

**PRA RANCANGAN PABRIK METIL  
KLORIDA DARI METANOL DAN HCl  
DENGAN KAPASITAS 5.000  
TON/TAHUN**

**PRA RANCANGAN PABRIK**

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



Oleh :

Nama : Indra Pramesti Susilo

Nama : Cindy Putri Mellinda

No. Mahasiswa : 17521077

No. Mahasiswa : 17521082

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

**YOGYAKARTA**

**2021**

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL

PRA RANCANGAN PABRIK METIL KLORIDA DARI METANOL & HCl  
DENGAN KAPASITAS 5.000 TON/TAHUN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama	: Indra Pramesti Susilo	Nama	: Cindy Putri Mellinda
No. Mhs	: 17521077	No.Mhs	: 17521082

Yogyakarta, 09 Oktober 2021

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

Demikian surat pernyataan ini saya buat, semoga dapat dipergunakan



Indra Pramesti Susilo



Cindy Putri Mellinda

**LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING**

**PRA RANCANGAN PABRIK METIL KLORIDA DARI METANOL & HCl  
DENGAN KAPASITAS 5.000 TON/TAHUN**



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

Oleh :

Nama : Indra Pramesti Susilo  
No. Mhs : 17521077

Nama : Cindy Putri Mellinda  
No.Mhs : 17521082

Yogyakarta, 09 Oktober 2021

Pembimbing I

Tuasikal Muhamad Amin, Ir., M.Sn.

Pembimbing II

Venalitya Alethea Sari A, S.T., M.Eng.

# LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

## PRA RANCANGAN PABRIK METIL KLORIDA DARI METANOL DAN HCI DENGAN KAPASITAS 5.000 TON/ TAHUN

### TUGAS AKHIR

Oleh :

Nama : Indra Pramesti Susilo  
No. Mhs : 17521077

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat  
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia Konsentrasi Teknik Kimia  
Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Islam Indonesia  
Yogyakarta, 28 Oktober 2021

Tim Penguji


Ketua Penguji  
Ir. Tuasikal Muhamad Amin, M.Sn.



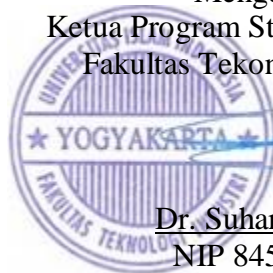
Penguji I  
Dr. Dyah Retno Sawitri, S.T., M.Eng.



Penguji II  
Dr. Suharno Rusdi



Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknik Kimia  
Fakultas Tekonologi Industri



Dr. Suharno Rusdi  
NIP 845210102



# LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

## PRA RANCANGAN PABRIK METIL KLORIDA DARI METANOL DAN HCI DENGAN KAPASITAS 5.000 TON/ TAHUN

### TUGAS AKHIR

Oleh :

Nama : Cindy Putri Mellinda

No.Mhs : 17521082

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat  
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia Konsentrasi Teknik Kimia  
Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Islam Indonesia  
Yogyakarta, 28 Oktober 2021

Tim Penguji

Ketua Penguji

Ir. Tuasikal Muhamad Amin, M.Sn.



Penguji I

Dr. Dyah Retno Sawitri, S.T., M.Eng.



Penguji II

Dr. Suharno Rusdi.



Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknik Kimia  
Fakultas Tekonologi Industri



Dr. Suharno Rusdi

NIP 845210102

## KATA PENGANTAR



*Assalamu'alaikum Wr., Wb.*

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

Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik yang berjudul “Pra Rancangan Pabrik Metil Klorida Dari Metanol Dan Asam Klorida Dengan Kapasitas 5.000 TON / Tahun”, disusun sebagai penerapan dari ilmu teknik kimia yang telah diperoleh selama dibangku kuliah, dan merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

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

1. Orang Tua dan Keluarga yang selalu memberikan doa, semangat, dan dukungan yang tiada henti-hentinya.
2. Bapak Hari Purnomo, Prof., Dr., Ir., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Dr. Suharno Rusdi selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia
4. Bapak Tuasikal Muhamad Amin, Ir., M.Sn.selaku Dosen Pembimbing I dan Ibu Venitalitya Alethea Sari A, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
5. Seluruh civitas akademika di lingkungan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
6. Teman – teman Teknik Kimia 2017 yang selalu memberikan dukungan, semangat, dan kerja samanya.

7. Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu per satu yang telah membantu penyusunan Tugas Akhir ini.

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

*Wassalamu'alaikum Wr., Wb.*

Penulis,



Indra Pramesti Susilo



Cindy Putri Mellinda



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
الجمعة الائمة الاندو

## LEMBAR PERSEMBAHAN



Karya ini saya persembahkan kepada:

Bapak Masruri dan Ibu Leni Setioningsih A.md serta Kakek Nenek dan adik saya yang selalu memberikan do'a, Juga Alm. Bapak Mugi Widodo dorongan, motivasi dan kasih sayang yang luar biasa. Terima kasih telah berjuang dan berkorban untuk saya hingga saya bisa mencapai di tahap ini.

Cindy Putri Mellinda sebagai partner pra rancangan pabrik saya, yang selama ini telah berkerjasama dalam menyelesaikan skripsi ini. Terima kasih atas waktu, ilmu, semangat dan dukungannya selama ini. Terima kasih telah berjuang bersama sejak KP, penelitian, hingga menjadi sarjana.

Tak Lupa terima kasih sebanyak-banyaknya sahabat-sahabat yang telah menemani saya dari bangku SMA hingga saat ini Begece selalu men support ketika saya sedang dalam keadaan apapun dan membantu saya ketika keadaan sulit sekalipun, Terima kasih telah menjadi sahabat yang telah melampaui batas.

Pamungskuy teman yang tidak pernah saya sangka akan datang yang terkadang memiliki banyak sifat aneh-aneh, Terima kasih 4 tahunnya yang berkesan semoga kalian juga menjadi orang-orang yang bermanfaat bagi sesama.

Teknik Kimia UH 2017, yang punya andil besar dalam membentuk karakter pribadi menjadi jauh lebih baik. Terimakasih sudah mengizinkan saya untuk menjadi bagian dari keluarga ini. Semoga kalian dapat meraih apa yang dicita- citakan.

(Indra Pramesti Susilo)



## LEMBAR PERSEMBAHAN



Karya ini saya persembahkan kepada:

Bapak Hendra Prata dan Ibu Ida Ningrum serta adik saya yang selalu memberikan do'a, dorongan, motivasi dan kasih sayang yang luar biasa. Terima kasih telah berjuang dan berkorban untuk saya hingga saya bisa mencapai di tahap ini.

Indra Pramesti Susilo sebagai partner pra rancangan pabrik saya, yang selama ini telah berkerjasama dalam menyelesaikan skripsi ini. Terima kasih atas waktu, ilmu, semangat dan dukungannya selama ini. Terima kasih telah berjuang bersama sejak KP, penelitian, hingga menjadi sarjana.

Pierre Gomez, partner spesial saya yang selalu membantu dan mensupport saya dari Benua Biru. Terimakasih telah mendampingi saya hingga saya bisa menyelesaikan pendidikan ini. Sead dan Constantin, sahabat Bosnia dan Jerman saya yang selalu menjadi teman berbagi kisah di setiap keluh kesah saya selama perkuliahan ataupun membuat skripsi. Irenne Arlyasa, sahabat saya dari jaman mahasiswa baru sampai saat ini dan tempat saya biasa menginap selama perkuliahan di UII. Terima kasih telah menjadi sahabat yang selalu menemani saya dalam suka dan duka selama perkuliahan. Semoga sukses selalu dan ilmu yang kita pelajari bermanfaat bagi diri kita maupun orang lain

Teknik Kimia UII 2017, almamater tercinta, yang punya andil besar dalam membentuk karakter pribadi menjadi jauh lebih baik. Terimakasih sudah mengizinkan saya untuk menjadi bagian dari keluarga ini. Semoga kalian dapat meraih apa yang dicita-citakan.

(Cindy Putri Mellinda)

## DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI .....	iii
KATA PENGANTAR .....	vi
LEMBAR PERSEMBAHAN.....	viii
LEMBAR PERSEMBAHAN.....	ix
DAFTAR ISI .....	xi
DAFTAR TABEL .....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xv
ABSTRAK .....	xvi
ABSTRACT .....	xvii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik.....	1
1.2 Lokasi Pabrik.....	5
1.3 Tinjauan Pustaka.....	7
BAB II PERANCANGAN PRODUK .....	12
2.1 Spesifikasi Produk .....	12
2.2 Spesifikasi Bahan .....	12
2.3 Pengendalian Kualitas.....	14
BAB III PERANCANGAN PROSES.....	17
3.1 Uraian Proses.....	17
3.2 Spesifikasi Alat Proses.....	19
3.3 Perencanaan Produksi.....	27
BAB IV PERANCANGAN PABRIK .....	29
4.1 Lokasi Pabrik.....	29
4.2 Tata Letak Pabrik.....	31
4.3 Tata Letak Alat Proses.....	33
4.4 Alir Proses dan Material .....	37
4.5 Utilitas.....	44
4.6 Organisasi Perusahaan .....	64
4.7 Evaluasi Ekonomi.....	75

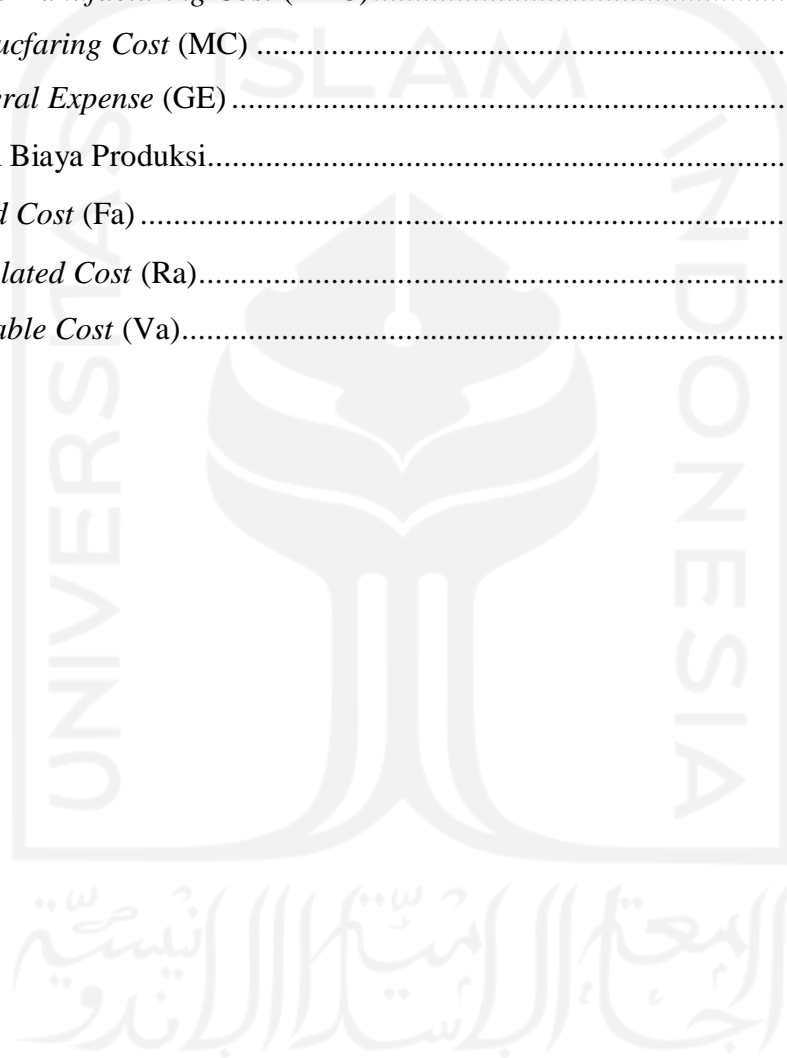
<b>BAB V KESIMPULAN .....</b>	<b>87</b>
5.1 Kesimpulan .....	87
5.2 Saran .....	88
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>89</b>
<b>LAMPIRAN A.....</b>	<b>91</b>
<b>LAMPIRAN B.....</b>	<b>113</b>



## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Data Impor Metil Klorida di Indonesia.....	3
Tabel 1.2 Kapasitas Produksi Pabrik Metil Klorida di Dunia.....	4
Tabel 1.3 Data Kebutuhan Metil Klorida di Dunia .....	4
Tabel 1.4 Perbandingan klorinasi dan hidroklorinasi.....	10
Tabel 3.1 Spesifikasi tangki penyimpanan .....	19
Tabel 3.2 Spesifikasi separator .....	20
Tabel 3.3 Spesifikasi akumulator.....	20
Tabel 3.4 Spesifikasi menara destilasi .....	21
Tabel 3.5 Spesifikasi reaktor .....	22
Tabel 3.6 Spesifikasi Pompa.....	23
Tabel 3.7 Spesifikasi blower.....	24
Tabel 3.8 Spesifikasi alat <i>heat exchanger shell and tube</i> .....	25
Tabel 4.1. Perincian luas tanah dan bangunan pabrik .....	33
Tabel 4.2 Neraca massa reaktor .....	37
Tabel 4.3 Neraca massa menara destilasi 1 .....	38
Tabel 4.4 Neraca massa separator 1 .....	38
Tabel 4.5 Neraca massa menara destilasi 2 .....	38
Tabel 4.6 Neraca massa separator 2.....	39
Tabel 4.7 Neraca Panas Vaporizer .....	39
Tabel 4.8 Neraca Panas Separator 1.....	39
Tabel 4.9 Neraca Panas Separator 2.....	40
Tabel 4.10 Neraca Panas Kondensor.....	40
Tabel 4.11 Neraca Panas Menara Destilasi 1 .....	40
Tabel 4.12 Neraca Panas Menara Distilasi 2 .....	40
Tabel 4.13 Jadwal Kerja shift dalam 8 hari kerja .....	71
Tabel 4.14 Daftar Gaji Karyawan .....	71

Tabel 4.15 Harga indeks hasil regresi linear pada berbagai tahun .....	76
Tabel 4.16 Total Biaya <i>Physical Plant Cost</i> .....	77
Tabel 4.17 <i>Direct Plant Cost</i> (DPC) .....	78
Tabel 4.18 Fixed Capital Investment = Direct Plant Cost + Indirect Plant Cost.....	78
Tabel 4.19 <i>Working Capital Investment</i> (WCI).....	78
Tabel 4.20 <i>Direct Manufacturing Cost</i> (DMC) .....	79
Tabel 4.21 <i>Indirect Manufacturing Cost</i> (IMC) .....	79
Tabel 4.22 <i>Fixed Manufacturing Cost</i> (FMC).....	80
Tabel 4.23 <i>Manufaring Cost</i> (MC) .....	80
Tabel 4.24 <i>General Expense</i> (GE).....	80
Tabel 4.25 Total Biaya Produksi.....	81
Tabel 4.26 <i>Fixed Cost</i> (Fa).....	83
Tabel 4.27 <i>Regulated Cost</i> (Ra).....	83
Tabel 4.28 <i>Variable Cost</i> (Va).....	83



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Grafik kebutuhan metil klorida di Indonesia.....	3
Gambar 4.1 Tata letak alat proses (Skala 1:1000).....	35
Gambar 4.2 <i>Plant layout</i> dengan skala 1: 5000.....	36
Gambar 4.3 Diagram alir kualitatif.....	41
Gambar 4.4 Diagram alir kuantitatif.....	42
Gambar 4.5 Unit pengolahan air.....	62
Gambar 4.6 Struktur organisasi perusahaan.....	72
Gambar 4.7 Grafik Index Harga Alat.....	75
Gambar 4.8 Grafik BEP.....	85



## ABSTRAK

Telah dirancang pabrik metil klorida dengan kapasitas 5.000 ton/tahun dengan bahan baku metanol 99,3 % dan asam klorida 100%. Metil klorida sendiri dapat digunakan sebagai refrigeran, solven, dan karet sintesis. Disamping itu metil klorida juga dipergunakan sebagai intermediate dalam pembuatan tetra metyl lead dan silikon. Pabrik direncanakan didirikan di Bontang, Kalimantan Timur karena telah tersedianya sarana penunjang dengan baik.

Reaktor yang digunakan adalah Fixed Bed, dengan kondisi operasi : temperatur 105 °C dan tekanan 1,935 atm dengan katalisator silika-alumina gel. Reaksi berlangsung pada fase gas, bersifat eksotermis dan irreversible. Proses pembuatan metil kloridaberlangsung dalam 3 tahap, yaitu : tahap penyiapan bahan baku, tahap reaksi dan tahap pemisahan dan pemurnian produk.

Kebutuhan utilitas adalah sebagai berikut: air secara kontinyu sebanyak 1325800,08 kg/jam yang meliputi air pendingin sebanyak 144792,66 kg/jam, air umpan boiler sebanyak 1195344,98 kg/jam, dan air untuk rumah tangga sebanyak 15662,44 kg/jam. Kebutuhan uap air (steam) sebanyak 996120,823 kg/jam. Kebutuhan listrik sebanyak 480,7608 Kwh. Bahan bakar yang dibutuhkan sebanyak 344,1391 kg/jam solar. Udara tekan yang dibutuhkan sebanyak 9,3456 m<sup>3</sup>/jam dengan tekanan 5 atm.

Pabrik direncanakan menempati tanah seluas 44500 m<sup>2</sup> dengan total investasi \$10.872.234,47 + Rp 477.941.792.489,26 meliputi modal tetap \$ 10.707.605,05 + Rp 324.535.008.174,24 dan modal kerja \$ 164.629 + Rp 153.406.784.315 dengan keuntungan sebelum pajak sebesar Rp (44.679.396.849) dan keuntungan setelah pajak sebesar Rp 33.509.547.637). Berdasarkan analisa kelayakan diperoleh Break Event Point (BEP) (43,58)% (syarat BEP 40-60%) , Shut Down Point (SDP) (15,35) % dan Discounted Cash Flow Rate (18,05) % . Sementara itu, Return on Investment sebelum pajak (ROI<sub>b</sub>) sebesar (19) % dan Return on Investment sesudah pajak (ROI<sub>a</sub>) sebesar (14) % , Pay Out Time sebelum pajak (POT<sub>b</sub>) sebesar 3 tahun (syarat POT<sub>b</sub> untuk pabrik beresiko tinggi > 2 tahun) dan Pay Out Timesesudah pajak (POT<sub>a</sub>) sebesar 4,9 tahun

Berdasarkan hasil evaluasi ekonomi dapat disimpulkan bahwa perancangan pabrik Metil klorida dari Metanol dan Asam Klorida dengan kapasitas 5.000 ton/tahun ini layak untuk didirikan.

Kata Kunci: metil klorida, metanol, asam klorida, fixed bed, alumina

## ABSTRACT

The methyl chloride plant with capacity of 660.000 ton/year with raw material of 99,3% purity methanol and 100% purity hydrochloric acid has been designed. Methyl chloride itself could be used as refrigerants, solvent and syntethic rubber. Also, it could be used as intermediate in the making of tetra methyl lead and silicon. It has been planned that the factory is going to take place in Bontang, East Kalimantan because of the well availability support and facilities.

Fixed Bed Multitubular is the reactor that will be used, with the operation condition : 105 °C temperature, and 1,935 atm pressure with silica-alumina gel as the catalyst. The reaction take place in the gas phase. The reaction is exothermic and irreversible. Methyl chloride manufacturing process take place in 3 steps, that is : preparation of raw materials, reaction phase, separation phase and the products purification .

The utility requirements are: water flows continuously as much as 1.325.800,08 kg/hour which include: cooling water 177.468,98 kg/hour, boiler feed water 1195344,98 kg/h, and domestic water 15.662,44 kg/hour. Steam requirement is 996.120,823 kg/hour. Electricity requirement is 480,761 Kwh. Fuel requirement -that is going to be used for generator- is 344,1391 kg/hour of diesel fuel. Compressed air requirement is 9,3456 m<sup>3</sup>/h with 5 atm pressure.

The factory was planned to occupies a 44500 m<sup>2</sup>land with total investment of \$10.872.234,47 + Rp 477.941.792.489,26, which include fixed capital of \$ 10.707.605,05 + Rp 324.535.008.174,24 and working capital of \$ 164.629 + Rp 153.406.784.315 with profit before tax of Rp (44.679.396.849), and profit after tax of Rp.( 33.509.547.637). Based on feasibility analysis, it is obtained that Break Event Point (BEP) is (43,58%) % (BEP requirement is 40-60%), Shut Down Point (SDP) (15,35) % and Discounted Cash Flow Rate is (18,05) %. Meanwhile, the Return on Investment before tax (ROI) is (19) % and Return on Investment after tax (ROI) is (14) %, Pay Out Time before tax (POT) is 3 years (POT requirement, for factory with high risk plant > 2 years) and Pay Out Time after tax (POT) is 4,9 years.

Based on the results of the economic evaluation, it is concluded that the methyl chloride plant design from methanol and hydrochloric acid with capacity of 5.000ton/year is quite feasible to be build.

Keywords: methyl chloride, methanol, hydrochloride, fixed bed, alumina

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Selama 10 tahun terakhir, negara Indonesia sedang meningkatkan pembangunan di berbagai bidang terutama bidang industri kimia. Salah satu bahankimianya adalah metil klorida. Metil klorida atau sering disebut klorometan adalah salah satu bahan kimia yang sangat penting dalam industri kimia di Indonesia.

Metil klorida merupakan salah satu bahan penting yang dibutuhkan dalam industri silikon, bahan obat-obatan untuk pertanian, bahan dalam industri karet sintetis, sebagai bahan baku pembuatan *methyl cellulose*, pembuatan aditif bahan bakar (*Tetra Ethyl Lead*), serta dapat digunakan sebagai bahan dalam industri pembersih lantai. (Kirk and Othmer, 1977)

Kebutuhan metil klorida di Indonesia cukup besar sehingga untuk mencukupinya masih harus mengimpor dari luar negeri. Dengan adanya pabrik metil klorida ini diharapkan akan memenuhi kebutuhan dalam negeri. Selain itu akan membuka kesempatan bagi negara Indonesia untuk menjadi salah satu pengekspor metil klorida kemancanegara. Disamping itu akan merangsang tumbuhnya industri-industri yang memproduksi metil klorida menjadi bahan lain sehingga akan meningkatkan perekonomian negara.

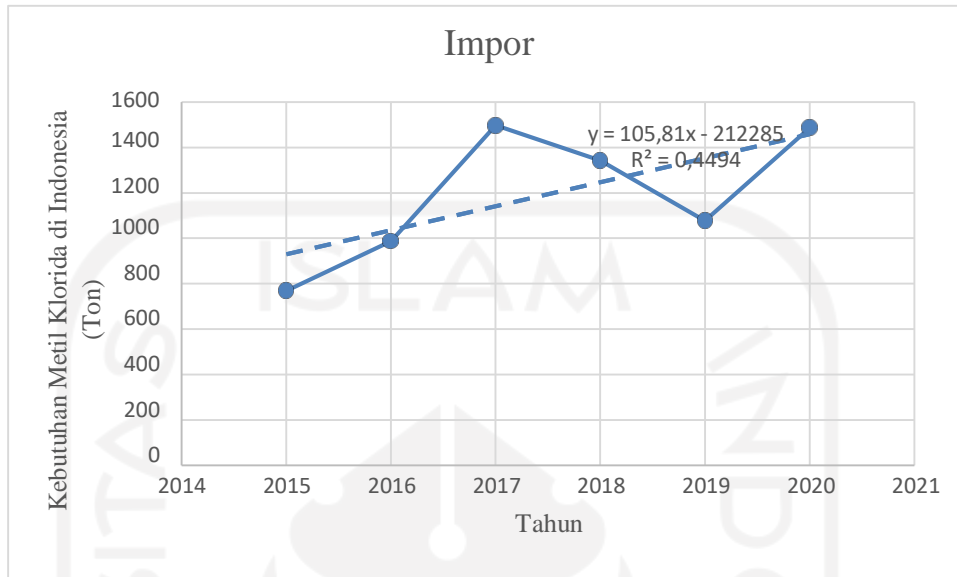
Sehingga dengan didirikannya pabrik ini akan membuka kesempatan terciptanya lapangan kerja baru, dan juga akan mendorong berdirinya pabrik-pabrik lain yang

menggunakan metil klorida sebagai bahan baku utama dalam prosesnya. Pendirian pabrik ini didukung dengan adanya pabrik metanol dan HCL di Indonesia, dimana 2 bahan tersebut merupakan bahan baku utama proses pembuatan metil klorida. Kebutuhan metil klorida di dalam negeri dari tahun ke tahun terus mengalami peningkatan seiring dengan perkembangan industri yang menggunakannya.

Kami menggunakan data impor metil klorida tahun 2015-2020 dari BPS sebagai kebutuhan metil klorida di Indonesia. Selain data kebutuhan dalam negeri, kami juga menggunakan data kebutuhan metil klorida dari berbagai negara. Alasan kami menggunakan kedua data tersebut karena pabrik ini diproyeksikan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan kebutuhan mancanegara. Sehingga dari data tersebut, diperoleh bahwa kebutuhan metil klorida setiap tahunnya mengalami peningkatan. Maka diperlukan metode untuk memproduksi metil klorida dengan bahan baku yang murah, mudah dan dapat menghasilkan metil klorida dengan kualitas dan kuantitas yang baik.

Dengan diketahuinya data impor metil klorida selama tahun 2015-2020 dan data kebutuhan metil klorida di berbagai negara, maka dengan itu kami bisa menentukan berapa jumlah kapasitas pabrik metil klorida pada tahun 2026 yang akan kami dirikan.

Gambar 1.1 Grafik kebutuhan metil klorida di Indonesia. Tahun ke-1 adalah data tahun 2015, demikian seterusnya.



Kami melakukan regresi linier pada data impor metil klorida ke Indonesia, sehingga diperoleh persamaan  $y = 105,81x - 212285$ . Dengan menggunakan persamaan tersebut, diperoleh angka 2086,06 ton untuk perkiraan impor metil klorida di Indonesia pada tahun 2026.

Tabel 1.1 Data Impor Metil Klorida di Indonesia (Sumber: bps.go.id)

Tahun	Jumlah Import (Ton/tahun)
2015	769.247
2016	987.562
2017	1.497.072
2018	1.341.722
2019	1.077.789
2020	1.486.874

Dari tabel diatas dapat digunakan sebagai acuan untuk membuat grafik yang menunjukkan proyeksi kebutuhan metil klorida di Indonesia pada tahun 2026. Untuk melakukan produksi dan pendirian pabrik metil klorida di Indonesia, harus melakukan tinjauan terhadap pabrik metil akrilat yang sudah berdiri. Adapundatanya sebagai berikut :

Tabel 1.2 Kapasitas Produksi Pabrik Metil Klorida di Dunia (Sumber: icis.com 2015)

Nama pabrik	Kapasitas, 10 <sup>5</sup> (ton per tahun)
Dow chemical freeport, Tex	85
Dow Chemical, Flaquemine, LA	260
Dow Corning, Carrollton, Ky	450
Dow Corning, Midland, Mich	200
G.E. Plastics, Waterford, N.Y	165
Vulcan Chemical, Geismar, LA	170
Vulcan Chemical, Wichita, CAN	90

Tabel 1.3 Data Kebutuhan Metil Klorida di Dunia (Sumber: UN DATA 2015)

Negara	Kebutuhan (ton per tahun)
Inggris	24.849
Belgia	16.659
Prancis	9.809
Jerman	2.914
Brazil	2.696

Berdasarkan pada data diatas diketahui bahwa kebutuhan metil klorida di Indonesia hasil dari regresi linier adalah sebesar 2086,06 Ton/Tahun. Sedangkan kebutuhan maksimal metil klorida di dunia adalah sebesar 24.849 ton/tahun dan kebutuhan minimal sebesar 2.696 ton/tahun. Oleh karena itu dapat ditentukan bahwa kapasitas perancangan pabrik metil klorida dalah sebesar 5.000 ton/tahun. Sehingga diharapkan:

Mampu memenuhi kebutuhan metil akrilat di Indonesia.

Membantu pemerintah meningkatkan pendapatan negara pada sektor perindustrian.

Memberikan lapangan pekerjaan baru sehingga dapat mengurangi angka pengangguran dan dapat memberikan kesejahteraan bagi masyarakat Indonesia.



## 1.2 Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik memiliki pengaruh penting terhadap keberlangsungan pendirian pabrik, karena hal ini berpengaruh langsung terhadap nilai ekonomis pabrik. Rencananya pabrik metil klorida ini akan didirikan di Bontang, Kalimantan Timur. Pertimbangan pemilihan lokasi pabrik ini ada beberapa faktor, yaitu :

### **Faktor Primer Penentu Lokasi Pabrik**

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

#### 1. Penyediaan Bahan Baku

Bahan baku mudah didapatkan dan jaraknya dekat, terutama metanol yang diproduksi oleh PT Kaltim Methanol Industry berlokasi di Bontang, Kalimantan Timur, dan juga asam klorida yang diproduksi oleh PT Asahimas Chemical yang berlokasi di Cilegon. Karena kedua bahan baku utama berada di Indonesia maka tidak diperlukan impor dari luar negeri, sehingga perusahaan pun dapat menghemat anggaran biaya penyediaan bahan baku.

#### 2. Pemasaran

Produk yang dihasilkan oleh pabrik ini merupakan bahan baku untuk pembuatan silikon, karet sintesis, metil selulosa dan industri pertanian. Pemasarannya diharapkan dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri, sehingga dapat mengurangi kegiatan impor, atau bahkan suatu saat bisa diekspor juga ke luar negeri. Untuk mempermudah pemasarannya lokasi pabrik akan didirikan di dekat pelabuhan, sehingga mempermudah proses distribusinya.

### 3. Utilitas

Utilitas dalam pabrik meliputi air, bahan bakar, dan listrik. Kota Bontang sudah dikenal sebagai daerah industri, sehingga untuk utilitas tidak terlalu sulit untuk dipenuhi pada pabrik tersebut.

### 4. Tenaga Kerja

Tenaga kerja merupakan hal yang sangat vital dalam sebuah pabrik, karena walaupun mesin yang menjalankan tetapi tetap manusia lah yang memegang penuh kontrol terhadap jalannya suatu pabrik. Lokasi pabrik yang strategis di Pulau Kalimantan, dapat dikatakan menjadi titik tengahnya Indonesia menjadikan lokasi pabrik ini strategis, karena dapat menyerap tenaga kerja dari Pulau Jawa, Sumatera, Sulawesi, Maluku, Papua dan Kalimantan itu sendiri. Hal ini juga berdampak positif bagi negara Indonesia karena dapat memberikan lapangan kerja baru dan mengurangi jumlah pengangguran yang ada di negara ini.

### 5. Transportasi

Lokasi pabrik harus yang mudah dijangkau, baik melalui jalur darat maupun jalur laut. Di Bontang untuk jalur darat dan lautnya terbilang cukup baik, sehingga untuk transportasi kegiatan pabrik bisa terlaksana dengan baik. Contohnya seperti untuk pengadaan bahan baku dan distribusi produk.

### **Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik**

Faktor sekunder memang bukan faktor yang utama dalam proses penentuan lokasi pabrik, akan tetapi sangat berpengaruh terhadap kelancaran proses pabrik itu sendiri. Faktor-faktor sekunder tersebut meliputi :

### 1. Perluasan Area Pabrik

Lokasi pabrik yang berada di Bontang termasuk bukan lokasi padat penduduk, sehingga masih memungkinkan untuk melakukan perluasan area pabrik, hal ini penting karena seiring berjalannya waktu pabrik akan membutuhkan area tambahan untuk melakukan penambahan unit produksi, kebutuhan utilitas, maupun tempat penyimpanan produk dan bahan baku.

### 2. Perizinan

Lokasi pabrik dipilih di daerah kawasan industri agar memudahkan proses perizinannya. Karena perizinan ini nanti akan menyangkut keselamatan orang banyak dan keberlangsungan pabrik tersebut selama beroperasi.

### 3. Sarana Prasaran dan Transportasi

Sarana dan Prasarana ini sangat diperlukan, guna menunjang kebutuhan hidup sumber daya manusia yang berkaitan dengan pabrik tersebut. Contohnya seperti sarana pendidikan, tempat ibadah, bank, dan pusat perbelanjaan. Transportasi juga tidak kalah penting, karena setiap pabrik pasti memiliki tenaga kerja yang berasal dari berbagai wilayah, sehingga ketersediaan bandara, terminal, bus atau bahkan ojeksepat dibutuhkan disekitar pabrik maupun di daerah tersebut.

## 1.3 Tinjauan Pustaka

Metil klorida atau disebut klorometana merupakan senyawa organik yang mengandung gugus klorida dengan rumus  $\text{CH}_3\text{Cl}$ , mempunyai sifat-sifat antara lain berupa zat cair tidak berwarna yang mudah menguap, berbau khas, larut dalam air, titik didih 249 K sehingga disimpan dalam tekanan 5 atm, dan densitas 353 g/lit. (Perry and Green, 1984)

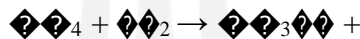
Metil klorida dapat dibuat dengan beberapa proses, antara lain :

1. Proses klorinasi dengan bahan baku metana

Pada proses klorinasi, bahan baku yang digunakan adalah metana dan klorin, dengan beberapa reaksi samping yang selain menghasilkan metil klorida atau klorometana(CH<sub>3</sub>Cl) juga menghasilkan produk lain seperti metilena klorida (CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>) , kloroform (CHCl<sub>3</sub>), dan karbon tetraklorida (CCl<sub>4</sub>). Reaksi antara metana dengan klorin dapat dikontrol untuk membuat jumlah metil klorida yang dihasilkan lebih banyak.

Jika diinginkan hasil metilena klorida dengan jumlah yang lebih besar, maka metil klorida harus didaur ulang menggunakan alat klorinator. Walaupun pada umumnya senyawa yang paling diinginkan untuk diklorinasi adalah karbon tetraklorida, sehingga kebanyakan metil klorida didaur ulang dalam klorinator.

Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:





Metana (kemurnian 99%) direaksikan dengan klorin dengan perbandingan 1,7 : 1. Reaktan ini lalu dipanaskan dan kemudiandimasukkan ke dalam reaktor. Pada suhu 350 – 370°C dengan tekanan sedikit diatas tekanan atmosfer, dan waktu tinggal (*residence time*) yang dikontrol sehingga suhu tersebut dapat tercapai, maka sekitar 65% methana tereaksikan.



Produk yang dihasilkan meliputi: 58,5 % metil klorida, 29,3% metilena klorida, 9,7% kloroform, dan 2,3% karbon tetraklorida.

Untuk reaksi pembuatan metil klorida sendiri, reaksi ini terjadi pada suhu sekitar 400 °C dengan tekanan 20 atm. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut, konversi reaksi yang diperoleh cukup tinggi yaitu sekitar 90% metana menjadi metil klorida, dengan kemurnian produk akhir mencapai 99%. (Kirk and Othmer, 1977)

2. Proses hidroklorinasi dengan bahan baku metanol dan asam klorida.

Pembuatan metil klorida dapat dilakukan pula dengan mereaksikan antarmetanol dan asam klorida dengan bantuan katalis, baik dalam bentuk cair maupun gas. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Uap dari metanol dan asam klorida dicampurkan secara kontinyu kemudian dilewatkan pada sebuah pemanas pada suhu sekitar 180°C. Campuran gas ini lalu dilewatkan pada konverter (reaktor) dengan suhu 340-350°C. Konverter ini dipenuhi dengan alumina gel berukuran 8-12 mesh, atau bisa juga menggunakan katalis sejenis seperti zink klorida atau karbon aktif. Konverter ini juga dipanaskan dengan kumparan listrik atau yang sejenis. Gas panas tadi meninggalkan konverter untuk dilewatkan ke kondenser, untuk kemudian dikumpulkan dan dimurnikan dengan perlakuan yang mirip dengan konverter. Hasil metil klorida kemudian akan dipisahkan dari pengotornya menggunakan kolom destilasi.

Reaksi antara metanol dan asam klorida terjadi di reaktor *fixed bed* pada suhu 105°C dan tekanan 2 kg/cm<sup>2</sup> (1,935 atm). Reaksi ini bersifat eksotermis, sehingga dibutuhkan media pendingin untuk mengatur



temperatur reaksi. Konversi metanol yang tereaksikan menjadi metil klorida pada reaksi ini sebesar 95% (Habata, et.al.,1957).

Dalam fase cair, dengan kisaran suhu 100-150°C, metil klorida dapat diproduksi dengan mencampur dan mendestilasi larutan yang berisi metanol, hidrogen klorida, dan katalis zink klorida. *Yield* yang diperoleh adalah 80%.

Tabel 1.4 Perbandingan klorinasi dan hidroklorinasi

No	Aspek Pemanding	Klorinasi Metana	Hidroklorinasi Metanol dan Asam klorida
1.	Jenis reaksi	Banyak reaksi samping	Reaksi tunggal
2.	Suhu	350°C- 370°C	100°C - 150°C
3.	Konversi	90%	95%
4.	Yield proses	85%-90%	90%-95%

Dari perbandingan kedua proses di atas, maka pembuatan metil klorida kami rencanakan menggunakan proses yang kedua yaitu reaksi hidroklorinasi metanol fasa gas. Dengan beberapa pertimbangan sebagai berikut :

1. Kondisi operasi yang digunakan lebih rendah dibandingkan dengan pembuatan metil klorida dari metana dan klorin sehingga energi yang dibutuhkan lebih rendah, membuat biaya yang dibutuhkan menjadi lebih sedikit.
2. Dengan menggunakan katalisator alumina gel dapat diperoleh konversi reaksi 95% dibandingkan dengan reaksi klorinasi yang konversi reaksinya hanya 90% dan juga tingkat kecepatan reaksi yang lebih tinggi. (US Patent 5,321,171, 1994).
3. Bahan baku yang digunakan memiliki sifat fisis (khususnya titik didih) yang

sangat berbeda dari produk (metil klorida) sehingga pemisahan antara produk dan sisa bahan baku yang tidak bereaksi menjadi lebih mudah, dan peralatan yang digunakan menjadi lebih sederhana.

4. Proses ini lebih sederhana karena hanya melibatkan satu reaksi. Sementara proses klorinasi metana memiliki reaksi-reaksi lain yaitu reaksi pembuatan metilena klorida, kloroform, dan karbon tetraklorida.
5. *Yield* proses hidroklorinasi metanol lebih besar, yaitu 90-95% metanol yang berubah menjadi metil klorida. Sementara proses klorinasi metana hanya memiliki *yield* 85-90% metana yang berubah menjadi metil klorida.
6. Suhu proses yang tinggi, serta adanya reaksi samping yang menghasilkan produk lain, membuat proses klorinasi metana membutuhkan biaya yang lebih besar dibandingkan proses klorinasi metanol.
7. Proses hidroklorinasi fase gas memiliki *yield* yang lebih tinggi dibandingkan proses hidroklorinasi fase fase cair.

## BAB II

### PERANCANGAN PRODUK

Untuk memenuhi kualitas produk yang sesuai dengan perancangan ini, maka mekanisme pembuatan metil klorida dirancang dengan beberapa variabel utama, yaitu : spesifikasi produk, spesifikasi bahan baku, spesifikasi bahan pembantu, serta pengendalian kualitas.

#### 2.1. Spesifikasi Produk (Metil Klorida)

Rumus molekul	: $\text{CH}_3\text{Cl}$
Berat molekul	: 50,5
Kenampakan	: Gas bening tak berwarna
Densitas	: 0,353 g/cc
Titik didih normal	: 249 K (-24°C)
Titik leleh normal	: 175 K (-98°C)
Kemurnian	: 99,9 % metil klorida
Kelarutan	: 0,9 g/100 ml air
Suhu kritis	: 416 K (143°C)
Tekanan kritis	: 66,79 bar

(Yaws, 1999)

#### 2.2. Spesifikasi Bahan

##### 2.2.1. Spesifikasi Bahan Baku

###### 1. Metanol

Rumus molekul	: $\text{CH}_3\text{OH}$
Berat molekul	32
Kenampakan	: Cairan bening tak berwarna
Densitas	: 0,786 g/cc

Titik didih normal : 338 K (65°C) Titik  
 leleh normal : 176 K (-98°C) Kemurnian  
 : 99,3% metanol Kelarutan :  
*Miscible in water* Suhu kritis :  
 512,43 K (239,43°C) Tekanan kritis :  
 80,96 bar

## 2. Asam Klorida

Rumus molekul : HCl  
 Berat molekul : 36,5  
 Kenampakan : Gas tak berwarna  
 Densitas : 1,475 g/cc Titik  
 didih normal : 188 K (-85°C) Titik  
 leleh normal : 159 K (-114°C)  
 Kemurnian : 100% HCl  
 Kelarutan : 67,3 g/100 ml air  
 Suhu kritis : 324,6 K (51,6°C)  
 Tekanan kritis : 83,09 bar

(Yaws,1999)

### 2.2.2. Spesifikasi Bahan Pembantu

Katalisator : Silika - Alumina gel  
 Rumus molekul : Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>  
 Berat molekul : 102  
 Kenampakan : Padatan silinder  
 Densitas : 3,98 g/cc  
 Densitas *bulk* : 0,61 g/cm<sup>3</sup>  
 Porositas : 0,384 void fraction  
 Diameter ekivalen : 3,696 mm  
 Luas permukaan : 200 m<sup>2</sup>/g

( US Patent 5,321,171 1994 )

### 2.3. Pengendalian Kualitas

Kualitas merupakan salah satu faktor utama dari sebuah produk yang menjadi daya tarik konsumen. Oleh sebab itu mempertahankan mutu barang merupakan salah satu hal yang terpenting yang memerlukan perhatian khusus dari sebuah perusahaan. Pengendalian kualitas bertujuan untuk mempertahankan mutu atau kualitas dari barang yang dihasilkan, agar sesuai dengan spesifikasi produk yang telah ditetapkan berdasarkan kebijaksanaan yang telah ditentukan.

Pengendalian kualitas yang dilaksanakan dengan baik akan memberikan dampak terhadap kualitas produk yang dihasilkan oleh perusahaan. Standar kualitas meliputi persiapan bahan baku, proses produksi sampai pada produk akhir dan disesuaikan dengan standar yang ditetapkan. Untuk mempertahankan dan meningkatkan mutu produk agar sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan maka perlu dilakukan :

1. Menjaga kualitas produk dari segi :

Kadar produk minimum 98% sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan pasar.

Performance fisik yang meliputi bau, warna, packing, dan lain-lain.

Menjaga kebersihan produk, baik saat proses maupun pasca proses.

2. Melakukan pengendalian mutu sesuai standar ISO 9001 maupun ISO 14001 baik pada prosesnya maupun dampak yang ditimbulkan ke lingkungan. Hal tersebut dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu :

Uji laboratorium produk setiap hari (internal pabrik).

Uji produk secara berkala sesuai peraturan standar mutu yang berlaku.

Melakukan survei pada konsumen.

3. Memastikan semua alat bekerja dengan baik sesuai fungsinya masing-masing. Sehingga bisa didapatkan spesifikasi produk yang diinginkan

dengan kualitas yang baik.

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

Pengendalian kualitas dari bahan baku dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana kualitas bahan baku yang digunakan, apakah sudah sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan untuk proses atau belum. Oleh karena itu, sebelum dilakukan proses produksi, dilakukan pengujian terhadap kualitas bahan baku yang berupa metanol dan HCl.

Selain itu dilakukan juga pengujian kualitas terhadap bahan-bahan pembantu yaitu katalis alumina dengan dengan tujuan agar bahan yang digunakan dapat di proses di dalam pabrik. Uji yang dilakukan antara lain uji densitas, viskositas, kadar komposisi komponen, dan kemurnian bahan baku.

### **2.3.2. Pengendalian Proses Produksi**

Pengendalian proses produksi pabrik metil klorida ini meliputi aliran dan alat sistem kontrol.

#### **2.3.2.1 Alat sistem kontrol**

Pengendalian proses produksi dilakukan dengan alat sistem kontrol secara otomatis maupun secara manual yang menggunakan indikator. Apabila terdapat penyimpangan indikator pada saat proses produksi maka dapat diketahui dari sinyal atau tanda yang diberikan berupa bunyi alarm maupun nyala lampu. Berikut ini alat-alat kontrol yang digunakan antara lain:

##### **a. Temperature Control (TC)**

Pengendali suhu berfungsi untuk mengontrol suhu dalam alat proses, yang apabila belum sesuai dengan kondisi yang ditetapkan atau terjadi penyimpangan akan menimbulkan masalah dan akan ditandai dengan isyarat berupa bunyi alarm dan nyala lampu.



*b. Flow Control (FC)*

Pengendali aliran masuk dan keluar digunakan untuk mengatur kecepatan aliran fluida dalam pipa atau unit proses lainnya. Perbedaan tekanan antara aliran masuk dan keluar dapat berpengaruh terhadap laju alir sehingga diperlukan *Flow Control*.

*c. Level Control (LC)*

*Level Control* digunakan untuk mengatur ketinggian (*level*) cairan dalam suatu alat dimana cairan tersebut bekerja. Pengukuran tinggi permukaan cairan dilakukan dengan operasi dari sebuah *control valve*, yaitu dengan mengatur laju cairan masuk atau keluar proses.

### **2.3.2.2 Aliran Sistem Kontrol**

- a. Aliran *pneumatis* (aliran udara tekan) digunakan untuk *valve* dari *controller* ke *actuator*. Menggunakan simbol ( $\neq$ )
- b. Aliran elektrik (aliran listrik) digunakan untuk suhu dari sensor ke *controller* menggunakan simbol : ( ---)
- c. Aliran mekanik (aliran gerakan/perpindahan *level*) digunakan untuk *flow* dari sensor ke *controller*. Pada proses ini sebesar 80 – 85%.

### **2.3.3 Pengendalian Kualitas Produk**

Pengendalian kualitas produksi merupakan kegiatan yang sangat penting dalam suatu industri. Hal ini dikarenakan semua kegiatan produksi akan dikendalikan terhadap proses yang ada dengan cara sistem kontrol agar produk yang dihasilkan sesuai dengan rencana yang telah ditetapkan.

Untuk memenuhi kualitas produk yang sesuai dengan perancangan ini, maka mekanisme pembuatan metil klorida dirancang dengan beberapa variabel utama, yaitu : spesifikasi produk, spesifikasi bahan baku, spesifikasi bahan pembantu, serta pengendalian kualitas.

## BAB III

### PERANCANGAN PROSES

Untuk mencapai kualitas produk yang diinginkan dalam perancangan pabrik, maka perlu disusun tahapan-tahapan mulai dari mempersiapkan bahan baku hingga memproses produk yang tepat agar proses produksi lebih efektif dan efisien.

#### 3.1 Uraian Proses

Proses pembuatan metil klorida secara umum dapat dibagi menjadi tiga tahapan:

1. Pemisahan bahan baku
  2. Proses reaksi dalam reaktor
  3. Pemisahan dan pemurnian produk
1. Pemisahan bahan baku

Dalam proses pembuatan metil klorida dengan metode hidroklorinasi, bahan baku yang dibutuhkan adalah asam klorida (HCl) dan metanol (CH<sub>3</sub>OH). Metanol cair dengan kemurnian 99,3% dari tangki penyimpanan yang bekerja pada tekanan 1 atm dan suhu 30°C dipompa sehingga tekanannya menjadi 1,9 atm lalu diumpankan ke dalam *Vaporizer 1* yang bekerja pada tekanan 1,935 atm dan suhu 85,2 °C. Hasil penguapan dari *Vaporizer 1* lalu diumpankan pada separator drum 1 untuk dipisahkan antara kandungan air dan metanol.

Hasil bawah separator drum 1 berupa sejumlah kecil metanol dan air di-*recycle* kembali ke *Vaporizer 1* untuk diumpankan kembali. Sedangkan hasil atas *Separator Drum 1* diumpankan ke *Heat Exchanger* untuk dipanaskan hingga 105°C,

suhu dimana reaksi hidroklorinasi berjalan.

Bahan baku lainnya berupa HCl gas dengan kemurnian 100% dari tangki penyimpanan bertekanan 1,94 atm dan suhu 30°C dinaikkan suhunya menggunakan heat exchanger sehingga suhunya menjadi 105°C. Lalu HCl ini diumpakan ke Expansion valve untuk diturunkan tekanannya menjadi 1,935 atm. Umpan keluar dari Expansion Valve akan dialirkan ke dalam reaktor Fixed Bed sebagai reaktan.

## 2. Proses reaksi dalam reaktor

Umpan masuk reaktor meliputi gas campuran metanol, asam klorida, dan air yang keluar dari *Heat Exchanger* serta *recycle* dari hasil atas Menara Destilasi 1 yang mengandung gas HCl dan CH<sub>3</sub>Cl. Reaktor yang digunakan adalah *fixed-bed reactor* yang bekerja secara adiabatik dan menggunakan katalis alumina gel.

Kondisi masuk reaktor adalah dengan suhu 105°C dan tekanan 1,935 atm, sedangkan kondisi keluarannya adalah suhu 143°C dan tekanan 1,935 atm. Di dalam reaktor terjadi reaksi hidroklorinasi metanol yang menghasilkan produk metil klorida dan air dengan konversi 95%. Karena reaksi berjalan secara adiabatik isothermal, tidak dibutuhkan pendingin tambahan.

## 3. Pemisahan dan Pemurnian Produk

Arus keluar reaktor didinginkan dengan memanfaatkan panasnya untuk memanaskan umpan masuk reaktor. Arus keluar reaktor lalu diembunkan dengan menggunakan kondensor. Arus keluar reaktor lalu dipisahkan di *Separator Drum* 1 yang mana hasil atas berupa gas akan menjadi umpan masuk ke Menara Destilasi 1. Sedangkan hasil bawah akan diolah di Unit Pengolahan Limbah(UPL). Sebelum masuk ke Menara Destilasi 1, hasil atas Separator Drum akan didinginkan dahulu menggunakan Cooler.

Di Menara Destilasi 1, umpan masuk akan dipisahkan berdasarkan titik didihnya. Hasil atas merupakan komponen bertitik didih rendah yaitu asam klorida dan metil klorida, yang kemudian akan di-*recycle* ke reaktor. Sementara hasil bawah akan diumpungkan kembali ke Menara Destilasi 2. Proses di Menara Destilasi 2 menghasilkan produk berupa gas metil klorida dengan kemurnian 99% yang merupakan hasil atasnya. Sementara hasil bawah menara destilasi ini berupa campuran metil klorida, metanol dan air akan dialirkan ke Unit Pengolahan Limbah (UPL).

### 3.2 Spesifikasi Alat Proses

Tabel 3.1 Spesifikasi tangki penyimpanan

Nama	Tangki Penyimpanan Asam Klorida	Tangki Penyimpanan Metil Klorida	Tangki Penyimpanan Metanol
Kode	T-02	T-03	T-01
Fungsi	Menyimpan Asam kloridaselama 14 hari sebanyak 152.140 kg	Menyimpan Metil kloridasebanyak 103.896 kg selama 7 hari	Menyimpan bahan bakumetanol selama 4 hari sebanyak 42.333 kg
Jenis	<i>Spherical Tank</i>	<i>Spherical Tank</i>	Silinder tegak dengan <i>conical head</i>
Fase	Gas	Gas	Cair
Jumlah	1	1	1
Kondisi Operasi	30 °C dan 10 atm	30 °C dan 10 atm	30 °C dan 1 atm
Bahan	<i>Stainless Stell SA - 240C</i>	<i>Stainless Stell SA - 240C</i>	<i>Carbon Steel SA 283 grade C</i>
Diameter tangki (m)	5,64	3,20	14,43
Tebaldinding tangki (in)	0,726	0,387	-
Tinggi Tangki (m)	-	-	6,85
Tebal Shell (in)	<i>Course 1</i>	-	1,37
	<i>Course 2</i>	-	1,23
	<i>Course 3</i>	-	1,1
	<i>Course 4</i>	-	0,95
	<i>Course 5</i>	-	0,81
	<i>Course 6</i>	-	0,67
	<i>Course 7</i>	-	0,53
	<i>Course 8</i>	-	0,4
	<i>Course 9</i>	-	0,25
	<i>Course 10</i>	-	0,24
Tebal <i>head</i> (in)	-	-	0,24
Tebal <i>roof</i> (in)	-	-	1,37
Tinggi <i>roof</i> (m)	-	-	2,827
Tinggital (m)	-	-	9,687
Harga (\$)	79011,40417	73058,49023	59529,14019

Tabel 3.2 Spesifikasi separator

Nama	Separator 1	Separator 2
Kode	SD-01	SD-02
Fungsi	Memisahkan campuran uap dan cairan yang keluar dari <i>Vaporizer</i> pada suhu 85 °C.	Memisahkan Campuran uap air yang keluar dari Kondensor pada suhu 95 °C
Tipe	Tangki Silinder tegak <i>Torispherical Head</i>	Tangki Silinder tegak <i>Torispherical Head</i>
Jumlah	1	1
Diameter (m)	1,1	1,1
Tinggi (m)	3,4	2,4
Tebal <i>head</i> in	0,15	0,15
Tebal <i>shell</i> (in)	1	1
Harga (\$)	9198	16225

Tabel 3.3 Spesifikasi akumulator

Nama	Akumulator 1	Akumulator 2
Kode	ACC-01	ACC-02
Fungsi	Menampung sementara cairan hasil kondensasi CD-02 agar arus refluk dandistilat MD-01 stabil.	Menampung sementara cairan hasil kondensasi CD-03 agar arus refluk dandistilat MD-02 stabil.
Tipe	Tangki silinder horizontal	Tangki silinder horizontal
Jumlah	1	1
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel SA-212 GradeB</i>	<i>Carbon Steel SA-212 GradeB</i>
Diameter (m)	0,5413	1,172
Panjang (m)	2,4503	6,22
Volume (ft <sup>3</sup> )	37,7758	438,894
Suhu (K)	266,3100	266,3100
Tekanan (atm)	2,4	2,4
Waktu Tinggal (menit)	5	5
Tebal <i>shell</i> (in)	0,1672	0,1672
Tebal <i>head</i> (in)	0,1672	0,1672
Harga (\$)	6060,1	8224,8

Tabel 3.4 Spesifikasi menara destilasi

Nama		Menara Destilasi 1	Menara Destilasi 2	
Kode		MD-01	MD-02	
Fungsi		Memurnikan produk Metil klorida pada suhu 304 K dan tekanan 3,99 atm	Memurnikan produk Metil Klorida hasil keluaran MD-01 pada suhu 306 K dan 3,77 atm	
Jumlah		1	1	
Kondisi Operasi	Puncak menara	Suhu (K)	303	305
		Tekanan (atm)	3,38	3,44
	Dasar Menara	Suhu (K)	305	307
		Tekanan (atm)	4	3,86
	Umpan Menara	Suhu (K)	304	306
		Tekanan (atm)	3,99	3,77
Jumlah <i>plate</i>		23	20	
Lokasi umpan masuk		<i>Stage ke-1 dari puncak</i>	<i>Stage ke-3 dari puncak</i>	
<i>Tray spacing</i> (m)		0,5	0,5	
<i>Diameter</i> (m)		1,4561	2,23	
Tebal <i>shell</i> (in)		0,673	0,673	
Tebal <i>head</i> (in)		0,7372	0,7372	
Tinggi (m)		10,71	12,53	
Bahan Konstruksi		<i>Stainless Steel SA 167 Grade C</i>	<i>Stainless Steel SA 167 Grade C</i>	
Harga (\$)		162348	173173	

Tabel 3.5 Spesifikasi reaktor

Nama	Reaktor 1	
Kode	R-01	
Tugas	Tempat berlangsungnya reaksi uap metanol dan asam klorida menjadi metil klorida sebanyak 2187,85444 kg/jam	
Tipe	<i>Fixed bed</i>	
Jumlah	1	
Kondisi	Adiabatis isothermal	
Tekanan (atm)	1,935	
Suhu masuk (oC)	105	
Suhu keluar (oC)	143	
Fase	Gas dengan katalis padat	
Bahan konstruksi	<i>Stainless Steel SA 167 Grade C</i>	
Tebal dinding (in)	0,13	
Tebal head (in)	0,13	
Katalis	Jenis	Silika-alumina gel
	Bentuk	padatan gel silinder
	Densitas (gr/cm <sup>3</sup> )	3,98
	Diameter	0,3696
Diameter kolom (m)	1,8	
Tinggi reaktor (m)	2,6437	
Harga (\$)	20889	

Tabel 3.6 Spesifikasi Pompa

Nama		Pompa 1	Pompa 2	Pompa 3	Pompa 4	Pompa 5	Pompa 6
Kode		P-01	P-02	P-03	P-04	P-05	P-06
Fungsi		Mengalirkan bahan baku Metanol dari tangki truk menuju tangki penyimpanan.	Mengalirkan Metanol dari tangki penyimpanan menuju <i>Vaporizer</i>	Mengalirkan cairan dari Akumulator 1 kembali ke MD-01	Mengalirkan keluaran Reboiler 1 ke MD-02 sebagai recycle	Mengalirkan cairan dari Akumulator 2 kembali ke MD-02 sebagai recycle	Mengalirkan keluaran Reboiler 2 ke unit pengolahan limbah
Jenis		<i>Centrifugal pump</i>	<i>Centrifugal pump</i>	<i>Centrifugal pump</i>	<i>Centrifugal pump</i>	<i>Centrifugal pump</i>	<i>Centrifugal pump</i>
Kapasitas (gpm)		301	301	601	584	548	548
Ukuran Pipa	ID (in)	3,761	3,761	5,623	5,623	5,623	5,623
	SCH	60	60	60	60	60	60
	NPS	5	5	7	7	7	8
Total head (m)		1,0322	1,0382	2,2071	2,2205	2,2071	2,2071
Daya pompa (HP)		1,476	1,484	3,663	3,663	3,842	3,763
Motor penggerak (HP)		1,84	1,8562	1,84	1,85	2,00	2,04
Putaran spesifik (rpm)		3500	3500	3500	3500	3500	3500
Jumlah		2	2	2	2	2	2
Harga (\$)		4760,3	4760,3	4328,4	3787,2	5410,7	3787,2



Tabel 3.7 Spesifikasi blower

Nama	Blower 1	Blower 2	Blower 3	Blower 4	Blower 5	Blower 6	Blower 7	Blower 8	
Kode	B-01	B-02	B-03	B-04	B-05	B-06	B-07	B-08	
Fungsi	Mengalirkan bahan baku HCl dari tangki truk menuju tangki penyimpanan.	Mengalirkan HCl dari tangki penyimpanan menuju <i>Heater 2</i>	Mengalirkan Metanol dari Separator 1 menuju <i>Heater 1</i>	Mengalirkan hasilatas separator 2 menuju <i>Cooler 1</i>	Mengalirkan hasil atas MD-01 kembali ke reaktor sebagai recycle	Mengalirkan cair dari Reboiler 1 kembali ke MD-01	Mengalirkan hasilatas MD-02 ke tangki penyimpanan produk	Mengalirkan hasil bawah MD-02 ke unit pengolahan Limbah	
Jenis	<i>Centrifugal</i>	<i>Centrifugal</i>	<i>Centrifugal</i>	<i>Centrifugal</i>	<i>Centrifugal</i>	<i>Centrifugal</i>	<i>Centrifugal</i>	<i>Centrifugal</i>	
Kapasitas (gpm)	358	340	469	359	459	411	631	449	
Ukuran Pipa	ID (in)	4,660	4,660	4,660	6,524	5,524	6,624	6,524	6,524
	SCH	60	60	60	60	60	60	60	60
	NPS	5	5	5	7	7	7	7	7
Total head (m)	2,46	3,05	2,76	4,06	3,04	3,66	2,04	4,54	
Daya pompa (HP)	1,455	1,445	2,01	4,64	3,10	3,42	3,65	4,2	
Motor penggerak (HP)	1,65	2,00	1,6562	1,64	1,6562	1,64	1,6562	2,00	
Putaran spesifik (rpm)	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500	
Jumlah	2	2	2	2	2	2	2	2	
Harga (\$)	3570,7	3462,5	3570,7	3029,6	4977,8	5194,3	5194,3	3029,6	

Tabel 3.8 Spesifikasi alat *heat exchanger shell and tube*

Nama	Kode	Fungsi	Bahan	Tekanan (atm)	Luas Transfer panas (ft <sup>2</sup> )	Ud (Btu/jam.ft <sup>2</sup> .F)	Uc (Btu/jam.ft <sup>2</sup> .F)	Rd (jam.ft <sup>2</sup> /Btu)	Jumlah	Harga (\$)
Vaporizer 1	VP-01	Memanaskan dan menguapkan umpan metanol dari tangki dengan menggunakan pemanas steam	Carbonsteel SA 283 Grade C	1	421,778	97,003	645,127	0,0066	1	36475
Heater 1	HE-01	Memanaskan dan menaikkan suhu Metanol dari suhu 65 °C ke 105 °C sebanyak 10752 kg/jam	Carbonsteel SA 283 Grade C	1,935	118,312	6,569	21,334	0,057	1	12772
Heater 2	HE-02	Memanaskan dan menaikkan suhu HCl dari suhu 30 °C ke 105 °C sebanyak 11 kg/jam	Carbonsteel SA 283 Grade C	10	580,696	7,588	32,554	0,05	1	44160
Kondensor 1	CD-01	Mengembunkan sebagian gas yang keluar dari reaktor dengan cooling water bersuhu 415-352 K	Stainless Steel SA 167 Grade C	1,935	10962,166	170,165	242,939	0,00183	1	130098,23
Kondensor 2	CD-02	Mengembunkan hasil atas dari MD-01 dengan media pendingin dowerm A bersuhu 303- 318K	Carbonsteel SA 283 Grade C	2,2	1642,14	77,907	2035,671	0,0101	1	91567
Kondensor 3	CD-03	Mengembunkan hasil atas dari MD-02 dengan media pendingin Dowerm A bersuhu 303- 318K	Carbonsteel SA 283 Grade C	2,2	6013,219	147,850	267,897	0,0013	1	99143,077
Reboiler 1	RB-01	Menguapkan sebagian hasil bawah keluaran MD-01 dengan menggunakan pemanas steam	Carbonsteel SA 283 Grade C	2,5	4330,6215	97,69	506,19	0,0061	1	110940,67
Reboiler 2	RB-02	Menguapkan sebagian hasil bawah keluaran MD-02 dengan menggunakan pemanas steam	Carbonsteel SA 283 Grade C	2,5	5701,93	97,731	420,545	0,0057	1	118841,81
Cooler 1	CL-01	Mendinginkan hasil atas separator 2 sebanyak 22302 kg/jam	Carbonsteel SA 283 Grade C	1,935	6935,049	118,534	252,517	0,00266	1	120140,63

Lanjutan Tabel 3.8

Nama	Shellside							Tube side									
	Hot/cold	Fluid	Suhu (oC)	ID (in)	Pass	Baffle (in)	Pres. Drop (Psi)	Hot/cold	Fluid	Suhu (oC)	OD (in)	Pass	BWG	Panjang (ft)	Jumlah	Pitch	Pres.drop (Psi)
Vaporizer 1	<i>Cold</i>	metanol	30-65	23	1	4	2,80	<i>Hot</i>	Steam	160	0,73	1	16	15	200	0,7375	0,0897
Heater 1	<i>Hot</i>	<i>steam</i>	291-335	13,5	1	5,6	0,00015	<i>Cold</i>	Gas metanol	65-105	0,73	1	16	15	81	3	21,616
Heater 2	<i>Hot</i>	<i>steam</i>	291-335	23	1	10,5	0,00015	<i>cold</i>	gas asam klorida	30-105	0,73	4	16	9	413	1	1,30958
Kondensor 1	<i>Cold</i>	<i>cooling water</i>	30-100	30	1	22	6,097	<i>hot</i>	gas keluaran reaktor	143-195	0,73	1	16	15	3600	1	0,0019
Kondensor 2	<i>cold</i>	<i>Dowtherm A</i>	30-45	13,24	1	5,625	7,2932	<i>hot</i>	gas keluaran MD-01	(-40) - (-6)	1	2	16	15	160	1,23	0,1574
Kondensor 3	<i>cold</i>	<i>Dowtherm A</i>	30-45	13,24	1	5,625	0,792	<i>hot</i>	gas keluaran MD-02	225-70	1,3	1	18	15	160	1,23	2,681
Reboiler 1	<i>cold</i>	Hasil bawah MD-01	32-107	19,24	1	8,625	0,7054	<i>hot</i>	<i>steam</i>	260	1	2	16	15	96	1,23	0,4929
Reboiler 2	<i>cold</i>	Hasil bawah MD-02	34-107	11,24	6,626	1	0,0491	<i>hot</i>	<i>steam</i>	260	1	1	16	23	940	1,23	0,2458
Cooler 1	<i>cold</i>	<i>Dowtherm RP</i>	30-250	17,24	14,5	1	3	<i>hot</i>	Gas keluaran separator 2	260	0,73	5	16	11	1240	1	0,368

### 3.3 Perencanaan Produksi

Dalam menyusun rencana produksi secara garis besar ada dua hal yang perlu diperhatikan. Pertama adalah faktor eksternal yang berkaitan dengan kemampuan pasar terhadap jumlah produk yang dihasilkan. Kedua adalah faktor internal yang berkaitan dengan kemampuan pabrik.

#### 1. Kemampuan Pabrik

Pada umumnya kemampuan pabrik ditentukan oleh beberapa faktor berikut:

##### a. Material (bahan baku)

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

##### b. Tenaga kerja

Kurang terampilnya tenaga kerja akan menimbulkan kerugian pabrik, untuk itu perlu dilakukan pelatihan pada karyawan agar kemampuan mereka meningkat.

##### c. Peralatan

Ada dua hal yang mempengaruhi kehandalan dan kemampuan peralatan, yaitu jam kerja mesin efektif, yaitu kemampuan suatu alat untuk beroperasi pada kapasitas yang diinginkan pada kurun waktu tertentu, dan kemampuan mesin itu sendiri.

Perencanaan target produksi:

- a. Tahun pertama ditargetkan sudah beroperasi hingga 80% kapasitas produksi total.
- b. Tahun kedua ditargetkan sudah dapat beroperasi sampai 100% kapasitas produksi total sampai tahun kedelapan.

- c. Tahun kedelapan hingga tahun kesepuluh produksi agak menurun karena umur peralatan yang menua. Pada dua tahun ini sudah direncanakan untuk mendirikan pabrik baru sebagai pengembangan. Meskipun demikian, hal tersebut tetap didasarkan pada pertimbangan perekonomian dan pasar

## 2. Kemampuan Pasar

Dapat dibagi dua kemungkinan:

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

Kemampuan pasar lebih kecil dibandingkan kemampuan pabrik

Ada tiga kemungkinan yang bisa dipilih:

Rencana produksi sesuai dengan kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai dengan kemampuan pasar, dengan mempertimbangkan untung dan rugi.

Rencana produksi tetap dengan mempertimbangkan bahwa kelebihan produksi disimpan dan dipasarkan tahun berikutnya.

Mencari daerah pemasaran lain.

## BAB IV

### PERANCANGAN PABRIK

#### 4.1 Lokasi Pabrik

Penentuan lokasi suatu pabrik adalah hal yang sangat penting dalam suatu industri. Dalam menentukan lokasi pabrik dibutuhkan pertimbangan yang sangat mendalam dari berbagai faktor guna memilih lokasi pabrik yang tepat. Hal utama yang harus diperhatikan adalah lokasi pabrik didirikan di suatu tempat yang sedemikian rupa sehingga biaya produksi dan distribusi yang dibutuhkan bisa seminimal mungkin serta dapat dilakukan pengembangan yang baik pada suatu saat nanti.

Pertimbangan-pertimbangan dalam penentuan lokasi pabrik adalah sebagai berikut :

1. Ketersediaan bahan baku

Bahan baku adalah salah satu faktor penting dari suatu industri. Ketersediaan bahan baku ini tentunya berpengaruh terhadap penentuan lokasi pabrik, sehingga lokasi pabrik haruslah berada dekat dengan sumber daya bahan baku, atau minimal jarak lokasi pabrik dengan sumber bahan baku dapat dijangkau dengan sarana transportasi yang memadai.

2. Pemasaran

Pemasaran dari sebuah industri sangat penting dalam keberlangsungan kegiatan perindustrian pabrik tersebut, karena dengan pemasaran suatu pabrik bisa mendapatkan keuntungan. Pengaruhnya dengan lokasi pabrik adalah tempat berdirinya pabrik harus dekat dengan target pemasaran dari pabrik tersebut atau minimal tersedia sarana transportasi yang memadai baik dari media penghubungnya

ataupun angkutan yang akan membawa produk tersebut untuk dipasarkan. Karena produk yang dihasilkan dari pabrik ini adalah Metil klorida, maka lokasi pabrik dianjurkan untuk berada di dekat dengan industri yang menggunakan metil klorida, agar bisa menekan biaya distribusi atau pemasaran.

### 3. Utilitas

Faktor utilitas yaitu terdiri dari ketersediaan air dan sumber energi. Lokasi pendirian pabrik harus berada di tempat yang memiliki ketersediaan sumber air bersih yang cukup dan memiliki sumber energi (listrik) yang cukup juga untuk operasional pabrik. Hal ini dikarenakan air dan listrik merupakan faktor penting dalam sebuah perindustrian, karena menyangkut akan kepentingan orang banyak.

### 4. Tenaga kerja

Ketersediaan tenaga kerja juga salah satu faktor dimana lokasi suatu pabrik akan didirikan. Tenaga kerja yang memiliki kualitas kerja yang baik akan sangat berpengaruh terhadap kelangsungan proses produksi pada suatu pabrik.

### 5. Letak daerah

Suatu pabrik harus mempertimbangkan letak daerah pabrik tersebut, karena hal ini berkaitan dengan kehidupan masyarakat yang ada di sekitaran pabrik nantinya. Jadi letak pabrik harus berada jauh dari lingkungan masyarakat, supaya terhindar dari kebisingan kegiatan pabrik, dan limbah kimia yang berbahaya.

### 6. Faktor Keamanan

Lokasi pabrik juga harus mempertimbangkan faktor keamanan, baik itu keamanan dari segi geografis maupun keamanan dari segi sosial politik. Dari segi geografis lokasi pabrik haruslah yang berada di kawasan yang memiliki tekstur

tanah yang kuat dan datar, angin yang stabil, tidak berada di daerah rawan gempa, dan jauh dari ancaman bencana alam yang lainnya. Kemudian dari segi sosial politik, kawasan pabrik haruslah berada pada lokasi yang aman dari ancaman peperangan atau kawasan konflik, dan tidak terjadi kerusuhan di lingkungan sekitaran pabrik.

Berdasarkan pertimbangan-pertimbangan di atas, maka lokasi pabrik Dipilih di daerah Bontang , Kalimantan Timur. Dipilihnya Bontang, sebagai lokasi pendirian pabrik dengan pertimbangan :

Di Bontang terdapat industri yang menghasilkan metanol dan HCl sebagai bahan baku, yaitu PT. Kaltim Metanol Industri sebagai produsen Metanol dan PT Bintang Mitra Semestaraya sebagai distributor HCl yang ada di Kalimantan Timur dari PT Sulfindo Adiusaha yang berada di Semarang.

Bontang yang merupakan kawasan industri kimia dan masih memiliki banyak lahan kosong serta cukup jauh dari pemukiman masyarakat.

Terdapat pelabuhan yang cukup besar sebagai sarana transportasi untuk mendatangkan bahan baku ataupun untuk proses distribusi produk metil klorida ke pabrik-pabrik yang membutuhkan.

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

Sistem tata letak pabrik meliputi area proses, sumber tenaga, kantor, bengkel, gudang, unit pengolahan limbah, dan sebagainya. Hal-hal yang harus diperhatikan sebagai berikut :



Setiap alat dikelompokkan dalam unit-unit alat proses sesuai dengan prosesnya masing-masing, sehingga apabila terjadi kecelakaan pada suatu alat, kecelakaan tersebut tidak merambat ke alat yang lainnya. Kemudian setiap unit alat dikelompokkan dalam suatu blok/kelompok yang dibatasi oleh jalan.

Setiap unit minimal dapat dicapai melalui dua jalan dalam pabrik, agar memudahkan perawatan dan pengelolannya.

Jarak antara unit proses dan jalan cukup lebar, agar kendaraan yang melintas tidak mengenai unit proses.

Antara dua alat harus memiliki jarak yang cukup jauh, minimal sama dengan diameter alat yang besar, hal ini memudahkan dalam perawatan dan pembersihan.

Unit utilitas dan sumber tenaga ditempatkan terpisah dari alat-alat di unit proses, sehingga unit proses bisa bekerja dengan aman.

Susunan pabrik harus diperhitungkan untuk distribusi air dan bahan lain secara lancar, cepat, dan ekonomis, serta tidak mengganggu proses produksi.

Susunan peralatan harus memiliki ruang safety untuk memungkinkan adanya perluasan dan pengembangan pabrik di masa yang akan datang.

Tabel 4.1. Perincian luas tanah dan bangunan pabrik

Lokasi	P (m)	L(m)	Luas (m <sup>2</sup> )
Kantor Utama	50	50	2500
Pos Keamanan	10	10	400
Rumah Dinas	80	10	800
Pakir Utama	40	20	800
Parkir Truk	30	15	450
Poliklinik	20	15	300
Masjid	20	15	300
Kantin	20	15	300
Bengkel	25	18	450
Unit pemadaman kebakaran	30	15	450
Gudang alat	30	15	450
Laboratorium	20	15	300
Area Utilitas	70	40	2800
Area Proses	100	80	8000
Control Room	20	15	300
Control Utilitas	20	15	300
Jalan	1000	16	16000
Taman	60	35	2100
Perluasan Pabrik	100	60	6000
Area Tangki Penyimpanan	60	25	1500
<b>Luas Tanah</b>			<b>44500</b>
<b>Luas Bangunan</b>			<b>18900</b>
<b>Total</b>		<b>439</b>	<b>63400</b>

### 4.3 Tata Letak Alat Proses

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

Aliran bahan baku dan produk

Pengaliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikan keuntungan ekonomis yang besar, serta menunjang kelancaran dan keamanan produksi. Perlu juga diperhatikan elevasi pipa, di mana untuk pipadi atas tanah perlu dipasang pada ketinggian tiga meter atau lebih supaya tidak mengganggu pekerja ataupun kendaraan yang melintas, sedangkan untuk

pemipaan pada permukaan tanah diatur sedemikian rupa seperti ditanam di dalam tanah atau diberi pembatas sehingga tidak mengganggu dan membahayakan lalu-lintas bekerja.

#### Aliran Udara

Aliran udara di dalam dan di sekitar area proses perlu diperhatikan supaya lancar. Hal ini bertujuan untuk menghindari pengumpulan udara pada suatu tempat yang dapat mengakibatkan bercampurnya bahan kimia yang berbahaya, sehingga dapat membahayakan keselamatan pekerja maka dari itu perlu diperhatikan sirkulasi angin di area pabrik.

#### Cahaya

Penerangan seluruh pabrik harus memadai pada tempat-tempat proses yang berbahaya atau berisiko tinggi, supaya pengawasan pada setiap proses dapat terawasi dengan baik, karena ketika pencahayaan tidak cukup maka resiko kecelakaan kerja akan semakin tinggi.

#### Lalu lintas manusia

Dalam hal perancangan tata letak peralatan perlu diperhatikan agar pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat, mudah dan aman. Jika terjadi gangguan alat proses maka butuh akses cepat untuk memperbaikinya, selain itu keamanan pekerja selama menjalankan tugasnya perlu diprioritaskan.

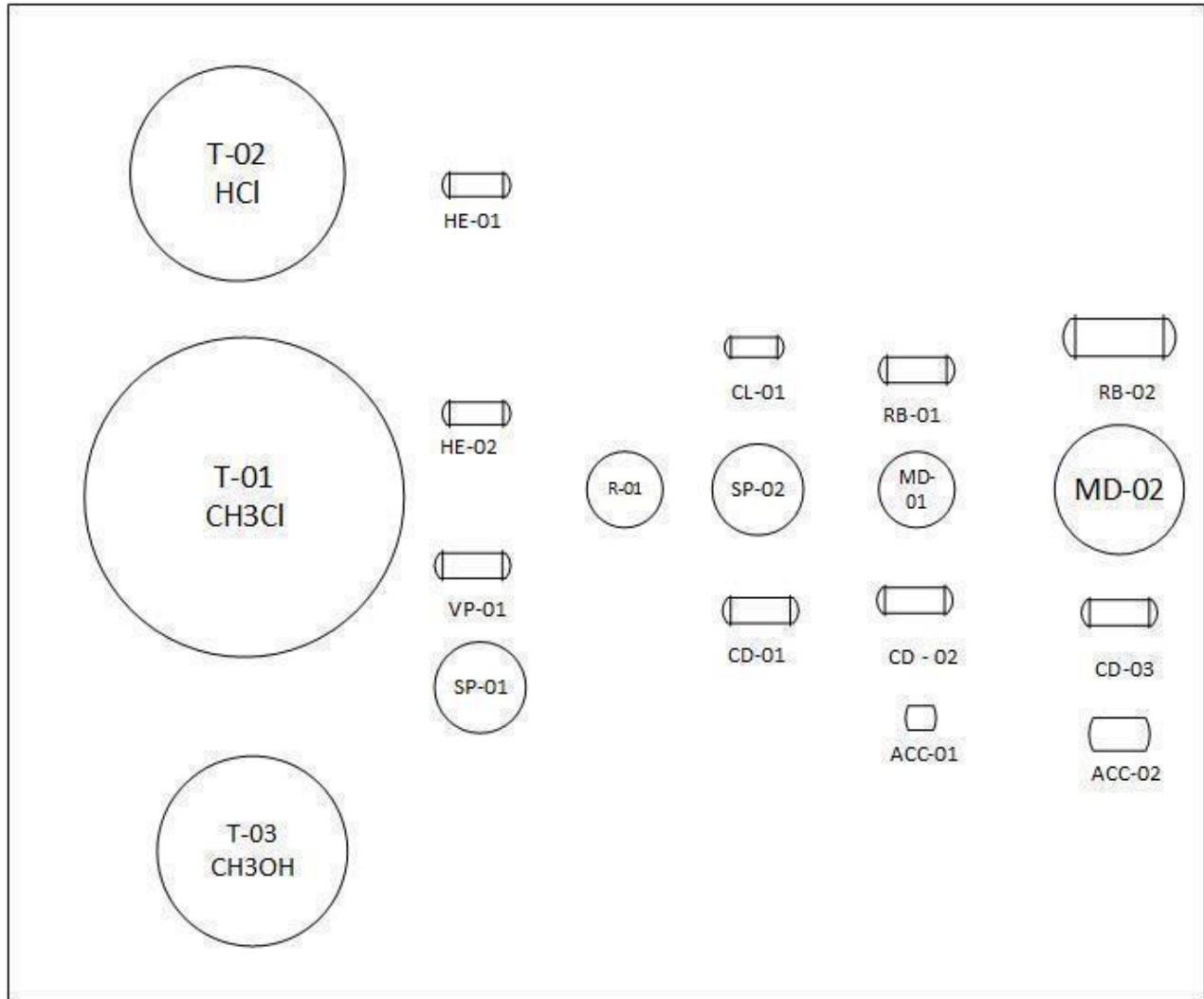
#### Tata letak alat proses

Dalam menempatkan alat-alat proses pada pabrik diusahakan agar letak setiap alat proses berada pada titik yang efektif dan efisien, artinya dapat menekan biaya operasi, terjamin kelancaran prosesnya dan keamanan produksi pabrik sehingga dapat menguntungkan dari segi ekonomi maupun keselamatan.

#### Jarak antar alat proses

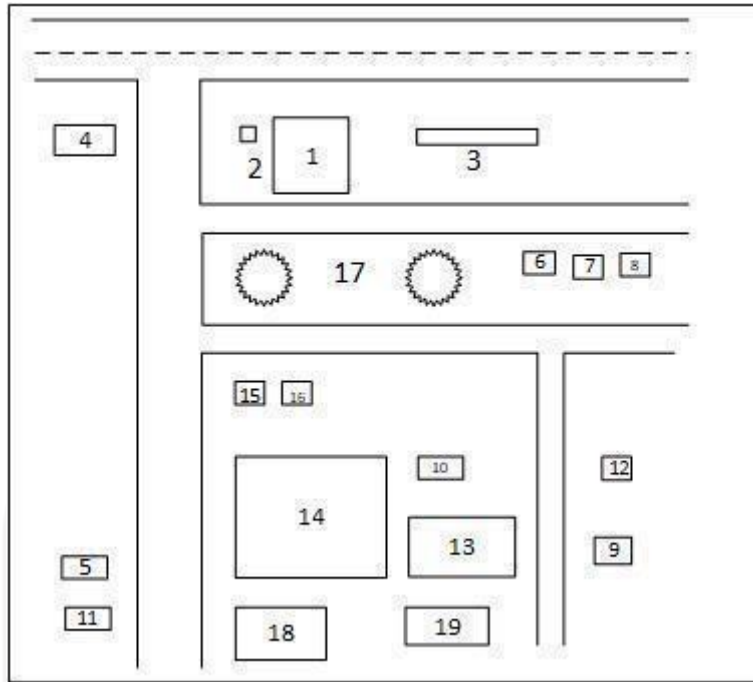
Perlu adanya perlakuan khusus untuk alat proses yang mempunyai suhu dan tekanan tinggi, seperti dipisahkan dari alat proses lainnya. sehingga

apabila terjadi ledakan atau kebakaran pada alat tersebut tidak membahayakan alat proses lainnya, dan kerugian yang ditimbulkan lebih sedikit.



Gambar 4.1 Tata letak alat proses (Skala 1:1000)

الجمهورية العربية السورية  
الجامعة الإسلامية  
الدرعية



Gambar 4.2 *Plant layout* dengan skala 1: 5000

Keterangan :

- |                 |                            |                             |
|-----------------|----------------------------|-----------------------------|
| 1. Kantor utama | 8. Kantin                  | 15. Ruang kontrol           |
| 2. Pos keamanan | 9. Bengkel                 | 16. Kontrol utilitas        |
| 3. Mess         | 10. Unit Pemadam Kebakaran | 17. Taman                   |
| 4. Parkir tamu  | 11. Gudang alat            | 18. Perluasan pabrik        |
| 5. Parkit truk  | 12. Laboratorium           | 19. Area Tangki Penyimpanan |
| 6. Poliklinik   | 13. Area utilitas          |                             |
| 7. Masjid       | 14. Area Proses            |                             |

Tata letak alat proses harus dirancang sedemikian rupa sehingga

:

Kelancaran proses produksi dapat terjamin.

Dapat mengefektifkan penggunaan luas area pabrik.

Biaya material handling menjadi rendah, sehingga menyebabkan menurunnya pengeluaran untuk kapital yang tidak penting.

Jika tata letak peralatan proses sedemikian rupa sehingga urutan proses produksi lancar, maka perusahaan tidak perlu untuk memakai alat angkut dengan biaya mahal.

Karyawan mendapatkan kepuasan, keamanan, keselamatan dan kenyamanan dalam bekerja.

#### 4.4 Alir Proses dan Material

Penentuan perancangan pendirian pabrik metil klorida dengan bahan baku metanol dan asam klorida berkapasitas 5.000 Ton/tahun meliputi neraca massa, neraca panas, dan spesifikasi alat.

##### 4.4.1 Penentuan Neraca Massa

Basis perhitungan neraca massa :

Kapasitas produksi : 5.000 Ton/Tahun

Waktu operasi : 330 Hari kerja

Basis operasi : 1 Jam

$$= \left[ \frac{5.000 \text{ ton}}{1 \text{ tahun}} \right] \times \left[ \frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ ton}} \right] \times \left[ \frac{1 \text{ tahun}}{330 \text{ hari}} \right] \times \left[ \frac{1 \text{ hari}}{24 \text{ jam}} \right]$$

$$= 631,313 \text{ kg/jam}$$

#### 1. Reaktor

Tabel 4.2 Neraca massa reaktor

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)
CH <sub>3</sub> OH	877,839	731,971
HCl	1266,910	1065,753
CH <sub>3</sub> Cl	843,996	746,615

H <sub>2</sub> O	378,9886	823,394
Total	3367,735	3367,735

## 2. Menara Distilasi 1

Tabel 4.3 Neraca massa menara distilasi 1

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
		Top	Bottom
CH <sub>3</sub> OH	488,217	0	488,217
HCl	239,588	239,348	0,239
H <sub>2</sub> O	644,806	0	644,806
CH <sub>3</sub> Cl	640,973	6,409	634,563
Total	2013,585	245,758	3347,319
		2013,585	

## 3. Separator 1

Tabel 4.4 Neraca massa separator 1

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
		Top	Recycle
CH <sub>3</sub> OH	3026,043	2287,08	710,10
H <sub>2</sub> O	367,926	378,988	17,805
Total	3393,969	2666,066	727,9
		3393,969	

## 4. Menara Distilasi 2

Tabel 4.5 Neraca massa menara distilasi 2

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
		Top	Bottom
CH <sub>3</sub> OH	488,217	4,882	483,335
HCl	0,239	0,239	0
CH <sub>3</sub> Cl	634,563	631,313	3,250
H <sub>2</sub> O	644,806	0	644,806
		636,434	1131,391
Total	1767,826	1767,826	

## 5. Separator 2

Tabel 4.6 Neraca massa separator 2

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
		Top	UPL
CH <sub>3</sub> OH	87,783	488,217	11,208
HCL	365,753	239,588	0,237
CH <sub>3</sub> CL	746,615	640,973	16,600
H <sub>2</sub> O	823,394	644,806	166,984
Total	2023,547	2013,585	195,030
		2023,547	

### 4.4.2 Neraca Panas

#### 1. Vaporizer

Tabel 4.7 Neraca Panas Vaporizer

Komponen	Q Input (kJ/Jam)		Q Output (kJ/Jam)	
	Umpan		Liquor	Kristal
HCl	2043,58		18231,66	
CH <sub>3</sub> OH	169608,14		203297,39	
CH <sub>3</sub> Cl	192735,58			142858,24
<b>Total</b>	<b>364387,293</b>		<b>364387,293</b>	

#### 2. Separator 1

Tabel 4.8 Neraca Panas Separator 1

Komponen	Q Input (kJ/Jam)		Q Output (kJ/Jam)	
	Umpan (50°C)	Umpan (30°C)	Filtrat	Kristal
HCl	209,89		90,36	
CH <sub>3</sub> OH	18231,66		7856,96	
CH <sub>3</sub> Cl	142858,24			60772,14
CH <sub>3</sub> Cl mq	26700,79		11414,18	
H <sub>2</sub> O		92491,53	190340,55	10017,92
<b>Total</b>	<b>280492,115</b>		209702,04	70790,07
			<b>280492,115</b>	



## 3. Separator 2

Tabel 4.9 Neraca Panas Separator 2

Komponen	Q Input (kJ/Jam)	Q Output (kJ/Jam)	
		Top	Bottom
CH <sub>3</sub> Cl	5689,44		5692,67
H <sub>2</sub> O	921,83	885,88	36,99
Udara Panas	1859727,66	1771590,29	
Jumlah		1772476,17	5729,66
Qloss		88133,10	
<b>Total</b>	<b>1866338,937</b>	<b>1866338,937</b>	

## 4. Kondensor

Tabel 4.10 Neraca Panas Kondensor

Komponen	Q Input (kJ/Jam)	Q Output (kJ/Jam)
Reboiler 1	2772805,67	435748,66
Kondenser 1	-	1958266,56
Reboiler 2	300337,46	415748,66
Kondenser 2	-	263.379,25
<b>Total</b>	<b>3073143,134</b>	<b>3073143,134</b>

## 5. Menara Destilasi 1

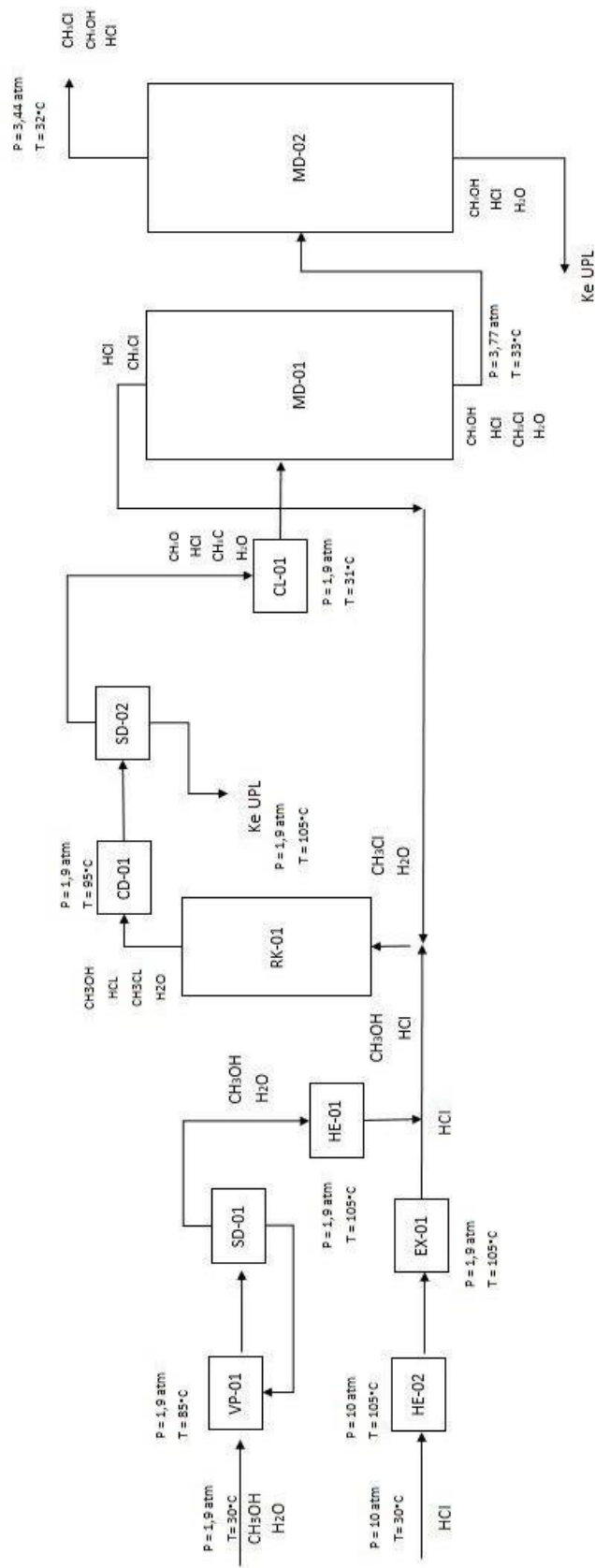
Tabel 4.11 Neraca Panas Menara Destilasi 1

Komponen	Q Input (kJ/Jam)	Q Output (kJ/Jam)	
	Umpan	Distilat	Bottom
HCl	1139418,38	896895,92	2600,19
CH <sub>3</sub> OH	995836,65	45334,26	208868,16
CH <sub>3</sub> Cl	1449157,00	0,00	2430713,50
Jumlah	3584412,03	942230,18	2642181,85
		3584412,03	
<b>Total</b>	<b>3584412,036</b>	<b>3584412,036</b>	

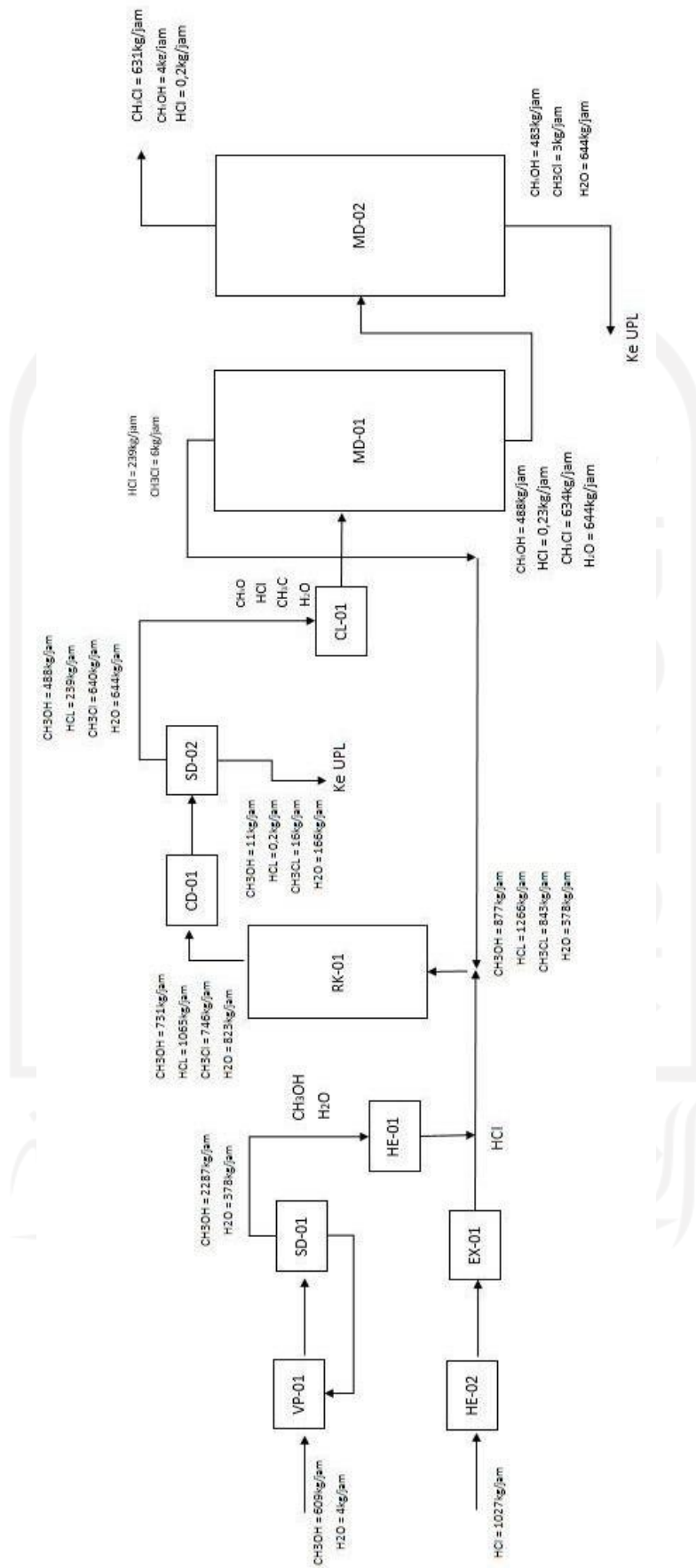
## 6. Menara Destilasi 2

Tabel 4.12 Neraca Panas Menara Distilasi 2

Komponen	Q Input (kJ/Jam)	Q Output (kJ/Jam)	
	Arus 17	Arus 22	Arus 13
HCl	39.616,25	1.383,41	0,00
CH <sub>3</sub> OH	139.353,83	115.651,80	2.437,85
CH <sub>3</sub> Cl	212.322,89	1.322,11	270.497,80
Jumlah	391.292,97	118.357,32	272.935,65
		391.292,97	
<b>Total</b>	<b>391.292,975</b>	<b>391.292,975</b>	



Gambar 4.3 Diagram alir kualitatif



Gambar 4.4 Diagram alir kuantitatif

## 4.5 Utilitas

Unit pendukung proses atau yang lebih sering dikenal sebagai utilitas adalah sebagai unit yang menunjang kelancaran pelaksanaan proses produksi. Unit utilitas menyediakan bahan-bahan dan alat penggerak peralatan yang ada dalam proses produksi pabrik. Utilitas yang diperlukan dalam Pra Rancangan Pabrik Metil Klorida ini, yaitu :

### 1. Unit Pengadaan dan Pengolahan Air

Unit ini lebih dikenal dengan *Raw Water Treatment Plant (RWTP)* berfungsi untuk menyediakan dan mengolah air bersih untuk dapat memenuhi kebutuhan air di pabrik.

### 2. Unit Pembangkit *Steam*

Unit ini bertugas untuk menyediakan steam sebagai media pemanas pada alat proses yang membutuhkan pemanas.

### 3. Unit Pembangkit Listrik

Unit pembangkit listrik bertugas untuk memenuhi kebutuhan listrik untuk menggerakkan alat proses, alat utilitas, alat elektronika, AC, penerangan untuk pabrik dan kebutuhan operasional lainnya.

### 4. Unit Penyedia Udara dan Instrumen

Unit ini bertugas untuk memenuhi kebutuhan udara bersih untuk kebutuhan operasional di pabrik.

### 5. Unit Pengadaan Bahan Bakar

Unit ini bertugas untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar bagi alat-alat ataupun kendaraan yang beroperasi di pabrik.

### 4.5.1 Unit Pengadaan dan Pengolahan Air

Kebutuhan air meliputi air pendingin, air umpan *boiler* dan air untuk keperluan kantor dan rumah tangga, air untuk pemadam kebakaran dan air cadangan. Air diperoleh dari air laut Selat Makassar yang dekat dengan lokasi pabrik, yang kemudian diolah terlebih dahulu sehingga memenuhi persyaratan. Secara sederhana, pengolahan ini meliputi penyaringan, demineralisasi, dan deaerasi. Air yang telah digunakan sebagai air pendingin proses dan kondensat, dapat di-*recycle* guna menghemat air, sehingga jumlah *make up* air yang diperlukan sebagai berikut :

- a. Air untuk pendingin = 144.792,66 kg/jam
- b. Air umpan *boiler* = 1.195.344,98 kg/jam
- c. Air untuk keperluan rumah tangga = 15.662,44 kg/jam

Total kebutuhan air secara kontinyu sebesar 1.325.800,08 kg/jam

### 4.5.2 Kebutuhan Pendingin

Pendingin yang digunakan adalah Dowtherm RP, yang memiliki rentang suhu antara -20 hingga 350 °C. Pendingin ini digunakan pada *Cooler* 1 untuk mendinginkan umpan masuk menuju menara destilasi. Kebutuhan Dowtherm RP untuk *Cooler* 1 sebanyak 9,707 kg/jam.

### 4.5.3 Unit Pembangkit Steam

Kebutuhan *steam* untuk penguapan di *vaporizer*, *heater* dan *reboiler* sebanyak 996.120,823 kg/jam. Kebutuhan *steam* ini dipenuhi oleh *boiler* utilitas. Sebelum masuk *boiler*, air harus dihilangkan kesadahnya, karena air yang sadah akan menimbulkan kerak di dalam *boiler*. Oleh karena itu, sebelum masuk *boiler*, air dilewatkan dalam *ion exchanger* dan deaerasi terlebih dahulu.

### 4.5.4 Unit Pembangkit Listrik

Unit ini bertugas untuk menyediakan kebutuhan listrik yang meliputi :

- a. Listrik untuk keperluan alat proses = 193,8820 kWatt

- b. Listrik untuk keperluan alat utilitas = 25,7267 kWatt
- c. Listrik untuk instrumentasi dan kontrol = 10 kWatt
- d. Listrik untuk keperluan kantor dan rumah tangga = 155 kWatt

Total kebutuhan listrik adalah 384,6087 kW. Dengan faktor daya 80% maka kebutuhan listrik total sebesar 480,7608 kW. Kebutuhan listrik dipenuhi dari PLN dan generator sebagai cadangannya dengan kapasitas 383,9 kW.

#### 4.5.5 Unit Penyediaan Bahan Bakar

Bahan bakar digunakan untuk keperluan pembakaran pada *boiler* dan diesel untuk generator pembangkit listrik. Bahan bakar *boiler* dan diesel menggunakan solar sebanyak 344,1391 kg/jam.

#### 4.5.6 Unit Penyediaan Udara

Udara tekan digunakan sebagai penggerak alat-alat kontrol dan bekerja secara *pneumatic*. Jumlah udara tekan yang dibutuhkan diperkirakan 9,3456 m<sup>3</sup>/jam pada tekanan 5 atm. Alat pengadaan udara tekan menggunakan *compressor*.



Lokasi Pabrik

#### 4.5.7 Spesifikasi Alat Utilitas

##### 1. Screening

Fungsi : Menyaring kotoran-kotoran yang berukuran besar seperti daun, ranting, dan sampah-sampah lainnya.

Jumlah	1
Bahan	: Alumunium
Diameter lubang saringan (D)	: 1 cm
Panjang saringan (p)	: 3,048 m
Lebar saringan (l)	: 2,438 m

##### 2. Bak Ekualisasi

Fungsi : Menampung air dari screener dan menyediakan air sebanyak 21.956 kg/jam untuk diolah serta mengendapkan kotoran yang masih lolos dari screener dengan waktu tinggal

4 jam.

Jenis	: Bak persegi panjang
Bahan	: Beton bertulang
Panjang	: 7,284 m
Lebar	: 3,642 m
Tinggi	: 3,642 m
Volume	: 97 m <sup>3</sup>
Jumlah	1

##### 3. Bak Penyaring

Fungsi : Menyaring partikel-partikel halus yang ada dalam air laut

Jumlah : 1

Material yang digunakan : *Graving sand filter*

Tinggi lapisan pasir (L) : 1,0944 m

Luas permukaan Penyaringan (A) : 136,4114 m<sup>2</sup>

Volume Bak Penyaringan (V) : 179,1521 m<sup>3</sup>  
Tinggi bak penyaringan (h) : 3,5513 m  
Panjang bak penyaringan (p) : 7,1026 m  
Lebar bak penyaringan (l) : 7,1026 m

#### 4. Rangkaian Sea Water Reverse Osmosis (SWRO)

Fungsi : Proses desalinasi air laut dengan membran sebagai media penyaringnya.

Jenis : Single stage sea water reverse osmosis system

Bahan : Spiral wound

Permeate volumetris : 14.471 L/jam

Flux RO : 15 L/m<sup>2</sup>/jam

#### 5. Deaerator

Fungsi : Melepaskan gas-gas yang terlarut dalam air seperti O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub> sehingga mengurangi korosi logam.

Jenis : Silinder tegak

Kecepatan Volumetri : 6,255 m<sup>3</sup>/jam

Diameter : 5 m

Tinggi : 5 m

Volume : 90 m<sup>3</sup>

Jumlah : 1

#### 6. Tangki Penampung Deaerated Water

Fungsi : Menampung *deaerated water* sebanyak 189 kg/jam.

Jenis : Bak persegi panjang

Bahan : Beton bertulang



Diameter	: 2 m
Tinggi	: 2 m
Volume	: 7 m <sup>3</sup>
Jumlah	: 1

### 7. Tangki Klorinasi

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

Jumlah	1
Alat	: Tangki silinder berpengaduk dengan rancangan D:H = 1:1
Kapasitas tanki (Q)	: 23,7268 m <sup>3</sup> /jam
Waktu tinggal (t)	: 1 Jam
Volume tanki (V)	: 28,4722 m <sup>3</sup>
Diameter tanki (D)	: 3,3102 m
Tinggi tanki (h)	: 3,3102 m

### 8. Rangkaian Reverse Osmosis (BW)

Fungsi	: Proses desalinasi air laut dengan membran sebagai media penyaringnya.
Jenis	: <i>Single stage sea water reverse osmosis system</i>
Bahan	: <i>Spiral wound</i>
Permeate volumetris	: 25.726 L/jam
Flux RO	: 35 L/m <sup>2</sup> /jam
Area per elements	: 184 m <sup>2</sup>

Area per P<sub>vessel</sub> : 367 m<sup>2</sup>  
Jumlah membran : 2

### 9. Tangki DeminWater

Fungsi : Menampung air hasil demineralisasi sebanyak 189 kg/jam.

Jenis : Bak persegi panjang

Bahan : Beton bertulang

Diameter : 2 m

Tinggi : 2 m

Volume : 7 m<sup>3</sup>

Jumlah : 1

### 10. Kation Exchanger

Fungsi : Menghilangkan kesadahan air proses yang disebabkan oleh kation sebanyak 189 kg/jam.

Jenis : *Down flow cation exchanger*

Luas : 0,641m<sup>2</sup>

Diameter : 0,903 m

Tinggi bed : 0,5 m

Kecepatan aliran : 4 gpm

Jumlah : 1

### **11. Anion Exchanger**

Fungsi	: Menghilangkan kesadahan air proses yang disebabkan oleh anion sebanyak 189 kg/jam.
Jenis	: <i>Strongly basic anion exchanger</i>
Luas	: 0,365m <sup>2</sup>
Diameter	: 0,683 m
Tinggi bed	: 2,059 m
Kecepatan aliran	: 7 gpm
Jumlah	: 1

### **12. Hot Basin**

Fungsi	: Menampung air pendingin yang akan didinginkan di <i>cooling tower</i> sebanyak 29.535 kg/jam dengan waktu tinggal 1,5 jam
Jenis	: Bak persegi panjang
Bahan	: Beton bertulang
Panjang	: 6 m
Lebar	: 3 m
Tinggi	: 3 m
Volume	: 49 m <sup>3</sup>
Jumlah	: 1

### **13. Cooling Tower (CT-01)**

Fungsi : Mendinginkan air pendingin yang telah dipakai dalam proses pabrik sebanyak 29.535 kg/jam.

Jenis : *Cooling tower induced draft*

Tinggi : 6 m

Panjang : 2 m

Lebar : 2 m

*Ground area* : 4 m<sup>2</sup>

Jumlah : 1

### **14. Cold Basin**

Fungsi : Menampung air pendingin yang dingin dari *cooling tower* sebanyak 29.233 kg/jam dengan waktu tinggal selama 1,5 jam.

Jenis : Bak persegi panjang

Bahan : Beton bertulang

Panjang : 6 m

Lebar : 3 m

Tinggi : 3 m

Volume : 49 m<sup>3</sup>

Jumlah : 1

### 15. Tangki Kondensat

Fungsi : Menampung kondensat dari alat proses  
sebelum disirkulasi menuju tangki umpan  
*boiler*.

Jenis : Tangki silinder tegak

Diameter : 2 m

Tinggi : 2 m

Volume : 7 m<sup>3</sup>

Jumlah : 1

### 16. Tangki Sanitasi

Fungsi : Menampung air bersih untuk keperluan  
umum sebanyak 12.200 kg/jam.

Jenis : Bak persegi panjang

Bahan : Beton bertulang

Diameter : 5 m

Tinggi : 5 m

Volume : 80 m<sup>3</sup>

### 17. Tangki NaOH

Fungsi : Menampung NaOH untuk kebutuhan di  
*Anion Exchanger* sebanyak 84 kg.

Jenis : Tangki silinder vertikal, *flat bottom, conical*  
*roof*

Diameter : 1 m

Tinggi : 1 m

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

Jumlah : 1

### 18. Tangki HCl

Fungsi : Menampung HCl untuk kebutuhan di *Kation Exchanger* sebanyak 48 kg.

Jenis : Tangki silinder vertikal, *flat bottom, conical roof*

Diameter : 1 m

Tinggi : 1 m

Volume : 0,931 m<sup>3</sup>

Jumlah : 1

### 19. Tangki Kaporit

Fungsi : Menampung kaporit sebanyak 0,028 kg/jam.

Jenis : Tangki silinder vertikal, *flat bottom, conical roof*

Diameter : 0,234 m

Tinggi : 0,514 m

Volume : 0,105 m<sup>3</sup>

Jumlah : 1

## 20. Pompa

### 1. Pompa Utilitas (PU-01)

Fungsi : Mengalirkan air laut menuju *screener*  
sebanyak 21.956 kg/jam

Jenis : *Centrifugal pump single stage*

Tipe : *Mixed flow impeller*

Bahan : *Commercial steel*

Kapasitas : 24 m<sup>3</sup>/jam

*Head* pompa : 4,059 m

Tenaga pompa : 0,5 Hp

Tenaga motor : 1,5 Hp

Putaran standar : 3.500 rpm

Jumlah : 2 buah

### 2. Pompa Utilitas (PU-02)

Fungsi : Mengalirkan air dari bak penyaring  
menuju sistem pengolahan SWRO sebanyak  
9.880 kg/jam

Jenis : *Centrifugal pump single stage*

Tipe : *Mixed flow impeller*

Bahan : *Commercial steel*

Kapasitas : 11 m<sup>3</sup>/jam

*Head* pompa : 4,554 m

Tenaga pompa : 0,297 Hp

Tenaga motor : 0,75 Hp

Putaran standar : 3.500 rpm

Jumlah : 2 buah

### 3.Pompa Utilitas (PU-03)

Fungsi : Mengalirkan air dari SWRO menuju deaerator  
sebanyak 189 kg/jam

Jenis : *Centrifugal pump single stage*

Tipe : *Mixed flow impeller*

Bahan : *Commercial steel*

Kapasitas : 24 m<sup>3</sup>/jam

Head pompa : 5,123 m

Tenaga pompa : 0,638 Hp

Tenaga motor : 1,5 Hp

Putaran standar : 3.500 rpm

Jumlah : 2 buah

### 4.Pompa Utilitas (PU-04)

Fungsi : Mengalirkan air dari deaerator menuju tangki  
penampung deaerated water sebanyak 189  
kg/jam

Jenis : *Centrifugal pump single stage*

Tipe : *Mixed flow impeller*

Bahan : *Commercial steel*

Kapasitas : 0,208 m<sup>3</sup>/jam



<i>Head</i> pompa	: 0,644 m
Tenaga pompa	: 0,079 Hp
Tenaga motor	: 0,5 Hp
Putaran standar	: 3.500 rpm
Jumlah	: 2 buah

### 5.Pompa Utilitas (PU-05)

Fungsi	: Mengalirkan air dari tangki penampung daerated water menuju tangki klorinasi sebanyak 189 kg/jam
Jenis	: <i>Centrifugal pump single stage</i>
Tipe	: <i>Mixed flow impeller</i>
Bahan	: <i>Commercial steel</i>
Kapasitas	: 0,208 m <sup>3</sup> /jam
<i>Head</i> pompa	: 0,663 m
Tenaga pompa	: 0,08 Hp
Tenaga motor	: 0,5 Hp
Putaran standar	: 3.500 rpm
Jumlah	: 2 buah

### 6.Pompa Utilitas (PU-06)

Fungsi	: Mengalirkan air dari tangki klorinasi menuju sistem RO sebanyak 189 kg/jam
Jenis	: <i>Centrifugal pump single stage</i>
Tipe	: <i>Mixed flow impeller</i>
Bahan	: <i>Commercial steel</i>
Kapasitas	: 0,208m <sup>3</sup> /jam

*Head* pompa : 1,516 m

Tenaga pompa : 0,152 Hp

Tenaga motor : 0,5 Hp

Putaran standar : 3.500 rpm

Jumlah : 2 buah

#### **7.Pompa Utilitas (PU-07)**

Fungsi : Mengalirkan air dari RO menuju tangki demin water

sebanyak 189

kg/jam

Jenis : *Centrifugal pump single stage*

Tipe : *Mixed flow impeller*

Bahan : *Commercial steel*

Kapasitas : 0,208m<sup>3</sup>/jam

*Head* pompa : 0,633 m

Tenaga pompa : 0,08 Hp

Tenaga motor : 0,5 Hp

Putaran standar : 3.500 rpm

Jumlah : 2 buah

#### **8.Pompa Utilitas (PU-08)**

Fungsi : Mengalirkan air pendingin dari tangki demin

water menuju tangki kation exchanger  
sebanyak

189 kg/jam

Jenis : *Centrifugal pump single stage*

Tipe : *Mixed flow impeller*

Bahan : *Commercial steel*

Kapasitas : 26 m<sup>3</sup>/jam

*Head* pompa : 3,357 m

Tenaga pompa : 0,319 Hp

Tenaga motor : 0,75 Hp

Putaran standar : 3.500 rpm

Jumlah : 2 buah

### **9.Pompa Utilitas (PU-09)**

Fungsi : Mengalirkan air pendingin dari tangki kation exchanger menuju tangki anion exchanger sebanyak 189 kg/jam

Jenis : *Centrifugal pump single stage*

Tipe : *Mixed flow impeller*

Bahan : *Commercial steel*

Kapasitas : 32 m<sup>3</sup>/jam

*Head* pompa : 3,590 m

Tenaga pompa : 0,426 Hp

Tenaga motor : 1 Hp

Putaran standar : 3500 rpm

Jumlah : 2 buah

### 10.Pompa Utilitas (PU-10)

Fungsi	: Mengalirkan air pendingin dari tangki anion exchanger menuju hot basin sebanyak 23.628 kg/jam
Jenis	: <i>Centrifugal pump single stage</i>
Tipe	: <i>Mixed flow impeller</i>
Bahan	: <i>Commercial steel</i>
Kapasitas	: 32 m <sup>3</sup> /jam
Head pompa	: 2,752 m
Tenaga pompa	: 0,327 Hp
Tenaga motor	: 0,75 Hp
Putaran standar	: 3.500 rpm
Jumlah	: 2 buah

### 11.Pompa Utilitas (PU-11)

Fungsi	: Mengalirkan air pendingin dari hot basin menuju <i>cooling tower</i> sebanyak 29.535kg/jam
Jenis	: <i>Centrifugal pump single stage</i>
Tipe	: <i>Mixed flow impeller</i>
Bahan	: <i>Commercial steel</i>
Kapasitas	: 32 m <sup>3</sup> /jam
Head pompa	: 2,752 m
Tenaga pompa	: 0,327 Hp
Tenaga motor	: 0,75 Hp
Putaran standar	: 3.500 rpm
Jumlah	: 2 buah

### 12.Pompa Utilitas (PU-12)

Fungsi	: Mengalirkan air pendingin dari <i>cooling tower</i> menuju cold basin sebanyak 29.535 kg/jam
Jenis	: <i>Centrifugal pump single stage</i>
Tipe	: <i>Mixed flow impeller</i>
Bahan	: <i>Commercial steel</i>
Kapasitas	: 32 m <sup>3</sup> /jam
Head pompa	: 2,752 m
Tenaga pompa	: 0,327 Hp
Tenaga motor	: 0,75 Hp
Putaran standar	: 3.500 rpm
Jumlah	: 2 buah

### 13.Pompa Utilitas (PU-13)

Fungsi	: Mengalirkan air pendingin dari cold basin menuju tangki kondensat sebanyak 189 kg/jam
Jenis	: <i>Centrifugal pump single stage</i>
Tipe	: <i>Mixed flow impeller</i>
Bahan	: <i>Commercial steel</i>
Kapasitas	: 32 m <sup>3</sup> /jam
Head pompa	: 2,752 m
Tenaga pompa	: 0,327 Hp
Tenaga motor	: 0,75 Hp
Putaran standar	: 3.500 rpm
Jumlah	: 2 buah

#### 14.Pompa Utilitas (PU-14)

Fungsi : Mengalirkan air pendingin dari cold basin menuju tangki sanitasi sebanyak 189 kg/jam

Jenis : *Centrifugal pump single stage*

Tipe : *Mixed flow impeller*

Bahan : *Commercial steel*

Kapasitas : 32 m<sup>3</sup>/jam

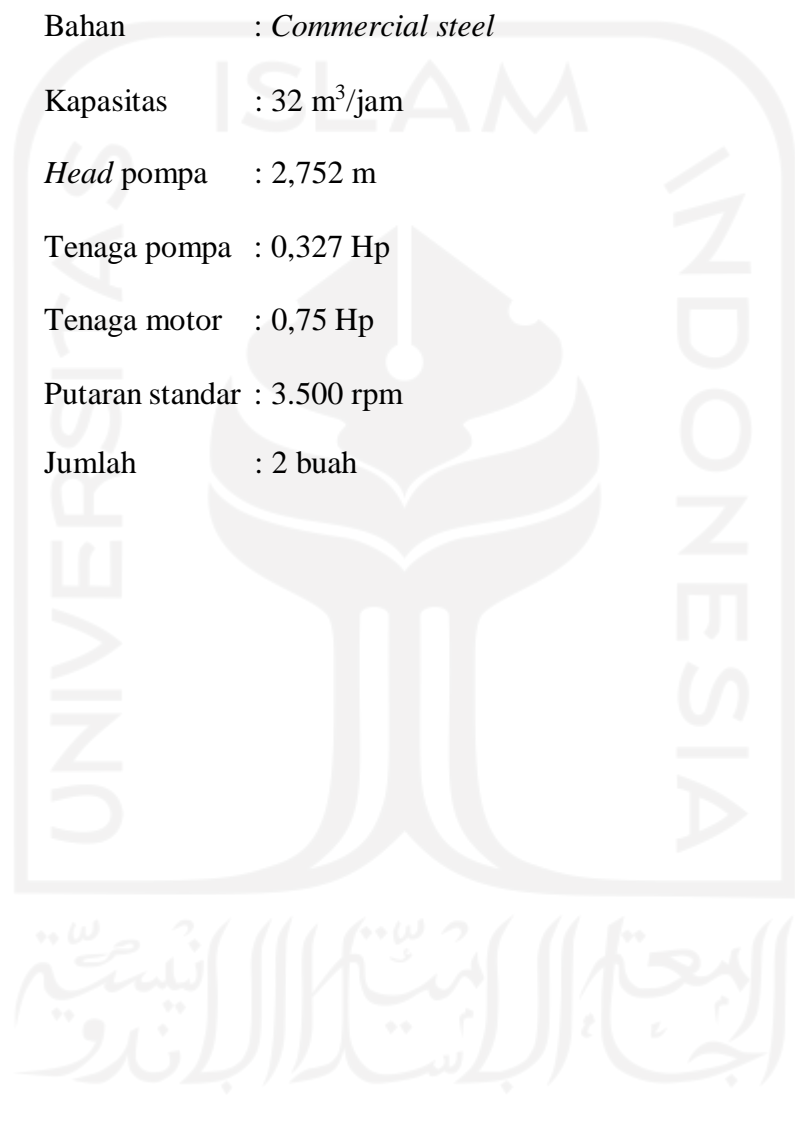
Head pompa : 2,752 m

Tenaga pompa : 0,327 Hp

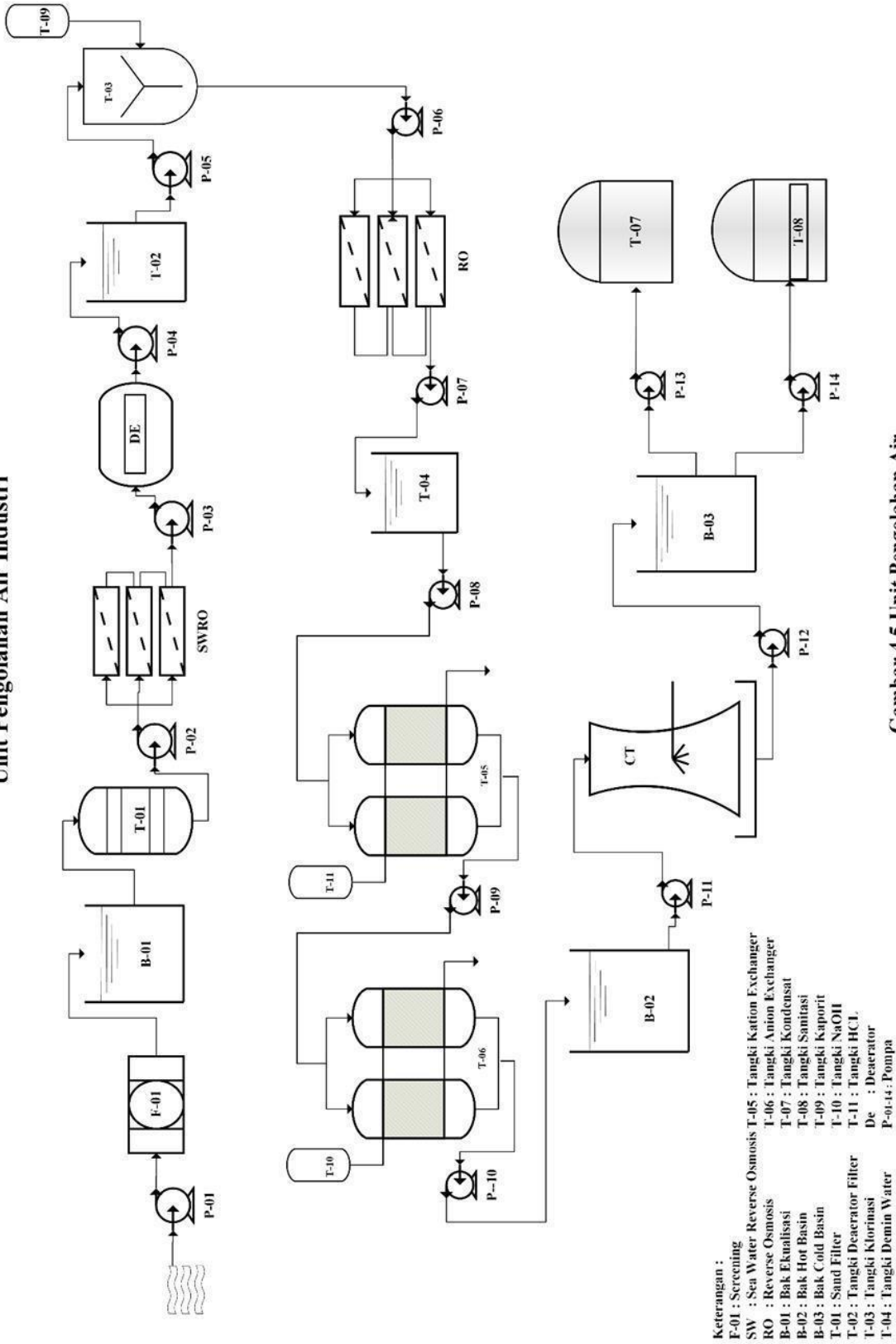
Tenaga motor : 0,75 Hp

Putaran standar : 3.500 rpm

Jumlah : 2 buah



## Unit Pengolahan Air Industri



**Gambar 4.5 Unit Pengolahan Air**

## 4.6 Organisasi Perusahaan

### 4.6.1 Bentuk Umum Perusahaan

Pabrik Metil klorida yang akan didirikan direncanakan akan memiliki bentuk perusahaan sebagai berikut :

Bentuk Perusahaan	: Perseroan Terbatas (PT)
Lapangan Produksi	: Metil klorida
Kapasitas Produksi	: 5000 ton/tahun
Status Pemodalan	: Penjualan saham
Lokasi Perusahaan	: Bontang, Kalimantan Timur

Alasan pemilihan bentuk perusahaan seperti ini adalah karena didasarkan pada beberapa faktor sebagai berikut :

- Mudah dalam mendapatkan modal, yaitu dengan cara menjual beberapa persen saham perusahaan.
- Tanggung jawab pemegang saham terbatas, sehingga kelancaran produksi hanya akan dipegang oleh pimpinan perusahaan.
- Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain, pemilik perusahaan adalah para pemegang saham dan pengurus perusahaan adalah direksi dan staff nya yang melakukan kegiatan operasional perusahaan dengan diawasi oleh dewan komisaris.
- Keberlangsungan perusahaan lebih terjamin, karena tidak terpengaruh dengan berhentinya :

Pemegang saham

Direksi beserta staff nya karyawan

Karyawan



d. Efisiensi dan manajemen

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

e. Lapangan usaha lebih luas

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

(Widjaja, 2003)

#### **4.6.2 Struktur Organisasi**

Salah satu faktor yang menunjang kemajuan suatu perusahaan adalah struktur organisasi yang terdapat dan dipergunakan oleh perusahaan tersebut. Untuk mendapatkan suatu sistem yang terbaik, maka perlu diperhatikan beberapa pedoman antara lain sebagai berikut :

Perumusan tujuan perusahaan dengan jelas

Pendelegasian wewenang

Pembagian tugas kerja yang jelas

Kesatuan perintah dan tanggung jawab

Sistem pengontrol atas pekerjaan yang telah dilaksanakan

Organisasi perusahaan yang fleksibel

Dengan berprinsip pada pedoman tersebut maka diperoleh struktur organisasi yang baik yaitu sistem line and staff. Pada sistem ini garis kekuasaan lebih sederhana dan praktis. Demikian pula kebaikan dalam pembagian tugas kerja

seperti yang terdapat dalam sistem organisasi fungsional, sehingga seorang karyawan hanya akan bertanggung jawab kepada atasannya saja.

Sedangkan untuk mencapai kelancaran produksi maka perlu dibentuk staff ahli yang terdiri dari beberapa orang yang ahli dibidangnya. Staff ahli dapat memberikan bantuan pemikiran dan pemecahan masalah sehingga memperlancar terwujudnya tujuan perusahaan.

Ada 2 orang yang akan berpengaruh dalam menjalankan organisasi garis dan staff ini, yaitu :

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

(Zamani, 1998)

Adapun jenjang kepemimpinan dalam pabrik ini adalah sebagai berikut :

1. Pemegang Saham
2. Dewan Komisaris
3. Direktur Utama
4. Direktur Bidang
5. Kepala Bagian
6. Kepala Seksi
7. Kepala Shift
8. Pegawai/Operator

Tugas, wewenang, serta pendidikan tiap-tiap posisi dalam tingkatan organisasi pabrik ini adalah sebagai berikut :

## 1. Pemegang Saham

Pemegang saham adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan tersebut.

Kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang memiliki bentuk Perseroan Terbatas (PT) adalah Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS). Pada RUPS tersebut para pemegang saham memiliki wewenang sebagai berikut :

Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris

Mengangkat dan memberhentikan Direktur.

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

(Widjaja, 2003)

## 2. Dewan Komisaris

Dewan Komisaris merupakan pelaksana tugas sehari-hari dari pemilik saham, sehingga dewan komisaris akan bertanggung jawab kepada pemilik saham. Adapun tugas dan wewenang Dewan Komisaris adalah sebagai berikut :

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

Mengawasi tugas-tugas direksi.

Membantu direksi dalam tugas-tugas penting.

### 3. Direktur Utama

Direktur utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab sepenuhnya terhadap maju mundurnya suatu perusahaan. Direktur utama bertanggung jawab terhadap Dewan Komisaris atas segala tindakan dan kebijakan yang diambil sebagai pimpinan perusahaan.

Tugas-tugas Direktur Utama meliputi beberapa hal sebagai berikut :

1. Melaksanakan operasional perusahaan dan mempertanggungjawabkan pekerjaan kepada pemegang saham di akhir jabatan.
2. Menjaga stabilitas organisasi perusahaan dan membuat kontinuitas hubungan yang baik antara pemilik saham, pimpinan, karyawan dan konsumen.
3. Mengangkat dan memberhentikan karyawan dengan persetujuan rapat pemegang saham.
4. Mengkoordinir kerja sama dengan direktur produksi, bagian keuangan dan bagian umum.

Direktur utama diwajibkan memiliki pendidikan yang relevan dengan tugas dan perusahaan, yaitu dari jurusan teknik, ekonomi ataupun hukum.

Direktur utama hanya berjumlah satu orang.

### 4. Direktur Bidang

#### a. Direktur Bidang Produksi

Tugas-tugas dari direktur bidang produksi adalah sebagai berikut:

- Memiliki tanggung jawab kepada direktur utama dalam bidang produksi, teknik dan pemasaran.
- Mengkoordinir, mengatur, dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala-kepala bagian yang ada dibawahnya.

- Melaksanakan jalannya pabrik sehari-hari dan kelangsungan operasi pabrik.

Pendidikan : Berasal dari jurusan Teknik Kimia

Jumlah : 1 orang

b. Direktur Bidang Teknik dan Pengembangan

Tugas-tugas dari direktur teknik dan pengembangan adalah sebagai berikut :

- Memiliki tanggung jawab kepada direktur utama dalam bidang teknis dan pengembangan perusahaan.
- Memimpin pelaksanaan kegiatan pabrik yang berhubungan dengan bidang teknik dan pengembangan pabrik.

Pendidikan : Berasal dari jurusan Teknik Kimia

Jumlah : 1 orang  
Direktur Komersil

Tugas-tugas dari direktur komersil adalah sebagai berikut :

- Memiliki tanggung jawab kepada direktur utama dalam bidang
- Memimpin kegiatan pabrik yang berhubungan dengan masalah komersil, yaitu : keuangan, anggaran, pemasaran dan hubungan dengan masyarakat.

Pendidikan : Berasal dari disiplin ilmu ekonomi (jurusan ekonomi, akuntansi, dan manajemen)

Jumlah : 1 orang

## 5. Kepala Bagian

### a. Bagian Sekretariat

- Bertanggung jawab secara langsung kepada direktur utama dalam bidang kesekretariatan dan organisasi perusahaan
- Memimpin kegiatan pabrik yang berhubungan dengan masalah kesekretariatan, dan keorganisasian.

Pendidikan : Berasal dari jurusan kesekretariatan/ekonomi.

Jumlah : 1 orang

Staff : Membawahi 4 kepala seksi yang berpendidikan sarjana ekonomi

### b. Bagian Produksi

Tugas-tugas kepala bagian produksi adalah :

- Bertanggung jawab kepada direktur produksi dalam bidang produksi perusahaan.
- Memimpin kegiatan pabrik yang berhubungan dengan produksi pabrik.

### c. Bagian Teknik

Tugas-tugas dari kepala bagian teknik adalah :

- Bertanggung jawab kepada direktur teknik dan pengembangan dalam bidang teknik di pabrik.
- Memimpin kegiatan pabrik yang memiliki hubungan dengan masalah-masalah teknik seperti perawatan alat, bengkel, gudang, perlengkapan pabrik dan pengembangan alat-alat teknik lainnya.

Pendidikan : Berasal dari jurusan teknik mesin atau elektro.

Jumlah : 1 orang

Staff : Membawahi 6 kepala seksi yang memiliki

Pendidikan sarjana teknik mesin atau teknik elektro

d. Bagian Administrasi dan Keuangan

Tugas-tugas dari kepala bidang administrasi dan keuangan adalah :

- Bertanggung jawab kepada direktur komersil dalam bidang administrasi dan keuangan pabrik.
- Memimpin kegiatan pabrik yang berhubungan dengan masalah-masalah administrasi, keuangan, dan pemasaran.

Pendidikan : Berasal dari jurusan ekonomi

Jumlah : 1 orang

Staff : Membawahi 4 kepala seksi yang berpendidikan sarjana ekonomi atau manajemen.

6. Kepala Seksi

Tugas nya adalah memimpin setiap kegiatan pabrik di bidang nya masing-masing dan bertanggung jawab kepada kepala bidang nya masing-masing. Pendidikan nya adalah sarjana dari jurusan yang relevan dengan bidang nya masing-masing. Jumlah total dari kepala seksi adalah 19 orang. Kepala seksi memiliki 2 staff per seksi yang berpendidikan SMK atau D3 sesuai bidang nya masing-masing.

7. Kepala Shift

Kepala shift bekerja pada 2 bagian shift yaitu di unit utilitas dan pabrik utama. Tugas nya adalah memimpin tim yang menjalankan kerja di

unitnya masing-masing dengan sistem shift. Pendidikannya adalah sarjana teknik kimia, yang berjumlah 8 orang dengan rincian 2 tim dalam 4 waktu. Kepala shift memiliki staff berjumlah 5 orang/shift pada unit utilitas dan 5 orang/shift pada pabrik utama.

Jam kerja karyawan di dalam pabrik dibagi sebagai berikut :

1. Bukan shift.

Hari Senin sampai Jumat pukul 08.00 -16.00 WIB.

Hari Sabtu dan Minggu libur.

2. Shift.

Pekerja shift dibagi 4 kelompok shift yaitu shift A, B, C, dan D sehari bekerja 3 kelompok shift, dan 1 kelompok libur. Jam kerja shift sebagai berikut:

- ◆ Shift 1 pukul 08.00-16.00 WIB.
- ◆ Shift II pukul 16.00-24.00 WIB.
- ◆ Shift III pukul 24.00-08.00 WIB.

Penjadwalan kerja setiap shift dalam 8 hari kerja, adalah sebagai berikut:

Tabel 4.13 Jadwal kerja shift dalam 8 hari kerja

Jam	Hari ke							
	1	2	3	4	5	6	7	8
08.00-16.00	A	B	C	D	A	B	C	D
16.00-24.00	B	C	D	A	B	C	D	A
24.00-08.00	C	D	A	B	C	D	A	B
Off	D	A	B	C	D	A	B	C

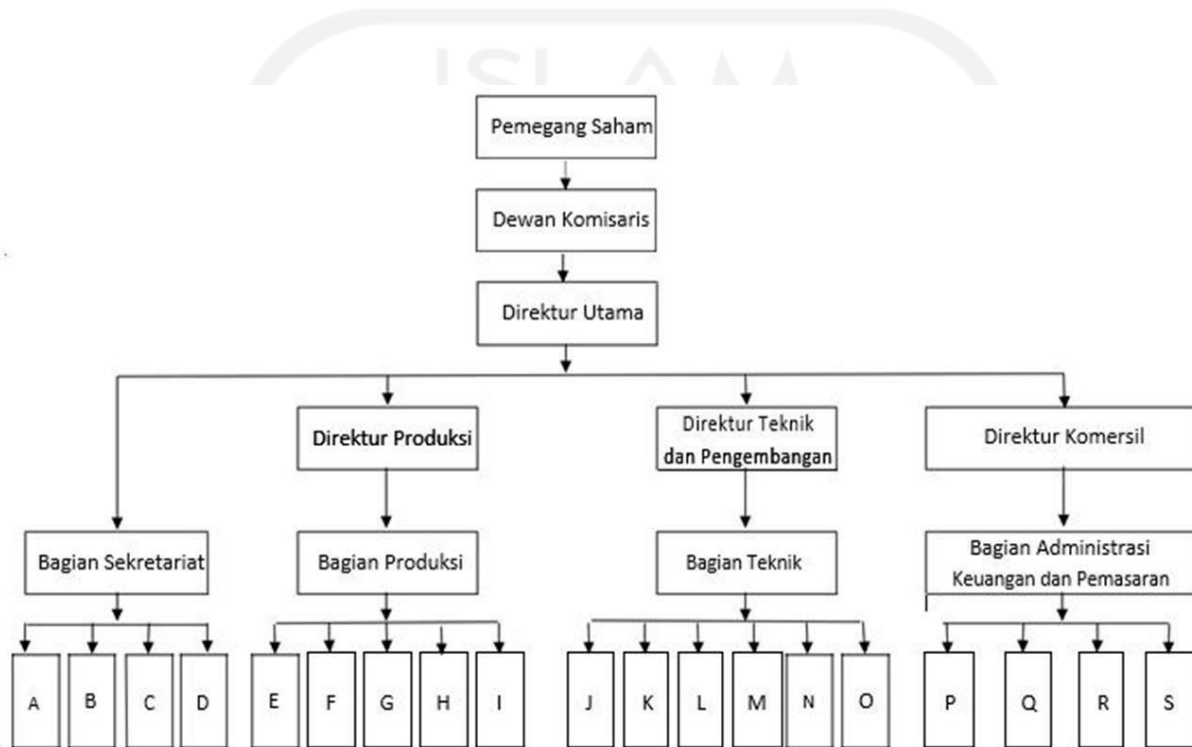
Tabel 4.14 daftar gaji karyawan

Jabatan	Jumlah	Gaji/bulan/orang	Gaji total/bulan
Direktur Utama	1	30.000.000	30.000.000
Direktur Bidang	3	20.000.000	60.000.000
Kepala Bagian	4	15.000.000	60.000.000
Kepala Seksi	19	10.000.000	190.000.000
Kepala Shift	8	7.000.000	56.000.000



Staff Kantor	38	3.500.000	133.000.000
Operator	40	4.000.000	160.000.000
Lain-lain	10	2.000.000	20.000.000
Jumlah Total	123	91.500.000	709.000.000

Jadi dapat disimpulkan gaji karyawan dalam sebulan adalah sebesar Rp 709.000.000,- dan gaji karyawan dalam setahun adalah Rp 8.508.000.000,-.

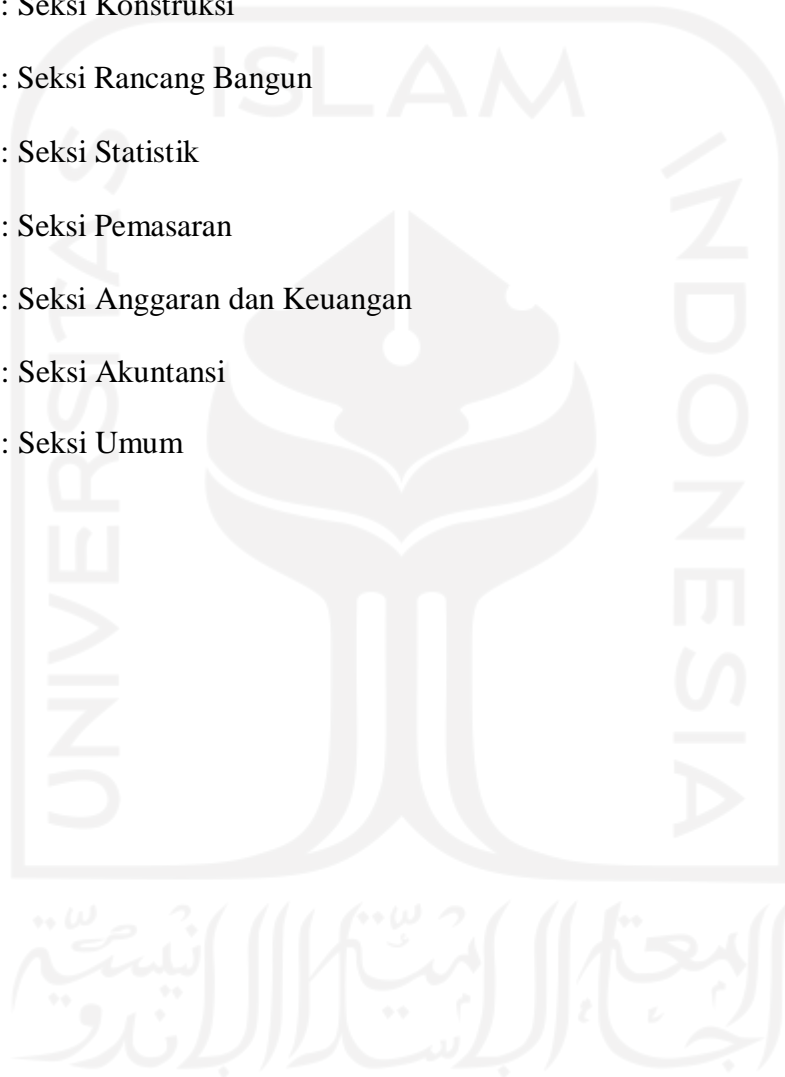


Gambar 4.6 Struktur Organisasi Perusahaan

Keterangan :

- A : Seksi Personalia dan Organisasi
- B : Seksi Pengamanan
- C : Seksi Tata Usaha dan HUMAS
- D : Seksi Kesehatan
- E : Seksi Pengawasan Proses
- F : Seksi Inspeksi dan Keselamatan

- G : Seksi Material
- H : Seksi Peralatan Pabrik dan Pemeliharaan
- I : Seksi Produksi
- J : Seksi Sistem Manajemen
- K : Seksi Pengadaan
- L : Seksi Diklat dan Pengembangan
- M : Seksi Konstruksi
- N : Seksi Rancang Bangun
- O : Seksi Statistik
- P : Seksi Pemasaran
- Q : Seksi Anggaran dan Keuangan
- R : Seksi Akuntansi
- S : Seksi Umum



## 4.7 Evaluasi Ekonomi

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

Dalam evaluasi ekonomi, ada beberapa faktor yang dapat ditinjau, antara lain :

1. *Return Of Investment (ROI)*
2. *Pay Out Time (POT)*
3. *Discounted Cash Flow Rate Of Return (DCFR)*
4. *Break Even Point*
5. *Shut Down Point*

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

1. Penentuan Modal Industri (*Fixed Capital Investment*)
  - a. Modal Tetap (*Fixed Capital Investment*)
  - b. Modal Kerja (*Working Capital Investment*)
2. Penentuan Biaya Produksi Total (*Total Production Cost*)
  - a. Biaya Pembuatan (*Manufacturing Cost*)
  - b. Biaya Pengeluaran Umum (*General Expenses*)
3. Pendapatan Modal
4. Penentuan Titik Impas

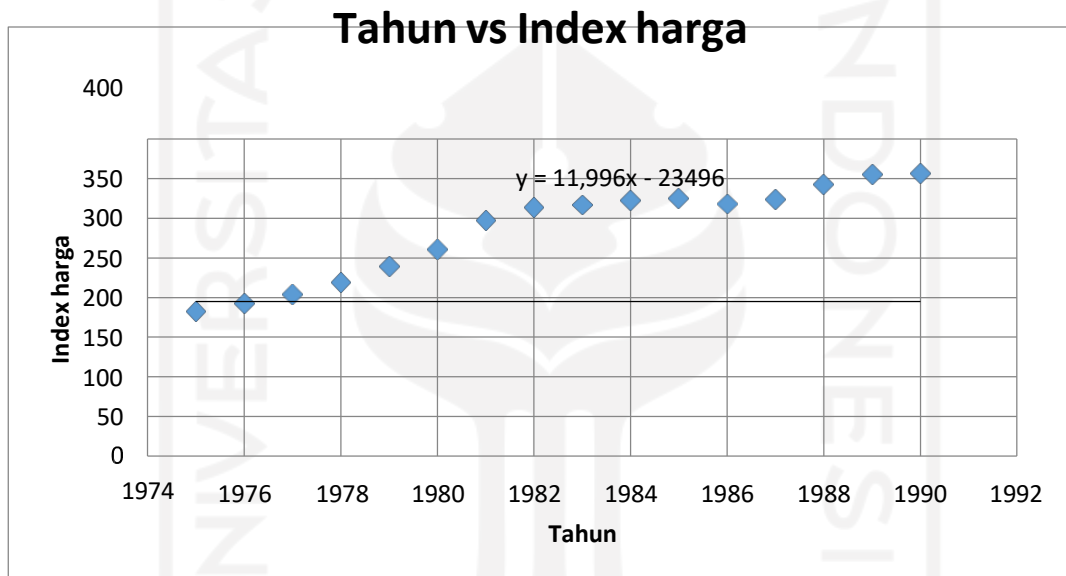
Untuk mengetahui titik impas, maka perlu melakukan perkiraan terhadap :

- a. Biaya Tetap Per Tahun (Fixed Cost Annual)
- b. Biaya Variabel Per Tahun (Variable Cost Annual)
- c. Biaya Mengambang (Reglated Cost Annual)

#### 4.7.1 Penaksiran Harga Alat

Dalam analisa ekonomi harga-harga alat maupun harga- harga lain diperhitungkan pada tahun pabrik didirikan. Untuk mencari harga pada tahun pabrik didirikan, maka dicari indeks pada tahun pabrik didirikan.

Gambar 4.7 Grafik Index Harga Alat



Pabrik direncanakan berdiri pada tahun 2026. Nilai indeks *Chemical Engineering Progress* (CEP) pada tahun pendirian pabrik diperoleh dengan cara regresi linier. Dari regresi linier diperoleh persamaan :  $y = 11,996 x - 23496$ .

Tabel 4.15 Harga indeks hasil regresi linear pada berbagai tahun

Tahun	Index
2022	759,912
2023	771,908
2024	783,904
2025	795,900
2026	807,896

Jadi harga index pada tahun 2026 adalah sebesar 807,896

#### 4.7.2 Harga Alat

Harga alat pada tahun pabrik didirikan dapat ditentukan berdasarkan harga pada tahun referensi dikalikan dengan rasio index harga.

$$E_x E_y \frac{N_x}{N_y}$$

Dimana :  $E_x$  : Harga alat pada tahun x  
 $E_y$  : Harga alat pada tahun y  
 $N_x$  : Index harga pada tahun x  
 $N_y$  : Index harga pada tahun y

Apabila suatu alat dengan kapasitas tertentu ternyata tidak ada spesifikasi di referensi maka harga alat dapat diperkirakan dengan persamaan:

$$E_b E_a \frac{C_b^{0,6}}{C_a}$$

Dimana:  $E_a$  : Harga alat a  
 $E_b$  : Harga alat b  
 $C_a$  : Kapasitas alat a  
 $C_b$  : Kapasitas alat b

Dasar Perhitungan :

a. Kapasitas produksi : 5.000 ton/tahun

- b. Pabrik beroperasi : 330 hari kerja
- c. Umur alat : 10 tahun
- d. Nilai kurs : 1 US \$ = Rp 15.000
- e. Tahun evaluasi : 2026
- f. Untuk buruh asing : \$ 20/*man hour*
- g. Gaji karyawan Indonesia : Rp 10.000/*man hour*
- h. 1 *manhour* asing : 2 *man hour* Indonesia
- i. 5% tenaga asing : 95% tenaga Indonesia

#### **4.7.3 Capital Investment**

*Capital investment* adalah biaya untuk pengadaan fasilitas-fasilitas pabrik beserta kelengkapannya dan biaya untuk mengoperasikan pabrik.

*Capital investment* terdiri dari :

a. *Fixed Capital Investment*

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

b. *Working Capital Investment*

*Working Capital investment* adalah biaya yang diperlukan untuk menjalankan/mengoperasikan suatu pabrik selama waktu tertentu.

**A. Fixed Capital Investment**

Tabel 4.16 Total Biaya *Physical Plant Cost*

<b>Komponen</b>	<b>Biaya (\$)</b>	<b>Biaya (Rp)</b>
<i>Purchased Equipment Cost (PEC)</i>	3.623.702	54.355.532.436
<i>Delivered Equipment Cost (DEC)</i>	905.925	13.588.883.109
Instalasi	530.026	7.950.402.544
Pemipaan	1.927.567	28.913.519.554

Instrumentasi	894.329	13.414.945.405
Isolasi	129.245	1.938.680.657
Listrik	434.844	6.522.663.892
Bangunan	1.260.000	18.900.000.000
Tanah	1.186.666	17.800.000.000
<b>Total PPC =</b>	<b>10.892.308</b>	<b>163.384.627.598</b>

Tabel 4.17 *Direct Plant Cost (DPC)*

No.	Komponen	Harga (\$)	Harga (Rp)
1.	Teknik dan Konstruksi (20% PPC)	2.178.461	32.676.925.520
<b>Total (DPC+PPC)</b>		<b>13.070.770</b>	<b>196.061.553.117</b>

Tabel 4.18 Fixed Capital Investment = Direct Plant Cost + Indirect Plant Cost

Komponen	Biaya (\$)	Biaya (Rp)
<i>Direct Plant Cost (DPC)</i>	13.070.770	196.061.553.117
<i>Indirect Plant Cost (IPC)</i>		
- <i>Contractor Fee</i>	522.830	7.842.462.125
- <i>Contingency</i>	1.307.077	19.606.155.312
<b>Total FCI =</b>	<b>14.900.678</b>	<b>223.510.170.554</b>

#### B. Working Capital Investment

Tabel 4.19 *Working Capital Investment (WCI)*

No.	Komponen	Harga (\$)	Harga (Rp)
1.	<i>Raw material inventory</i>	110.480	1.657.211.967
2.	<i>Inprocess inventory</i>	17.081	256.220.287
3.	<i>Produk inventory</i>	239.138	3.587.084.022
4.	<i>Extended credit</i>	350.000	5.250.000.000

5.	<i>Available cash</i>	1.024.881	15.373.217.237
<b>Working Capital (WCI)</b>		<b>1.741.582</b>	<b>26.123.733.514</b>

#### 4.7.4 Manufacturing Cost

*Manufacturing Cost* merupakan jumlah *direct*, *indirect* dan *fixed manufacturing cost*, yang bersangkutan dalam pembuatan produk.

- Direct Manufacturing Cost (DMC)* adalah pengeluaran langsung dalam pembuatan suatu produk
- Indirect Manufacturing Cost (IMC)* adalah pengeluaran tidak langsung akibat dari pembuatan suatu produk
- Fixed Manufacturing Cost (FMC)* adalah pengeluaran tetap yang tidak bergantung waktu dan tingkat produksi

Tabel 4.20 *Direct Manufacturing Cost (DMC)*

No.	Komponen	Harga (\$)	Harga (Rp)
1.	<i>Raw material</i>	4.734.891	71.023.370.022
2.	<i>Labor</i>	316.800	4.752.000.000
3.	<i>Supervisor</i>	31.680	475.200.000
4.	<i>Maintenance</i>	298.013	4.470.203.411
5.	<i>Plant supplies</i>	44.702	670.530.512
6.	<i>Royalty and patent</i>	750.000.000	11.250.000.000
7.	<i>Utilities</i>	1.595.056	23.925.851.372
<b>Direct Manufacturing Cost (DMC)</b>		<b>7.771.143</b>	<b>116.567.155.317</b>

Tabel 4.21 *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*

No.	Komponen	Harga (\$)	Harga (Rp)
1.	<i>Payroll overhead</i>	47.520	712.800.000
2.	<i>Laboratory</i>	31.680	475.200.000
3.	<i>Plant overhead</i>	158.400	2.376.000.000
4.	<i>Packaging &amp; Shipping</i>	750.000	11.250.000.000
<b>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</b>		<b>987.600</b>	<b>14.814.000.000</b>



Tabel 4.22 *Fixed Manufacturing Cost (FMC)*

No.	Komponen	Harga (\$)	Harga (Rp)
1.	Depresiasi	1.192.054	17.880.813.644
2.	<i>Property tax</i>	149.007	2.235.101.706
3.	Asuransi	149.007	2.235.101.706
<b><i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i></b>		<b>1.490.068</b>	<b>22.351.017.055</b>

Tabel 4.23 *Manufaring Cost (MC)*

No.	Komponen	Harga (\$)	Harga (Rp)
1.	<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	7.771.143	116.567.155.317
2.	<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	987.600	14.814.000.000
3.	<i>Fix Manufacturing Cost (FMC)</i>	1.490.067	22.351.017.055
<b><i>Manufaring Cost (MC)</i></b>		<b>10.248.811</b>	<b>153.732.172.372</b>

#### 4.7.5 *General Expense*

Tabel 4.24 *General Expense (GE)*

No.	Komponen	Harga (\$)	Harga (Rp)
1.	<i>Administrasi</i>	307.464	4.611.965.171
2.	<i>Sales expense</i>	512.440	7.686.608.619
3.	<i>Research</i>	286.966	4.304.500.826
4.	<i>Finance</i>	665.690	9.985.356.163
<b><i>General Expense (GE)</i></b>		<b>1.772.562</b>	<b>26.588.430.779</b>

#### 4.7.6 *Total Capital Invesment*

$$\begin{aligned}
 \text{Total Capital Investment (Rupiah)} &= \text{FCI} + \text{WCI} \\
 &= \text{Rp } 223.510.170 + \text{Rp } 26.123.733.514 \\
 &= \text{Rp } 249.633.904.067,6220 \\
 &= \$ 14.900.678,04 + \$ 1.741.582 \\
 &= \$ 16.642.260
 \end{aligned}$$

Maka Total *Capital Investment* adalah Rp 249.633.904.067,6220 / \$ 16.642.260

#### 4.7.7 Total Biaya Produksi

Total Biaya Produksi = *Manufacturing Cost* + *General Expense*

Tabel 4.25 Total Biaya Produksi

No.	Komponen	Harga (\$)	Harga (Rp)
1.	<i>Manufacturing cost</i>	10.248.811	153.732.172.372
2.	<i>General expense</i>	1.772.562	26.588.430.778
<b>Total Biaya Produksi</b>		<b>12.021.373</b>	<b>180.320.603.151</b>

#### 4.7.8 Analisa Keuntungan

a. Keuntungan Sebelum Pajak

$$\frac{\text{Proofit (keuntungan sebelum pajak)}}{\text{Fixed Capital Investment (FCI)}} \times 100\%$$

Total Penjualan = Rp 225.000.000.000

Total Biaya Produksi = Rp 180.320.603.151

Keuntungan = Total penjualan – Total biaya produksi  
= Rp 44.679.396.849

b. Keuntungan sesudah pajak = Keuntungan sebelum pajak – pajak

= Rp 33.509.547.637

#### 4.7.9 Analisa Kelayakan

##### 1. Return on Investment (ROI)

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

$$\text{ROI} = \frac{\text{Profit (keuntungan)}}{\text{Fixed Capital Investment (FCI)}} \times 100\%$$

a. Sebelum Pajak

$$\text{ROI b} = \frac{\text{Proofit (keuntungan sebelum pajak)}}{\text{Fixed Capital Investment (FCI)}} \times 100\%$$

ROI b = 25 %

Kesimpulannya adalah pabrik telah memenuhi syarat

b. Sesudah Pajak

$$ROI_a = \frac{\text{Profit (keuntungan sesudah pajak)}}{\text{Fixed Capital Investment (FCI)}} \times 100\%$$

$$ROI_a = 12\%$$

## 2. Pay Out Time (POT)

*Pay Out Time* adalah lama waktu pengembalian modal yang berdasarkan keuntungan yang dicapai.

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

a. Sebelum Pajak

$$POT_b = \frac{\text{Fixed Capital Investment (FCI)}}{\text{Keuntungan sebelum pajak + Depresiasi}}$$

$$= 3 \text{ Tahun}$$

b. Sesudah Pajak

$$POT_a = \frac{\text{Fixed Capital Investment (FCI)}}{\text{Keuntungan sesudah pajak + Depresiasi}}$$

$$= 4,9 \text{ Tahun}$$

## 3. Break Even Point (BEP)

*Break Even Point* adalah titik yang menunjukkan pada suatu tingkat dimana biaya dan penghasilan jumlahnya sama. Dengan *break even point* kita dapat menentukan tingkat harga jual dan jumlah unit yang dijual secara minimum dan berapa harga perunit yang dijual agar mendapatkan keuntungan.

$$BEP = \frac{F_a - 0,3R_a}{S_a - V_a - 0,7R_a} \times 100\%$$

a. *Annual Fixed Cost (Fa)*

Tabel 4.26 *Fixed Cost (Fa)*

No.	Komponen	Harga (\$)	Harga (Rp)
1.	Depresiasi	1.192.054	17.880.813.644
2.	<i>Property tax</i>	149.007	2.235.101.706
3.	Asuransi	149.007	2.235.101.706
<b><i>Fixed Cost (Fa)</i></b>		<b>1.490.068</b>	<b>22.351.017.055</b>

b. *Annual Regulated Expenses (Ra)*

Tabel 4.27 *Regulated Cost (Ra)*

No.	Komponen	Harga (\$)	Harga (Rp)
1.	Gaji karyawan	316.800	4.752.000.000
2.	<i>Payroll Overhead</i>	47.520	712.800.000
3.	<i>Plant Overhead</i>	31.680	2.376.000.000
4.	<i>Supervise</i>	158.400	475.200.000
5.	<i>Laboratory</i>	31.680	475.200.000
6.	<i>Administration</i>	307.464	4.611.965.171
7.	<i>Finance</i>	665.690	9.985.356.163
8.	<i>Sales expense</i>	512.440	7.686.608.619
9.	<i>Research</i>	286.966	4.304.500.826
10.	<i>Maintenance</i>	298.014	4.470.203.411
11.	<i>Plant supplies</i>	44.702	670.530.512
<b><i>Regulated Cost (Ra)</i></b>		<b>2.565.131</b>	<b>40.520.364.702</b>

c. *Annual Variable Cost (Va)*

Tabel 4.28 *Variable Cost (Va)*

No.	Komponen	Harga (\$)	Harga (Rp)
1.	<i>Raw material</i>	4.734.891	71.023.370.022
2.	<i>Packing and shipping</i>	750.000	11.250.000.000
3.	Utilitas	1.595.057	23.925.851.372
4.	<i>Royalties &amp; patents</i>	750.000	11.250.000.000

<i>Variable Cost (Va)</i>	<b>7.829.948</b>	<b>117.449.221.394</b>
---------------------------	------------------	------------------------

d. *Annual Sales Value (Sa)* = Rp 225.000.000.000

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

$$= 43,58\%$$

Batasan : *Chemical Industry*, BEP = 40 - 60 %

Kesimpulan : Pabrik memenuhi syarat

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

*Shut Down Point* adalah titik atau saat penentuan suatu aktivitas produksi harus dihentikan. Karena biaya untuk melanjutkan operasi pabrik akan lebih mahal dari pada biaya untuk menutup pabrik dan membayar fixed cost.

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

$$= 15,35\%$$

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

*Discounted Cash Flow Rate of Return* adalah laju bunga maksimum dimana pabrik dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada bank selama umur pabrik.

Umur pabrik (n) = 10 tahun

*Fixed Capital Investment (FCI)* = Rp 223.510.170.554

*Working Capital Investment (WCI)* = Rp 26.123.733.514

*Salvage value (SV) = Depresiasi* = Rp 17.880.813.644

*Cash flow (CF) = Annual profit + depresiasi + finance*

= Rp 61.375.717.444

Discounted cash flow dihitung secara trial & error

Persamaan untuk menentukan DCFR :

$$\frac{WCFCI_x(1+i)^{10}}{CF} = 1 + i^9 + 1 + i^8 + \dots + 1 + i^1$$

$$R = S$$

Dengan trial & error diperoleh nilai  $i = 0,1805$

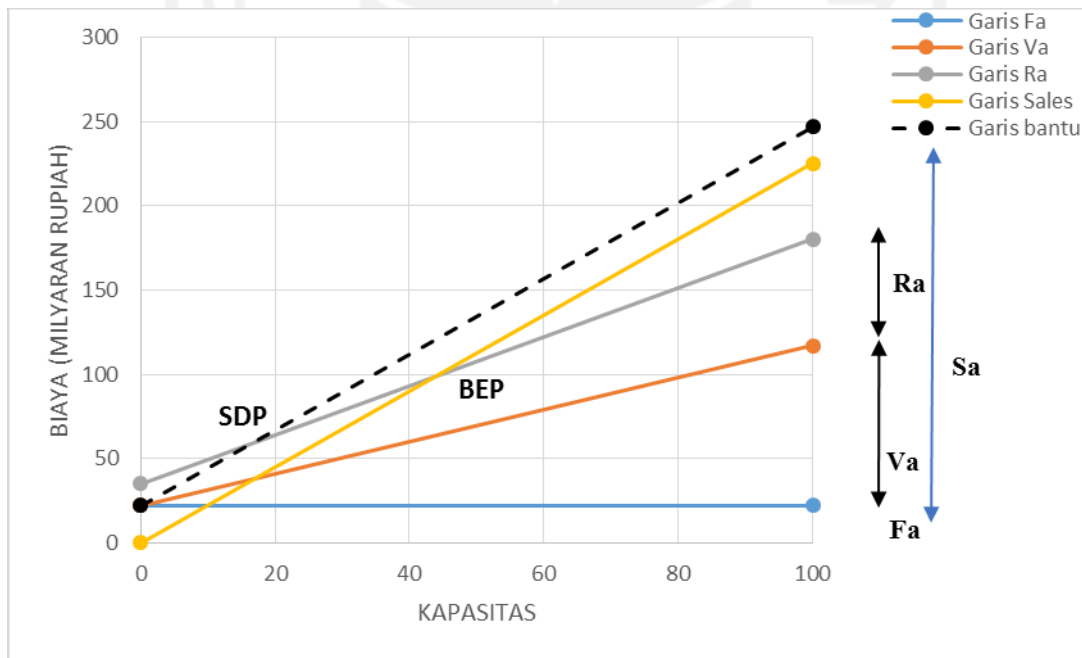
DCFR = 18,05 %

Batasan : Minimum Nilai DCFR = 1,5 x bunga bank

Bunga bank : 10%

Kesimpulan : Memenuhi syarat ( $1,5 \times 10\% = 15\%$ )

Gambar 4.8 Grafik BEP



## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Pabrik metil klorida dengan bahan baku metanol dan asam klorida dengan kapasitas 5.000 ton/tahun, dapat digolongkan sebagai pabrik beresiko tinggi karena:

1. Berdasarkan tinjauan proses, kondisi operasi, sifat-sifat bahan baku dan produk, serta lokasi pabrik, maka pabrik metil klorida dengan bahan baku metanol dan asam klorida ini tergolong pabrik beresiko tinggi.

2. Berdasarkan hasil analisis ekonomi adalah sebagai berikut :

- 1) Keuntungan yang diperoleh :

Keuntungan sebelum pajak Rp 44.679.396.849/tahun, dan keuntungan setelah pajak (25%) sebesar Rp 33.509.547.637/tahun.

- 2) *Return On Investment* (ROI) :

Presentase ROI sebelum pajak sebesar 19%, dan ROI setelah pajak sebesar 14%. Syarat ROI setelah pajak untuk pabrik kimia dengan resiko tinggi adalah 11% - 44% (Aries & Newton, 1955).

- 3) *Pay Out Time* (POT) :

POT sebelum pajak selama 3,5 tahun dan POT setelah pajak selama 4 tahun. Syarat POT setelah pajak untuk pabrik kimia dengan resiko tinggi adalah 2 – 5 tahun (Aries & Newton, 1955).

- 4) *Break Event Point* (BEP) pada 43,58%, dan *Shut Down Point* (SDP) pada 15,35%. BEP untuk pabrik kimia pada umumnya adalah 40–60%.

- 5) *Discounted Cash Flow Rate* (DCFR) sebesar 18,05 %. Syarat minimum DCFR adalah di atas suku bunga pinjaman bank yaitu sekitar 1,5 x suku bunga pinjaman bank (  $1,5 \times 10\% = 15\%$  ).

Dari hasil analisis ekonomi di atas dapat disimpulkan bahwa pabrik metil klorida dari metanol dan asam klorida dengan kapasitas 5.000 ton/tahun ini layak untuk dikaji lebih lanjut.

## 5.2 Saran

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

1. Optimasi pemilihan seperti alat proses atau alat penunjang dan bahan baku perlu diperhatikan sehingga akan lebih mengoptimalkan keuntungan yang diperoleh.



## DAFTAR PUSTAKA

- Aries, R.S and Newton, R.D, 1954, “ *Chemical Engineering Cost Estimation* “, Mc GrawHill Book Co. Inc, New York
- Brown, G.G, 1978, “ *Unit Operation* “, 14<sup>th</sup> ed, Modern Asia Edition, John Wiley and Sons. Inc, New York
- Brownell, L.E and Young, E.H, 1983, “ *Process Equipment Design* “, John Wiley and Sons. Inc, New York
- Coulson, J.J and Richardson, J.F, 1983, “ *Chemical Equipment Design* “, John Wiley and Sons. Inc, New York
- Coulson, J.J and Richardson, J.F, 1983, “ *Chemical Equipment Design* “, vol 6, Pergamon Press, Oxford
- Fogler, H.S., 1999, *Elements of Chemical Reaction Engineering*, 3<sup>rd</sup> edition, Prentice Hall PTR, New Jersey
- Habata, Keiichi., “*Process for Preparing Methyl Chloride*”, U.S. Patent 3,983,180, diterbitkan pada 28 September 1976
- Hill, C.G, 1996, “ *An Introduction to Chemical Engineering Kinetics and Reactor Design* “, John Wiley and Sons. Inc, New York
- Kern, D.Q, 1985, “ *Process Heat Transfer* “, Mc GrawHill Book Co. Ltd, New York
- Kirk, R.E., and Othmer, D.F., 1997, *Encyclopedia of Chemical Tecnology*, 4<sup>th</sup> ed., The Interscience Encyclopedia Inc, New York
- Levenspiel, O., 1999, *Chemical Reaction Engineering*, 3<sup>rd</sup> edition, John Wiley & Sons, New York
- Ludwig, E.E, 1984, “ *Aplied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants* “, 2<sup>nd</sup> ed, vol 1, 2, 3., Gulf Publishing Company
- Mc Cabe, W.L, Smith, J.C, and Harriot, P., 1985, “ *Unit Operation of Chemical Engineering* “, 4<sup>th</sup> ed, Mc GrawHill Book Co. Singapore
- Mc Ketta, J.J and Cunningham, W.A, 1975, “ *Encyclopedia of Chemical Processing and Design* “, vol 1, Marcell Decker. Inc, New York
- Perry, R.H and Chilton, C.H, 1997, “ *Chemical engineering’s Hand Book* “, 6<sup>th</sup> ed, Mc GrawHill Book Kogakusha, Tokyo

Peters, M.S and Timmerhouse, K.D., and West., R.E., 2004, “ *Plant Design and Economic’s for Chemical engineering’s* “, 5<sup>th</sup> ed, Mc GrawHill Book Co. Ltd., New York

Rase, H.F and Barrow, M.H, 1957, “ *Chemical Reactor Design for Process Plant* “, John wiley and Sons. Inc, New York

Smith, J.M, 1973, “ *Chemical Engineering Kinetic’s*”, 3<sup>rd</sup> ed, Mc GrawHill Book Kogakusha, Tokyo

Smith, J.M and Van Ness, H.C, “*Introduction to Chemical Engineering Thermodynamic’s*”, 2<sup>nd</sup> ed, Mc GrawHill Book Co. Ltd., New York

Thyagarajan, M.S., Kumar, R, and Kuloor, N.R, 1966, *Hydrochlorination of Methanol to Methyl Chloride in Fixed Catalyst Bed, L&EC Process Design And Development* Vol. 5 1966, Bangalore

Treyball, R.E, 1979, “ *Mass Transfer Operation’s* ”, 3<sup>rd</sup> ed, Mc GrawHill Book Kogakusha, Tokyo

Ulrich, G.D, 1984, “ *A Guide to Chemical engineering Process Design and Economic’s* “, John Wiley and Sons. Inc, New York

Wallas, Stenley, M., 1991, “ *Chemical Process Equipment Selection and Design* “, Mc GrawHill Book Co., Tokyo

Widjaja, Gunawan., 2003, “*Perseroan Terbatas*”, Jakarta: PT Raja Grafindo Perkasa

Yaws, C.L., 1999, *Chemical Properties Handbook, McGraw Hill Companies Inc.*,  
USA

Zamani, H.S., 1998, “*Manajemen*”, Jakarta: IPWI

<http://www.ihsmarket.com> <http://www.asc.co.id/>

<http://kaltimethanol.com/> <http://www.alibaba.com>

<http://www.bps.go.id/statisticsindonesia>

<http://www.pajak.go.id/tarifdanPTKP/2015>

# LAMPIRAN

## Perhitungan Reaktor

Jenis : Fixed bed

Kondisi Operasi:

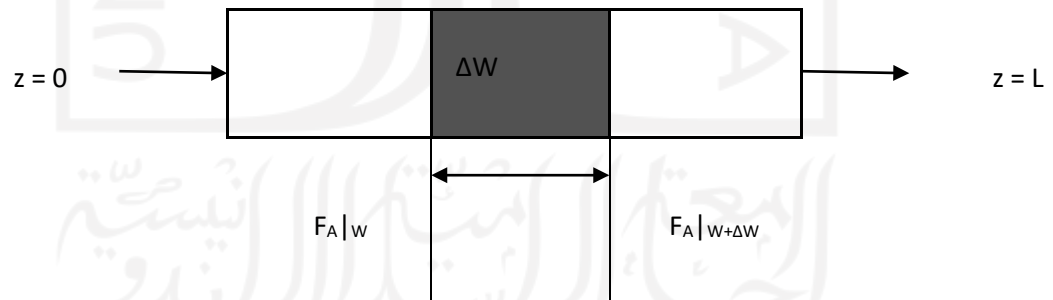
Suhu : 105-143°C

Tekanan : 1,935 atm

Reaksi : Eksotermis, adiabatik

### 6.1 Persamaan-Persamaan Matematis Reaktor

a. Persamaan neraca massa pada elemen volume



Gambar 6.1 Skema neraca massa *fixed bed reactor*

Rate in – rate out + rate generation = accumulation  $F_A|_w -$

$$F_A|_{w+\Delta w} + R_A' \Delta W = 0$$

$$F_A|_w - F_A|_{w+\Delta w} + R_A' \Delta W = 0$$

$$\Delta F_A \rightarrow 0 \quad -r_A' \Delta W$$

$$\frac{dF_A}{dW} = -r_A' \quad (6.1)$$

Dimana:  $F_A = F_{A0}(1-x)$

$$dF_A = -F_{A0} dx$$

dan

$$\Delta W = A_c \Delta z \cdot \rho_s$$

Dan

$$-r_A' \cdot \rho_s = -r_A$$

Sehingga persamaan (6.1) menjadi:

$$-\frac{F_{A0} dx}{F_{A0} \rho_s} = -r_A'$$

$$-dx = -r_A' \cdot \rho_s \cdot dz$$

$$dx = r_A' \cdot \rho_s \cdot dz$$

$$= \frac{r_A' \cdot \rho_s \cdot dz}{F_{A0}}$$

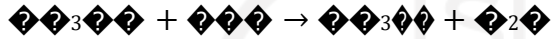
$$\frac{dx}{dz} = \frac{-r_A \cdot A_c}{F_{A0}} \quad (6.2)$$



## Reaksi Kimia

Reaksi kimia yang terjadi adalah hidroklorinasi metanol menjadi metil klorida dan air.

Persamaan reaksinya adalah sebagai berikut:



Reaksi ini merupakan reaksi searah dan tidak ada reaksi samping. Konversi pembentukan metil klorida mencapai 90 % pada kesetimbangan.

Persamaan reaksi sebagaimana yang dinyatakan oleh Thyagarajan adalah:

$$-r_A = k \cdot P_B P_A = P_A^2 \quad (\text{Karena perbandingan mol reaktan adalah 1:1})$$

$$k = k_0 e^{\frac{-E}{R.T}}$$

$$P_A = y_A \cdot P = \frac{F_A}{F_T} \cdot P = \frac{F_{A0} \cdot (1-x)}{F_T} \cdot P$$

$$-r_A = k_0 e^{\frac{-E}{R.T}} \cdot \left( \frac{F_{A0} \cdot (1-x)}{F_T} \cdot P \right)^2 \quad (6.3)$$

Masukkan persamaan (6.3) ke persamaan (6.2), Sehingga menjadi:

$$\frac{dx}{dz} = \frac{k_0 e^{\frac{-E}{R.T}} \cdot \left( \frac{F_{A0} \cdot (1-x)}{F_T} \cdot P \right)^2 \cdot A_c}{F_{A0}} \quad (6.4)$$

Keterangan :

$A_c$  = luas penampang reaktor ( $m^2$ )  $F =$

laju alir molar (kmol/jam)

$P$  = tekanan total (atm)

$P_i$  = tekanan parsial  $i$  (atm)  $Y_i =$

fraksi mol  $i$

Stoikiometri

Untuk menentukan tekanan parsial gas di reaktor, maka perlu dihitung terlebih dahulu stoikiometri reaksinya.

Reaksi:  $\text{C}_2\text{H}_6 + \text{C}_2\text{H}_4 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_4 + \text{C}_2\text{H}_6$

$\text{C}_2\text{H}_6$

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

Mula-mula:  $F_{A0} \quad F_{B0} \quad F_{C0} \quad F_{D0}$

Reaksi:  $F_{A0} \cdot X_A \quad F_{A0} \cdot X_A \quad F_{A0} \cdot X_A \quad F_{A0} \cdot X_A$

Sisa:  $F_{A0} \cdot (1 - X_A) \quad F_{B0} - F_{A0} \cdot X_A \quad F_{C0} + F_{A0} \cdot X_A \quad F_{D0} + F_{A0} \cdot X_A$

Mol total:  $F_T = F_A + F_B + F_C + F_D$

$$F_T = [F_{A0} \cdot (1 - X_A)] + [F_{B0} - F_{A0} \cdot X_A] - [F_{C0} - F_{A0} \cdot X_A] - [F_{D0} - F_{A0} \cdot X_A]$$

$$F_{A0} + F_{B0} + F_{C0} + F_{D0}$$

Fraksi mol di sepanjang reaktor dinyatakan sebagai berikut:

$$y_i = \frac{F_i}{F_T} \quad (6.5)$$

Dengan  $y_i$  = fraksi mol komponen i

$F_i$  = laju alir mol komponen i (kmol/jam)  $F_T$  = laju alir

mol total (kmol/jam)

Jadi, tekanan parsial komponen i di sepanjang reaktor adalah:

$$P_i = y_i P \quad (6.6)$$

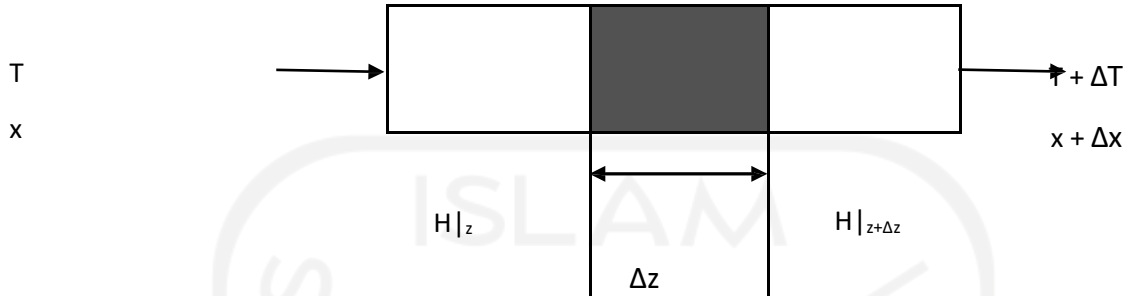
Dengan  $P_i$  = tekanan parsial komponen i (atm)  $y_i$  =

fraksi mol komponen i

$P$  = tekanan total sistem (atm)



b. Persamaan neraca panas pada elemen volume



Gambar 6.2 Skema neraca panas *fixed bed reactor*

Heat input – heat output – heat reaction = heat accumulation

$$Q_{in} - Q_{out} + Q_R = 0$$

$$\sum_{i=1}^N \dot{Q}_{i,z} - \sum_{i=1}^N \dot{Q}_{i,z+\Delta z} + (-\rho V \Delta z) \cdot \sum_{i=1}^N \dot{Q}_i \cdot (-\Delta T) = 0$$

$$\lim_{\Delta z \rightarrow 0} \frac{\sum_{i=1}^N \dot{Q}_{i,z} - \sum_{i=1}^N \dot{Q}_{i,z+\Delta z}}{\Delta z} = (-\rho V) \cdot \sum_{i=1}^N \dot{Q}_i \cdot (-\Delta T)$$

$$\sum_{i=1}^N \dot{Q}_{i,z} = (-\rho V) \cdot \sum_{i=1}^N \dot{Q}_i \cdot (-\Delta T)$$

$$\dot{Q}_{i,z} = \frac{(-\rho V) \cdot \sum_{i=1}^N \dot{Q}_i \cdot (-\Delta T)}{\Delta z} \quad (6.7)$$

$$\dot{Q}_{i,z} = \sum_{i=1}^N \dot{Q}_i \cdot (-\Delta T)$$

Substitusi nilai  $(-\frac{1}{2})$  dengan persamaan (6.2), sehingga persamaan (6.5) berubah menjadi:



$$\frac{dT}{dz} = F_{A0} \frac{dx (-\Delta H_R)}{dz \sum F_i C_{pi}} \quad (6.8)$$

Keterangan:

T = Suhu gas (K)

F<sub>i</sub> = Kecepatan aliran massa komponen (kmol/jam) C<sub>pi</sub> =

Kapasitas panas komponen (kJ/kmol.K)

ΔH<sub>R</sub> = Panas reaksi (kJ/kmol)

Panas Reaksi

Perhitungan panas reaksi menggunakan persamaan berikut ini:

$$\Delta H_R = \Delta H_{R0} + \int_{T_0}^T \Delta C_p \cdot dT \quad (6.9)$$

Perhitungan panas pembentukan merujuk kepada (Yaws, 1999) dengan persamaan

(untuk senyawa organik) sebagai berikut:

$$\Delta H_f = \Delta H_{f0} + \Delta C_p \cdot T + \Delta C_p \cdot T^2 \quad (6.10)$$

Tabel 6.1 Entalpi pembentukan gas

Komponen	A	B	C	$\Delta H_f$ (kJ/mol)	$\Delta H_f$ (kJ/kmol)
CH <sub>3</sub> OH	-188,188	-0,049823	0,000020791	-201,18893	-201188,93
HCL	$\Delta H_f$ (kJ/mol) = -92,30kjoule/mol			-92,3	-92300
CH <sub>3</sub> CL	-76,576	-0,037541	0,000016128	-86,33098	-86330,9871
H <sub>2</sub> O	$\Delta H_f$ (kJ/mol) = -241,80 kjoule/mol			-241,8	-241800

Panas reaksi hidroklorinasi metanol pada suhu referensi 298 K (fase gas) adalah:

$$\Delta H_{R0} = \sum(\nu_i \cdot \Delta H_{f,i}^0)_{\text{produk}} - \sum(\nu_j \cdot \Delta H_{f,j}^0)_{\text{reaktan}} \quad (6.11)$$

$$\Delta H_{R0(298K)} = [(-86330,9871) + (-241800)] - [(-201188,93) + (-92300)]$$

$$\Delta H_{R0(298K)} = -34642,05705 \text{ kJ/kmol}$$

### Kapasitas Panas Campuran Gas

Kapasitas panas campuran gas dipengaruhi oleh komponen gas dan suhu:

$$\int_{298}^T \Delta H_{R0} \cdot \frac{dT}{T^2} = \int_{298}^T \Delta H_{f,1} \cdot \frac{dT}{T^2} + \int_{298}^T \Delta H_{f,2} \cdot \frac{dT}{T^2} + \int_{298}^T \Delta H_{f,3} \cdot \frac{dT}{T^2} + \int_{298}^T \Delta H_{f,4} \cdot \frac{dT}{T^2} + \int_{298}^T \Delta H_{f,5} \cdot \frac{dT}{T^2}$$

$$+ \int_{298}^T \Delta H_{f,6} \cdot \frac{dT}{T^2}$$

(6.12)

Adapun harga Cp tiap komponen diperoleh dari (Yaws,1999) dengan persamaan:

$$C_p = A + B \cdot T + C \cdot T^2 + D \cdot T^3 + E \cdot T^4 \text{ kJ/kmol.K} \quad (6.13)$$

Tabel 6.2 Kapasitas panas gas

Komponen	A	B	C	D	E
CH3OH	40,046	-3,83E-02	2,45E-04	-2,17E-07	5,99E-11
HCL	29,244	-1,26E-03	1,12E-06	4,97E-09	2,50E-12
CH3CL	27,385	2,60E-02	1,03E-04	-1,09E-07	3,16E-11
H2O	33,933	-8,42E-03	2,99E-05	-1,78E-08	3,69E-12

Dari harga masing-masing Cp dan reaksi pembentukan metil klorida dapat diperoleh konstanta sebagai berikut:

$$\Delta a = [(27,385) + (33,933)] - [(40,046) - (29,244)] = -7,972$$

Dan seterusnya:  $\Delta b = 0,0571$

$$\Delta c = -0,000113$$

$$\Delta d = 8,513E-08$$

$$\Delta e = -2,707E-11$$

Sehingga diperoleh persamaan  $\Delta H_R$  sebagai fungsi T sebagai berikut:

$$\Delta H_R = -34642,05705 + (-7,972)(T - 298) + \frac{0,0571}{2}(T^2 - 298^2) \\ + \frac{-0,000113}{3}(T^3 - 298^3) + \frac{8,513E - 08}{4}(T^4 - 298^4) \\ + \frac{-2,707E - 11}{5}(T^5 - 298^5)$$

c. Pressure Drop

Pressure drop aliran fluida pada tumpukan katalis menggunakan persamaan Ergun:

$$\frac{dP}{dz} = - \frac{G_t}{\rho_G \cdot g_c \cdot dp} \left( \frac{1-\epsilon}{\epsilon^3} \right) \left( \frac{150 \cdot (1-\epsilon) \mu_M}{dp} + 1,75G \right) g_{cc} \quad (6.14)$$

Keterangan:

P = tekanan (kPa)  $\epsilon =$

porositas

$g_c = 127101600 \text{ kg} \cdot \text{m} / \text{jam}^2 \text{ kgf}$  (penyehat satuan)  $dp =$

diameter partikel katalis (m)

$\mu_M =$  viskositas campuran gas (kg/m.jam)  $z =$

panjang reaktor pipa (m)

$G_t =$  Kecepatan massa superfisial gas (kg/m<sup>2</sup>.jam)

$$= 9,807 \cdot 10^{-3} \frac{\mu_M}{dp^3} \quad (\text{faktor koreksi})$$

Viskositas gas

Nilai viskositas dapat dihitung dengan persamaan:

$$\mu = \mu_0 + \mu_1 T + \mu_2 T^2 \quad (6.15)$$

Tabel 6.3 Viskositas gas

Komponen	A	B	C	Yi
CH3OH	-14,236	3,89E-01	-6,27E-05	0,494668738
HCL	-9,118	5,55E-01	-1,11E-04	0,494668738
CH3CL	-1,374	3,86E-01	-4,87E-05	0,004463754
H2O	-36,826	4,29E-01	-1,62E-05	0,00619877

Viskositas campuran gas yang masuk dihitung dengan persamaan berikut:

$$\mu_{\text{campuran}} = \sum (\mu_0 + \mu_1 T + \mu_2 T^2) \cdot Y_i \quad (6.16)$$

## 6.2 Diameter reaktor

Diameter reaktor ditentukan dari densitas dan laju alir massa gas umpan ke reaktor.

Campuran gas masuk reaktor diasumsikan ideal sehingga dapat digunakan rumus gasideal:

$$P V = n R T$$

$$P = \frac{n R T}{V} \quad R =$$

$$\frac{m}{V} = \frac{P \cdot BM_G}{R \cdot T} = \rho_G \quad (6.17)$$

Dimana  $\rho_G$  adalah densitas campuran gas dan  $\rho_G = \sum \rho_i$

Keterangan:

$\rho_G$  = densitas campuran gas (kg/m<sup>3</sup>)

P = tekanan total gas (atm) = 1,935 atm

BM<sub>G</sub> = berat molekul campuran gas (kg/kmol) R =

0,0826 (atm.m<sup>3</sup>/mol.K)

T = suhu gas masuk reaktor (K) = 378 K

Kecepatan massa superfisial campuran gas (G) ditentukan dari nilai kecepatan gas pada luas penampang reaktor tanpa adanya bed. (Ulrich, 1984)

$$G_t = G \cdot A \quad (6.18)$$

Keterangan:

G<sub>t</sub> = kecepatan massa superfisial campuran gas (kg/jam.m<sup>2</sup>) U<sub>G</sub> =

kecepatan linear gas (m/jam)

Luas penampang reaktor dapat dihitung dengan:



$$\diamond\diamond = \frac{\diamond\diamond\diamond\diamond}{\diamond\diamond\diamond\diamond}$$

(6.19)

$$\diamond\diamond$$

Dimana  $F_{MT0}$  adalah laju alir massa gas total yang masuk ke reaktor (kg/jam).

Sehingga diameter reaktor dapat diketahui dengan:

$$ID = \sqrt{\frac{4}{\pi \cdot AC}} \quad (6.20)$$

### 6.3 Panjang Reaktor

Dengan menggunakan persamaan neraca massa, neraca panas, dan pressure drop, kitadapat menentukan panjang reaktor untuk konversi yang diinginkan dengan menggunakan metode Rungge-Kutta.

Tabel 6.4 Kondisi masuk reaktor

konversi awal	Xo	0	
posisi awal katalis	Zo	0	
suhu masuk pipa	To	378,15	K
tekanan masuk pipa	Po	1,935	atm
aliran molar CH3OH masuk pipa	FAo	1852,0949	kmol/jam
aliran molar masuk pipa total	FTo	3744,1115	kmol/jam

Lanjutan Tabel 6.4

Energi aktivasi	E	18860	kkal/kmol
Faktor Frekuensi	k <sub>0</sub>	2165,0000	kmol/jam (atm <sup>2</sup> ) kg cat
aliran massa masuk pipa	FMT <sub>0</sub>	4849,6320	kg/jam
Penyehat satuan	gc	127101600	kgm.m / jam <sup>2</sup> kgf
Faktor koreksi	gcc	0,009807	kPa/kgf/m <sup>2</sup>
Diameter katalis	dp	0,003696	m
Porositas katalis dalam tube	ε	0,384	
panas pembentukan standar	ΔH <sub>298</sub>	-34642,0571	kJ/kmol
Densitas katalis	rho	3,98	gr/cm <sup>3</sup>
Kecepatan gas	U <sub>g</sub>	3,0000	m/s
Berat molekul campuran	BM	34,22	kg/kmol
Konstanta gravitasi	g	127137600	m <sup>2</sup> .jam
Konstanta gas ideal	R	0,08206	m <sup>3</sup> ·atm/kmol·K

Tabel 6.5 Hasil perhitungan panjang reaktor dengan metode Rungge-Kutta

z (m)	X	T (K)	P (atm)
0	0	378,15	1,935
0,1	0,047224	380,191	1,934556
0,2	0,096334	382,308	1,934112
0,3	0,147069	384,4889	1,933667
0,4	0,19905	386,7172	1,933222
0,5	0,251777	388,9709	1,932778
0,6	0,304636	391,2239	1,932333
0,7	0,356935	393,4466	1,931887
0,8	0,40795	395,6087	1,931442
0,9	0,456986	397,6814	1,930996
1	0,503441	399,6401	1,930551
1,1	0,546851	401,466	1,930105
1,2	0,586919	403,1477	1,929659
1,3	0,623511	404,6804	1,929213
1,4	0,656641	406,0655	1,928766
1,5	0,686435	407,3092	1,92832
1,6	0,7131	408,4206	1,927873
1,7	0,736889	409,4109	1,927427
1,8	0,758074	410,2918	1,92698
1,9	0,776931	411,0751	1,926533
2	0,793722	411,7719	1,926087
2,1	0,80869	412,3925	1,92564
2,2	0,822056	412,9464	1,925193
2,3	0,834018	413,4417	1,924746
2,4	0,844748	413,8858	1,924299
2,5	0,854398	414,2849	1,923852
2,6	0,863102	414,6448	1,923405
2,7	0,870974	414,9701	1,922958
2,8	0,878113	415,2651	1,92251
2,9	0,884607	415,5332	1,922063
3	0,890529	415,7777	1,921616
3,1	0,895944	416,0012	1,921169
3,2	0,900909	416,206	1,920722
3,3	0,905472	416,3943	1,920274

Hasil akhir perhitungan adalah sebagai berikut:

Konversi (X)	= 0,905472		
Suhu gas masuk (Tin)	= 378 K	= 105°C	= 221 F
Suhu gas keluar (Tout)	= 416 K	= 143 °C	= 290 F
Z (panjang tube reaktor)	= 3,30 m	= 129,921 in	
Tekanan masuk (Pin)	= 1,935 atm		
Tekanan keluar (Pout)	= 1,923 atm		
Diameter shell (IDs)	= 2,803 m	= 110,363 in	

#### 6.4 Desain Mekanis

##### 1. Shell

##### a) Tekanan design (maks. *over design* 20%)

Tekanan operasi = 1,935 atm

= 28,44 psi

= 1,9606 bar Tekanan desain = 3,1334 psi

= 19,4334 psig

##### b) Bahan konstruksi *shell*

Dipilih material *stainless steel SA 167 Grade C* (Brownell, tabel 13.1,hal.253)

Pertimbangan: suhu operasi antara -20 s/d 650 F (-28,89 s/d 343,33 °C)

c) Tebal dinding *shell*

Tebal dinding *shell* dihitung dengan persamaan:

$$(6.21) \quad ts = \frac{Pxr}{f_x F - 0,6P} + c$$

(equation 13.1, p.254, Brownell, 1959)Dimana:

Ts = tebal dinding *shell* (in) P = tekanan

desain (psi)

R = radius dalam shell (in) E = efisiensi

sambungan

F = *allowable working stress* (psi) C = faktor

korosi (in)

IDs = 110,363 in

Tebal shell = 0,2555 in

Dipilih tebal dinding standar, yaitu 0,25 in.

ODs = IDs + 2 (tebal shell) = 110,863 in

Dari tabel 5.7, hal.90, Brownell, 1959 dipilih OD standar = 114 in

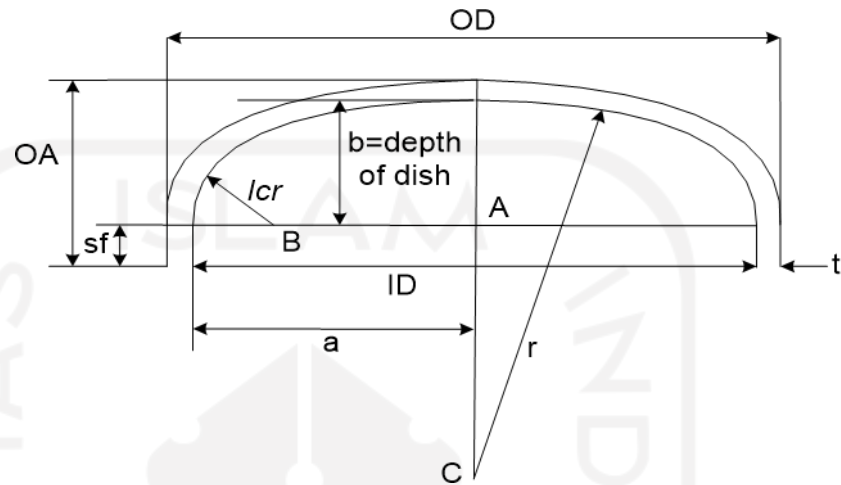
2. *Head* Reaktor

a. Bentuk *Head*: elipstical

Digunakan untuk tekanan operasi hingga 15 bar dan harganya cukup ekonomis.

(Coulson hal.818). Digunakan untuk vessel dengan tekanan antara 15 – 200 psig.

(Brownell and Young, 1959).



Gambar 6.3 Diagram head reaktor

b. Bahan konstruksi head

Dipilih material *Stainless Steel SA 167 Grade C* dari tabel 13.1, hal.251, Brownell.

Pertimbangannya adalah reaktor tidak berisi larutan maupun gas yang beracun dan suhu operasi antara -20 s/d 650°F.

c. Tebal Head (tH)

Untuk *elliptical dished head*, tebalnya dihitung dengan persamaan 13.10 (Brownell, 1959).

$$(6.22) \quad tH = \frac{P.IDs}{2.f.E - 0,2P} + c$$

Dimana:

P = Tekanan perancangan, Psi

F = Tekanan maksimum yang diizinkan pada bahan, Psi

C = efisiensi pengelasan, inE = Faktor

korosi, in

Dipilih material Stainless Steel SA 167 Grade C, dari tabel 13.1, hal.251, Brownell  
diperoleh :

Tekanan yang diizinkan (f) = 17000 psi Efisiensi

pengelasan (E) = 0,85

Faktor korosi (c) = 0,125 in

Tebal *Head* reaktor = 0,2554 in Dipilih tebal *head*

standar = 0,25 in

d. Tinggi *Head* (hH)

Dari tabel 5.7 Brownell hal.90:ODs = 114 in

Ts = 0,25 in

Didapat:

icr = 6,785 inr = 108 in

a = ID<sub>s</sub>/2 = 55,1815 in AB = a - 1cr =

48,3065 in BC = r - icr = 101,125

$$AC = (BC^2 - AB^2)^{1/2} = 88,8411 \text{ in} = r - AC =$$

$$19,1589 \text{ in}$$

Dari tabel 5.6 Brownell hal.88 dengan  $t_H = 0,25 \text{ in}$ , diperoleh  $sf = 1,5 - 2,5 \text{ in}$

Digunakan  $sf = 2 \text{ in}$

$$h_H = t_H + b + sf = 21,4143 \text{ in} = 1,7845 \text{ ft} = 0,5439 \text{ m}$$

### 3. Tinggi Reaktor

$$h_R = \text{Panjang tube} + \text{top tinggi head}$$

$$= 151,335 \text{ in}$$

$$= 12,6113 \text{ ft}$$

$$= 3,8439 \text{ m}$$

### 4. Volume Reaktor

#### a. Volume Head

Volume head (VH) =  $0,000049 \times ID^3$  (Persamaan 5.11, hal.88, Brownell,1959)

$$VH = 65,8699 \text{ in}^3$$

$$= 1,0794 \text{ m}^3$$



b. Volume bed (VB)

$$\text{Volume katalis} = A \text{ tube} \times L A \text{ tube} = 6,1686$$

$$\text{cm}^2$$

$$L \text{ (Panjang tube)} = 330 \text{ cm Volume katalis} =$$

$$2035,6284 \text{ cm}^3$$

$$V_{\text{bed}} = \frac{V_{\text{katalis}}}{\left(\frac{ID}{100}\right)^2 \cdot Z} = 20,35628 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{bed}} = 3305 \text{ cm}^3$$

$$V_{\text{bed}} = 0,0033 \text{ m}^3$$

c. Volume total reaktor

$$\text{Volume total reaktor} = V_{\text{bed}} + 2 (V_H)$$

$$= 2,16 \text{ m}^3$$

5. Diameter

Direncanakan diameter pipa masuk dan keluar sama, karena debit aliransama.

$$\text{Umpan masuk, } G = 128130,2584 \text{ kg/jam}$$

$$= 35,59174 \text{ kg/detik}$$

$$\rho_{\text{avg}} = 1,9233 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Diameter optimum} = 226 G^{0,5} \rho^{-0,35} \quad (\text{Coulson, hal.161})$$

$$= 1072,4273 \text{ mm}$$

= 10,7243 m

= 42,22 in

Diameter standar yang dipakai adalah 10 SN 60OD = 10,75 in

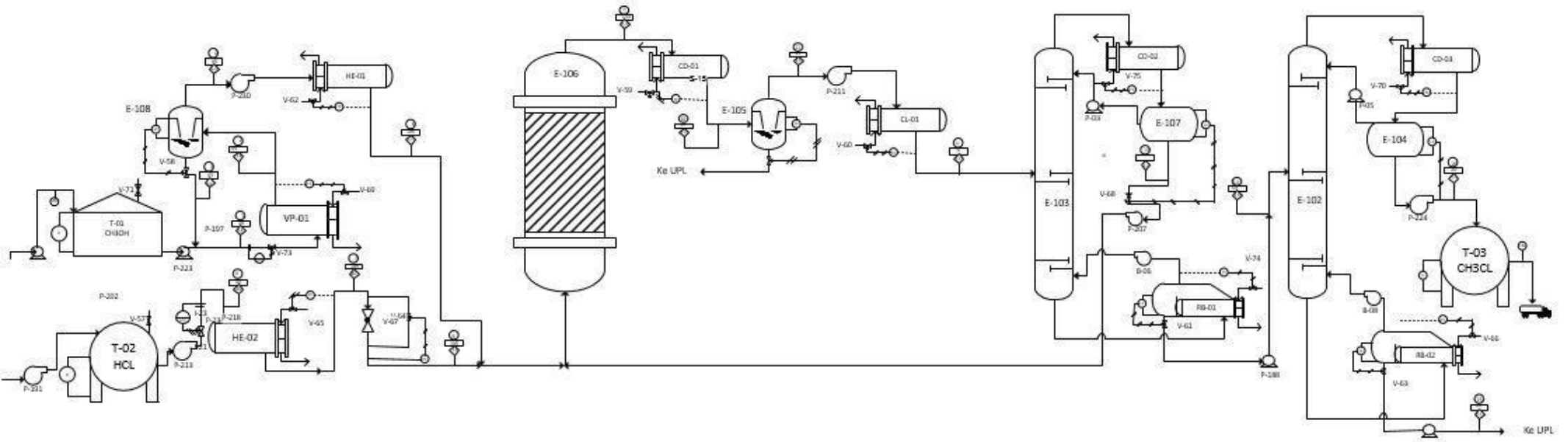
ID = 9,75 in



# LAMPIRAN B

## PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM

### PABRIK METIL KLORIDA DARI METANOL DAN ASAM KLORIDA KAPASITAS 5000 TON/TAHUN



KOMPONEN	NOMOR ARUS, Kg/jam															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
CH <sub>3</sub> OH	699,019	3026,043	2287,08	710,10	2287,08				731,971	87,783	488,217	488,217		488,217	485,335	4,882
HCl						28,562	28,562	28,562	1065,753	365,753	239,588	239,588	239,348	0,239		0,239
CH <sub>2</sub> Cl									746,615	746,615	640,973	640,973	6,409	634,563	3,250	631,313
H <sub>2</sub> O	4,293	367,926	378,988	17,805	378,988				823,394	823,394	644,806	644,806		644,806	644,806	
Total	613,313	3393,969	2666,066	727,9	2666,066	28,562	28,562	10052,497	3367,735	2023,547	2013,585	2013,585	245,758	1767,826	1131,391	636,434

ALAT	KETERANGAN
Acc	Accumulator
C	Compressor
CD	Condenser
CL	Cooler
EV	Expansion Valve
HE	Heater
MD	Menara Distilasi
P	Pompa
R	Reaktor
RB	Reboiler
SD	Separator Drum
T	Tangki
V	Vaporizer

Symbol	KETERANGAN
PC	Pressure Controller
FC	Flow Controller
LC	Level Controller
LI	Level Indicator
TC	Temp Controller
VI	Volume Meter
N	Nomor arus
T	Temperatur (°C)
atm	Tekanan (atm)

JURUSAN TEKNIK KIMIA  
 FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 YOGYAKARTA

**PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM**  
**PABRIK METIL KLORIDA DARI METANOL DAN ASAM KLORIDA**  
**KAPASITAS 5.000 TON/TAHUN**

Dikerjakan oleh:  
 1. NIKKA PRAMESTI SUSILO (17521077)  
 2. CINDY PUTRI MELLINDA (17521082)


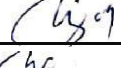

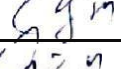
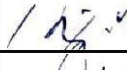
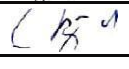
Dosen Pembimbing:  
 1. Ir. Tuzailah Muhammad Amin M.Sc.  
 2. Venetia Aethya Sari Augustia, S.T., M.Eng.

## KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN

1. Nama Mahasiswa : Cindy Putri Mellinda  
No. MHS : 17521082
2. Nama Mahasiswa : Indra Pramesti Susilo  
No. MHS : 17521077

Judul Prarancangan \*) : PRA RANCANGAN PABRIK METIL KLORIDA  
DARIMETANOL & HCIDENGAN KAPASITAS  
5.000 TON/TAHUN


Mulai Masa Bimbingan : 9 Mei 2021  
Batas Akhir Bimbingan : 5 November 2021

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1	9/5/2021	Penentuan Judul TA	
2	10/5/2021	Penentuan kapasitas pabrik	
3	12/5/2021	Konsultasi BAB 2	
4	30/6/2021	Konsultasi diagram alir kualitatif & kuantitatif	
5	7/7/2021	Konsultasi neraca massa	
6	16/9/2021	Konsultasi neraca panas & Rancangan alat	
7	23/9/2021	Konsultasi <b>utilitas</b>	
8	2/10/2021	Konsultasi evaluasi ekonomi	

**Disetujui** Draft Penulisan:

Yogyakarta, 5 Oktober 2021




Pembimbing,



**Tuasikal Muhamad Amin, Ir., M.Sn.**

- ) Judul PraRancangan Ditulis dengan Huruf Balok
- Kartu Konsultasi Bimbingan dilampirkan pada Laporan PraRancangan
- Kartu Konsultasi Bimbingan dapat difotocopy
- **KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN**
-

- 
- 1. Nama Mahasiswa : Cindy Putri Mellinda  
No. MHS : 17521082
- 2. Nama Mahasiswa : Indra Pramesti Susilo  
No. MHS : 17521077
- 
- Judul Prarancangan \*) : PRA RANCANGAN PABRIK METIL KLORIDA  
DARI METANOL & HCI DENGAN KAPASITAS 5.000 TON/TAHUN
- 
- Mulai Masa Bimbingan : 9 Mei 2021
- Batas Akhir Bimbingan : 5 November 2021
- 

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1	9/5/2021	Penentuan Judul TA	
2	10/5/2021	Penentuan kapasitas pabrik	
3	12/5/2021	Konsultasi BAB 2	
4	30/6/2021	Konsultasi diagram alir kualitatif & kuantitatif	
5	7/7/2021	Konsultasi neraca massa	
6	16/9/2021	Konsultasi neraca panas & Rancangan alat	
7	23/9/2021	Konsultasi utilitas	
8	2/10/2021	Konsultasi evaluasi ekonomi	

**Disetujui Draft Penulisan:**  
**Yogyakarta, 5 Oktober 2021**  
**Pembimbing,**



**Venitality Alethea Sari Augustia, S.T.,M.Eng.**