak sebesar 44,73% dan ROI sesudah pajak sebesar 33,55%. Nilai POT sebelum pajak adalah 1,55 tahun dan POT sesudah pajak adalah 1,87 tahun. BEP sebesar 49,31% kapasitas produksi dan SDP sebesar 18,71% kapasitas produksi. DCF sebesar 16,73%.
3. Ditinjau dari teknik yang meliputi pengadaan alat-alat produksi, penerapan teknologi, bahan baku, proses produksi, hasil produksi dan tenaga kerja serta dari segi ekonomi maka pabrik Mononitrotoluena dengan kapasitas produksi 35.000 ton/tahun menarik untuk dikaji lebih lanjut.

### 5.2 Saran

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

sebelum membangun suatu pabrik kimia sehingga dengan informasi dan data-data yang lengkap dapat mempermudah suatu prarancangan pabrik kimia.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aries, R.S., and Newton, R.D., 1955, "*Chemical Engineering Cost Estimation*", McGraw-Hill Book Company, New York
- BPS, "Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia", BPS, Yogyakarta
- Brown, G.G., 1978, "Unit Operation", 4<sup>th</sup> ed., Modern Asia Edition, John Willey and Sons Inc., New York.
- Brownell, L.E and Young, E.H., 1983, "Process Equipment Design", John Willey and Sons Inc., New York.
- Evans, F.L., 1974, "Equipment Design Handbook (for Refineries and Chemical Plants), Vol. I & II, Gulf Publishing Company, Houston.
- Faith, W.L., Keyes, D.B., Clark, R.L., 1975, "Industrial Chemical", 4<sup>th</sup> ed., John Willey and Sons Inc., New York.
- Groggin, P.H., 1958, "Unit Process in Organic Chemistry", 5<sup>th</sup> ed., McGraw – Hill Book Company, Kogakusha.
- Kern, D.Q., 1983, "Process Heat Transfer", Mc Graw Hill Book Co. Ltd, New York.
- Kirk, R.E., and Othmer, D.F, 1981, "Encyclopedia of Chemical Engineering Technology", John Willey and Sons Inc., New York.
- Levenspiel, O., 1972, "Chemical Reaction Engineering", 2<sup>nd</sup> ed., Jhon Wiley and Sons Inc., New York.
- Ludwig, E.E., 1984, "Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants", 2<sup>nd</sup> ed., Vol. III, Gulf Publishing Company.
- Mc Cabe, W.L. and Smith, J.C. 1976, "Unit Operation of Chemical Engineering", 3<sup>rd</sup> ed., Mc Graw Hill, Kogakusha , Ltd
- Mc. Ketta, J.J., 1976, " Encyclopedia of Chemical Processing and Petrochemical Plant", Vol IV, Marcel Dekker Inc., New York.

- Perry, R.H. and Chilton, C.H., "Chemical Engineering Hand Book", 3<sup>rd</sup> ed., McGraw Hill, Kogakusha Book Company, Tokyo.
- Perry, R.H. and Chilton, C.H., 1970, "Chemical Engineer's Hand Book", 5<sup>th</sup> ed., McGraw Hill Book Company, Kogakusha Book Company, Tokyo.
- Perry, R.H. and Chilton, C.H., 1984, "Chemical Engineer's Hand Book", 6<sup>th</sup> ed., McGraw Hill Book Company, Kogakusha Book Company, Tokyo.
- Petters, M.S. and Timmerhaus, K.D., 1958, "Plant Design Economic for Chemical Engineer's", 2<sup>nd</sup> ed., McGraw Hill Book Company, Kogakusha, Ltd Tokyo.
- Powell, P.T., 1954, "Water Conditioning for Industry", McGraw Hill Inc, New York.
- Rase, H.F., 1977, "Chemical Reactor Design for Process Plant", vol. I&II, John Willey and Sons, New York.
- Schweitzer, P.A., 1979, "Handbook of Separation Techniques for Chemical Engineers", McGraw – Hill Book Company, New York.
- Shreve, R.N., 1967, "Chemical Process Industries", 3<sup>rd</sup> ed., McGraw Hill, Kogakusha Company, New York.
- Smith, J.M., Van Ness, H.C., 1987, Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics, 4<sup>th</sup> ed., McGraw Hill Book Company, Singapore.
- Sularso dan Tahara. 1983, "Pompa dan Kompresor", Pradnya Paramita, Jakarta.
- Treyball, R.E., 1981, "Mass Transfer Operation", 3<sup>th</sup> ed., McGraw – Hill Book Company Inc., Tokyo.
- Ullrich, D.G., 1984, "A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics", John Willey and Sons.
- Villbrant, F.C. and Dryden, C.E., 1959, "Chemical Engineering Plant Design", 4<sup>th</sup> ed., McGraw Hill Book Company Inc, New York.

## LAMPIRAN

### Lampiran 1 Perhitungan Reaktor

Fungsi : Mereaksikan Toluena ( $C_7H_8$ ) dengan asam nitrat ( $HNO_3$ ) menjadi Mononitrotoluena ( $C_7H_7NO_2$ ) dengan katalis asam sulfat ( $H_2SO_4$ )

Tipe : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB)

Sifat Reaksi : Endotermis

Kondisi Operasi : Tekanan (P) = 1 atm

Suhu (T) = 50°C

Perbandingan mol :  $C_6H_5CH_3 : HNO_3 = 1,05 : 1$

INPUT REAKTOR :

Komponen	Input		Output	
	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam
HNO <sub>3</sub>	2117	33,6004	63,5047457	1,0080
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	2501,7021	25,5276	2501,7021	25,5276
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH <sub>3</sub>	3247,0183	35,2937	248,5191	2,7344
C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> CH <sub>3</sub> NO <sub>2</sub>	1,1745	0,0086	4465,1564	32,5924
H <sub>2</sub> O	1828,8797	101,6044	2416,7170	134,1968
Jumlah	9695,5995	196,0346	9695,5994	196,0591



mula-mula	35,2937	33,6004		
Reaksi	32,5924	32,5924	32,5924	32,5924
Sisa	2,7013	1,0080	32,5924	32,5924

### Perhitungan Densitas Campuran dalam Reaktor

Komponen	massa (kg/jam)	Fraksi Massa (xi)	$\rho_i$ (kg/m <sup>3</sup> )	$\rho_i \cdot x_i$ (kg/m <sup>3</sup> )
C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>	3247,018314	0,3349	358,1197	119,9329
HNO <sub>3</sub>	2116,8249	0,2183	483,4687	105,5550
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	2501,7021	0,2580	572,2257	147,6482
H <sub>2</sub> O	1828,8797	0,1886	417,7128	78,7931
C <sub>7</sub> H <sub>7</sub> NO <sub>2</sub>	1,1745	0,0001	391,3340	0,0474
<b>TOTAL</b>	<b>9695,5995</b>	<b>1,0000</b>		<b>451,9292</b>

$$\text{Densitas Campuran} = 451,9292 \text{ kg/m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Volume Cairan} &= \text{waktu tinggal} \times (\text{massa/densitas}) \\ &= 10,7269 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

#### 1. Dimensi Reaktor

Perancangan reaktor ini dengan memilih over design sebesar 20%,

sehingga volume reaktor menjadi :

$$\begin{aligned} \text{volume Alat} &= 1,2 \times \text{Volume} \\ &= \text{cairan} \end{aligned}$$

$$= 12,8723 \text{ m}^3$$

$$= 454,5803 \text{ ft}^3$$

Reaktor yang digunakan berbentuk silinder tegak

$$V = \text{Vol silinder} + \text{Vol tutup}$$

$$V = \text{Vol silinder} + \text{Vol Head}$$

Tutup berbentuk *torispherical dished head*

Dengan :

$\text{Volume head, } V_h = 0,000049 \text{ d}^3$	$(D = \text{in}; V = \text{ft}^3)$
---	------------------------------------

Sehingga

$$V = \frac{1}{4} \pi D^2 H + [0,000049 \cdot (D^3)]$$

$$\begin{aligned} \text{Perancangan ini memilih } H &= 2,0 \frac{D^1}{4} \pi D^2 H + [0,000049 \cdot (D^3)] \\ 454,5803 &= \\ 454,5803 &= D^3 \{2/4 \times 3,14 + 0,000049\} \end{aligned}$$

$$454,5803 = D^3 \times 1,5700$$

454,5803	=	1,5700	D <sup>3</sup>
D <sup>3</sup>	=	289,5326	
D	=	6,6155	ft
	=	79,3866	in
	=	2,0164	m
H	=	2*D	
	=	13,2311	ft
	=	158,7731	in
	=	4,0328	m

### Menghitung Tebal Dinding Reaktor

menggunakan persamaan

$$t_s = \frac{P \cdot r_i}{f \cdot E - 0.6P} + C$$

Pertimbangan : Cairan dalam reaktor mengandung asam.

Dari tabel 23-3 Perry,

dipilih bahan konstruksi, yaitu Stainless Steel 316 AISI ( 18Cr, 12Ni, 2.5Mo)

Allowable stress (f)	=	18847,948	psia
		double welded butt	
Sambungan yang dipilih	=	joint	
Efisiensi sambungan (E)	=	80%	
Corrosion allowance (C)	=	0,125	in
Jari-jari reaktor (ri)	=	39,6933	in
Tekanan (P)	=	P operasi + P hidrostatik	
	=	14.7 + 3.9731	
	=	32,1588	psia
<b>ts</b>	=	0,2098	in

jadi, tebal shell minimum yang dibutuhkan adalah = 0,2098

maka digunakan ketebalan shell standar = 3/16

= 0,1875

<b>ID shell</b>	=	79,3866	in
<b>OD shell</b>	=	ID + 2 t	
	=	79,7616	in

dari tabel 5,7 (Brownell,1959), untuk OD standar maka diambil OD terdekat yaitu:

$$\begin{aligned} \text{OD} &= 72 && \text{in} \\ &= 1,8288 && \text{m} \end{aligned}$$

standarisasi dari table 5.7 Brownell & Young, hal. 90, didapat :

$$\begin{aligned} \text{icr} &= 4,375 && \text{in} \\ \text{r}_c &= 72 && \text{in} \\ \text{ID} &= \text{OD} - 2t_s && \\ &= 71,6250 && \text{in} \\ &= 1,8193 && \text{m} \\ &= 5,9688 && \text{ft} \\ \\ \text{H} &= 143,2500 && \text{in} \\ &= 3,6386 && \text{m} \\ &= 11,9375 && \text{ft} \end{aligned}$$

### Perancangan Dimensi Head

Menentukan jenis dan ukuran Head dan Bottom reaktor

Pertimbangan yang dilakukan dalam pemilihan jenis head meliputi :

#### 1. Flanged & Standard Dished Head

umumnya digunakan untuk tekanan operasi rendah, harganya murah dan digunakan untuk tangki dengan diameter kecil

#### 2. Torispherical Flanged & Dished Head

digunakan untuk tekanan operasi hingga 15 bar dan harganya cukup ekonomis

#### 3. Elliptical Dished Head

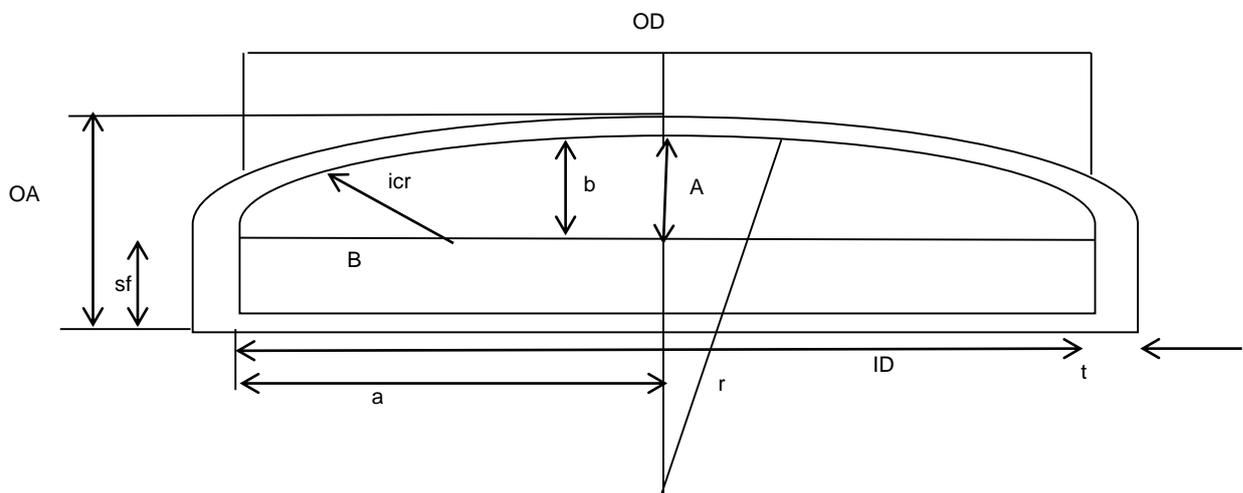
digunakan untuk tekanan operasi tinggi dan harganya cukup mahal

#### 4. Hemispherical Head

digunakan untuk tekanan operasi sangat tinggi.

Kuat dan ukuran yang tersedia sangat terbatas

Dari pertimbangan-pertimbangan diatas dan tekanan operasi perancangan yang dibuat, maka dipilih bentuk torispherical Flanged & Dished Head



$$th = \frac{P.rc.W}{2.f.E - 0.2.P} + C \quad \text{(Brownell \& Young 1959, p.138)}$$

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

W	=	1,7642	
th	=	0,2605	in

Dari tabel 5.6 Brownell & Young, untuk th standar = 1/4 in  
= 0,25 in

maka digunakan sf	=	3	in
	=	0,0762	m

ID	=	OD - 2*th	
ID	=	71,5000	in
	=	1,8161	m

a	=	ID/2	=
AB	=	a-irc	=
BC	=	rc-irc	=
AC	=	$\sqrt{(BC)^2 - (AB)^2}$	=
b	=	rc - AC	=
			=
AO	=	Sf + b + t head	=
			=

Volume head total (V head) = Volume head (Vh) + Volume Flange (Vsf)

Volume sebuah head untuk Torispherical dished head adalah :

V <sub>h</sub>	=	0,000049	ID <sup>3</sup>
	=	0,000049 x (33.5 <sup>3</sup> )	
	=	17,9108	ft <sup>3</sup>
		0,5072	m <sup>3</sup>

V <sub>sf</sub>	=	(π/4) x ID <sup>2</sup> x sf	
	=	(3.14/4) x (0.8509 <sup>2</sup> ) x (0.0762)	

$$= 0,1973 \quad \text{m}^3$$

Jadi, Volume head total adalah :

$$V_{head} = V_h + V_{sf}$$

$$V \text{ head total} = 0,7045 \quad \text{m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Volume Cairan dalam shell} &= \text{Volume cairan} - V \text{ head total} \\ &= 6,1474 - 0,0955 \\ &= 10,0224 \quad \text{m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas Permukaan cairan (A}_t) &= \pi/4 \times (D_i)^2 \\ &= 2,5982 \quad \text{m}^2 \end{aligned}$$

Tinggi Cairan Dalam Shell

$$\begin{aligned} h_s &= V_{\text{cairan dalam shell}} / A_t \\ &= 3,8575 \quad \text{m} \\ &= 151,8701 \quad \text{in} \end{aligned}$$

sehingga tinggi cairan total dalam reaktor sebelum ada koil adalah :

$$\begin{aligned} h_{\text{total}} &= h_{\text{shell}} + b + sf \\ h_{\text{total}} &= 4,24 \quad \text{m} \\ &= 166,96 \quad \text{in} \end{aligned}$$

### Menentukan Luas Muka Reaktor

Luas muka reaktor untuk tebal head < 1 in, digunakan persamaan 5-12 Brownell & Young, 1959

$$D_e = OD + \frac{OD}{42} + 2 \cdot sf + \frac{2}{3} icr$$

dengan :  $D_e$  = diameter ekuivalen (in)

$$\begin{aligned} D_e &= 82,6310 \quad \text{in} \\ A_{\text{total}} &= A_{\text{shell}} + 2 \cdot A_{\text{tiap head}} \\ A_{\text{total}} &= \pi \cdot D \cdot H + 2 \cdot (\pi/4 D_e^2) \\ A_{\text{total}} &= 42937,0458 \quad \text{in}^2 \\ &= 27,7013 \quad \text{m}^2 \\ &= 298,1736404 \quad \text{ft} \end{aligned}$$

**PERANCANGAN PENGADUK**

volume cairan yang diaduk	=	10,7269	m <sup>3</sup>
	=	2833,7469	gallon
kekentalan cairan yang diaduk ( $\mu$ )	=	1,9446	cP
			1,3067,E-03 lb/ft.s

Perancangan untuk pengadukan dilakukan dengan prinsip similaritas menggunakan model sesuai dengan referensi buku Brown pada Fig. 477 kurva no. 15 halaman 507 dan Tabelnya.

$$\frac{Dt}{Di} = 3$$

$$\frac{Zl}{Di} = 3,9$$

$$\frac{Zi}{Di} = 1,3$$

Menghitung jumlah pengaduk (sesuai referensi Wallas halaman 288)

Rasio tinggi permukaan cairan dan diameter tangki

$$= \frac{H}{D}$$

$$= \frac{1,9132}{2}$$

$$= 1,1478$$

Berdasarkan referensi Wallas jumlah pengaduk yang dipakai = 1 buah

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

$$\begin{aligned} \rho &= 1037,3523 \quad \text{kg/m}^3 \\ &= 64,7598 \quad \text{lb/ft}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Re} = \frac{(62.5098 \text{ lb/ft}^3 \times 2.7525 \text{ s}^{-1} \times (1.9896 \text{ ft})^2)}{\text{lb/(ft.s)}}$$

$$\text{Re} = 571599,7709$$

power number (Po) yang didapat dari Fig. 477 Brown

$$\begin{aligned} P &= (N^3 \times [D_i]^5 \times \rho \times P_o) / g_c \\ &= ((2.7525 \text{ s}^{-1})^3 \times (1.9896 \text{ ft})^5 \times 62.5098 \text{ lb/ft}^3) / 32.174 \\ &= 1397,0117 \quad \text{lb.ft/s} \\ &= 2,5400 \quad \text{hp} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Diambil Hp/1000 gallon} &= 1,5 \\ \text{Hp} &= 2 \text{ Hp/1000 gallon} \times \text{volume cairan} \\ &= 3 \text{ Hp/1000 gallon} \times 1177,7318 \text{ gallon} \\ &= 4,2506 \text{ Hp} \end{aligned}$$

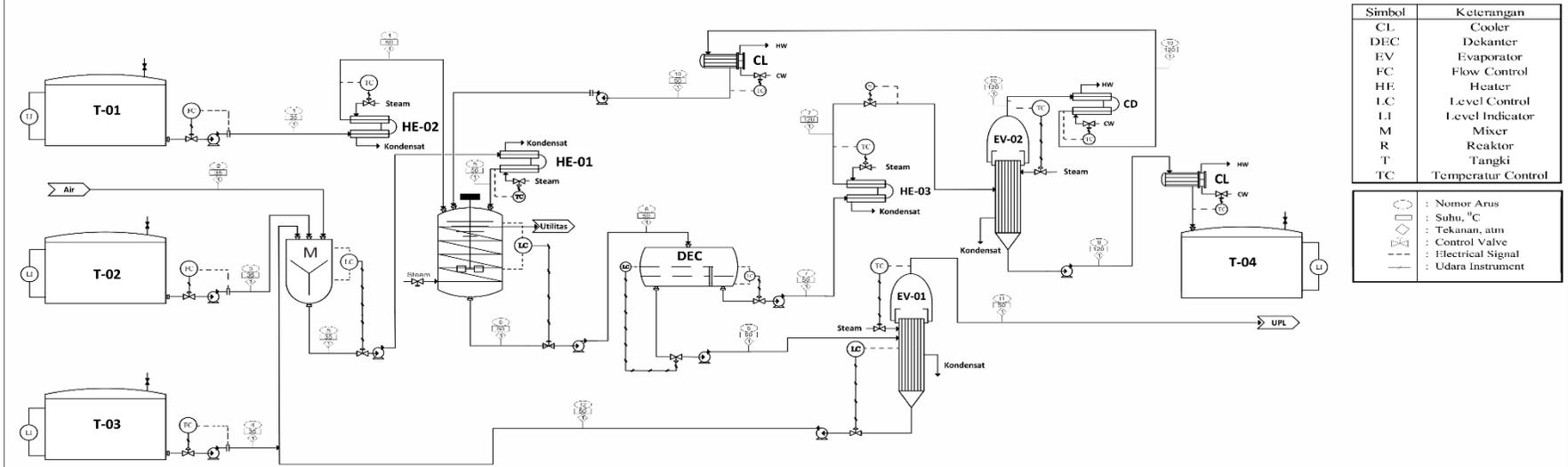
Trial nilai rpm (N)

pada reaksi dengan transfer panas nilai Hp/1000 gallon = 1,5-5 dan kecepatan pengaduk ( $\pi DN$ ) = 10-15 ft/s

$$\begin{aligned} \text{dipilih } \pi DN &= 18,2 \quad \text{ft/s} \\ N &= \frac{17.2}{\pi D} \\ &= \frac{(17.2 \text{ ft/s})}{(3.14 \times 1.9896 \text{ ft})} \\ &= 2,9137 \quad \text{/s} \quad 174,8235714 \quad \text{/menit} \end{aligned}$$

Lampiran 2 Process Engineering Flow Diagram

**PROSES ENGINEERING FLOW DIAGRAM  
PRARANCANGAN PABRIK MONONITROTOLUENE DENGAN ASAM CAMPURAN  
KAPASITAS PRODUKSI 35.000 TON/TAHUN**



Simbol	Keterangan
CL	Cooler
DEC	Dekanter
EV	Evaporator
FC	Flow Control
HE	Heater
LC	Level Control
LI	Level Indicator
M	Mixer
R	Reaktor
T	Tangki
TC	Temperatur Control

	: Nomor Arus
	: Suhu, °C
	: Tekanan, atm
	: Control Valve
	: Electrical Signal
	: Udara Instrument

Komponen	Neraca Massa (Kg/Jam)											
	No. Arus											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
HNO3	0	2074,6902	0	0	2074,6902	62,2407	0	62,2407	0	0	62,2407	0
H2SO4	0	0	245,1907	0	2451,9066	2451,9066	0	2451,9066	0	0	0,0000	2451,9066
H2O	29,8314	1218,4688	5,0039	491,8354	1760,3432	2367,4620	0	2368,6131	0	0	2318,5742	50,0389
C6H5CH3	2953,3085	0	0	0	1,1959	242,3765	241,0477	1,3288	44,1919	196,8558	0	1,3288
C6H4CH3NO2	0	0	0	0	1,1511	4376,2791	4375	1,2791	4375	0	0	1,2791
<b>Total</b>	<b>2983,1399</b>	<b>3293,1590</b>	<b>250,1946</b>	<b>491,8354</b>	<b>6289,2870</b>	<b>9500,2649</b>	<b>4616,0477</b>	<b>4885,3683</b>	<b>4419,1919</b>	<b>196,8558</b>	<b>2380,8149</b>	<b>2504,5533</b>

	<b>JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA YOGYAKARTA 2019</b>	
	Dikerjakan oleh : 1. Hafidh Rafi H (14521031) 2. Andar Yudho W (14521128)	
Dosen Pembimbing : 1. Ir. Bachrun Sutrisno, M.Sc. 2. Venitalia Alethea S A, S.T., M.Eng		

### KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN

Nama Mahasiswa : Andar Yudho Wibisana  
 No. MHS : 14521126  
 Nama Mahasiswa : Hafiz Rafi Hermawan  
 No. MHS : 14521031  
 Judul Prarancangan)\* : **PRARANCANGAN PABRIK MONONITROTOWEME  
 DENGAN ASAM CAMPURAN DENGAN KAPASITAS  
 25.000 TON / TAHUN.**  
 Mulai Masa Bimbingan : 14 Maret 2018  
 Batas Akhir Bimbingan : 10 September 2018

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Pada Hari Disetujui
1	3 Januari 2019	Konsultasi masalah utilitas	Ⓟ
2	7 Januari 2019	Revisi utilitas	Ⓟ
3	10 Januari 2019	Konsultasi Ekonomi	Ⓟ
4	14 Januari 2019	Revisi Ekonomi	Ⓟ
5	17 Januari 2019	Konsultasi Mekanik	Ⓟ
6	21 Januari 2019	Revisi Masalah.	Ⓟ

**Disetujui Draft Penulisan:**

Yogyakarta, 5 Februari 2019

Pembimbing,

  
 Ir. Bachrun Sutrisno, M.Sc.

)\* Judul PraRancangan Ditulis dengan Huruf Balok

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

### KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN

Nama Mahasiswa : Andar Yudho Wibisana  
 No. MHS : 14521126  
 Nama Mahasiswa : Hafiz Rafi Hermawan  
 No. MHS : 14521031  
 Judul Prarancangan )\* : PRA RANCANGAN PABRIK MONONITROTOLUENA  
 DENGAN ASAM CAMURAN DENGAN KAPASITAS  
 35.000 Ton / TAHUN.  
 Mulai Masa Bimbingan : 14 Maret 2018  
 Batas Akhir Bimbingan : 10 September 2018

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Penyerta Bimbingan
1	14 Maret 2018	Konsultasi Judul Prarancangan Pabrik.	SB
2	19 Maret 2018	Pengajuan Judul Rancangan Pabrik.	SB
3	22 Maret 2018	Mengolah data kapasitas	SB
4	3 Mei 2018	Flow diagram	SB
5	14 Mei 2018	Meraca Panas dan Meraca Massa	SB
6	24 Mei 2018	ACC Meraca Panas dan Meraca Massa	SB
7	10 Juli 2018	Alat Besar	SB
8	27 Agustus 2018	ACC Alat Besar	SB
9	12 September 2018	Alat Kecil	SB
10	23 Oktober 2018	ACC Alat kecil	SB
11	24 Januari 2019	Konsultasi PEPD dan ACC PEPD	SB
12.	1 Februari 2019	Pengesahan	SB

Disetujui Draft Penulisan:

Yogyakarta, 5 Februari 2019

Pembimbing,

Venitalitya Alethea Sari Augustia, S.T.,

M.Eng.

)\* Judul PraRancangan Ditulis dengan Huruf Balok

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