

**PRA RANCANGAN PABRIK METIL KLORIDA DARI METHANOL DAN
ASAM KLORIDA DENGAN KAPASITAS 100.000 TON/TAHUN**

PRA RANCANGAN PABRIK

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat

Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia

Konsentrasi Teknik Kimia



Oleh :

Nama : Dana Setyaningtyas

Nama : Yunita Kusumawati

NIM : 16521096

NIM : 16521097

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

YOGYAKARTA

2020

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL
PRA RANCANGAN PABRIK METIL KLORIDA DARI METHANOL
DAN ASAM KLORIDA DENGAN KAPASITAS 100.000 TON/TAHUN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dana Setyaningtyas Nama : Yunita Kusumawati

No. Mhs : 16521096 No.Mhs : 16521097

Yogyakarta, 27 Oktober 2020

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

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



Dana Setyaningtyas



Yunita Kusumawati

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PRA RANCANGAN PABRIK METIL KLORIDA DARI METHANOL
DAN ASAM KLORIDA DENGAN KAPASITAS 100.000 TON/TAHUN

PERANCANGAN PABRIK

Diajukan Sebagai Salah Satu
Syarat

Oleh

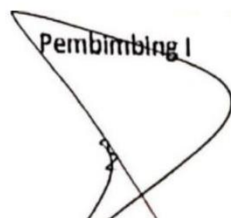
Nama : Dana Setyaningtyas

Nama : Yunita Kusumawati

No. Mhs : 16521096

No.Mhs : 16521097

Yogyakarta, 26 Oktober

Pembimbing I

Ir. Sukirman, M.M

Pembimbing II


Ariany Zulkania, S.T., M.Eng

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PRA RANCANGAN PABRIK METIL KLORIDA DAR METHANOL DAN
ASAM KLORIDA DENGAN KAPASITAS 100.000 TON/TAHUN

TUGAS AKHIR

Oleh:

Nama : Dana Setyaningtyas

NIM :16521096

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat untuk
Mmeperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia Program Studi Teknik Kimia Fakultas
Teknologi Industri

Yogyakarta, 16 November 2020

Tim Penguji,

Ir. Sukirman, M.M

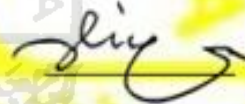
Ketua

Dr. Diana, S.T., Msc

Anggota I

Ajeng Yulianti D.L., S.T., M.T

Anggota II



23 November 2020



Mengetahui :

Ketua Program Studi Teknik Kimia

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



Dr. Suharno Rusdi

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PRA RANCANGAN PABRIK METIL KLORIDA DAR METHANOL DAN
ASAM KLORIDA DENGAN KAPASITAS 100.000 TON/TAHUN

TUGAS AKHIR

Oleh:

Nama : Yunita Kusumawati

NIM :16521097

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat untuk
Mmeperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia Program Studi Teknik Kimia Fakultas
Teknologi Industri

Yogyakarta, 16 November 2020

Tim Penguji,

Ir. Sukirman, M.M

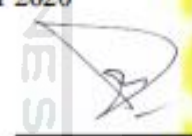
Ketua

Dr. Diana, S.T., Msc

Anggota I

Ajeng Yulianti D.L., S.T., M.T

Anggota II



23 November 2020

Mengetahui :

Ketua Program Studi Teknik Kimia

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



Dr. Suharno Rusdi

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 PRODUKSI 100.000 TON/TAHUN”**, disusun sebagai penerepan dari ilmu Teknik kimia yang telah didapat selama dibangku kuliah, dan merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Penulisan laporan Tugas Akhir ini dapat berjalan dengan lancar atas bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, melalui kesempatan ini penyusun ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. Allah Subhanahu wa Ta'ala yang selalu melimpahkan hidayah dan inayahnya.
2. Nabi Muhammad Shalallahu 'Alaihi Wassalam yang atas ajaran beliau lah kita tetap dalam iman dan Islam.
3. Bapak, Ibu dan keluarga besar kami yang tercinta. Kami sangat bangga menjadi anak bapak dan ibu yang menjadikan kami selalu ingin menjadi yang terbaik untuk keluarga. Terima kasih atas segala dorongan, semangat dan motivasi terlebih anggaran selama mengenyam Pendidikan S1 Teknik Kimia di UII.

4. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
5. Bapak Dr. Suharno Rusdi selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
6. Bapak Sukirman, Ir., M.M. dan Ibu Ariany Zulkania, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan dalam penyusunan dan penulisan Tugas Akhir ini.
7. Teman-teman Teknik Kimia 2016 yang selalu memberikan dukungan, semangat, serta doa. Tetap kompak dan solid, semoga kita selalu diberikan kekuatan.
8. Seluruh civitas akademika di lingkungan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
9. Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu per satu, dalam membantu penyusunan Tugas Akhir ini dengan tulus dan ikhlas.

Kami menyadari bahwa didalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini masih banyak terdapat kekurangan, untuk itu kami mengharapkan kritik dan saran untuk kesempurnaan laporan ini. Akhir kata semoga laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak, Aamiin.

Wassalamu'alaikum Wr.,Wb.

Yogyakarta, 22 Juni 2020

Penyusun

LEMBAR PERSEMBAHAN

Dana Setyaningtyas

Alhamdulillah Rabbil'alamin

Puji dan syukur saya panjatkan kehadirat Allah SWT, karena berkat rahmat dan karunia-Nya saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Selama penulisan skripsi ini banyak sekali hambatan yang saya alami, namun berkat bantuan, dorongan, motivasi dari banyak pihak skripsi ini dapat selesai. Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Orang tua saya, yaitu Bapak (Herli Edi Nugraha, S.Pd) dan Ibu saya (Chatarin Auliana, S.Pd.I), Kakak (Sakti Prakarsa Dewa) yang Adik saya (Nabila Salsa) karena telah memberikan banyak dukungan, motivasi, dan berkorban banyak hal untuk saya.
2. Partner skripsi saya (Yunita Kusumawati) yang telah banyak membantu dan bekerja sama agar skripsi ini dapat segera selesai.
3. Dan kepada banyak pihak yang telah membantu dan memberikan dukungan moral maupun materil selama saya mengerjakan skripsi.

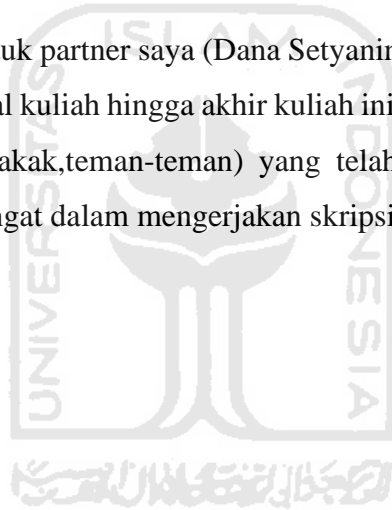
LEMBAR PERSEMBAHAN

Yunita Kusumawati

Alhamdulillah Rabbil'alamin

Segala Puji bagi Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sepanjang hidupku. Skripsi ini saya persembahkan untuk kedua orang tua saya, Papa (Wegig) dan Mama (Wiwin), terima kasih sudah selalu mendukung apapun keputusan anaknya untuk menyelesaikan kuliah ini dengan waktu yang sesuai diinginkan.

Terimakasih untuk partner saya (Dana Setyaningtyas) yang telah banyak membantu dari awal kuliah hingga akhir kuliah ini. Dan terimakasih kepada beberapa pihak (kakak,teman-teman) yang telah banyak membantu dan memberikan semangat dalam mengerjakan skripsi hingga selesai.



DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iv
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	v
LEMBAR PERSEMBAHAN	viii
LEMBAR PERSEMBAHAN	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
ABSTRAK	1
ABSTRACT	2
BAB I	3
PENDAHULUAN	3
Latar Belakang Pendirian Pabrik	3
1.1. Lokasi Pabrik	7
1.1.1. Faktor Primer Penentu Lokasi Pabrik	7
1.1.2. Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik	9
BAB II	16
PERANCANGAN PRODUK	16
2.1. Spesifikasi Produk dan Bahan Baku	16
2.2. Bahan Pembantu	17
2.3. Pengendalian Kualitas	18
BAB III	21
PERANCANGAN PROSES	21
3.1. Uraian Proses	21
3.2. Spesifikasi Alat Proses	24
BAB IV	45
PERANCANGAN PABRIK	45
4.1. Lokasi Pabrik	45
4.2. Tata Letak Pabrik	47

4.3. Tata Letak Alat Proses.....	49
4.4 Alir Proses dan Material.....	52
4.4.1 Penentuan Neraca Massa	52
4.4.2 Neraca Panas.....	57
4.5 Utilitas	64
4.5.1 Unit Pengadaan dan Pengolahan Air	65
4.5.2 Kebutuhan Pendingin.....	65
4.5.3 Unit Pembangkit Steam	66
4.5.5 Unit Penyedia Bahan Bakar.....	68
4.5.6 Unit Penyediaan Udara	68
4.6 Organisasi Perusahaan.....	92
4.6.1 Bentuk Umum Perusahaan.....	92
4.6.2 Struktur Organisasi	93
4.7 Evaluasi Ekonomi	103
4.7.1. Penaksiran Harga Alat	104
4.7.2 .Harga Alat.....	107
4.7.2. Capital Investment.....	108
4.7.3. Manufacturing Cost	108
4.7.4. General Expanse	110
4.7.5. Total Capital Investment.....	110
4.7.6. Total Biaya Produksi	111
4.7.7. Analisa Keuntungan.....	111
4.7.8. Analisa Kelayakan	112
BAB V.....	115
KESIMPULAN.....	115
5.1. Kesimpulan.....	115
5.2. Saran	116
DAFTAR PUSTAKA	117
LAMPIRAN A	119
LAMPIRAN B	132
LAMPIRAN C	134

DAFTAR TABEL

Table 1 Data Impor Metil Klorida tahun 2012-2019	5
Table 2. Kebutuhan Metil Klorida di Asia Tenggara tahun 2019.....	6
Table 3. Perbandingan klorinasi dan hidroklorinasi	14
Table 4. Spesifikasi metanol, asam klorida, metil klorida dan air	16
Table 5. Spesifikasi Reaktor	24
Table 6. Spesifikasi Absorber	25
Table 7. Spesifikasi Menara Distilasi.....	26
Table 8. Spesifikasi Tangki Metanol dan Asam Klorida	27
Table 9. Spesifikasi Tangki Metil Klorida.....	28
Table 10. Spesifikasi Vaporizer-01 dan Vaporizer-02.....	29
Table 11. Spesifikasi Vaporizer-03.....	30
Table 12. Spesifikasi Heater-01 dan Heater-02	31
Table 13. Spesifikasi Heater-03	32
Table 14. Spesifikasi Separator Drum-01	33
Table 15. Spesifikasi Separator Drum-02 dan Separator Drum-03	34
Table 16. Spesifikasi Cooler-01 dan Cooler-02.....	35
Table 17. Spesifikasi Cooler-03	36
Table 18. Spesifikasi Condensor-01 dan Condensor-02.....	37
Table 19. Spesifikasi Condensor-03	38
Table 20. Spesifikasi Accumulator-01 dan Accumulator-02.....	39
Table 21. Spesifikasi Reboiler-01 dan Reboiler-02	40
Table 22. Spesifikasi Pompa-01 dan Pompa-02	41
Table 23. Spesifikasi Pompa-03 dan Pompa-04	42
Table 24. Spesifikasi Compressor-01 dan Compressor-02.....	43
Table 25. Spesifikasi Blower-01 dan Blower-02	43
Table 26. Spesifikasi Blower-03 dan Blower-04	44
Table 27. Perincian Luas Tanah dan Bangunan Pabrik	48
Table 28. Neraca massa total	53
Table 29. Neraca massa separator 1	53
Table 30. Neraca massa separator 2.....	54
Table 31. Neraca massa separator 3	54
Table 32. Neraca massa HE - 01	54
Table 33. Neraca massa HE - 02.....	55
Table 34. Neraca massa HE - 03.....	55
Table 35. Neraca Massa Reaktor	55
Table 36. Neraca Massa Absorber	56
Table 37. Neraca massa menara distilasi 1	56
Table 38. Neraca massa menara distilasi 2	57
Table 39. Neraca panas di Vaporizer-01.....	57
Table 40. Neraca panas di Vaporizer-02.....	57

Table 41. Neraca panas di Vaporizer-03.....	58
Table 42. Neraca Panas di Separator Drum (SD-01)	58
Table 43. Neraca Panas di Separator Drum (SD-02)	58
Table 44. Neraca Panas di Separator Drum (SD-03)	59
Table 45. Neraca panas di Heater-01	59
Table 46. Neraca panas di Heater-02	59
Table 47. Neraca panas di Heater-03	59
Table 48. Neraca Panas Reaktor	60
Table 49. Neraca panas di Absorber	60
Table 50. Neraca panas di Menara Distilasi-01	60
Table 51. Neraca panas di Menara Distilasi-02	61
Table 52. Kebutuhan Air.....	65
Table 53. Spesifikasi Boiler	67
Table 54. Spesifikasi Compressor Utilitas	68
Table 55. Spesifikasi Tangki Silica Gel.....	69
Table 56. Spesifikasi Kualitas Air PT. Krakatau Tirta	72
Table 57. Spesifikasi Kaporit.....	75
Table 58. Spesifikasi Tangki Klorinasi.....	76
Table 59. Spesifikasi Tangki Air Bersih.....	76
Table 60. Spesifikasi Cooling Tower.....	77
Table 61. Spesifikasi Tangki NaCl	78
Table 62. Spesifikasi Tangki N ₂ H ₄	79
Table 63. Spesifikasi Umpan Boiler	80
Table 64. Spesifikasi Tangki Air Demineralisasi	81
Table 65. Spesifikasi Tangki Service Water	82
Table 66. Spesifikasi Bak Air Pendingin.....	82
Table 67. Spesifikasi Blower Cooling Tower	83
Table 68. Spesifikasi Mixed Bed	83
Table 69. . Spesifikasi Deaerator	84
Table 70. Spesifikasi Pompa-01 dan Pompa-02	85
Table 71. Spesifikasi Pompa-03 dan Pompa-04	86
Table 72. Spesifikasi Pompa-05 dan Pompa-06	87
Table 73. Spesifikasi Pompa-07 dan Pompa-08	88
Table 74. Spesifikasi Pompa-09 dan Pompa-10	89
Table 75. Spesifikasi Pompa-11 dan Pompa-12	90
Table 76. Spesifikasi Pompa-13.....	91
Table 77. Jadwal kerja shift dalam 8 hari kerja	100
Table 78. Daftar Gaji Karyawan	100
Table 79. Harga Indeks Chemical Engineering Progress (CEP) pada berbagai tahun.....	104
Table 80. Harga indeks hasil regresi linear pada berbagai tahun.....	106
Table 81. Direct Manufacturing Cost	109
Table 82. Total Indirect Manufacturing Cost.....	109

Table 83. Fixed Manufacturing Cost	109
Table 84. Total Manufacturing Cost (MC)	110
Table 85. General Expanse	110
Table 86. Total Biaya Produksi.....	111



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Grafik kebutuhan metill klorida di Indonesia.	5
Gambar 2. Tata Letak Alat Proses (Skala 1:1000).....	50
Gambar 3. Plant layout dengan skala 1: 2000.....	51
Gambar 4. Diagram Alir Kualitatif	62
Gambar 5. Diagram Alir Kuantitatif	63
Gambar 6. Proses Flow Diagram Pengolahan Air	70
Gambar 7. Kegunaan Air Pada Industri	71
Gambar 8. Struktur Organisasi Perusahaan	102
Gambar 9. Grafik Regresi Linier Tahun vs Indeks Harga	106
Gambar 10. Grafik Kapasitas vs Biaya.....	114



ABSTRAK

Telah dirancang pabrik metil klorida dengan kapasitas 100.000 ton/tahun dengan bahan baku metanol 99,85 % dan asam klorida 99,9%. Metil klorida sendiri dapat digunakan sebagai refrigeran, solven, dan karet sintetis. Di samping itu metil klorida juga dipergunakan sebagai intermediate dalam pembuatan tetra metyl lead dan silikon. Pabrik direncanakan didirikan di Cilegon, Banten karena telah tersedianya sarana penunjang dengan baik. Reaktor yang digunakan adalah Fixed Bed, dengan kondisi operasi : temperatur 105 °C dan tekanan 1,9 atm dengan katalisator silika-alumina gel. Reaksi berlangsung pada fase gas, bersifat eksotermis dan irreversible. Proses pembuatan metil klorida berlangsung 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 43045,7851 kg/jam yang meliputi air pendingin sebanyak 12489,4464 kg/jam, dan air untuk rumah tangga sebanyak 1550 kg/jam. Kebutuhan uap air (steam) sebanyak 4607,0252 kg/jam. Kebutuhan listrik sebanyak 196,4206 Kwh. Bahan bakar yang dibutuhkan sebanyak 108,808 kg/jam solar. Udara tekan yang dibutuhkan sebanyak 3,7382 m³/jam dengan tekanan 5,4 atm. Pabrik direncanakan menempati tanah seluas 65729,6 m² dengan parameter kelayakan menggunakan analisis ekonomi dengan total investasi modal sebesar \$53.733.598,57 meliputi modal tetap dan modal kerja dengan keuntungan sebelum pajak sebesar Rp564.153.317.492 /tahun dan keuntungan setelah pajak sebesar Rp394.907.322.244 /tahun. Berdasarkan analisa kelayakan diperoleh Break Event Point (BEP) 40,51 % (syarat BEP 40-60%) , Shut Down Point (SDP) 27,74 % dan Discounted Cash Flow Rate 23,89 %. Sementara itu, Return on Investment sebelum pajak (ROI_b) sebesar 45,58 % dan Return on Investment sesudah pajak (ROI_a) sebesar 32,61 %, Pay Out Time sebelum pajak (POT_b) sebesar 2 tahun (syarat POT_b untuk pabrik beresiko tinggi > 2 tahun) dan Pay Out Time sesudah pajak (POT_a) sebesar 2,5 tahun Berdasarkan hasil evaluasi ekonomi dapat disimpulkan bahwa perancangan pabrik Metil klorida dari Metanol dan Asam Klorida dengan kapasitas 100.000 ton/tahun ini layak untuk didirikan.

Kata kunci: Metil Klorida, reaksi, eksotermis, irreversible, parameter, investasi.

ABSTRACT

A methyl chloride plant with a capacity of 100,000 tons / year has been designed with methanol 99.85% as raw material and 99.9% hydrochloric acid. Methyl chloride itself can be used as refrigerant, solvent, and synthetic rubber. In addition, methyl chloride is also used as an intermediate in the manufacture of tetra methyl lead and silicon. The factory is planned to be built in Cilegon, Banten because the supporting facilities are already well available. The reactor used is Fixed Bed, with operating conditions: temperature 105 oC and pressure 1.9 atm with silica-alumina gel catalyst. The reaction takes place in the gas phase, is exothermic and irreversible. The process of making methyl chloride takes place in 3 stages, namely: the raw material preparation stage, the reaction stage and the product separation and purification stage. The utility requirements are as follows: continuous water as much as 43045.7851 kg / hour which includes cooling water as much as 12489.4464 kg / hour, and water for households as much as 1550 kg / hour. The need for water vapor (steam) is 4607.0252 kg / hour. Electricity needs as much as 196.4206 Kwh. The fuel needed is 108,808 kg / hour of diesel. The required compressed air is 3.7382 m³ / hour with a pressure of 5.4 atm. The factory is planned to occupy a land area of 65729.6 m² with feasibility parameters using economic analysis with a total capital investment of \$ 53,733,598.57 including fixed capital and working capital with a profit before tax of Rp564,153,317,492 / year and profit after tax of Rp394 907,322,244 / year. Based on the feasibility analysis, it was obtained Break Event Point (BEP) 40.51% (BEP requirement 40-60%), Shut Down Point (SDP) 27.74% and Discounted Cash Flow Rate 23.89%. Meanwhile, Return on Investment before tax (ROIb) of 45.58% and Return on Investment after tax (ROIa) of 32.61%, Pay Out Time before tax (POTb) of 2 years (POTb requirements for high risk factories > 2 years) and Pay Out Time after tax (POTa) of 2.5 years. Based on the results of the economic evaluation, it can be concluded that the design of the Methanol and Hydrochloric Acid plant with a capacity of 100,000 tons / year is feasible to be established.

Keywords: Methyl Chloride, reaction, exothermic, irreversible, parameter, investment.

BAB I

PENDAHULUAN

Latar Belakang Pendirian Pabrik

Pada sepuluh tahun terakhir ini negara Indonesia sedang meningkatkan pembangunan di segala bidang khususnya bidang industri kimia. Salah satu bahan kimianya adalah metil klorida. Metil klorida atau sering disebut klorometan merupakan salah satu bahan kimia yang sangat penting bagi industri kimia di Indonesia.

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

Kebutuhan metil klorida di dalam negeri cukup besar, sedangkan pabrik metil klorida belum ada di Indonesia, sehingga untuk mencukupinya masih harus mengimpor dari luar negeri (dari Amerika Serikat dan negara-negara Eropa). Adanya pabrik metil klorida ini diharapkan akan memenuhi kebutuhan dalam negeri, membuka kesempatan bagi Indonesia menjadi negara pengekspor metil klorida ke luar negeri, dan merangsang tumbuhnya industri-industri yang memproduksi metil klorida menjadi bahan lain sehingga perekonomian negara menjadi meningkat.

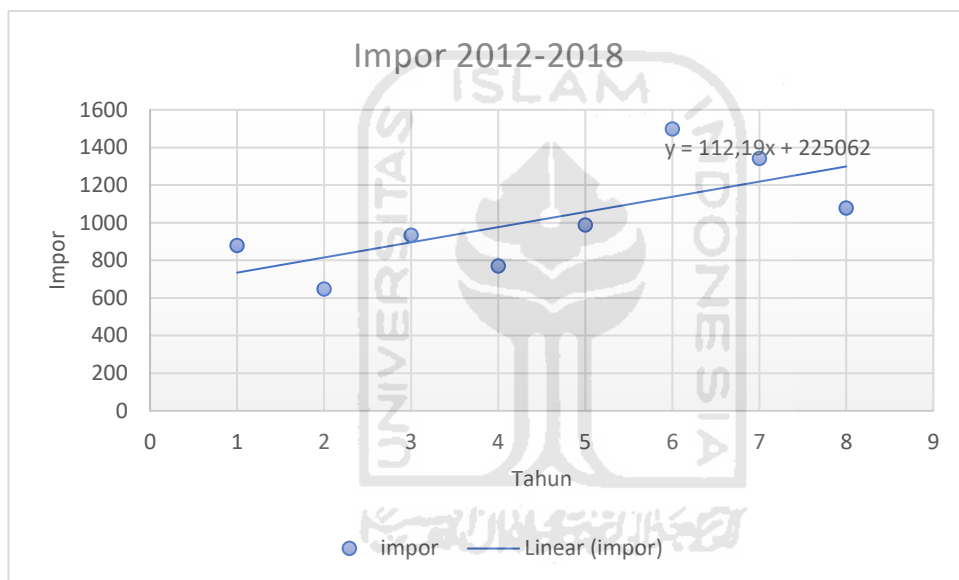
Di samping itu dengan didirikannya pabrik ini akan membuka kesempatan terciptanya lapangan kerja baru, dan juga dengan adanya pabrik metil klorida ini akan mendorong berdirinya pabrik-pabrik lain yang menggunakan metil klorida sebagai bahan baku utama dalam prosesnya. Pendirian pabrik ini didukung dengan adanya pabrik metanol dan HCL di Indonesia, yaitu yang 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 2012-2018 dari Badan Pusat Statistik sebagai kebutuhan metil klorida dalam negeri. Selain data kebutuhan dalam negeri, kami juga menggunakan data kebutuhan metil klorida di Asia Tenggara. Alasan kami menggunakan kedua data tersebut karena pabrik ini diproyeksikan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan kebutuhan Asia Tenggara. Dari data tersebut, dapat diketahui bahwa kebutuhan metil klorida setiap tahunnya mengalami peningkatan. Sehingga 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 2012-2018 dari data kebutuhan metil klorida di Asia Tenggara, maka dengan itu kami bisa menentukan berapa kapasitas pabrik metil klorida pada tahun 2025 yang akan kami dirikan.

Table 1 Data Impor Metil Klorida tahun 2012-2019

No	Tahun	Impor (ton)
1	2012	878,935
2	2013	647,944
3	2014	932,756
4	2015	769,247
5	2016	987,562
6	2017	1497,07
7	2018	1341,72
8	2019	1077,79



Gambar 1. Grafik kebutuhan metil klorida di Indonesia.

Kami melakukan regresi linier pada data impor metil klorida ke Indonesia, sehingga diperoleh persamaan $y = 112,19x - 225062$. Dengan menggunakan persamaan tersebut, diperoleh angka 1338 ton untuk perkiraan impor metil klorida di Indonesia pada tahun 2025.

Table 2. Kebutuhan Metil Klorida di Asia Tenggara tahun 2019

No	Negara	Impor 2019 (ton/tahun)	Impor 2025(ton/tahun)
1	Thailand	614.987	1.043.018
2	Vietnam	260.984	442.629
3	Philippines	138.236	234.448
4	Malaysia	77.183	130.902
5	Singapore	18.537	31.439
6	Kamboja	1.406	2.385
7	Myanmar	1.526	2.588
8	Laos	264	448
9	Brunei Darussalam	134	227
10	Timor Leste	-	-
Jumlah		1.113.257	1.888.084

Data kebutuhan metil klorida di Asia Tenggara 2019 dapat terlihat sebagaimana tertulis diatas. Dengan perkiraan presentase pertumbuhan per tahun sebesar 11,6% (TradeMap.com). Maka pabrik dapat memenuhi kebutuhan di Asia Tenggara sebesar 5,22% yaitu 98.558 ton/tahun.

Maka kami memutuskan untuk memenuhi kebutuhan metil klorida dalam negeri sebanyak 1338 ton/tahun. Untuk kebutuhan metil klorida di Asia Tenggara, kami memutuskan untuk memenuhi 5,22% yaitu sebesar 98.558 ton/tahun. Setelah dilakukan penjumlahan dan pembulatan, kapasitas metil klorida yang akan kami produksi adalah sebesar 100.000 ton/tahun.

1.1. Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik sangat berpengaruh terhadap keberlangsungan pendirian pabrik nantinya, karena berpengaruh langsung terhadap nilai ekonomis pabrik. Rencananya pabrik metil klorida ini akan didirikan di Cilegon, Banten. Pertimbangan pemilihan lokasi pabrik ini ada beberapa faktor, yaitu :

1.1.1. 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 dapat ditemukan dengan mudah dan jaraknya dekat, terutama methanol yang diproduksi oleh PT. Kaltim Methanol Industry dengan kapasitas produksi sebesar 660.000 Ton/tahun yang berada di

Bontang, Kalimantan Timur, dan juga asam klorida yang diproduksi oleh PT. Asahimas Chemical dengan kapasitas produksi sebesar 82.000 Ton/tahun yang berada di Cilegon. Karena kedua bahan baku utama berada di Indonesia jadi tidak diperlukan impor dari luar negeri, dengan itu bisa menghemat anggaran biaya penyediaan bahan baku.

2. Pemasaran

Produk pabrik ini merupakan bahan baku untuk pembuatan silicon, karet sintetis, metil selulosa dan industry pertanian. Pemasarannya diharapkan bisa memenuhi kebutuhan dalam negeri, agar dapat mengurangi kegiatan impor, atau bahkan suatu saat bisa diekspor juga ke luar negeri. Untuk mempermudah pemasarannya lokasi pabrik akan didirikan di dekat pelabuhan, agar mudah distribusinya.

3. Utilitas

Utilitas dalam pabrik meliputi air, bahan bakar, dan listrik. Karena Cilegon yang sudah dikenal dengan daerah industry, jadi untuk utilitas tidak terlalu susah untuk dipenuhi pada pabrik tersebut.

4. Tenaga Kerja

Tenaga kerja menjadi sangat penting dalam sebuah pabrik, karena walaupun mesin yang menjalankan tetapi tetap manusia yang memegang penuh kontrol terhadap jalannya pabrik tersebut. Posisi yang

strategis di Pulau Jawa, karena bisa menyerap tenaga kerja dari Pulau Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, Maluku, Papua dan Jawa 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 jalur darat maupun jalur laut. Di Cilegon untuk jalur darat dan lautnya cukup baik, jadi untuk transportasi kegiatan pabrik bisa terlaksana dengan baik. Contohnya seperti untuk pengadaan bahan baku dan distribusi produk.

1.1.2. 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 Cilegon termasuk yang bukan lokasi padat penduduk, jadi masih memungkinkan untuk melakukan perluasan area pabrik, hal ini penting karena nantinya seiring dengan berjalannya waktu pabrik akan membutuhkan area tambahan untuk melakukan penambahan

unit produksi, kebutuhan utilitas, ataupun 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 Prasarana 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, jadi ketersediaan bandara, terminal, bus atau bahkan ojek sangat dibutuhkan disekitar pabrik maupun di daerah tersebut.

1.1. Tinjauan Pustaka

Metil klorida atau disebut klorometana merupakan senyawa organik yang mengandung gugus klorida dengan rumus CH_3Cl , 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)

Kegunaan dari metil klorida sendiri yaitu sebagai bahan baku untuk pembuatan silicon, sebagai bahan baku untuk pembuatan kosmetik, produk rumah tangga dan makanan. Sebagai komponen penting dalam butyl rubber. Dan sebagai bahan baku untuk memproduksi cationic polymer yang digunakan sebagai flokulan.

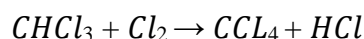
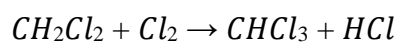
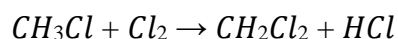
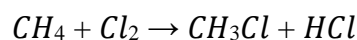
Metil klorida dapat dibuat dengan beberapa proses, antara lain :

1. Proses klorinasi

Menurut Mc.Ketta (1972), secara umum metil klorida dengan metode klorinasi dapat dibuat dengan beberapa cara, antara lain :

1. Proses *thermal chlorination*
2. Proses *photochlorination*
3. Proses klorinasi metana dengan katalis alumina

Pada proses ini bahan baku yang digunakan adalah metana dan klorin, dengan beberapa reaksi samping yang selain menghasilkan metil klorida (CH_3Cl) juga menghasilkan produk lain seperti metilena klorida (CH_2Cl_2), Kloroform (CHCl_3) dan karbon tetraklorida (CCl_4). Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Reaksi antara metana dengan klorin bisa dikontrol untuk membuat metil klorida yang dihasilkan lebih banyak. Jika diinginkan untuk mendapatkan jumlah metilena klorida dengan jumlah yang lebih besar, metil klorida harus didaur ulang

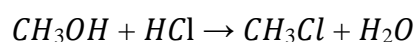
melewati klorinator. Meskipun pada umumnya, senyawa yang paling diinginkan untuk diklorinasi adalah karbon tetraklorida, sehingga kebanyakan metil klorida didaur ulang di klorinator.

Suhu yang digunakan untuk proses ini antara 400-500°C. Suhu tinggi akan menyebabkan metil klorida terurai menjadi metilen dan hcl. Reaksi pada suhu tinggi akan menyebabkan terjadinya polimerisasi dan dapat merusak katalisator. Konversi reaksi yang diperoleh cukup tinggi, yaitu sekitar 90% metana menjadi metil klorida, dengan kemurnian produk akhir mencapai 99%. (Kirk and Othmer,1977)

Proses klorinasi metana menghendaki kemurnian metana tinggi, sehingga diperlukan alat cyogenic destilasi untuk treatment gas alam, yang investasi peralatan ini cukup mahal. Yield proses klorinasi metana sekitar 80-85%. (Kirk-Othmer, 1993)

2. Proses hidroklorinasi

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



Katalis diperlukan untuk mendorong reaksi ini ke tingkat dan hasil yang dapat diterima. Keuntungan dari proses ini adalah hasil yang tinggi dimungkinkan,

dan produk tunggal metil klorida dapat diproduksi dengan produk-produk yang relative sedikit.



Ini adalah satu-satunya reaksi samping yang signifikan yang terjadi pada reaksi hidroklorinasi. Yield yang dihasilkan sekitar 94% metnaol dan 95% untuk klorin berdasarkan kondisi operasi. (Mc.Ketta,1972 vol.5 page 469)

Uap dari methanol dan asam klorida dicampurkan secara kontinyu kemudian dilewatkan pada sebuah pemanas pada suhu sekitar 180°C. campuran gas ini lalu dilewatkan pada converter (reaktor) dengan suhu 340-350°C. converter ini dipenuhi dengan alumina gel berukuran 1,68-2,38 mm (8-12 mesh), atau bisa juga menggunakan katalis sejenis seperti zink klorida atau karbon aktif. Converter ini juga dipanaskan dengan kumpan listrik atau yang sejenis. (Kirk-Othmer,1993 4th edition)

Gas panas tadi meninggalkan converter untuk dilewatkan ke kondensor, untuk kemudian dikumpulkan dan dimurnikan dengan perlakuan yang mirip dengan converter. Hasil metil klorida kemudian akan masuk kedalam Menara absorber yang diinjeksikan dengan air untuk memisahkan metanol, HCl dan air dari metil klorida.

Reaksi antara methanol dan asam klorida terjadi di reaktor *fixed bed*. Reaktor ini bersifat eksotermis, sehingga dibutuhkan media pendingin untuk mengatur temperature reaksi. Konversi metanol yang tereaksikan menjadi metil klorida pada reaksi ini sebesar 95%. (Habata,et.al.,1957)

Dalam fase cair, dengan kisaran suhu 100-105°C, metil klorida dapat diproduksi dengan mencampur dan mendestilasi larutan yang berisi methanol, asam klorida dan katalis zink klorida. *Yield* yang diperoleh adalah 80%.

Table 3. Perbandingan klorinasi dan hidroklorinasi

No	Aspek Perbandingan	Klorinasi Metana	Hidroklorinasi Metanol dan Asam Klorida
1	Jenis reaksi	Banyak reaksi samping	Reaksi tunggal
2	Suhu	400-500°C	100-150°C
3	Konversi	90%	95%
4	<i>Yield</i> proses	80-85%	90-95%

Dari perbandingan kedua proses di atas, maka pembuatan metil klorida kami rencanakan menggunakan proses yang kedua yaitu reaksi hidroklorinasi methanol. Pertimbangan kami memilih proses tersebut adalah sebagai berikut :

1. Reaksi hidroklorinasi yang berjalan tunggal tidak menghasilkan banyak produk samping, sehingga produk yang terbentuk sesuai dengan yang diinginkan.(Kirk-Othmer,1993)
2. Pada proses hidroklorinasi methanol, metil klorida memerlukan suhu yang lebih rendah daripada proses klorinasi metana. Reaksi pada

suhu tinggi dapat menyebabkan katalisator mudah rusak dan menyebabkan metil klorida terurai menjadi metilen dan hcl. (Mc.Ketta,1990)

3. Pabrik metil klorida yang sudah berdiri terutama di Amerika Serikat maupun di negeri-negeri lain banyak menggunakan proses hidroklorinasi methanol. (Mc.Ketta,1990)
4. 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)
5. *Yield* pada proses hidroklorinasi methanol lebih besar yaitu sekitar 90-95% sedangkan proses klorinasi metana *yield* yang diperoleh yaitu sekitar 80-85%. (Kirk-Othmer, 1993)
6. 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.
7. 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.

BAB II

PERANCANGAN PRODUK

Untuk memenuhi kualitas produk pada perancangan pabrik metil klorida ini, maka mekanisme pembuatan metil klorida dirancang dengan berdasarkan beberapa variabel utama, yaitu : spesifikasi produk, spesifikasi bahan baku, spesifikasi bahan pembantu dan pengendalian kualitas pada setiap prosesnya.

2.1. Spesifikasi Produk dan Bahan Baku

Tabel 2.1 Spesifikasi metanol, asam klorida, dan metil klorida dan air
(Yaws,1999)

Table 4. Spesifikasi metanol, asam klorida, metil klorida dan air

Nama	Methanol	Asam Klorida	Metil Klorida	Air
Rumus Molekul	CH ₃ OH	HCL	CH ₃ CL	H ₂ O
Kenampakan	Cairan bening tak berwarna	Gas tak berwarna	Cairan bening tak berwarna	Cairan
Berat Molekul	32,04	36,46	50,5	18
Densitas	0,785 g/cc	1,475 g/cc	0,353 g/cc	998 kg/m ³

Titik didih normal	338 K (65°C)	188 K (-85°C)	249 K (-24°C)	100°C
Titik leleh	176 K (-98°C)	159 K (-114°C)	175 K (-98°C)	0°C
Kemurnian	99,85%	99,9%	99,95%	99%
Kelarutan	Miscible in water	67,3 g/100ml air	0,48 g/100 g H ₂ O	
Suhu kritis	512,43 K (239,43°C)	324,6 K (51,6°C)	416 K (143°C)	647,301 K
Tekanan kritis	80,96 bar	83,09 bar	66,79 bar	3206,667 psia
ΔH_f (liquid) pada 25°C	-201,17 kJ/mol	-92,3 kJ/mol	-86,32 kJ/mol	-241,8 kJ/mol
ΔG_f (liquid) pada 25°C	-162,51 kJ/mol	-95,30 kJ/mol	-62,89 kJ/mol	-228,60 kJ/mol

2.2. Bahan Pembantu

Katalisator : Silika-Alumina gel (US Patent 5,321,171 1994)

Rumus Molekul : Al₂O₃

Kenampakan : Padatan silinder

Berat Molekul : 102

Densitas : 3,98 g/cc

Densitas bulk : 0,61 g/cm³

Porositas	: 0,384 void fraction
Diameter ekivalen	: 3,696 mm
Luas permukaan	: 200 m ² /g

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.

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 dll.
 - 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 produk)

- 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. Oleh karena itu sebelum dilakukan proses produksi, dilakukan pengujian terhadap kualitas bahan baku yang berupa metanol dan HCl. Selain itu juga dilakukan pengujian kualitas terhadap bahan-bahan pembantu katalis alumina dengan tujuan agar bahan yang digunakan dapat diproses di dalam pabrik. Uji yang dilakukan antara lain uji densitas, viskositas, volatilitas, kadar komposisi komponen, kemurnian bahan baku.

2.3.2. Pengendalian Proses Produksi

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

2.3.2.1. Alat Sistem Kontrol

- a. Sensor, digunakan untuk identifikasi variable-variabel proses. Alat yang digunakan manometer untuk sensor aliran fluida, tekanan dan level, *thermocouple* untuk sensor suhu.
- b. *Controller* dan indicator, meliputi level indicator dan *control*, *temperature indicator control*, *pressure control*, *flow control*.
- c. *Actuator* digunakan untuk *manipulate* agar variabelnya sama dengan variable *controller*. Alat yang digunakan *automatic control valve* dan *manual hand valve*.

2.3.2.2. Aliran Sistem Kontrol

- a. Aliran *pneumatis* (aliran udara tekan) digunakan untuk valve dari *controller* ke *actuator*.
- b. Aliran *electric* (aliran listrik) untuk suhu dari sensor ke *controller*.
- c. Aliran mekanik (aliran gerakan/perpindahan level) digunakan untuk *flow* dari sensor ke *controller*.

2.3.3. Pengendalian Kualitas Produk

Untuk memperoleh mutu produk standar maka diperlukan bahan yang berkualitas, pengawasan serta pengendalian terhadap proses yang ada dengan cara *system control* sehingga didapatkan produk yang berkualitas dan dapat dipasarkan. Hal ini dilakukan untuk mengetahui produk yang dihasilkan agar sesuai dengan standar yang diinginkan oleh perusahaan.

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

1. Persiapan Bahan Baku

Dalam proses pembuatan metil klorida dengan metode hidroklorinasi, bahan baku yang dibutuhkan adalah asam klorida (HCL) dan metanol (CH₃OH). Metanol cair dengan kemurnian 99,85% dari tangki penyimpanan yang bekerja pada tekanan 1 atm dan suhu 30°C diumpankan ke dalam *Vaporizer-01* yang bekerja pada tekanan 1 atm dan suhu 65°C. Hasil penguapan dari *Vaporizer-01* lalu diumpankan ke *Heater-01* untuk dinaikkan suhunya hingga 105°C, suhu dimana reaksi hidroklorinasi berjalan. Sedangkan hasil bawah *Vaporizer-01* yang merupakan sebagian kecil methanol dan air akan *direcycle* kembali ke *Vaporizer-*

01 untuk diumpankan kembali. Kemudian hasil keluaran dari Heater-01 diumpankan ke Compressor-01 untuk dinaikkan tekanannya menjadi 1,9 atm.

Bahan baku lainnya berupa HCl dengan kemurnian 33,33 % dari tangki penyimpanan bertekanan 1,5 atm dan suhu 30°C diumpankan menuju *Vaporizer-02* yang bekerja pada tekanan 1,5 atm dan suhu 65°C. Hasil penguapan dari *Vaporizer-01* lalu diumpankan ke *Heater-01* untuk dinaikkan suhunya hingga 105°C, suhu dimana reaksi hidroklorinasi berjalan kemudian diumpankan menuju reaktor dibantu dengan *Compressor-02* untuk dinaikkan tekanannya menjadi 1,9 atm sebelum memasuki reaktor.

2. Proses Reaksi dalam Reaktor

Umpan masuk reaktor meliputi gas campuran methanol, asam klorida, dan air yang keluar dari *Heater-01* dan *Heater-02*. Reaktor yang digunakan adalah *fixed-bed reactor* yang bekerja secara adiabatik dan menggunakan katalis silica alumina gel.

Kondisi masuk reaktor adalah dengan suhu 105°C dan tekanan 1,9 atm, sedangkan kondisi keluarannya adalah suhu 140°C dan tekanan 1,9 atm. Di dalam reaktor terjadi reaksi hidroklorinasi metanol yang menghasilkan produk metil klorida dan HCl dengan konversi 95%. Karena reaksi berjalan secara non isothermal, dibutuhkan pendingin tambahan yaitu dowertherm RP.

3. Pemisahan dan Pemurnian Produk

Arus keluar reaktor didinginkan dengan menggunakan *Cooler-01*. Kemudian hasil keluaran *Cooler-01* lalu dipisahkan di *Absorber* dengan dikontakkan menggunakan air. Hasil atas *Absorber* berupa gas yang akan menjadi

umpan masuk ke *Menara Distilasi-01*. Sedangkan hasil bawah *Absorber* ini berupa Metanol, HCl, Metil Klorida dan Air yang akan diolah di Unit Pengolahan Limbah (UPL-01).

Di *Menara Distilasi-01*, umpan masuk akan dipisahkan berdasarkan titik didihnya. Gas hasil atas dari *Menara Distilasi-01* akan dikondensasikan atau mengubah gas yang bertekanan tinggi menjadi cairan sebelum memasuki *Menara Distilasi-02*. Hasil atas dari *Menara Distilasi-01* ini berupa metil klorida, HCl dan sedikit metanol yang akan masuk menuju *Menara Distilasi-02*.

Di *Menara Distilasi-02*, umpan masuk akan dipisahkan kembali berdasarkan titik didihnya. Hasil atas merupakan komponen bertitik didih rendah yaitu asam klorida, dan sedikit metil klorida yang terikut. Hasil atas dari *Menara Distilasi-02* akan diubah fase nya dari cair menjadi gas menggunakan *Vaporizer-02*, lalu dinaikkan suhunya dengan menggunakan *Heater-03* hingga mencapai suhu 105°C dan tekanan 1,9 atm yang kemudian akan di *recycle* menuju reaktor. Sementara hasil bawah *Menara Distilasi-02* akan menghasilkan produk berupa cairan metil klorida dengan kemurnian 99,9 % dengan impuritas methanol dan asam klorida.

3.2. Spesifikasi Alat Proses

Table 5. Spesifikasi Reaktor

Nama	Reaktor	
Kode Alat	R-01	
Fungsi	Tempat berlangsungnya reaksi uap metanol dan asam klorida menjadi metil klorida	
Jenis	Fixed Bed Multitube Reactor	
Jumlah	1	
Kondisi	Adiabatis isotermal	
Tekanan (atm)	1,9	
Suhu masuk (°C)	105	
Suhu keluar (°C)	140	
Fase	Gas dengan katalis padat	
Bahan Konstruksi	Stainless Steel SA 283 Grade C	
Diameter (m)	2,63	
Tinggi Shell (m)	2,63	
Jumlah Tube (buah)	4613	
Jenis Head	<i>Torispherical Dished</i>	
Tinggi Head (m)	0,48	
Tebal Head (m)	0,01	
Tinggi total (m)	3,59	
Katalis	Jenis	Alumina - Silica Gel
	Bentuk	Padatan gel silinder
	Densitas (gr/cm ³)	3,98
	Diameter	0,3696
Harga (\$)		119.343

Table 6. Spesifikasi Absorber

Nama		Absorber
Kode Alat		ABS
Fungsi Alat		Mengabsorbsi metil klorida dengan pelarut air
Jenis Alat		Packed Column
Jumlah		1
Bahan Konstruksi		Stainless Steel Grade SA-283 Grade C
Tekanan Operasi (atm)		1
Dimensi	Diameter tower (m)	1,17
	Tinggi Absorber (m)	12,43
	Tinggi Packing (m)	11,84
	Tinggi Head Packing (m)	0,29
	Tebal dinding (m)	0,0034
Harga (\$)		195.587

Table 7. Spesifikasi Menara Distilasi

Nama	Menara Distilasi 1	Menara Distilasi 2	
Kode Alat	MD-01	MD-02	
Fungsi Alat	Memisahkan metil klorida dari metanol dan air	Memisahkan metil klorida dari HCL	
Tipe Alat	Plate tower (sieve tray) berbentuk <i>torispherical roof</i>	Plate tower (sieve tray) berbentuk <i>torispherical roof</i>	
Jumlah	1	1	
Bahan Konstruksi	Stainless Steel Grade SA-283 Grade C	Stainless Steel Grade SA-283 Grade C	
Tekanan Operasi (atm)	1,9	1,9	
Dimensi	Diameter kolom (m)	2,7	2,63
	Tinggi (m)	11,78	12,3
	Tebal Shell (m)	0,006	0,006
	Tebal Head (m)	0,007	0,006
	Jumlah Plate (buah)	21	22
	Tebal tray (m)	0,003	0,003
	Diameter hole (m)	0,005	0,005
	Jumlah hole (buah)	3838,16	3591,88
Harga (\$)	154.630	157.654	

Table 8. Spesifikasi Tangki Metanol dan Asam Klorida

Nama		Tangki Metanol	Tangki Asam Klorida
Kode Alat		T-01	T-02
Fungsi Alat		Menyimpan kebutuhan CH ₃ OH untuk proses produksi selama 14 hari	Menyimpan kebutuhan HCL untuk proses produksi selama 7 hari
Tipe Alat		Silinder tegak dengan flat <i>bottom</i> dan <i>torispherical roof</i>	Silinder tegak dengan flat <i>bottom</i> dan <i>torispherical roof</i>
Jumlah		1	1
Bahan Konstruksi		Carbon Steel Grade SA-283 Grade C	Carbon Steel Grade SA-283 Grade C
Tekanan Operasi (atm)		1	1,5
Suhu Operasi (°C)		30	30
Tebal Isolator (m)		-	-
Dimensi	Diameter (m)	24,06	34,64
	Tinggi (m)	12,03	17,32
	Tebal Buttom (m)	0,0064	-
	Tebal Roof (m)	0,0254	-
	Tebal Dinding Tangki (in)	-	4,27
	Course Plate (buah)	3	-
	Kapasitas (kg)	3581872,9296	12251853,6336
	Volume (m ³)	5465,9903	16314,8092
Harga (\$)		97.037	138.625

Table 9. Spesifikasi Tangki Metil Klorida

Nama		Tangki Metil Klorida
Kode Alat		T-03
Fungsi Alat		Menyimpan hasil produk Metil Klorida selama 7 hari
Tipe Alat		Silinder tegak dengan flat <i>bottom</i> dan <i>torispherical roof</i>
Jumlah		1
Bahan Konstruksi		Carbon Steel Grade SA-283 Grade C
Tekanan Operasi (atm)		8
Suhu Operasi (°C)		-30
Tebal Isolator (m)		0,121
Dimensi	Diameter (m)	18,508
	Tinggi (m)	9,254
	Tebal Buttom (m)	0,0064
	Tebal Roof (m)	0,0762
	Course Plate (buah)	5
	Kapasitas (kg)	2121212
	Volume (m ³)	28,438
Harga (\$)		78.638

Table 10. Spesifikasi Vaporizer-01 dan Vaporizer-02

Nama	Vaporizer-01	Vaporizer-02
Kode Alat	Vp-01	Vp-02
Fungsi Alat	Menaikkan suhu dan mengubah fase CH ₃ OH menjadi gas	Menaikkan suhu dan mengubah fase HCl menjadi gas
Jenis Alat	Shell and Tube	Shell and Tube
Pola Tube	Triangular Pitch	Triangular Pitch
Jumlah	1	1
Bahan Konstruksi	Carbon Steel Grade SA-283 Grade C	Carbon Steel Grade SA-283 Grade C
Tekanan Operasi (atm)	1	1
Suhu Masuk (°C)	30	30
Suhu Keluar (°C)	65	65
Luas Transfer panas (ft ²)	670,208	670,208
Harga (\$)	29.489	29.489

Table 11. Spesifikasi Vaporizer-03

Kode Alat	Vp-03
Fungsi Alat	Menaikkan suhu dan mengubah fase campuran yaitu HCl dan CH ₃ CL menjadi gas untuk recycle Reaktor
Jenis Alat	Shell and Tube
Pola Tube	Triangular Pitch
Jumlah	1
Bahan Konstruksi	Carbon Steel Grade SA-283 Grade C
Tekanan Operasi (atm)	1
Suhu Masuk (°C)	10
Suhu Keluar (°C)	50
Luas Transfer panas (ft ²)	670,208
Harga (\$)	29.489

Table 12. Spesifikasi Heater-01 dan Heater-02

Nama	Heater-01	Heater-02
Kode Alat	H-01	H-02
Fungsi Alat	Menaikkan suhu keluaran separator-01 dengan media steam	Menaikkan suhu keluaran separator-02 dengan media steam
Jenis Alat	Shell and Tube	Shell and Tube
Jumlah	1	1
Bahan Konstruksi	Carbon Steel Grade SA-283 Grade C	Carbon Steel Grade SA-283 Grade C
Tekanan Operasi (atm)	1	1,9
Suhu Masuk (°C)	65	65
Suhu Keluar (°C)	105	105
Luas Transfer panas (ft ²)	5346,7323	3620,1844
Harga (\$)	35.160	41.209

Table 13. Spesifikasi Heater-03

Nama	Heater-03
Kode Alat	H-03
Fungsi Alat	Menaikkan suhu keluaran separator-03 dengan media steam
Jenis Alat	Double Pipe
Jumlah	1
Bahan Konstruksi	Carbon Steel Grade SA-283 Grade C
Tekanan Operasi (atm)	1,9
Suhu Masuk (°C)	24
Suhu Keluar (°C)	105
Luas Transfer panas (ft ²)	40,07
Harga (\$)	40.160

Table 14. Spesifikasi Separator Drum-01

Nama	Separator Drum-01
Kode Alat	SD-01
Fungsi Alat	Mengubah fase keluaran Vaporizer dari gas menjadi cair
Jenis Alat	Double Pipe
Jumlah	1
Bahan Konstruksi	Carbon Steel Grade SA-283 Grade C
Tekanan Operasi (atm)	1
Suhu Masuk (°C)	65
Suhu Keluar (°C)	30
Luas Transfer panas (ft ²)	109,92
Harga (\$)	12.602

Table 15. Spesifikasi Separator Drum-02 dan Separator Drum-03

Nama	Separator Drum-02	Separator Drum-03
Kode Alat	SD-02	SD-03
Fungsi Alat	Mengubah fase keluaran Vaporizer-02 dari gas menjadi cair	Mengubah fase keluaran Vaporizer-03 dari gas menjadi cair
Jenis Alat	Double Pipe	Double Pipe
Jumlah	1	1
Bahan Konstruksi	Carbon Steel Grade SA-283 Grade C	Carbon Steel Grade SA-283 Grade C
Tekanan Operasi (atm)	1	1
Suhu Masuk (°C)	65	40
Suhu Keluar (°C)	30	24
Luas Transfer panas (ft ²)	36,03	11,684
Harga (\$)	10.082	7.561

Table 16. Spesifikasi Cooler-01 dan Cooler-02

Nama	Cooler-01	Cooler-02
Kode Alat	C-01	C-02
Fungsi Alat	Menurunkan suhu gas keluaran Reaktor dengan media air pendingin	Menurunkan suhu gas keluaran Absorber dengan media air pendingin
Jenis Alat	Double Pipe	Double Pipe
Jumlah	1	1
Bahan Konstruksi	Carbon Steel Grade SA-283 Grade C	Carbon Steel Grade SA-283 Grade C
Tekanan Operasi (atm)	1	1,9
Suhu Masuk (°C)	140	80
Suhu Keluar (°C)	100	48
Luas Transfer panas (ft ²)	112,45	12,78
Harga (\$)	23.306	16.887

Table 17. Spesifikasi Cooler-03

Nama	Cooler-03
Kode Alat	C-03
Fungsi Alat	Menurunkan suhu gas keluaran Menara Distilasi-02 dengan media air pendingin
Jenis Alat	Double Pipe
Jumlah	1
Bahan Konstruksi	Carbon Steel Grade SA-283 Grade C
Tekanan Operasi (atm)	1
Suhu Masuk (°C)	58
Suhu Keluar (°C)	-24
Luas Transfer panas (ft ²)	1,81
Harga (\$)	4.537

Table 18. Spesifikasi Condensor-01 dan Condensor-02

Nama	Condensor-01	Condensor-02
Kode Alat	CD-01	CD-02
Fungsi Alat	Menurunkan suhu dan mengubah fase hasil atas dari Absorber menuju MD-01 menjadi cair dengan media air pendingin	Menurunkan suhu dan mengubah fase hasil atas dari Menara Distilasi-01 menjadi cair dengan media air pendingin
Jenis Alat	Shell and Tube	Shell and Tube
Pola Tube	Triangular Pitch	Triangular Pitch
Jumlah	1	1
Bahan Konstruksi	Carbon Steel Grade SA-283 Grade C	Carbon Steel Grade SA-283 Grade C
Tekanan Operasi (atm)	1	1
Suhu Masuk (°C)	95	81
Suhu Keluar (°C)	23	20
Luas Transfer panas (ft ²)	945,6338	1629,4571
Harga (\$)	58.474	39.319

Table 19. Spesifikasi Condensor-03

Nama	Condensor-03
Kode Alat	CD-03
Fungsi Alat	Menurunkan suhu dan mengubah fase hasil atas dari Menara Distilasi-02 menjadi cair dengan media air pendingin
Jenis Alat	Shell and Tube
Pola Tube	Triangular Pitch
Jumlah	1
Bahan Konstruksi	Carbon Steel Grade SA-283 Grade C
Tekanan Operasi (atm)	1
Suhu Masuk (°C)	10
Suhu Keluar (°C)	-24
Luas Transfer panas (ft ²)	670,145
Harga (\$)	60.995

Table 20. Spesifikasi Accumulator-01 dan Accumulator-02

Nama	Accumulator-01	Accumulator-02
Kode Alat	ACC-01	ACC-02
Fungsi Alat	Menampung hasil dari Condensor-02	Menampung hasil dari Condensor-03
Jenis Alat	Shell and Tube	Shell and Tube
Jumlah	1	1
Bahan Konstruksi	Carbon Steel Grade SA-283 Grade C	Carbon Steel Grade SA-283 Grade C
Tekanan Operasi (atm)	1	2,2
Suhu Operasi (°C)	20	-24
Diameter (m)	6,1	6,1
Tinggi (m)	1,83	1,22
Volume (m ³)	0,089	0,005
Harga (\$)	10.082	2.142

Table 21. Spesifikasi Reboiler-01 dan Reboiler-02

Nama	Reboiler-01	Reboiler-02
Kode Alat	RB-01	RB-02
Fungsi Alat	Menguapkan cairan yang keluar dari MD-01 sebagai hasil bawah	Menguapkan cairan yang keluar dari MD-02 sebagai hasil bawah
Jumlah	1	1
Bahan Konstruksi	Carbon Steel Grade SA-283 Grade C	Carbon Steel Grade SA-283 Grade C
Jenis	<i>Kettle Reboiler</i>	<i>Kettle Reboiler</i>
Tekanan Operasi (atm)	1	1
Suhu Masuk (°C)	61	10
Suhu Keluar (°C)	87	60
Harga (\$)	11.594	8.948

Table 22. Spesifikasi Pompa-01 dan Pompa-02

Nama		Pompa-01	Pompa-02
Kode Alat		P-01	P-02
Fungsi Alat		Mengalirkan bahan baku CH ₃ OH (Metanol) dari tangki penyimpanan (T-01) menuju vaporizer (VP-01)	Mengalirkan Air untuk masuk ke Absorber-01
Tipe Alat		Centrifugal Pump	Centrifugal Pump
Jenis Impeller		Radial flow	Radial flow
Jumlah			1
Bahan Konstruksi		Commercial Steel	Commercial Steel
Tekanan Operasi (atm)		1	1
Ukuran Pipa	ID (in)	0,824	2,067
	OD (in)	1,05	2,38
	IPS	2,5	2,5
	Flow Area (in ²)	0,53	3,35
Efisiensi Pompa (%)		43	44
Power Motor (HP)		1	1
Power Pompa (HP)		1	1
Harga (\$)		5.545	5.545

Table 23. Spesifikasi Pompa-03 dan Pompa-04

Nama		Pompa-03	Pompa-04
Kode Alat		P-03	P-04
Fungsi Alat		Mengalirkan hasil bawah Absorber ke UPL-01	Mengalirkan hasil bawah MD-01 ke UPL-02
Tipe Alat		Centrifugal Pump	Centrifugal Pump
Jenis Impeller		Radial flow	Radial flow
Jumlah		1	1
Bahan Konstruksi		Commercial Steel	Commercial Steel
Tekanan Operasi (atm)		1	1
Ukuran Pipa	ID (in)	1,61	0,269
	OD (in)	1,9	0,405
	IPS	2,5	2,5
	Flow Area (in ²)	2,04	3,35
Efisiensi Pompa (%)		43	43
Power Motor (HP)		2	0,5
Power Pompa (HP)		1,5	0,5
Harga (\$)		5.545	2.772

Table 24. Spesifikasi Compressor-01 dan Compressor-02

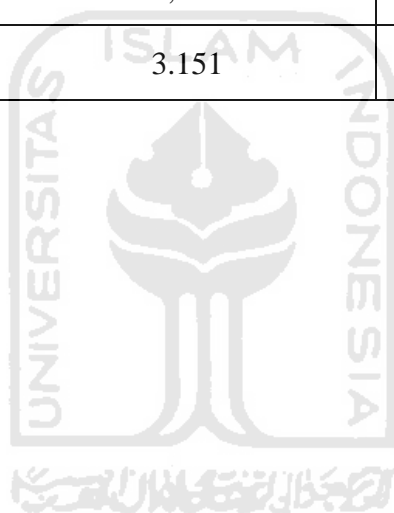
Nama	Compressor-01	Compressor-02
Kode Alat	BL-01	BL-02
Fungsi Alat	Mengalirkan dan menaikkan tekanan gas proses keluaran HE-01 menuju Reaktor	Mengalirkan dan menaikkan tekanan gas proses keluaran HE-02 menuju Reaktor
Tipe Alat	Recipocating Compressor	Recipocating Compressor
Power Motor (HP)	0,153	0,172
Harga (\$)	5.041	10.082

Table 25. Spesifikasi Blower-01 dan Blower-02

Nama	Blower-01	Blower-02
Kode Alat	BL-01	BL-02
Fungsi Alat	Mengalirkan gas keluaran dari Vaporizer-01 menuju HE-01	Mengalirkan gas keluaran dari Tangki-02 menuju HE-02
Tipe Alat	Centrifugal Multibalade Bckward Curved Blower	Centrifugal Multibalade Bckward Curved Blower
Power Motor (HP)	0,211	0,322
Harga (\$)	4.033	4.789

Table 26. Spesifikasi Blower-03 dan Blower-04

Nama	Blower-03	Blower-04
Kode Alat	BL-05	BL-06
Fungsi Alat	Mengalirkan gas keluaran dari Absorber (ABS) ke Condensor-01	Mengalirkan gas keluaran dari Menara Distilasi-02 (MD-02) ke Reaktor
Tipe Alat	Centrifugal Multibalade Bckward Curved Blower	Centrifugal Multibalade Bckward Curved Blower
Power Motor (HP)	0,177	0,006
Harga (\$)	3.151	2.016



BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

4.1. Lokasi Pabrik

Penentuan lokasi suatu pabrik merupakan hal yang sangat penting dalam suatu industri. Dalam menentukan lokasi pabrik dibutuhkan pertimbangan yang sangat mendalam dari berbagai faktor guna memilih lokasi pabrik. Kesimpulan utamanya 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 utama dari suatu industri. Ketersediaan bahan baku ini sangat berpengaruh terhadap penentuan lokasi pabrik, karena 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 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 nanti. 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 mempertimbangan faktor keamanan, baik itu keamanan dari segi geografis maupun keamanan dari segi sosial politik. Dari segi geografis lokasi pabrik haruslah 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, lokasi pabrik dipilih di daerah Cilegon, Banten.

Dipilihnya Cilegon, sebagai lokasi pendirian pabrik dengan alasan:

- Di Cilegon terdapat industri yang menghasilkan HCl sebagai bahan baku, yaitu PT. Asahimas Chemical sebagai produsen HCl yang ada di Banten.
- Cilegon 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 agar 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.

Table 27. Perincian Luas Tanah dan Bangunan Pabrik

Lokasi	panjang, m	lebar, m	luas, m ²
Kantor utama	35,5	20	710
Pos Keamanan/satpam	20	9	180
Mess	10	18,75	241,5
Parkir	30	20	600
Parkir Truk	30	25	750
Kantor teknik dan produksi	31,4	10	314
Klinik	18	10	180
Masjid	20	10	200
Kantin	22	13	286
Bengkel	12	22	264
Unit pemadam kebakaran	30	10	300
Gudang alat	20	25	500
Laboratorium	30	15	450
Utilitas	34	30	1020
Area proses	85	70	5950
Control Room	30	15	450
Control Utilitas	17	12	204
Jalan	100	120	12000
Perpustakaan	15	10	150
Taman	12	40	480
Koperasi	20	10	200
UPL	20	15	300
Perluasan pabrik	400	100	40000
Luas Tanah :			65729,6
Luas Bangunan :			12599,6
Total (p x l = 480 x 360) :			65729,6

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 pipa di 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 pembatas sehingga tidak mengganggu dan membahayakan lalu-lintas bekerja.

- Aliran Udara

Aliran udara di dalam dan 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 beresiko 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

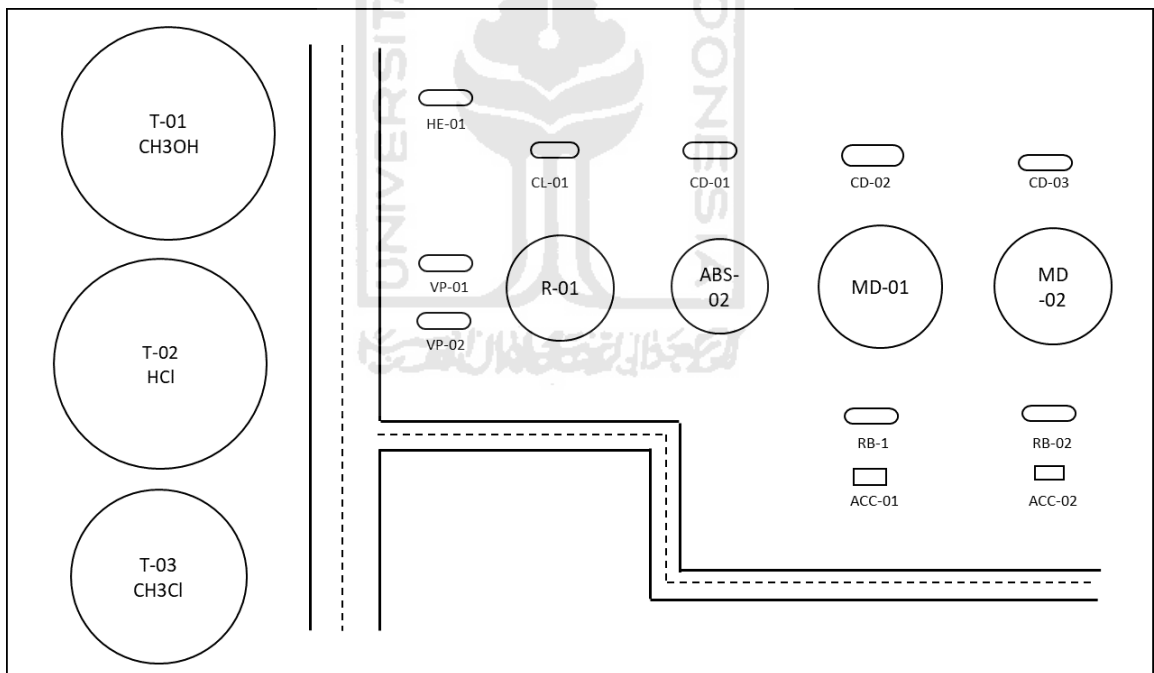
Dalam hal perancangan tata letak peralatan perlu diperhatikan agar pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat, mudah dan aman. Jika terjadi gangguan alat proses maka butuh akses cepat untuk memperbaikinya, selain itu keamanan pekerja selama menjalankan tugasnya perlu diprioritaskan.

- Tata Letak Alat Proses

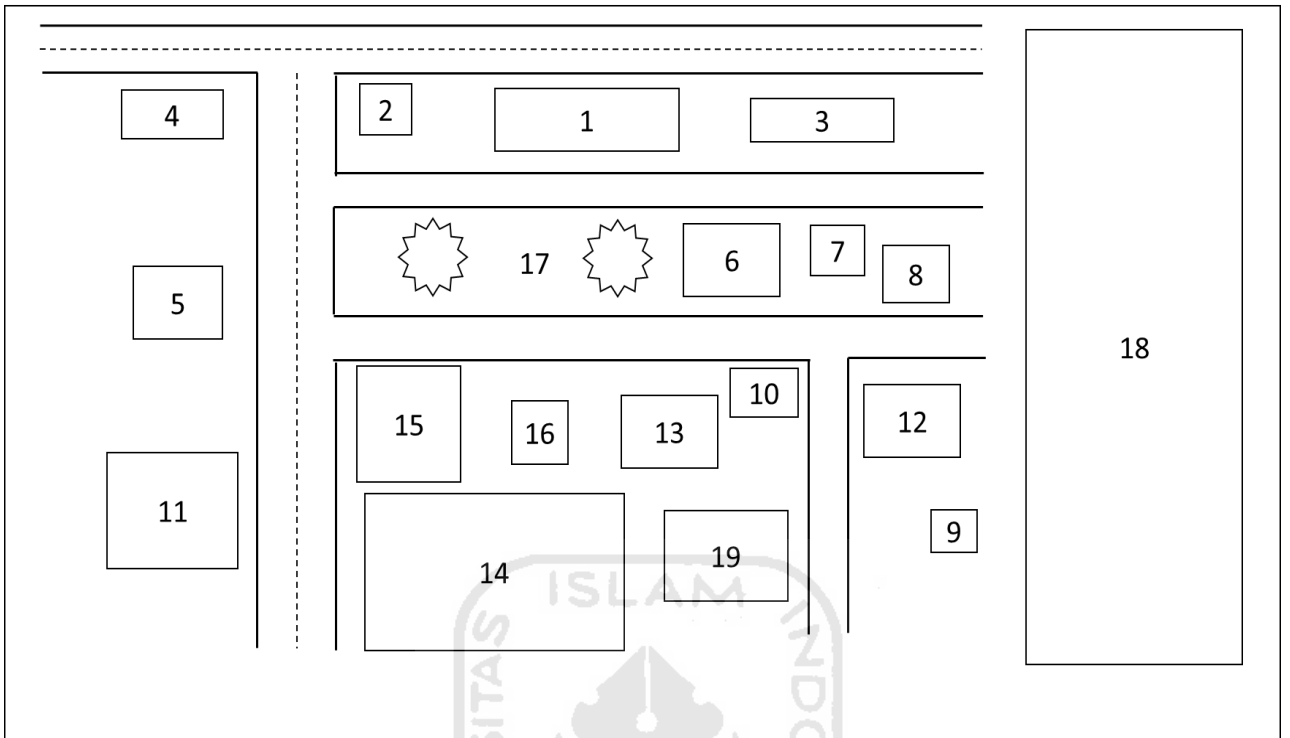
Dalam menempatkan alat-alat proses pada pabrik diusahakan agar letak setiap alat proses berada pada titik yang efektif dan efisien, artinya dapat menekan biaya operasi, terjamin kelancaran proses nya dan keamanan produksi pabrik sehingga dapat menguntungkan dari segi ekonomi maupun keselamatan.

- 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 2. Tata Letak Alat Proses (Skala 1:1000)



Gambar 3. Plant layout dengan skala 1: 2000

Keterangan:

- | | | |
|-----------------|----------------------------|----------------------|
| 1. Kantor Utama | 8. Kantin | 15. Ruang Kontrol |
| 2. Pos Keamanan | 9. Bengkel | 16. Kontrol Utilitas |
| 3. Pos Keamanan | 10. Unit Pemadam Kebakaran | 17. Taman |
| 4. Mess | 11. Gudang Alat | 18. Perluasan Pabrik |
| 5. Parkir Utama | 12. Laboratorium | 19. Area Tangki |
| 6. Poliklinik | 13. Area Utilitas | Penyimpanan |
| 7. Masjid | 14. Area Proses | 20. Gudang |

Tata letak alat proses harus dirancang sedemikian rupa sehingga:

- a. Kelancaran proses produksi dapat terjamin.
- b. Dapat mengefektifkan penggunaan luas area pabrik.
- c. Biaya material handling menjadi rendah, sehingga menyebabkan menurunnya pengeluaran untuk kapital yang tidak penting.
- d. Jika tata letak peralatan proses sedemikian rupa sehingga urutan proses produksi lancar, maka perusahaan tidak perlu untuk memakai alat angkut dengan biaya mahal.
- e. Karyawan mendapatkan kepuasan, keselamatan, dan kenyamanan dalam bekerja.

4.4 Alir Proses dan Material

Penentuan perancangan pendirian pabrik metil klorida dengan bahan baku methanol dan asam klorida berkapasitas 100.000 Ton/tahun meliputi neraca massa, neraca panas, dan spesifikasi alat.

4.4.1 Penentuan Neraca Massa

Perhitungan neraca massa pabrik metil klorida dengan bahan baku metanol dan asam klorida yang berkapasitas 100.000 Ton/tahun meliputi:

1. Neraca massa total
2. Neraca massa vaporizer 1&2
3. Neraca massa HE 1&2
4. Neraca massa reaktor
5. Neraca massa absorber
6. Neraca massa menara distilasi 1
7. Neraca massa menara distilasi 2

Basis perhitungan neraca massa:

Kapasitas Produksi	: 100.000 Ton/tahun
Waktu Produksi	: 330 hari kerja
Basis Operasi	: 1 jam

$$= \frac{100000 \text{ ton}}{1 \text{ tahun}} \times \frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ ton}} \times \frac{1 \text{ tahun}}{330 \text{ hari}} \times \frac{1 \text{ hari}}{24 \text{ jam}}$$

$$= 12626,2626 \text{ kg/jam}$$

1. Neraca Massa Total

Tabel 4.1 Neraca massa total

Table 28. Neraca massa total

Alat	Input	Output
R-01	37729,6359	37729,6359
ABS-01	61962,2826	61962,2826
MD-01	13100,0281	13100,0281
MD-02	12803,2306	12803,2306
Total	125595,1772	125595,1772

2. Neraca Massa Separator

Table 29. Neraca massa separator 1

Komponen	Masuk, kg/jam	Keluar, recycle (kg/jam)	Keluar, kg/jam
	Aliran 3	Aliran 4	Aliran 5 (kg/jam)
CH ₃ OH	10644,3456	2128,8691	8515,4765
H ₂ O	15,9905	3,1981	12,7924
SUB TOTAL	10660,3361	2132,0672	8528,2689
TOTAL	10660,3361	10660,3361	

Table 30. Neraca massa *separator 2*

Komponen	Masuk, kg/jam	Keluar, recycle (kg/jam)	Keluar, kg/jam
	Aliran 6	Aliran 7	Aliran 8
HCL	12153,4012	2430,6802	9722,7210
H ₂ O	24310,4489	4862,0898	19448,3591
SUB TOTAL	36463,8501	7292,7700	29171,0801
TOTAL	36463,8501	36463,8501	

Table 31. Neraca massa *separator 3*

Komponen	Masuk, kg/jam	Keluar, recycle (kg/jam)	Keluar, kg/jam
	Aliran 6	Aliran 7	Aliran 8
HCL	144,5984	28,9197	115,6787
CH ₃ CL	19,3372	3,8674	15,4698
SUB TOTAL	163,9356	32,7871	131,1485
TOTAL	163,9356	163,9356	

3. Neraca Massa HE 1&2

Table 32. Neraca massa HE - 01

Komponen	Aliran Masuk	Aliran Keluar
	(kg/jam)	(kg/jam)
CH ₃ OH	8515,4765	8515,4765
H ₂ O	12,7924	12,7924
Total	8528,2689	8528,2689

Table 33. Neraca massa HE - 02

Komponen	Aliran Masuk	Aliran Keluar
	(kg/jam)	(kg/jam)
HCl	9713,0080	9713,0080
H ₂ O	9,7227	9,7227
Total	9722,7307	9722,7307

Table 34. Neraca massa HE - 03

Komponen	Aliran Masuk	Aliran Keluar
	(kg/jam)	(kg/jam)
HCl	9713,0080	9713,0080
H ₂ O	9,7227	9,7227
Total	9722,7307	9722,7307

4. Neraca massa reaktor

Table 35. Neraca Massa Reaktor

Komponen	Aliran Masuk	Aliran Keluar
	F (kg/jam)	F (kg/jam)
CH ₃ OH	8515,4765	425,7738
HCL	9713,0079	507,3101
CH ₃ CL	-	12750,6237
H ₂ O	19501,1515	24045,9283
Total	37729,6359	37729,6359

5. Neraca Massa Absorber

Table 36. Neraca Massa Absorber

Komponen	Masuk, kg/jam	Keluar, (kg/jam)	
	F (kg/jam)	Fase gas	UPL
CH ₃ OH	425,7738	4,2577	421,5161
HCL	507,3101	165,8904	341,4197
CH ₃ CL	12750,6237	12689,4207	61,2030
H ₂ O	24045,9283	240,4593	23805,4690
H ₂ O (Penyerap)	24045,9283	0	24232,6468
Sub Total	61962,2826	13100,0281	48862,2545
Total	61962,2826	61962,2826	

6. Neraca Massa Menara Distilasi 1

Table 37. Neraca massa menara distilasi 1

Komponen	Masuk	Keluar, kg/jam	
	kg/jam	ke MD-02	UPL
HCL	165,8904	165,8904	0,0000
CH ₃ CL	12689,4207	12651,3524	38,0683
CH ₃ OH	4,2577	0,2980	3,9597
H ₂ O	240,4593	0,0000	240,4593
Sub Total	13100,0281	12817,5409	282,4872
Total	13100,0281	13100,0281	

7. Neraca massa Menara Distilasi 2

Table 38. Neraca massa menara distilasi 2

Komponen	Masuk	Keluar, kg/jam	
	kg/jam	Produk	Recycle
HCL	164,2315	8,7493	155,4822
CH ₃ CL	12638,7011	12617,2153	21,4858
CH ₃ OH	0,2980	0,2980	0,0000
H ₂ O	0,0000	0,0000	0,0000
Sub Total	12803,2306	12626,2626	176,9680
Total	12803,2306	12803,2306	

4.4.2 Neraca Panas

Table 39. Neraca panas di Vaporizer-01

Aliran	Panas Masuk, kJ/Jam	Panas Keluar, kJ/Jam
Qin	38000,2778	-
Qout	-	150661,7679
Qlaten	-	567,4362243
Qpemanas	113228,9263	-
Total	151229,2041	151229,2041

Table 40. Neraca panas di Vaporizer-02

Aliran	Panas Masuk, kJ/Jam	Panas Keluar, kJ/Jam
Qin	38000,2778	-
Qout	-	817290,4412
Qlaten	-	2886,3821
Qpemanas	782176,5455	-
Total	820176,8233	820176,8233

Table 41. Neraca panas di Vaporizer-03

Aliran	Panas Masuk, kJ/Jam	Panas Keluar, kJ/Jam
Q _{in}	-935,4809188	-
Q _{out}	-	2354,39
Q _{laten}	-	5,33
Q _{pemanas}	3295,20	-
Total	2359,72	2359,72

Table 42. Neraca Panas di Separator Drum (SD-01)

Aliran	Masuk	Keluar
Q _{in}	347675,7762	-
Q _{out}	-	123056,1434
Q _{Latén}	-	5655,5334
Q _{pemanasan}	-218964,0994	-
Total	128711,6768	128711,6768

Table 43. Neraca Panas di Separator Drum (SD-02)

Aliran	Masuk	Keluar
Q _{in}	107421,2836	-
Q _{out}	-	41318,5090
Q _{Latén}	-	869,0333
Q _{pemanasan}	-65233,7413	-
Total	42187,5423	42187,5423

Table 44. Neraca Panas di Separator Drum (SD-03)

Aliran	Masuk	Keluar
Q _{in}	1710,1810	-
Q _{out}	-	836,5998
Q Laten	-	0,5520
Qpemanasan	-873,0292	-
Total	837,1517	837,1517

Table 45. Neraca panas di Heater-01

Aliran	Panas Masuk, kJ/jam	Panas Keluar, kJ/jam
Q _{in}	1,17E+05	-
Q _{out}	-	2,31E+05
Qpemanas	114293,8579	-
Total	2,31E+05	2,31E+05

Table 46. Neraca panas di Heater-02

Aliran	Panas Masuk, kJ/jam	Panas Keluar, kJ/jam
Q _{in}	3,69E+05	-
Q _{out}	-	9,81E+05
Qpemanasan	611735,5923	-
Total	680166,4208	680166,4208

Table 47. Neraca panas di Heater-03

Aliran	Panas Masuk, kJ/jam	Panas Keluar, kJ/jam
Q _{in}	-2,87E+01	-
Q _{out}	-	2,29E+03
Qpemanasan	2316,3064	-
Total	2,29E+03	2,29E+03

Table 48. Neraca Panas Reaktor

Aliran Panas Masuk		Aliran Panas Keluar	
Komponen	Energi (Kj/jam)	Komponen	Energi (Kj/jam)
$\Delta H1$	0,2657764	$\Delta H3$	4515354,102
$\Delta H2$	0,2664018	Qloss	101000000
ΔHR	2020000000	($\Delta H5 - \Delta H4$)	1914484646
Total	2020000001	Total	2020000001

Table 49. Neraca panas di Absorber

Aliran	Panas Masuk, kJ/Jam	Panas Keluar, kJ/Jam
Qin	1447723,2572	-
Qout	-	117254,5738
Qpemanasan	-1330468,6835	-
Total	117254,5738	117254,5738

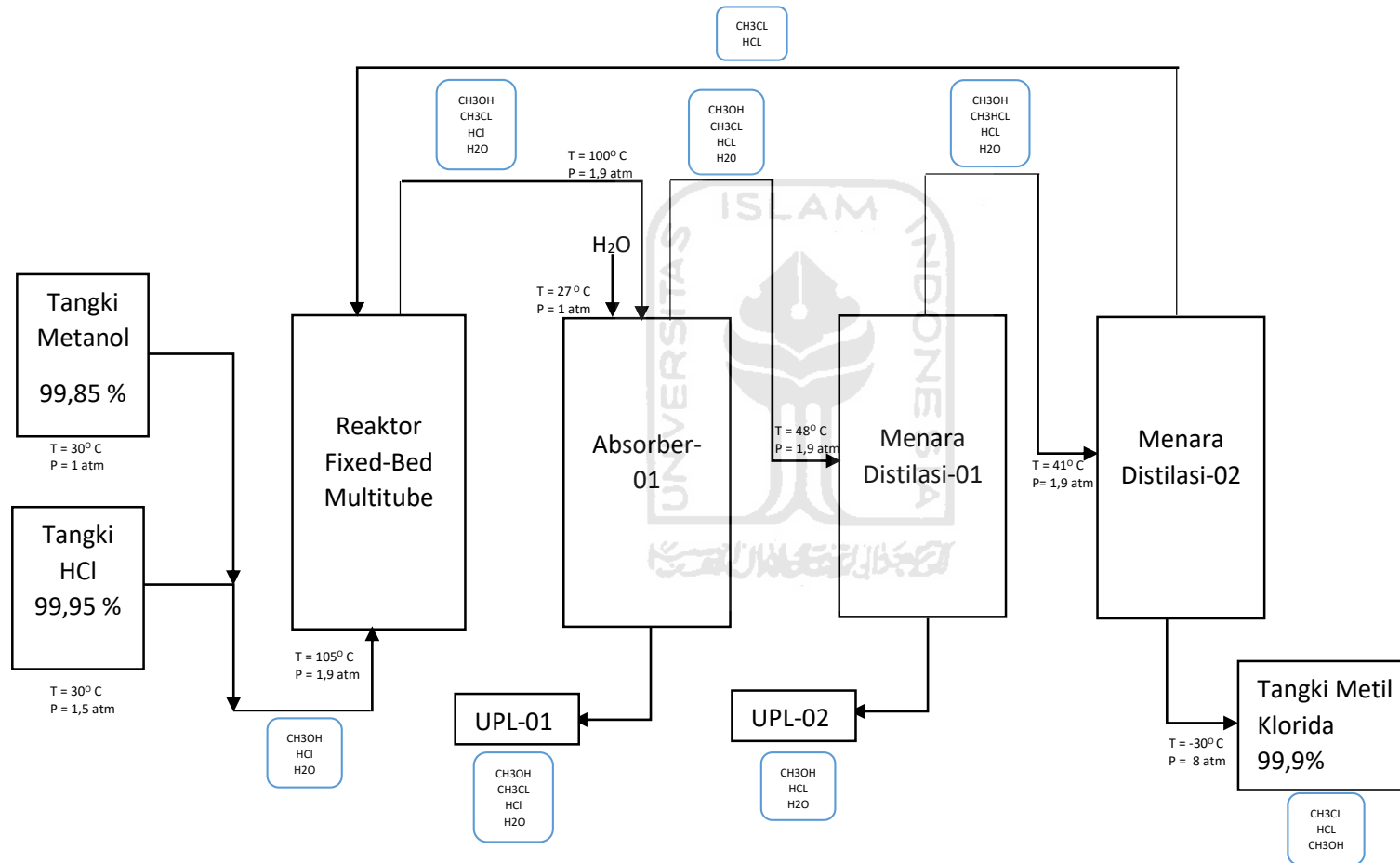
Table 50. Neraca panas di Menara Distilasi-01

Panas Masuk (kJ/jam)		Panas Keluar (kJ/jam)	
Q (umpan)	253417,7321	Q (bottom)	5203,0117
Q (reboiler)	2131290,1504	Q (distilat)	175081,2089
	-	Q (condenser)	2204423,6619
Total	2384707,8825	Total	2384707,8825

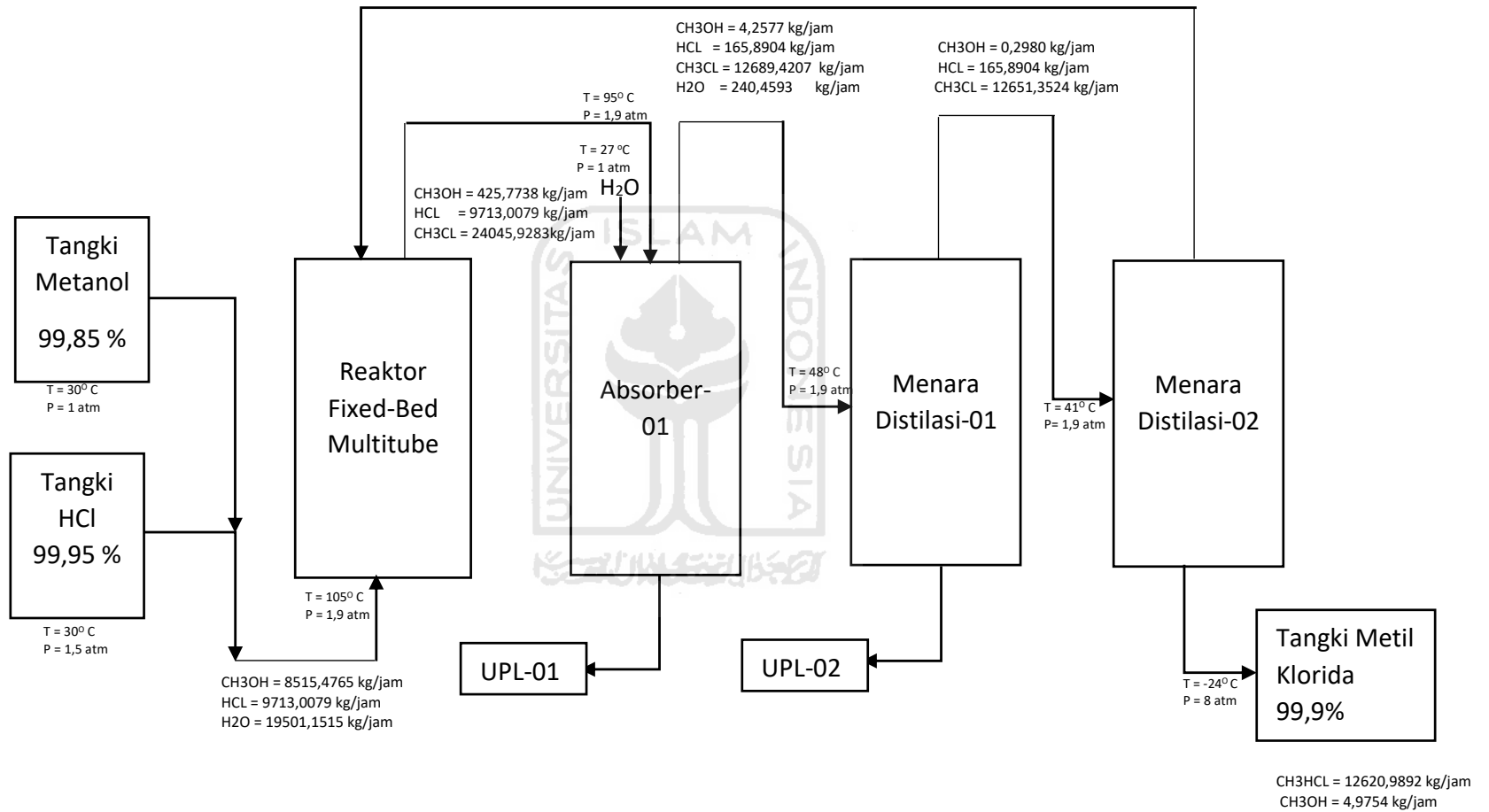
Table 51. Neraca panas di Menara Distilasi-02

Panas Masuk (kJ/jam)		Panas Keluar (kJ/jam)	
Q (umpan)	171451,3906	Q (bottom)	357800,1076
Q (reboiler)	676159,4197	Q (distilat)	-164,1680
	-	Q (condensor)	489974,8707
Total	847610,8103	Total	847610,8103





Gambar 4. Diagram Alir Kualitatif



Gambar 5. Diagram Alir Kuantitatif

4.5 Utilitas

Untuk pendukung proses atau yang 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 yang diperoleh dari sungai terdekat dengan lokasi pabrik yang kemudian diolah terlebih dahulu sehingga memenuhi persyaratan. Secara sederhana, pengolahan ini meliputi pengendapan, penggumpalan, penyaringan, demineralisasi, deaerasi. Air yang telah digunakan sebagai air pendingin proses dan kondensat, dapat di-*recycle* guna menghemat air, sehingga jumlah *make up* air diperlukan sebagai berikut:

Table 52. Kebutuhan Air

No.	Keperluan	Jumlah (kg/jam)
1	<i>Domestik Water</i>	1550,0000
2	<i>Service Water</i>	166,6667
3	<i>Cooling Water</i>	12389,4464
4	<i>Steam Water</i>	4607,0252
5	<i>Process water</i>	24232,6468
	Total	43045,7851

Total kebutuhan air secara kontinyu sebesar 43045,7851 kg/jam, dibuat over design sebesar 20% sehingga kebutuhan air menjadi 51654,94208 kg/jam.

4.5.2 Kebutuhan Pendingin

Pendingin yang digunakan adalah Cooling Tower yang berfungsi sebagai media pendingin. Pendingin ini digunakan pada Reaktor-01 untuk mendinginkan reaktor ketika beroperasi. Jumlah pendingin yang dibutuhkan sebesar 5334,5370 kg/jam.

Unit penyediaan air pendingin setelah digunakan untuk proses pendingin, air ditampung pada tangki penyimpanan sebelum dilakukan proses pendingin pada cooling tower. Air keluaran cooling tower akan dialirkan kembali sebagai fluida pendingin.

Pada tangki penyimpanan produk metil klorida (T-03) disimpan dalam fase cair menggunakan tangki silinder bertekanan yang memiliki isolator serta refrigerant pada suhu rendah. Oleh karena itu tangki membutuhkan alat yang menjamin agar tidak terjadi perpindahan panas antara suhu tangki dan suhu lingkungan area pabrik. Sehingga, ditambahkan sistem refrigerant pada tangki dengan jenis pendingin (Freon R-134) berdasarkan sifat fisis bahan baku.

Alasan menggunakan Freon R-134 adalah:

1. Memiliki titik didih pada tekanan 1 atmosfer $-26,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan suhu kritis $101\text{ }^{\circ}\text{C}$,
2. Tekanan kritis 4060 Kpa
3. Tekanan penguapan pada $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ adalah 668 Kpa
4. Tidak korosif, tidak berbau

4.5.3 Unit Pembangkit Steam

Kebutuhan steam untuk penguapan di *vaporizer*, *heater*, dan *reboiler* sebanyak 3657,1731 kg/jam. Kebutuhan *steam* ini dipenuhi oleh *boiler* utilitas. Sebelum masuk *boiler*, air harus dihilangkan kesadiahannya, karena air yang sadah akan menimbulkan kerak di dalam *boiler*. Oleh karena itu, sebelum masuk *boiler*, air dilewatkan *ion exchanger* dan deaerasi terlebih dahulu.

Table 53. Spesifikasi Boiler

Nama	Boiler
Kode Alat	BU
Fungsi Alat	Membuat Saturated Steam sebanyak 4602,5924 kg/jam
Jumlah	1
Bahan Konstruksi	Carbon Steel Grade SA-283 Grade C
Tekanan Operasi (atm)	1
Suhu Masuk (°C)	25
Suhu Keluar (°C)	110
Harga (\$)	8.948

4.5.4 Unit Pembangkit Listrik

Unit ini bertugas untuk menyediakan kebutuhan listrik yang meliputi:

- a. Listrik untuk keperluan alat proses : 12,0647 kWatt
- b. Listrik untuk keperluan alat utilitas : 14,1559 kWatt
- c. Listrik untuk instrumentasi dan control : 45 kWatt
- d. Listrik untuk keperluan kantor dan rumah tangga : 105 kWatt

Total kebutuhan listrik adalah 196,4206 kW. Dengan factor daya 80% maka kebutuhan listrik total sebesar 245,5257 kW. Kebutuhan listrik dipenuhi dari PLN dan generator sebagai cadangannya.

4.5.5 Unit Penyedia Bahan Bakar

Bahan bakar yang digunakan untuk pembakaran pada *boiler* dan diesel untuk generator pembangkit listrik. Bahan baku *boiler* dan diesel menggunakan solar sebanyak 276,9803 kg/jam.

4.5.6 Unit Penyediaan Udara

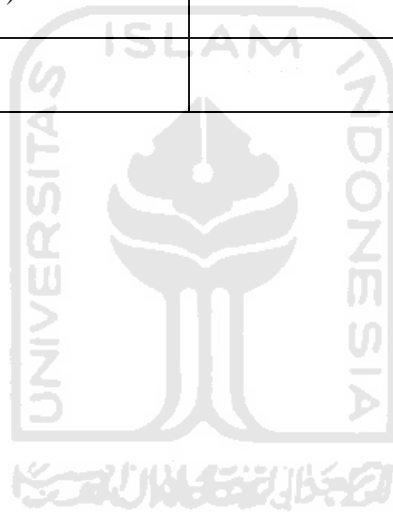
Udara tekan digunakan sebagai penggerak alat-alat control dan bekerja secara *pneumatic*. Jumlah udara tekan yang dibutuhkan diperkirakan 3,738 m³/jam. Udara tekan biasanya berkisar antara 5,5 – 7,2 bar, sedangkan tekanan udara yang dipilih adalah 5,5 bar atau 5,43 atm. Alat pengadaan udara tekan menggunakan *compressor*.

Table 54. Spesifikasi Compressor Utilitas

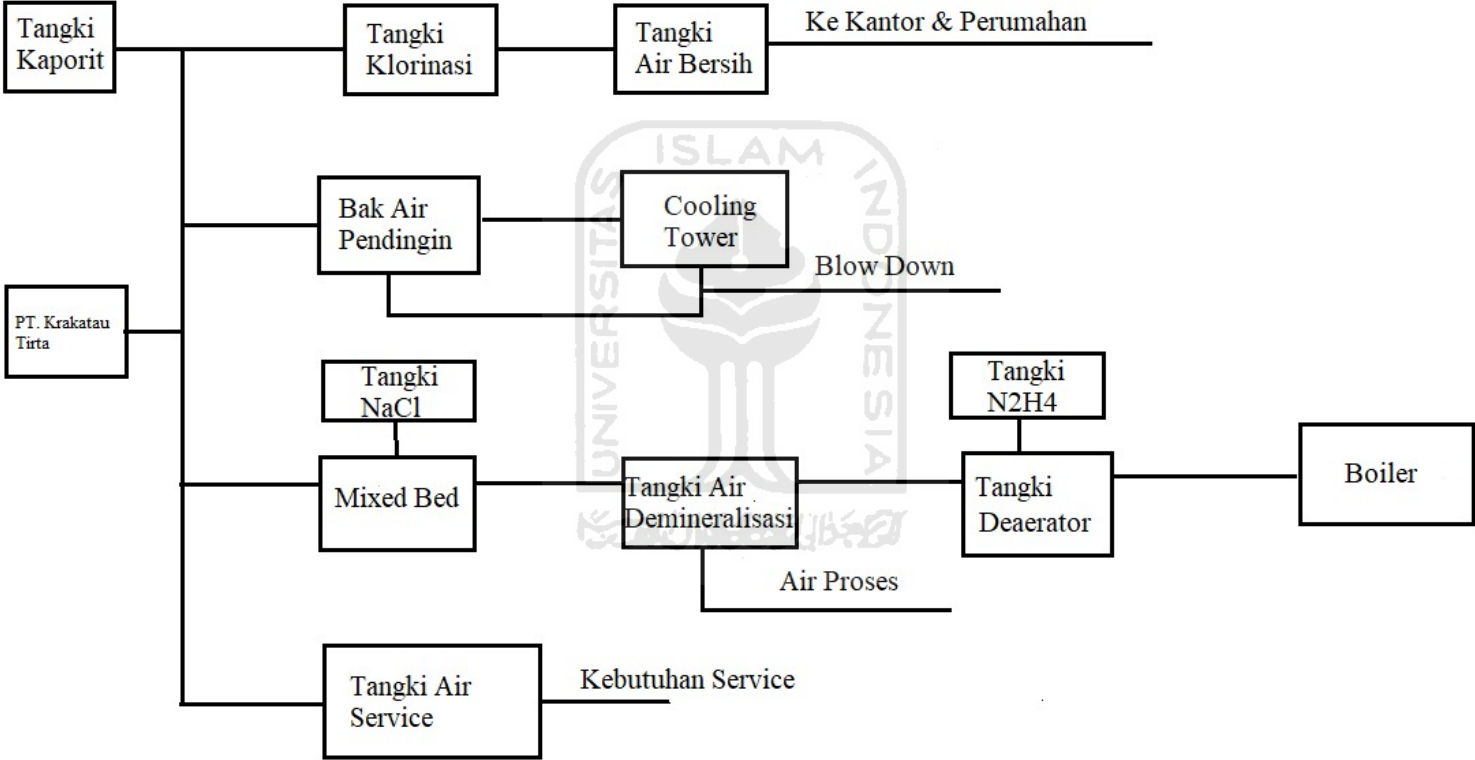
Nama	<i>Compressor Utilitas</i>
Kode Alat	CU
Fungsi Alat	Mengompres udara menjadi udara bertekan
Tipe Alat	<i>Centrifugal compresor</i>
Power Motor (HP)	0,05
Harga (\$)	3403

Table 55. Spesifikasi Tangki Silica Gel

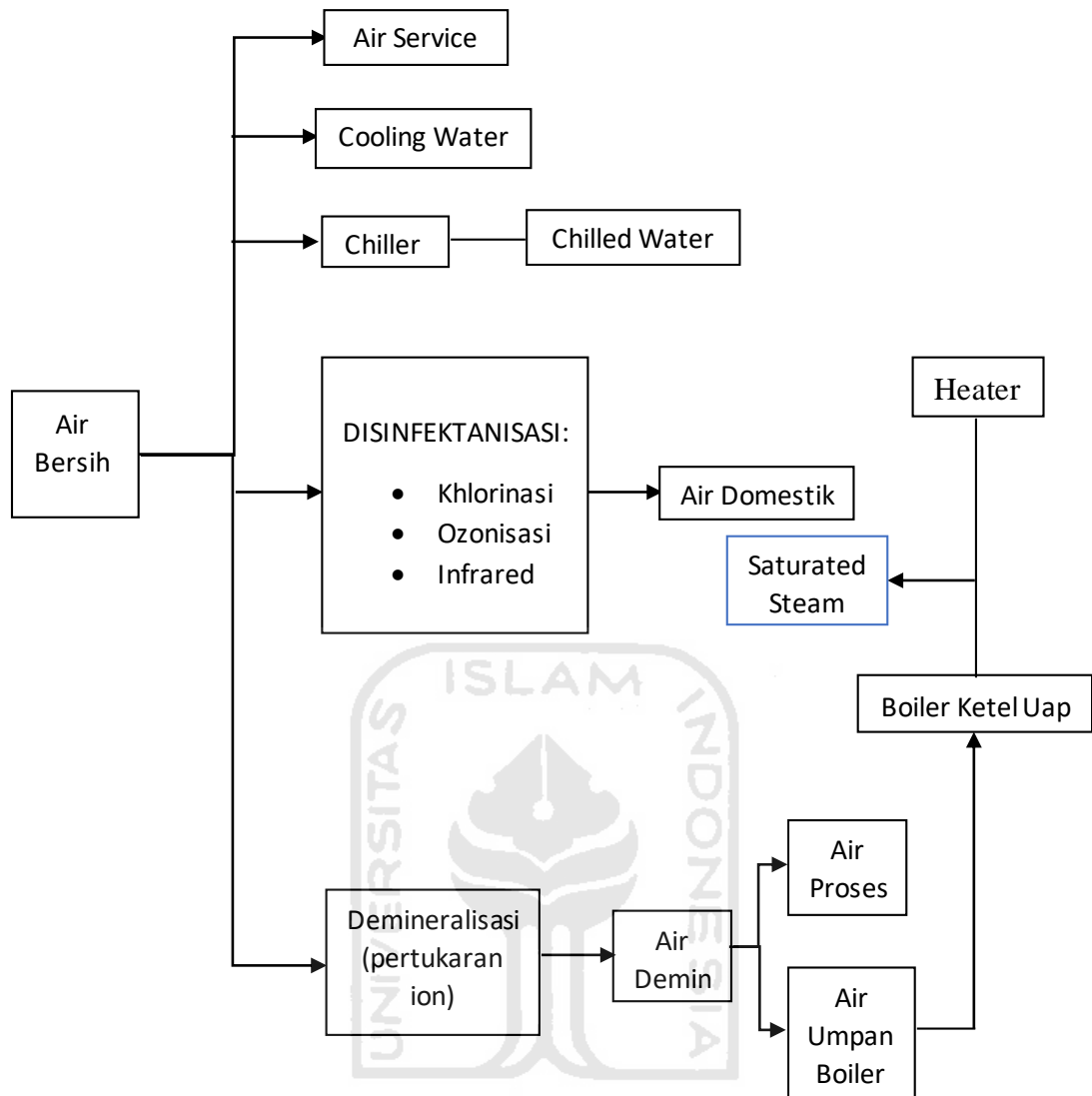
Nama	Tangki Silica Gel
Kode Alat	TU-10
Fungsi Alat	Menampung udara kering selama 1 hari
Massa Jenis (g/cm ³)	2,33
Diameter (m)	0,1239
Tinggi (m)	0,1858
Volume (m ³)	0,002
Harga (\$)	9326



Unit Pengolahan Air Industri



Gambar 6. Proses Flow Diagram Pengolahan Air



Gambar 7. Kegunaan Air Pada Industri

Adapun tahap-tahap proses pengolahan air yang dilakukan meliputi:

a. Bak Penampung Air Bersih

Air yang digunakan untuk memenuhi segala kegiatan produksi diperoleh dari PT. Krakatau Tirta dibawah ini adalah spesifikasi kualitas air PT. Krakatau Tirta.

Table 56. Spesifikasi Kualitas Air PT. Krakatau Tirta

Jenis Air	pH	Conductivity max (μ s)	TOC max (ppm)
Air Rumah Tangga	5.0 – 8.0	50.0	1000
Air Cooling Tower	6.5 – 8.5	30.0	1000
Air Demin	6.5 – 8.0	10.0	500
Soft Water	6.0 – 8.0	10.0	500
Pure Water			
- Puncini Water	6.0 – 8.0	1.0	50
- Water For Injection	6.5 – 8.0	0,1	10

Maka, air dari PT. Krakatau Tirta tidak perlu melewati proses filtrasi ulang langsung menuju bak penampung air bersih.

Air bersih yang ditampung langsung digunakan sebagai layanan umum (service water). Kegunaan air bersih ini juga dapat digunakan untuk domestic water dan boiler feed water namun air harus di disinfektanisasi terlebih dahulu menggunakan resin untuk menghilangkan mineral-mineral yang terkandung dalam air seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ dimana bertujuan untuk menghasilkan air demin yang melalui proses demineralisasi.

b. Demineralisasi

Pada proses ini mempunyai tujuan untuk menyiapkan air yang digunakan untuk boiler feed water dan air ini harus murni serta bebas dari kadar mineral-mineral yang terlarut di dalamnya. Proses demineralisasi ini dapat dilakukan dengan alat yang terdiri dari penukaran anion dan kation.

Air yang diambil dari proses pemanas biasanya menyebabkan foaming pada boiler karena adanya zat-zat organik, anorganik dan zat-zat tidak terlarut dalam jumlah besar. Efek dari pembusaan terjadi akibat adanya alkanitas yang tinggi.

Proses demineralisasi dimaksudkan untuk menghilangkan ion-ion yang terkandung pada filtered water sehingga konduktivitasnya dibawah 0,3 ohm dan kandungan silika lebih kecil dari 0,02 ppm. Unit ini berfungsi untuk menghilangkan mineral-mineral yang terkandung dalam air seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , SO_4^{2-} , Cl^- dan lain-lain dengan menggunakan resin. Air yang diperoleh adalah air bebas mineral yang akan diproses lebih lanjut menjadi air umpan boiler.

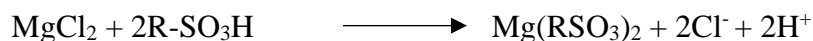
Pada proses cation exchanger dan anion exchanger berlangsung pada resin mixed-bed. Resin mix-bed adalah kolom resin campuran antara resin kation dan resin anion. Air yang mengandung kation dan anion bila dilewatkan ke resin mixed-bed tersebut kation akan terambil oleh resin kation dan anion akan terambil oleh resin anion. Saat resin kation dan anion telah jenuh oleh ion-ion, resin penukar kation dan anion akan di regenerasi kembali.

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

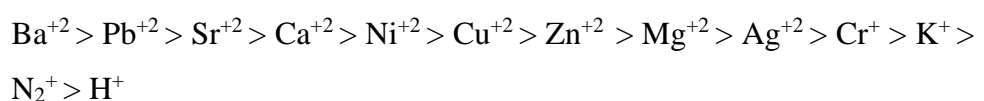
a. Cation Exchanger

Cation Exchanger ini berisi resin penukar kation dengan formula RSO_3H , dimana pengganti kation-kation yang dikandung dalam air diganti dengan ion H^+ sehingga air yang akan keluar dari *Cation Exchanger* adalah air yang mengandung anion dan ion H^+ .

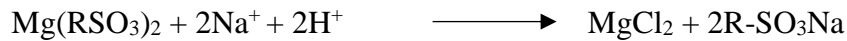
Reaksi penukar kation:



Ion Mg^{2+} dapat menggantikan ion H^+ yang ada dalam resin karena selektivitas Mg^{+2} lebih besar dari selektivitas H^+ . Urutan selektivitas kation adalah sebagai berikut:



Saat resin kation jenuh, maka resin penukar kation akan diregenerasi kembali. Larutan untuk meregenerasi yang digunakan adalah NaCl. Reaksi regenerasi:



b. Anion Exchanger

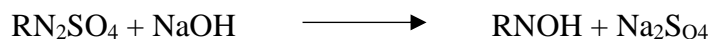
Anion Exchanger berfungsi untuk mengikat ion-ion negative (anion) yang larut dalam air dengan resin yang bersifat basa, yang mempunyai formula RNOH, sehingga anion-anion seperti CO_3^{2-} , Cl^- , dan SO_4^{2-} akan membantu garam resin tersebut. Reaksi Penukar Anion:



Ion SO_4^{2-} dapat menggantikan ion OH^- yang ada dalam resin karena selektivitas SO_4^{2-} lebih besar dari selektivitas OH^- . Urutan selektivitas anion adalah sebagai berikut:



Saat resin anion telah jenuh, maka resin penukar anion akan diregenerasi kembali. Larutan untuk meregenerasi yang digunakan adalah NaOH. Reaksi regenerasi:



c. Deaerator

Air yang telah mengalami demineralisasi masih mengandung gas-gas terlarut terutama O_2 dan CO_2 . Gas tersebut dihilangkan lebih dahulu, karena dapat menimbulkan korosi. Unit deaerator diinjeksikan bahan kimia berupa Hydrazine (N_2H_4) yang berfungsi menghilangkan sisa-sisa gas yang terlarut terutama oksigen sehingga tidak terjadi korosi.

Deaerator berfungsi untuk memanaskan air yang keluar dari alat penukar ion (ion exchanger) dan kondensat bekas sebelum dikirim sebagai air umpan ketel, pada deaerator ini air dipanaskan hingga 90°C supaya gas-gas yang terlarut dalam air, seperti O₂ dan CO₂ dapat dihilangkan. Karena gas-gas tersebut dapat menimbulkan suatu reaksi kimia yang menyebabkan terjadinya bintik-bintik yang semakin menebal dan menutupi permukaan pipa-pipa dan hal ini akan menyebabkan korosi pada pipa-pipa ketel.

Table 57. Spesifikasi Kaporit

Nama	Tangki Kaporit
Kode Alat	TU-01
Fungsi Alat	Menampung kebutuhan kaporit selama 1 minggu yang akan dimasukkan kedalam tangki Klorinasi (TU-01)
Jenis	Tangki Silinder berpengaduk
Jumlah	1
Bahan Konstruksi	Carbon Steel Grade SA-283 Grade C
Tinggi (m ³)	0,5
Diameter (m ³)	0,5
Harga (\$)	18.727

Table 58. Spesifikasi Tangki Klorinasi

Nama	Tangki Klorinasi
Kode Alat	TU-02
Fungsi Alat	Mencampur klorin dalam bentuk kaporit ke dalam air untuk kebutuhan rumah tangga.
Jenis	Tangki Silinder berpengaduk
Jumlah	1
Bahan Konstruksi	Carbon Steel Grade SA-283 Grade C
Tinggi (m ³)	3,845
Diameter (m ³)	3,845
Harga (\$)	18.273

Table 59. Spesifikasi Tangki Air Bersih

Nama	Tangki Air Bersih
Kode Alat	TU-03
Fungsi Alat	Menampung air untuk keperluan kantor dan rumah tangga
Jenis	Silinder tegak
Jumlah	1
Bahan Konstruksi	Carbon Steel Grade SA-283 Grade C
Tekanan Operasi (atm)	1
Tinggi (m ³)	11,0923
Diameter (m ³)	11,0923
Harga (\$)	14.241

Table 60. Spesifikasi Cooling Tower

Nama	Cooling Tower
Kode Alat	CT-01
Fungsi Alat	Mendinginkan air pendingin setelah digunakan
Jumlah	1
Bahan Konstruksi	Carbon Steel Grade SA-283 Grade C
Tekanan Operasi (atm)	1
Suhu Masuk (°C)	90
Suhu Keluar (°C)	25
Tinggi (m ³)	5,2374
Harga (\$)	21.550

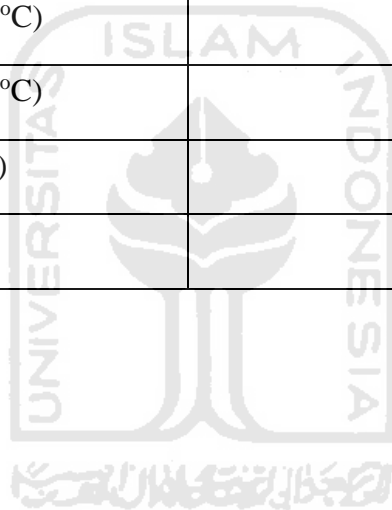


Table 61. Spesifikasi Tangki NaCl

Nama	Tangki NaCl
Kode Alat	TU-04
Fungsi Alat	Menampung larutan NaCl yang akan digunakan untuk meregenerasi Kation exchanger.
Jenis	Silinder tegak
Jumlah	1
Bahan Konstruksi	Carbon Steel Grade SA-283 Grade C
Tekanan Operasi (atm)	1
Tinggi (m ³)	1,895
Diameter (m ³)	1,895
Harga (\$)	13.484

Table 62. Spesifikasi Tangki N₂H₄

Nama	Tangki N ₂ H ₄
Kode Alat	T-05
Fungsi Alat	Menyimpan larutan N ₂ H ₄
Jenis	Silinder tegak
Jumlah	1
Bahan Konstruksi	Carbon Steel Grade SA-283 Grade C
Tekanan Operasi (atm)	1
Tinggi (m ³)	2,439
Diameter (m ³)	2,439
Harga (\$)	20.164

Table 63. Spesifikasi Umpan Boiler

Nama	Tangki Umpan Boiler
Kode Alat	T-06
Fungsi Alat	Mencampur Kondensat sirkulasi dan makeup air umpan boiler sebelum dibangkitkan sebagai steam dalam boiler
Jenis	Silinder tegak
Jumlah	1
Bahan Konstruksi	Carbon Steel Grade SA-283 Grade C
Tekanan Operasi (atm)	1
Tinggi (m ³)	2,426
Diameter (m ³)	2,426
Harga (\$)	15.879

Table 64. Spesifikasi Tangki Air Demineralisasi

Nama	Tangki Air Demineralisasi
Kode Alat	TU-07
Fungsi Alat	Menampung air bebas mineral sebagian air proses dan air umpan boiler.
Jenis	Silinder tegak
Jumlah	1
Bahan Konstruksi	Carbon Steel Grade SA-283 Grade C
Tekanan Operasi (atm)	1
Tinggi (m ³)	7
Diameter (m ³)	7
Harga (\$)	11.342

Table 65. Spesifikasi Tangki Service Water

Nama	Tangki Service Water
Kode Alat	TU-08
Fungsi	Menampung Air Service untuk keperluan layanan umum
Jenis	Silinder tegak
Jumlah	1
Bahan Konstruksi	Carbon Steel Grade SA-283 Grade C
Tekanan Operasi (atm)	1
Tinggi (m ³)	4,8
Diameter (m ³)	4,8
Harga (\$)	16.383

Table 66. Spesifikasi Bak Air Pendingin

Nama	Bak Air Pendingin
Kode Alat	BU-03
Fungsi	Menampung kebutuhan air pendingin
Jumlah	1
Bahan Konstruksi	Carbon Steel Grade SA-283 Grade C
Tekanan Operasi (atm)	1
Tinggi (m ³)	13,0694
Diameter (m ³)	13,0694
Harga (\$)	13.106

Table 67. Spesifikasi Blower Cooling Tower

Nama	Blower Cooling Tower
Kode Alat	BL-01
Fungsi	Menghisap udara sekeliling untuk dikontakkan dengan air yang akan didinginkan
Tipe Alat	<i>Centrifugal Pump</i>
Jenis Impeller	Mixed Flow
Jumlah	1
Power Motor (HP)	5
Harga (\$)	4.789

Table 68. Spesifikasi Mixed Bed

Nama	Mixed Bed
Kode Alat	TU-09
Fungsi Alat	Menghilangkan kesadahan air yang disebabkan oleh kation seperti Ca dan Mg, serta anion seperti Cl,SO4, dan NO3.
Jumlah	1
Bahan Konstruksi	Carbon Steel Grade SA-283 Grade C
Tekanan Operasi (atm)	1
Tinggi (m)	1,6764
Diameter (m ³)	1,1029
Harga (\$)	22.432

Table 69. . Spesifikasi Deaerator

Nama	Deaerator
Kode Alat	De
Fungsi Alat	Menghilangkan gas CO ₂ dan O ₂ yang terikat dalam feed water yang menyebabkan kerak pada reboiler.
Jenis	Silinder tegak
Jumlah	1
Bahan Konstruksi	Carbon Steel Grade SA-283 Grade C
Tekanan Operasi (atm)	1
Tinggi (m ³)	2,426
Diameter (m ³)	2,426
Harga (\$)	28.607

Table 70. Spesifikasi Pompa-01 dan Pompa-02

Nama		Pompa-01	Pompa-02
Kode Alat		PU-01	PU-02
Fungsi		Mengalirkan air dari PT Krakatau Tirta Menuju Area kebutuhan air	Mengalirkan kaporit dari tangki kaporit ke Tangki Klorinasi / Karbon aktif
Tipe Alat		<i>Centrifugal Pump</i>	<i>Centrifugal Pump</i>
Jenis Impeller		Mixed Flow	Radial Flow
Jumlah		1	1
Bahan Konstruksi		Commercial Steel	Commercial Steel
Tekanan Operasi (atm)		1	1
Ukuran Pipa	ID (in)	5,761	0,215
	OD (in)	6,63	0,41
	IPS	6	0,13
	Flow Area (in ²)	26,1	0,04
Efisiensi Pompa (%)		35	42
Power Motor (HP)		2	0,00001
Power Pompa (HP)		3,1275	0,05
Harga (\$)		19.660	17.139

Table 71. Spesifikasi Pompa-03 dan Pompa-04

Nama		Pompa-03	Pompa-04
Kode Alat		PU-03	PU-04
Fungsi		Mengalirkan air dari Tangki Klorinisasi ke Tangki Air bersih	Mengalirkan air dari Tangki Air bersih ke Area Dosmetik
Tipe Alat		<i>Centrifugal Pump</i>	<i>Centrifugal Pump</i>
Jenis Impeller		Mixed Flow	Mixed Flow
Jumlah		1	1
Bahan Konstruksi		Commercial Steel	Commercial Steel
Tekanan Operasi (atm)		1	1
Ukuran Pipa	ID (in)	5,761	5,761
	OD (in)	6,63	6,63
	IPS	6	6
	Flow Area (in ²)	26,1	26,1
Efisiensi Pompa (%)		45	45
Power Motor (HP)		5	3
Power Pompa (HP)		4,0851	1,8482
Harga (\$)		17.139	14.367

Table 72. Spesifikasi Pompa-05 dan Pompa-06

Nama		Pompa-05	Pompa-06
Kode Alat		PU-05	PU-06
Fungsi		Mengalirkan air dari Bak Air Dingin (BU-04) menuju ke Cooling Tower (CT-01)	Mengalirkan air dari Cooling Tower (CT-01) menuju recycle dari bak air dingin (BU-04)
Tipe Alat		<i>Centrifugal Pump</i>	<i>Centrifugal Pump</i>
Jenis Impeller		Mixed Flow	Mixed Flow
Jumlah		1	1
Bahan Konstruksi		Commercial Steel	Commercial Steel
Tekanan Operasi (atm)		1	1
Ukuran Pipa	ID (in)	2,29	2,29
	OD (in)	3,5	3,5
	IPS	3	3
	Flow Area (in ²)	6,61	6,61
Efisiensi Pompa (%)		38	38
Power Motor (HP)		1	1
Power Pompa (HP)		1	1
Harga (\$)		14.367	11.216

Table 73. Spesifikasi Pompa-07 dan Pompa-08

Nama		Pompa-07	Pompa-08
Kode Alat		PU-07	PU-08
Fungsi		Mengalirkan air dari tangki penampung NaCl menuju Mixed Bed (TU-05)	Mengalirkan air dari Mixed Bed (TU-05) menuju Tangki air Demin
Tipe Alat		<i>Centrifugal Pump</i>	<i>Centrifugal Pump</i>
Jenis Impeller		Mixed Flow	Mixed Flow
Jumlah		1	1
Bahan Konstruksi		Commercial Steel	Commercial Steel
Tekanan Operasi (atm)		1	1
Ukuran Pipa	ID (in)	2,469	2,469
	OD (in)	2,88	2,88
	IPS	2,5	2,5
	Flow Area (in ²)	4,79	4,79
Efisiensi Pompa (%)		48	34
Power Motor (HP)		0,25	1,5
Power Pompa (HP)		1,5622	6,7436
Harga (\$)		11.216	11.216

Table 74. Spesifikasi Pompa-09 dan Pompa-10

Nama		Pompa-09	Pompa-10
Kode Alat		PU-09	PU-10
Fungsi		Mengalirkan air dari Tangki air Demin menuju Tangki Deaerator (De-01)	Mengalirkan larutan Hydrazine dari Tangki N ₂ H ₄ (T-08) menuju Tangki Deaerator (De-01)
Tipe Alat		<i>Centrifugal Pump</i>	<i>Centrifugal Pump</i>
Jenis Impeller		Mixed Flow	Radial Flow
Jumlah		1	1
Bahan Konstruksi		Commercial Steel	Commercial Steel
Tekanan Operasi (atm)		1	1
Ukuran Pipa	ID (in)	2,469	0,215
	OD (in)	2,88	0,41
	IPS	2,5	0,13
	Flow Area (in ²)	4,79	0,11
Efisiensi Pompa (%)		35	43
Power Motor (HP)		0,5	0,05
Power Pompa (HP)		2,5593	0,000011
Harga (\$)		11.216	7.309

Table 75. Spesifikasi Pompa-11 dan Pompa-12

Nama		Pompa-11	Pompa-12
Kode Alat		PU-11	PU-12
Fungsi		Mengalirkan air dari Deaerator (De-01) menuju Boiler	Mengalirkan air dari Tangki air Service menuju area kebutuhan servis
Tipe Alat		<i>Centrifugal Pump</i>	<i>Centrifugal Pump</i>
Jenis Impeller		Mixed Flow	Radial Flow
Jumlah		1	1
Bahan Konstruksi		Commercial Steel	Commercial Steel
Tekanan Operasi (atm)		1	1
Ukuran Pipa	ID (in)	2,469	0,546
	OD (in)	2,88	0,84
	IPS	2,5	0,5
	Flow Area (in ²)	4,79	0,24
Efisiensi Pompa (%)		35	18
Power Motor (HP)		0,5	0,05
Power Pompa (HP)		2,5593	0,0228
Harga (\$)		11.216	7.309

Table 76. Spesifikasi Pompa-13

Nama	Pompa-13	
Kode Alat	PU-13	
Fungsi	Mengalirkan air dari Tangki air Demin menuju air proses	
Tipe Alat	<i>Centrifugal Pump</i>	
Jenis Impeller	Mixed Flow	
Jumlah	1	
Bahan Konstruksi	Commercial Steel	
Tekanan Operasi (atm)	1	
Ukuran Pipa	ID (in)	1,939
	OD (in)	2,38
	IPS	2
	Flow Area (in ²)	2,95
Efisiensi Pompa (%)	20	
Power Motor (HP)	0,5	
Power Pompa (HP)	6,6567	
Harga (\$)	9.200	

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	: 100.000 ton/tahun
Status Permodalan	: Penjualan Saham
Lokasi Perusahaan	: Cilegon, Banten

Alasan pemilihan bentuk perusahaan seperti ini berdasarkan beberapa faktor yaitu sebagai berikut:

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

e. Efisiensi dan manajemen

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

f. 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 system 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 system line and staff. Pada system ini garis kekuasaan lebih sederhana dan praktis. Demikian pula kebaikan dalam pembagian tugas kerja seperti yang terdapat dalam system 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 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. Direkrut 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 mampu 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 (RPUPS). Pada RPUPS 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:

- Melaksanakan operasional perusahaan dan mempertanggungjawabkan pekerjaan kepada pemegang saham di akhir jabatan.
- Menjaga stabilitas organisasi perusahaan dan membuat kontinuitas hubungan yang baik antara pemilik saham, pimpinan, karyawan, dan konsumen.
- Mengangkat dan memberhentikan karyawan dengan persetujuan rapat pemegang saham.
- 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, maupun hukum. Direktur utama hanya berjumlah satu orang.

4. Direktur Bidang

a. Direktur Bidang Produksi

Tugas-tugas 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 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 pengembangan pabrik.

Pendidikan : Berasal dari jurusan Teknik Kimia

Jumlah : 1 orang

c. Direktur Komersil

Tugas-tugas dari direktur komersial adalah sebagai berikut:

- Memiliki tanggung jawab kepada direktur utama dalam bidang keuangan, pemasaran, dan pelayanan umum.
- 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

Tugas-tugas kepala bagian sekretariat adalah:

- 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.

Pendidikan : Berasal dari jurusan Teknik Kimia

Jumlah : 1 orang

Staff : Membawahi 5 kepala seksi yang berpendidikan sarjana Teknik Kimia.

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 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 bidangnya masing-masing.

7. Kepala Shift

Kepala shift bekerja pada 2 bagian shift yaitu di unit utilitas dan pabrik utama. Tugasnya adalah memimpin tim yang menjalankan kerja di unitnya masing-masing dengan sistem shift. Pendidikan nya 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

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 I 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:

Table 77. Jadwal kerja shift dalam 8 hari kerja

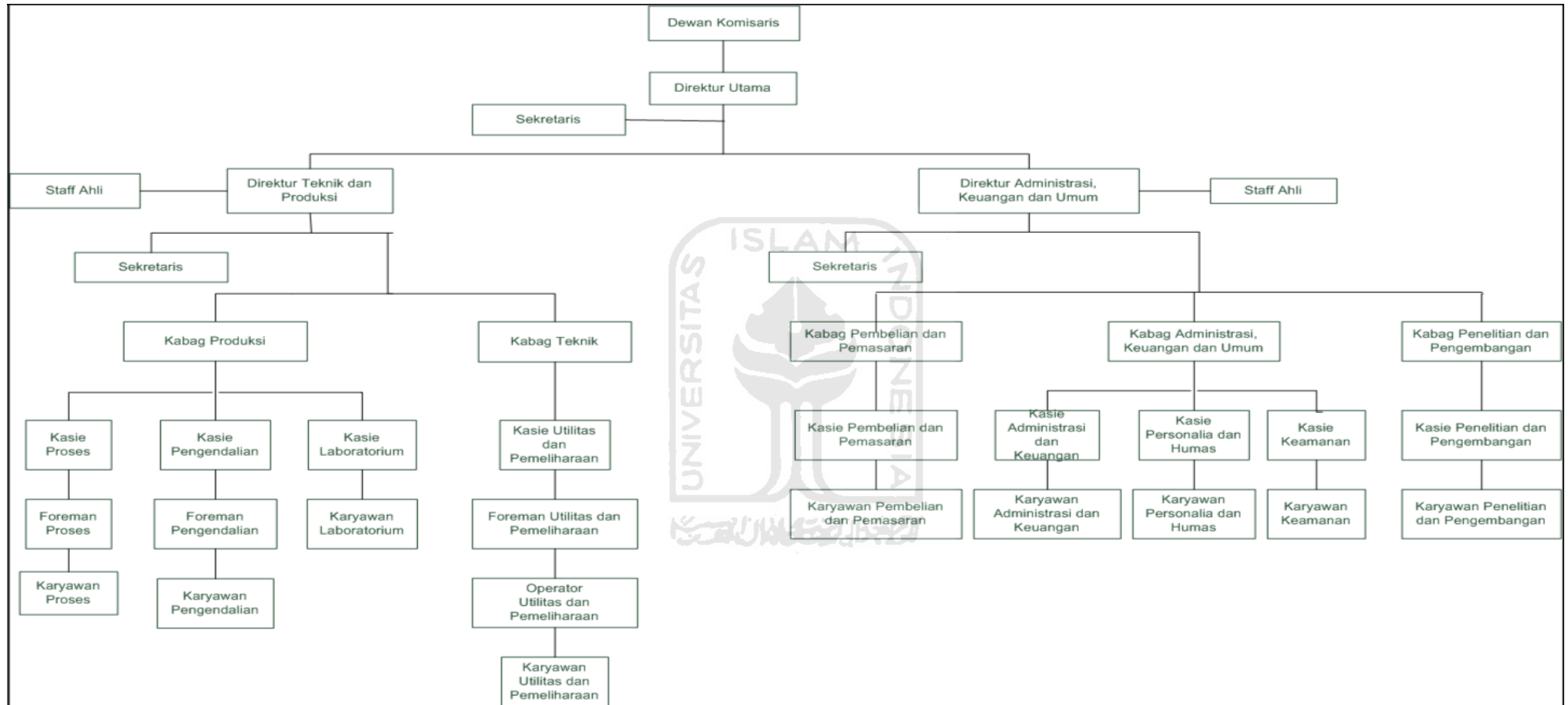
Jam	Hari ke							
	1	2	3	4	5	6	7	8
08.00-16.00	A	B	C	D	A	B	C	D
16.00-24.00	B	C	D	A	B	C	D	A
24.00-08.00	C	D	A	B	C	D	A	B
Off	D	A	B	C	D	A	B	C

Table 78. Daftar Gaji Karyawan

No	Jabatan	Jumlah	Gaji/Bulan	Total Gaji
1	Direktur Utama	1	Rp 65.000.000	Rp 65.000.000
2	Direktur Teknik dan Produksi	1	Rp 55.000.000	Rp 55.000.000
3	Direktur Keuangan dan Umum	1	Rp 55.000.000	Rp 55.000.000
4	Staff Ahli	1	Rp 45.000.000	Rp 45.000.000
5	Ka. Bag. Produksi	1	Rp 40.000.000	Rp 40.000.000
6	Ka. Bag. Teknik	1	Rp 40.000.000	Rp 40.000.000
7	Ka. Bag. Pemasaran dan Keuangan	1	Rp 40.000.000	Rp 40.000.000
8	Ka. Bag. Administrasi dan Umum	1	Rp 40.000.000	Rp 40.000.000
9	Ka. Bag. Litbang	1	Rp 40.000.000	Rp 40.000.000
10	Ka. Bag. Humas dan Keamanan	1	Rp 40.000.000	Rp 40.000.000
11	Ka. Bag. K3	1	Rp 40.000.000	Rp 40.000.000
12	Ka. Bag. Pemeliharaan, Listrik, dan Instrumentasi	1	Rp 40.000.000	Rp 40.000.000
13	Ka. Sek. Utilitas	1	Rp 35.000.000	Rp 35.000.000
14	Ka. Sek. Proses	1	Rp 35.000.000	Rp 35.000.000

15	Ka. Sek. Bahan Baku dan Produk	1	Rp 35.000.000	Rp 35.000.000
16	Ka. Sek. Pemeliharaan	1	Rp 35.000.000	Rp 35.000.000
17	Ka. Sek. Listrik dan Instrumentasi	1	Rp 35.000.000	Rp 35.000.000
18	Ka. Sek. Laboratorium	1	Rp 35.000.000	Rp 35.000.000
19	Ka. Sek. Keuangan	1	Rp 35.000.000	Rp 35.000.000
20	Ka. Sek. Pemasaran	1	Rp 35.000.000	Rp 35.000.000
21	Ka. Sek. Personalia	1	Rp 35.000.000	Rp 35.000.000
22	Ka. Sek. Humas	1	Rp 35.000.000	Rp 35.000.000
23	Ka. Sek. Keamanan	1	Rp 35.000.000	Rp 35.000.000
24	Ka. Sek. K3	1	Rp 35.000.000	Rp 35.000.000
25	Karyawan Personalia	4	Rp 20.000.000	Rp 80.000.000
26	Karyawan Humas	4	Rp 20.000.000	Rp 80.000.000
27	Karyawan Litbang	4	Rp 20.000.000	Rp 80.000.000
28	Karyawan Pembelian	4	Rp 20.000.000	Rp 80.000.000
29	Karyawan Pemasaran	4	Rp 20.000.000	Rp 80.000.000
30	Karyawan Administrasi	3	Rp 20.000.000	Rp 60.000.000
31	Karyawan Kas/Anggaran	3	Rp 20.000.000	Rp 60.000.000
32	Karyawan Proses	20	Rp 20.000.000	Rp 400.000.000
33	Karyawan Pengendalian	6	Rp 20.000.000	Rp 120.000.000
34	Karyawan Laboratorium	6	Rp 20.000.000	Rp 120.000.000
35	Karyawan Pemeliharaan	6	Rp 20.000.000	Rp 120.000.000
36	Karyawan Utilitas	12	Rp 20.000.000	Rp 240.000.000
37	Karyawan K3	6	Rp 20.000.000	Rp 120.000.000
38	Operator proses	28	Rp 17.000.000	Rp 476.000.000
39	Operator Utilitas	14	Rp 20.000.000	Rp 280.000.000
40	Sekretaris	6	Rp 15.000.000	Rp 90.000.000
41	Dokter	2	Rp 18.000.000	Rp 36.000.000
42	Perawat	7	Rp 10.000.000	Rp 70.000.000
43	Satpam	12	Rp 6.000.000	Rp 72.000.000
44	Supir	10	Rp 5.600.000	Rp 56.000.000
45	Cleaning Service	7	Rp 5.000.000	Rp 35.000.000
Total		192	Rp 1.316.600.000	Rp3.715.000.000

Jadi dapat disimpulkan gaji karyawan dalam sebulan adalah sebesar Rp 3.715.000.000,- dan gaji karyawan dalam setahun adalah Rp 44.580.000.000,



Gambar 8. Struktur Organisasi Perusahaan

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 factor yang dapat ditinjau, antara lain:

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

Sebelum melakukan Analisa terhadap kelima factor 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)

Pada pra rancangan pabrik ini setelah di analisis resiko berdasarkan proses, kondisi operasi, bahan-bahan, dan lain-lain dinyatakan bahwa pabrik metil klorida dengan bahan baku methanol dan asam klorida dengan kapasitas 100.000 Ton/Tahun digolongkan sebagai pabrik yang beresiko rendah karena tekanan operasi umumnya sedang (< 10 atm) dan suhu operasi umumnya sedang (< 1000 K). Bahan baku umumnya mudah ditangani serta produk mudah transportasinya, dan bahan baku bukan merupakan bahan yang dilarang oleh pemerintah. Untuk pabrik beresiko rendah syarat ROI adalah minimal 11% dan pabrik beresiko tinggi syarat ROI adalah 44% (Aries & Newton, 1995). Syarat POT untuk pabrik beresiko tinggi adalah 2 tahun dan pabrik beresiko rendah adalah 5 tahun (Aries & Newton, 1995).

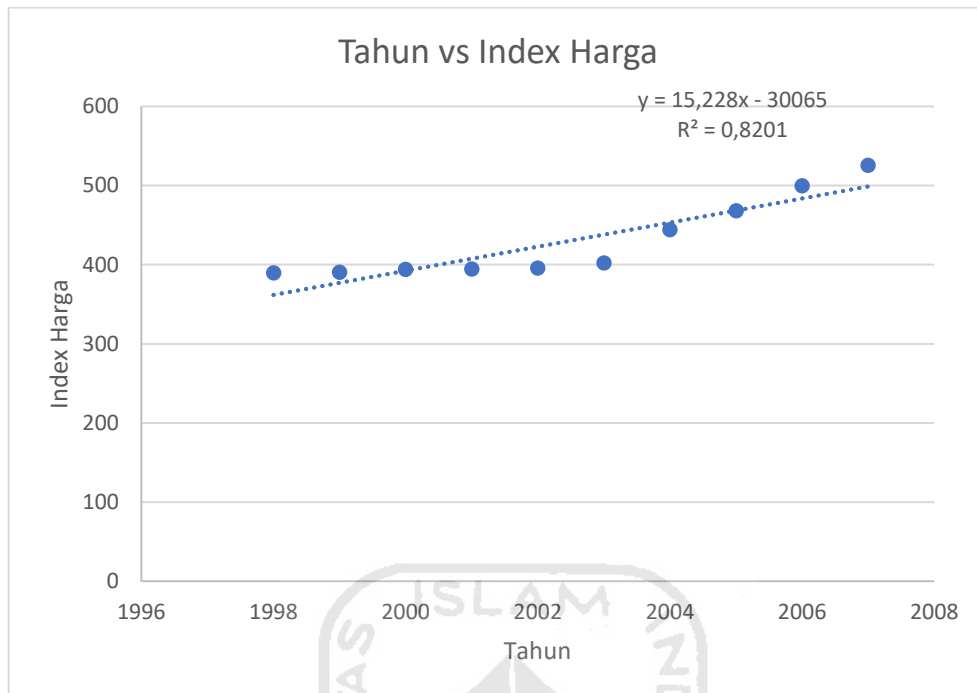
4.7.1. Penaksiran Harga Alat

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

Table 79. Harga Indeks Chemical Engineering Progress (CEP) pada berbagai tahun

Tahun (X)	Indeks (Y)
1987	324
1988	343
1989	355
1990	356
1991	361,3
1992	358,2
1993	359,2

1994	368,1
1995	381,1
1996	381,7
1997	386,5
1998	389,5
1999	390,6
2000	394,1
2001	394,3
2002	395,6
2003	402
2004	444,2
2005	468,2
2006	499,6
2007	525,4



Gambar 9. Grafik Regresi Linier Tahun vs Indeks Harga

Pabrik direncanakan berdiri pada tahun 2025. Nilai indeks *Chemical Engineering Progress* (CEP) pada tahun pendirian pabrik diperoleh dengan cara regresi linier. Dari regresi linier diperoleh persamaan: $y = 15,288x - 30065$

Table 80. Harga indeks hasil regresi linear pada berbagai tahun

Tahun	Index
2021	696,8485
2022	712,077
2023	727,3055
2024	742,5399
2025	757,7624

Jadi harga index pada tahun 2025 adalah sebesar 757,7624

4.7.2 .Harga Alat

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

$$E_x = E_y \frac{N_x}{N_y} \quad (\text{Aries \& Newton, 1995})$$

Dimana: E_x : Harga alat pada tahun 2014

E_y : Harga alat pada tahun 2022

N_x : Index harga pada tahun 2014

N_y : Index harga pada tahun 2022

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

$$E_b = E_a \left[\frac{C_b}{C_a} \right]^{0,6} \quad (\text{Aries \& Newton, 1995})$$

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 : 100.000 ton/tahun
- b. Pabrik beroperasi : 330 hari kerja
- c. Umur alat : 10 tahun

- d. Nilai Kurs : 1 US \$ = Rp 15.025,05
- e. Tahun evaluasi : 2025
- f. Untuk buruh asing : \$ 20/*man hour*
- g. Gaji karyawan Indonesia : Rp 10.000/*man hour*
- h. 1 *manhour* asing : 2 *manhour* Indonesia
- i. 5% tenaga asing : 95% tenaga Indonesia

4.7.2. 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 diperuntukkan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik.

b. *Working Capital Investment*

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

4.7.3. Manufacturing Cost

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

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

Table 81. *Direct Manufacturing Cost*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Raw Material</i>	Rp 4.501.771.598.528	\$ 299.617.744,93
2	<i>Labor</i>	Rp 44.580.000.000	\$ 2.967.045,03
3	<i>Supervision</i>	Rp 4.458.000.000	\$ 296.704,50
4	<i>Maintenance</i>	Rp 96.845.494.629	\$ 6.445.602,15
5	<i>Plant Supplies</i>	Rp 14.526.824.194	\$ 966.840,32
6	<i>Royalty and Patents</i>	Rp 68.262.742.530	\$ 4.543.262,25
7	<i>Utilities</i>	Rp 11.196.322.719	\$ 745.177,07
<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>		Rp 4.741.640.982.600	\$ 315.582.376

Table 82. *Total Indirect Manufacturing Cost*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Payroll Overhead</i>	Rp 6.687.000.000	\$ 445.057
2	<i>Laboratory</i>	Rp 4.458.000.000	\$ 296.705
3	<i>Plant Overhead</i>	Rp 22.290.000.000	\$ 1.483.523
4	<i>Packaging and Shipping</i>	Rp 682.627.425.302	\$ 45.432.623
<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>		Rp716.062.425.302	\$ 47.657.906

Table 83. *Fixed Manufacturing Cost*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Depreciation</i>	Rp 96.845.494.629	\$ 6.445.602
2	<i>Propertu taxes</i>	Rp 12.105.686.829	\$ 805.700
3	<i>Insurance</i>	Rp 12.105.686.829	\$ 805.700
<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>		Rp 121.056.868.286	\$ 8.057.003

Table 84. *Total Manufacturing Cost (MC)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	Rp 4.741.640.982.600	\$ 315.582.376
2	<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	Rp 716.062.425.302	\$ 47.657.906
3	<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	Rp 121.056.868.286	\$ 8.057.003
<i>Manufacturing Cost (MC)</i>		Rp 5.573.054.768.491	\$ 371.297.285

4.7.4. General Expanse

Table 85. *General Expanse*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Administration</i>	Rp 167.362.808.286	\$ 11.138.919
2	<i>Sales expense</i>	Rp 278.938.013.809	\$ 18.564.864
3	<i>Research</i>	Rp 195.256.609.667	\$ 12.995.405
4	<i>Finance</i>	Rp 41.696.211.919	\$ 2.775.113
<i>General Expanse (GE)</i>		Rp 683.253.643.680	\$ 45.474.301

4.7.5. Total Capital Investment

$$\begin{aligned}
 \text{Total Capital Investment (Rupiah)} &= \text{FCI} + \text{WCI} \\
 &= \text{Rp}874.241.913.085 + \text{Rp}1.210.568.682.858 \\
 &= \text{Rp } 2.068.241.245.643
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Total Capital Investment (Dolar)} &= \text{FCI} + \text{WCI} \\
 &= \$ 80.570.027 + \$ 58.185.624 \\
 &= \$ 137.755.651
 \end{aligned}$$

Maka Total *Capital Investment* adalah Rp 2.068.241.245.643

4.7.6. Total Biaya Produksi

Table 86. Total Biaya Produksi

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1.	<i>Manufacturing Cost (MC)</i>	Rp 5.578.760.276.188	\$ 371.297.285
2.	<i>General Expense (GE)</i>	Rp 683.253.643.680	\$ 45.474.301
	<i>Total Production Cost (TPC)</i>	Rp 6.262.013.919.868	\$ 416.771.586

4.7.7. Analisa Keuntungan

a. Keuntungan Sebelum Pajak

Total Penjualan = Rp 6.826.274.253.021

Total Biaya Produksi = Rp 6.262.013.919.868

Keuntungan = Total Penjualan – Total Biaya Produksi

= Rp 6.826.274.253.021 - Rp6.262.013.919.868

= Rp 564.260.333.153

b. Keuntungan Sesudah Pajak

Pajak diambil sebesar 30% dari keuntungan (Aries & Newton, 1995)

Pajak (30% Keuntungan) = 0,3 x Rp 564.260.333.153

= Rp 169.278.099.946

Keuntungan sesudah pajak = Keuntungan sebelum pajak – pajak

= Rp564.260.333.153 - Rp169.278.099.946

= Rp 394.982.233.207

4.7.8. 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

$$\begin{aligned}\text{ROI} &= \frac{\text{Profit (keuntungan sebelum pajak)}}{\text{Fixed Capital Investment (FCI)}} \times 100\% \\ &= 46,61 \%\end{aligned}$$

Kesimpulan: Pabrik memenuhi syarat

b. Sesudah Pajak

$$\begin{aligned}\text{ROI} &= \frac{\text{Profit (keuntungan sesudah pajak)}}{\text{Fixed Capital Investment (FCI)}} \times 100\% \\ &= 32,63 \%\end{aligned}$$

2. Pay Out Time (POT)

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

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

a. Sebelum Pajak

$$\begin{aligned}\text{POT} &= \frac{\text{Fixed Capital Investment (FCI)}}{\text{Keuntungan sebelum pajak} + \text{Depresiasi}} \\ &= 2 \text{ tahun}\end{aligned}$$

b. Sesudah Pajak

$$\begin{aligned} \text{POT} &= \frac{\text{Fixed Capital Investment (FCI)}}{\text{Keuntungan sesudah pajak+Depresiasi}} \\ &= 2,5 \text{ tahun} \end{aligned}$$

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 per unit yang dijual agar mendapat keuntungan.

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

$$\text{BEP} = 40,51 \%$$

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 daripada biaya untuk menutup pabrik dan membayar fixed cost.

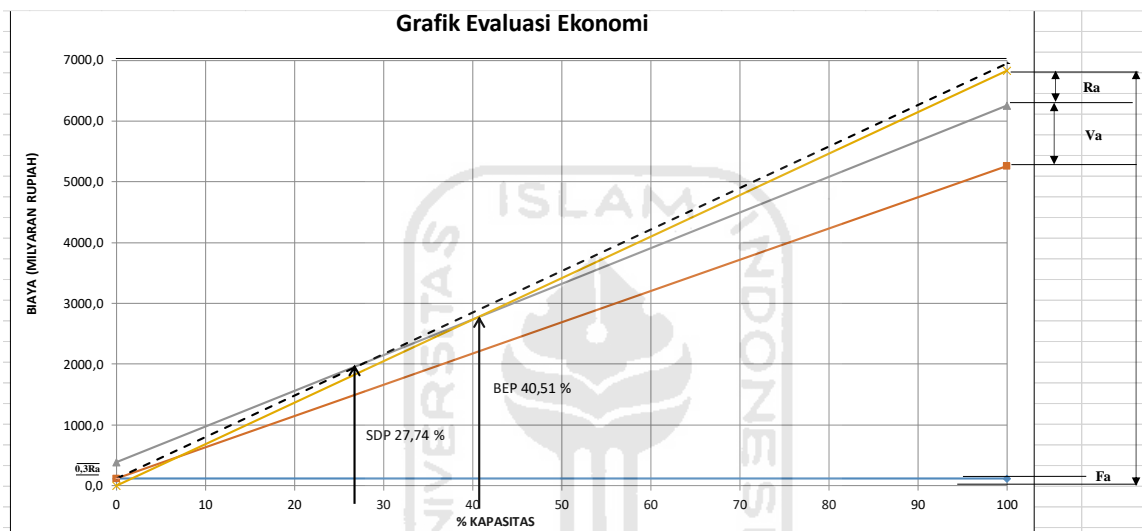
$$\text{SDP} = \frac{0,3 Ra}{Sa - Va - (0,7 Ra)} \times 100\%$$

$$\text{SDP} = 27,74 \%$$

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. Syarat minimum DCFR adalah diatas suku bunga deposito bank yaitu

sekitar 1,5 x suku bunga deposito ($1,5 \times 5\% = 8\%$). Nilai DCFR pada pabrik ini sudah memenuhi syarat karena nilainya melebihi 8%, yaitu 23,89% sehingga investor lebih tertarik untuk berinvestasi di pabrik karena suku bunga deposit yang ditawarkan oleh pabrik jauh lebih besar daripada suku bunga jika investor berinvestasi di bank.



Gambar 10. Grafik Kapasitas vs Biaya

BAB V

KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil pra-rancangan pabrik metil klorida dengan bahan baku methanol dan asam klorida dapat disimpulkan :

1. Menyatakan bahwa pabrik metil klorida dengan bahan baku methanol dan asam klorida dengan kapasitas 100.000 ton/tahun digolongkan sebagai pabrik yang beresiko rendah karena tekanan operasi umumnya sedang (< 10 atm) dan suhu operasi umumnya sedang (< 1000 K). Bahan umumnya mudah ditangani. Bahan baku serta produk mudah transportasinya, dan bahan bukan merupakan bahan yang dilarang oleh pemerintah.
2. Berdasarkan analisis ekonomi adalah sebagai berikut:
 - 1) Keuntungan yang diperoleh:
Keuntungan sebelum pajak Rp 564.260.333.153 /tahun, dan keuntungan setelah pajak (30%) sebesar Rp 394.982.233.207 /tahun.
 - 2) *Return Of Investment* (ROI) :
Presentase ROI sebelum pajak sebesar 46,61 %, sedangkan ROI setelah pajak sebesar 32,63 % atau masih dalam kategori beresiko tinggi. Syarat ROI setelah pajak untuk pabrik kimia berkisar antara 44% (Aries & Newton, 1995). Sehingga nilai ROI termasuk dalam kategori pabrik beresiko tinggi.
 - 3) *Pay Out Time* (POT):
POT sebelum pajak adalah 2 tahun dan POT setelah pajak adalah 2,5 tahun atau masih dalam kategori pabrik yang beresiko tinggi. Syarat POT setelah pajak untuk pabrik kimia dengan resiko tinggi adalah 2 tahun (Aries & Newton, 1995).
 - 4) *Break Even Point* (BEP) pada 40,51 %, dan *Shut Down Point* (SDP) pada 27,74 %. BEP untuk pabrik kimia pada umumnya adalah 40-60%.

- 5) *Discounted Cash Flow Rate* (DCFR) sebesar 23,89 %. Syarat minimum DCFR adalah diatas suku bunga deposito bank yaitu sekitar 1,5 x suku bunga deposito ($1,5 \times 5\% = 8\%$). Sehingga investor lebih tertarik untuk berinvestasi di pabrik ini daripada menyimpan uangnya di bank

Dari hasil analisis ekonomi di atas dapat disimpulkan bahwa pabrik metil klorida dari methanol dan asam klorida dengan kapasitas 100.000 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.
2. Perancangan pabrik kimia tidak lepas dari produksi limbah, sehingga diharapkan berkembangnya pabrik-pabrik kimia yang lebih ramah lingkungan.
3. Produk metil klorida dapat direalisasikan sebagai sarana untuk memenuhi kebutuhan di masa mendatang yang jumlahnya semakin meningkat.

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* “, 14th 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*, 3rd 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*,
4th ed.,
The Interscience Encyclopedia Inc, New York
- Levenspiel, O., 1999, *Chemical Reaction Engineering*, 3rd edition, John Wiley &
Sons, New York
- Ludwig, E.E, 1984, “ *Aplied Process Design for Chemical and Petrochemical
Plants*
“, 2nd ed, vol 1, 2, 3., Gulf Publishing Company
- Mc Cabe, W.L, Smith, J.C, and Harriot, P., 1985, “ *Unit Operation of
Chemical Engineering* “, 4th 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* “, 6th 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* “, 5th 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* ”, 3rd ed, Mc GrawHill Book Kogakusha, Tokyo
- Smith, J.M and Van Ness, H.C, “*Introduction to Chemical Engineering Thermodynamic’s* ”, 2nd 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* ”, 3rd 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://kaltimmethanol.com/>

<http://www.alibaba.com>

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

<http://www.trademap.com>



LAMPIRAN

Perhitungan Reaktor

Fungsi : Mereaksikan Metanol (CH_3OH) dan Asam Klorida (HCl)
dengan bantuan Katalis Silica Alumina Gel (Al_2O_3).

Jenis : *Fixed Bed Multitube*

Kondisi Operasi :

- a. Tekanan : 1,9 atm
- b. Temperatur : 105-140°C
- c. Reaksi : Eksotermis, non isothermal

A. Alasan Pemilihan

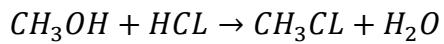
1. Zat pereaksi berupa fase gas dengan menggunakan katalis padat
2. Reaksi eksotermis sehingga diperlukan luas perpindahan panas yang besar agar kontak dengan pemanas berlangsung optimal.
3. Pengendalian suhu relatif mudah karena menggunakan tipe *shell and tube*.
4. Tidak perlu adanya pemisahan katalis dari gas keluaran reaktor

5. Konstruksi reaktor *fixed bed multitube* lebih sederhana jika dibandingkan dengan reaktor *fluidized bed* sehingga biaya pembuatan, operasional dan perawatannya relatif murah.

(Hill, 1977)

B. Menyusun Persamaan Laju Reaksi Overall

Reaksi yang terjadi dalam reaktor :



$$-r_A = k_0 \exp\left[\frac{-E_0}{RT}\right] P_{metanol}$$

Keterangan :

(-r_A) : Laju reaksi, kmol/(m³.cat.jam)

k₀ : 1,23x10⁸ kmol/(m³.cat.jam.atm)

E₀ : 80480 kJ/kmol

T : Suhu, K

P_{metanol} : Tekanan parsial metanol, atm

R : Konstanta gas ideal = 0,08206 atm.m³/kmol.K

(Turton, 2012)

C. Spesifikasi Katalis

Katalis yang digunakan adalah Silica Alumina Gel (Al_2O_3) dengan spesifikasi sebagai berikut :

- ✓ Wujud : Padat
- ✓ Bentuk : Bola
- ✓ Diameter : 0,3696 cm
- ✓ Densitas : 3,98 gr/cm³
- ✓ Densitas Bulk : 0,61 gr/cm³

D. Data-data Fisis Bahan

Kondisi campuran gas yang bereaksi di dalam reaktor mengalami perubahan untuk tiap *increment* panjang reaktor. Persamaan yang digunakan untuk menghitung kondisi campuran gas adalah :

1. Menghitung Berat Molekul (BM)

$$\text{BM campuran} = \sum(\text{BM}_i \cdot y_i)$$

BM_i : berat molekul komponen i, kg/kmol

Y_i : Fraksi mol komponen i

Tabel2 Data Berat Molekul Tiap Komponen

Komponen	BM
CH ₃ OH	32,04
HCL	36,46
CH ₃ CL	50,5
H ₂ O	18

Yaws, 1999

2. Menghitung Kapasitas Panas (Cp)

Kapasitas panas gas dihitung dengan menggunakan persamaan dari *Yaws (1999)*, sebagai berikut :

$$C_{p_i} = A + BT + CT^2 + DT^3 + ET^4$$

$$C_p \text{ campuran} = \sum(C_{p_i} \cdot y_i)$$

A,B,C,D,E : konstanta (*Yaws, 1999*)

T : temperatur, K

C_{p_i} : kapasitas panas komponen i, kJ/Kmol. K

Y_i : Fraksi mol komponen i

Tabel 2 Data Konstanta Kapasitas Panas Tiap Komponen

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

3. Menghitung Viskositas

Viskositas gas juga dihitung dari persamaan *Yaws* (1999), yaitu :

$$\mu_i = A + BT + CT^2$$

$$\mu \text{ campuran} = \frac{1}{\sum (x_i / \mu_i)}$$

A,B,C : Konstanta (*Yaws*, 1999)

T : Temperatur, K

μ_i : viskositas komponen i, *micropoise*

X_i : fraksi masa komponen i

Tabel 3 Data Konstanta Viskositas Tiap Komponen

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

(Yaws, 1999)

E. Dimensi Reaktor

1. Menentukan Jenis, Ukuran dan Susunan Tube

Diameter pipa reaktor dipilih berdasarkan pertimbangan agar perpindahan panas berjalan dengan baik. Pengaruh rasio D_p/D_t terhadap koefisien perpindahan panas dalam pipa yang berisi butir-butir katalisator dibandingkan dengan pipa kosong yaitu hw/h telah diteliti oleh Colburn's (smith hal 571), yaitu :

D_p/D_t	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30
hw/h	5,50	7,00	7,80	7,50	7,00	6,00

(Smith, Chem Kinetik Eng, P.571)

Dipilih $D_p/D_t = 0,15$

Dimana :

h_w = koefisien perpindahan panas dalam pipa berisi katalis

h = koefisien perpindahan panas dalam pipa kosong

D_p = diameter katalisator

D_t = diameter tube

Sehingga :

$D_p/D_t = 0,15$

$D_p = 0,146 \text{ in}$

$D_t = 0,146 / 0,15 = 0,97 \text{ in}$

Dari hasil perhitungan tersebut, maka diambil ukuran pipa standar agar koefisien perpindahan panasnya baik.

Dari tabel 11 *Kern* dipilih pipa dengan spesifikasi sebagai berikut :

- ✓ Nominal pipe size (NPS) = 1 in
- ✓ Diameter dalam *tube* (D_t) = 0,97 in
- ✓ Diameter luar *tube* (ODT) = 1,32 in
- ✓ *Flow area* per pipa ($a't$) = 0,864 in²
- ✓ Jumlah *tube pass* (N_{tb}) = 1
- ✓ Susunan *tube* = *triangular pitch*

P_T (*Pitch*) : 1,25 . ODT (Kern, 1965)

C (*Clearance*) : $P_T - ODT$ (Kern, 1965)

Susunan *tube* yang dipilih adalah *triangular pitch*, dengan alasan :

- Turbulensi yang terjadi pada susunan *tube* segitiga sama sisi lebih besar dibandingkan dengan susunan persegi, karena fluida yang mengalir di antara pipa yang letaknya berdekatan akan langsung menumbuk pipa yang terletak pada deretan berikutnya.
- Koefisien perpindahan panas konveksi (*h*) pada susunan segitiga 25% lebih tinggi dibandingkan dengan fluida yang mengalir dalam *shell* pada susunan persegi.

2. Menentukan Dimensi Tube

$$\begin{aligned}
 ID_s &= \sqrt{\frac{2 \cdot N_T \cdot 0,5 \cdot \sin 60 \cdot P_T^2}{\pi/4}} \\
 &= 103,611 \text{ in} = 2,63 \text{ m} \\
 B &= (0,2 \sim 1) \cdot ID_s \quad (\text{Kern, 1965}) \\
 &= 0,25 \cdot ID_s \\
 &= 25,90275 \text{ in} = 0,66 \text{ m} \\
 De &= \frac{4 \cdot (P_T^2 \cdot 0,5 \cdot 0,86 - 1/8 \cdot \pi \cdot ODT^2)}{0,5 \cdot \pi \cdot ODT} \quad (\text{Kern, 1965}) \\
 &= 0,966 \text{ in} \\
 a_s &= \frac{ID_s \cdot C \cdot B}{P_T} \quad (\text{Kern, 1965}) \\
 &= 536,762 \text{ in}^2 = 346.297 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Dimana :

ID_s : diameter dalam *shell*, m

B : jarak *baffle*, m

D_e : diameter efektif *shell*, m

a_s : *flow area shell*, m^2

F. Menghitung Berat Katalis yang diperlukan (W)

$$\begin{aligned} W &= V \cdot \rho_b \cdot N_T \\ &= \frac{\pi}{4} \cdot ID^2 \cdot H \cdot \rho_b \cdot N_T \\ &= 4,613 \text{ Kg} \end{aligned}$$

G. Menghitung Tebal Shell (ts)

Tebal *shell* dihitung dengan persamaan berikut :

$$T_s = \frac{P \cdot r_i}{f \cdot E - 0,6 \cdot P} + C \quad (\text{Brownell, pers. 13.1})$$

t_s : tebal *shell* minimum, in

P : *design pressure*, psig

r_i : jari-jari dalam *shell* ($0,5 \cdot ID_s$), in

f : *maximum allowable stress* (Table 13.1 *Brownell*), psig

E : efisiensi pengelasan (*Tabel 13.2 Brownell*)

C : *corrosion allowance*, in

Direncanakan bahan yang digunakan untuk *shell* terbuat dari *stainless steel SA 283*

Grade C, dengan spesifikasi :

f = 10350 psi (*Brownell*)

E = 0,8 (*tabel 13.2 Brownell*)

C = 0,125

P = 1,9 atm, over design 20%

P = 27,922 psi

r_i = 51,806 in

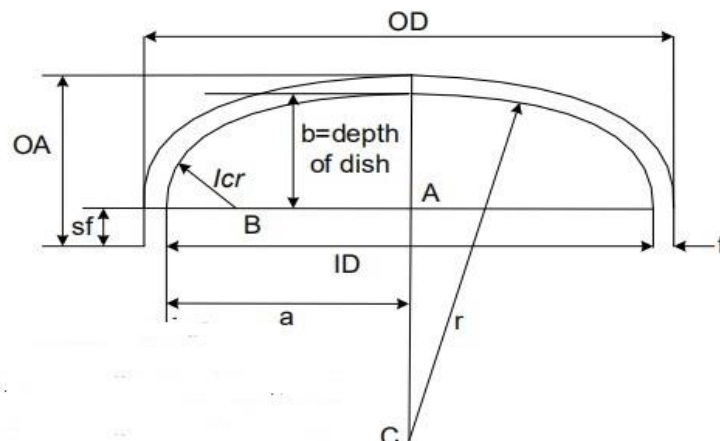
t_s = 0,3 in = 0,008 m

Digunakan t_s standar = 1/3 in (*Brownell, tabel 5.4*)

$OD_s = ID_s + 2t_s = 104 \frac{1}{5}$ in

H. Menghitung Tinggi dan Tebal Head

Bahan yang digunakan untuk *head* sama dengan bahan *shell* yaitu *stainless steel SA 283 Grade C*, dan *head* yang dipilih adalah berbentuk *Torispherical* karena cocok digunakan untuk tekanan 1 atm hingga tekanan hidrostatik (< 200 psig). (*Brownell, 1959*)



Gambar 6.1 Gambar *Head* Reaktor

Tebal *head* dihitung dengan persamaan :

$$th = \frac{P.ID_s}{2.f.E - 0,2.P} + C \quad (\text{Brownell, pers. 13.10})$$

th : tebal head, in

$$th = 0,49 \text{ in}$$

Digunakan th standar = 0,5 in

Berdasarkan *tabel 5.8 Brownell*, didapatkan sf = 1,5 ~ 3,5 (diambil 2,5 in)

Tinggi head (OA) dihitung dengan cara sebagai berikut :

$$AB = a - icr = 45,306 \text{ in}$$

$$BC = rc - icr = 114 \text{ in}$$

$$b = \sqrt{(BC^2 - AB^2)} = 15,934 \text{ in}$$

$$OA = th + b + sf = 18,928 \text{ in} = 0,481 \text{ m}$$

I. Menghitung Tinggi Reaktor Total (Hr) dan Volume Reaktor

$$\text{Volume Reaktor} = \frac{1}{4} \pi.ID^2.H_s + (2.V_{head})$$

$$= 14,313 \text{ m}^3$$

$$H_s = ID$$

Tinggi Cairan :

$$H_L = \frac{V_{reaktor}}{\left(\frac{\pi}{4} \cdot D^2\right)}$$
$$= 2,632 \text{ m}$$

Tinggi Cairan di *Shell* :

$$H_{L.S} = H_L - OA$$
$$= 2,151 \text{ m}$$

Tinggi Reaktor :

$$H_{reaktor} = H_S + 2h_d$$
$$= 3,593 \text{ m}$$

Volume Head :

$$V_{sf} = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot sf$$

V_{sf} : Volume pada sf

$$= 21068,077 \text{ in}^3$$

$$V_d = 0,000049 \cdot ID^3$$

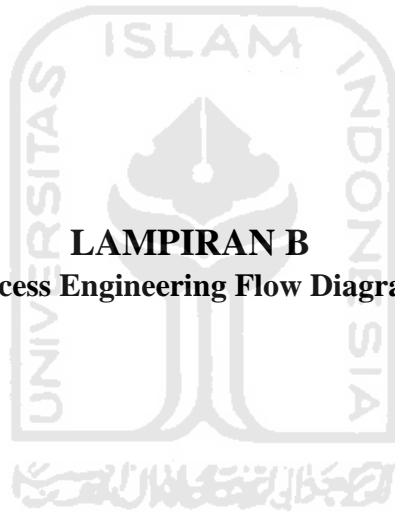
V_d : Volume Head *torispherical*

$$= 54,503 \text{ in}^3$$

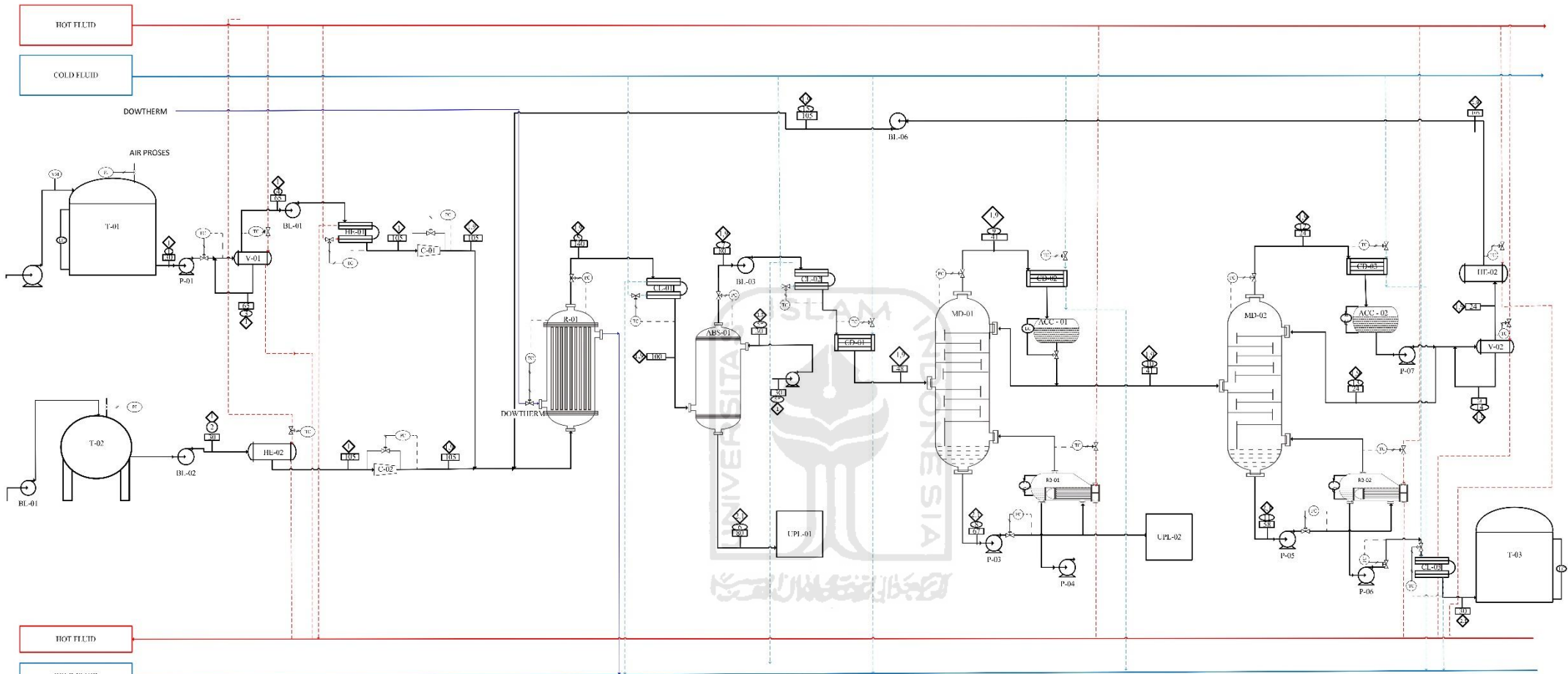
$$V_{head} = V_d + V_{sf}$$

= 12,224 ft³

LAMPIRAN B
(Process Engineering Flow Diagram)




PRA RANCANGAN PABRIK METIL KLORIDA DARI METHANOL DAN ASAM KLORIDA DENGAN KAPASITAS 100.000 TON/TAHUN



Komponen	Nomor Aliran															
	1	2	3	4	5	5*	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
CH ₃ OH	10644,3456	-	2128,8691	8515,4765	425,7738	-	421,5161	4,2577	3,9597	0,2980	0,2980	0,2980	-	-	-	-
HCl		12141,2598			507,3101		341,4197	165,8904		165,8904	164,2315	8,7493	155,4822	10,8838	28,9197	115,6787
H ₂ O	15,9905	12,1534	3,1981	12,7924	4567,2949		4521,6239	45,6730	45,6730							
H ₂ O (Absorber)						4948,8017	4948,8017									
CH ₃ Cl					12750,6237		61,2030	12689,4207	38,8683	12651,3524	12638,7011	12617,2153	21,4858	2,1486	3,8674	15,4698
Total	10660,3361	12153,4132	2132,0672	8528,2689	18251,0045	4948,8017	10294,5644	12905,2418	87,7009	12817,5409	12803,2306	12626,2626	176,9680	13,0323	32,7871	131,1485

SIMBOL	KETERANGAN
LC	Level Controller
TC	Temperature Controller
PC	Pressure Controller
□	Normal Arms
○	Subst. C
◇	Tekanan, atm
▽	Control Valve
—	Electric Connection
—	Piping
—	Udara Tekan
LI	Level Indicator
VM	Volume Meter
PI	Pressure Indicator
FC	Flow Controller

KODE	KETERANGAN
ABS	Absorber
ACC	Accumulator
C	Compressor
CD	Condensor
CL	Cooler
HE	Heat Exchanger
MD	Menara Distilasi
P	Pompa
R	Reaktor
RE	Reboiler
T	Tangki



JURISAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PABRIK METIL KLORIDA DARI METHANOL DAN ASAM KLORIDA
KAPASITAS 100.000 TON/TAHUN

Dikerjakan oleh:
1. DANA SETYANINGTYAS (16521096)
2. YUNTA KUSUMAWATI (16521097)

Dosen Pembimbing:
1. Ir. SUKIRMAN, M.M.
2. ARIANY ZUTIKANI, S.T., M.Eng.



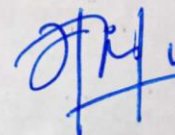
LAMPIRAN C
(Kartu Konsultasi Bimbingan)

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRA RANCANGAN PABRIK

Nama Mahasiswa 1 : Dana Setyaningtyas
 No. Mahasiswa 1 : 16521096
 Nama Mahasiswa 2 : Yunita Kurumawati
 No. Mahasiswa 2 : 16521097
 Judul Pra rancangan Pabrik : METIL Klorida dari METANOL dan ASAM Klorida
 DENGAN KAPASITAS 100.000 TON/TAMUN.
 Mulai Masa Bimbingan : 26 APRIL 2020
 Selesai Masa Bimbingan : 31 OKTOBER 2020

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1.	26-04-2020	Pengarahan mengenai judul TA	✓
2.	02-05-2020	Pengarahan mengenai data impor dan ekspor	✓
3.	20-05-2020	Penentuan kapasitas produksi	✓
4.	04-05-2020	Penentuan Alat Besar dan Diagram Alir	✓
5.	19-05-2020	Pengarahan data untuk Neraca Massa	✓
6.	12-06-2020	Pengecekan Neraca Massa	✓
7.	22-07-2020	Pengecekan Neraca Panas	✓
8.	21-08-2020	Perancangan Alat besar	✓
9.	01-09-2020	Perancangan Alat kecil	✓
10.	08-10-2020	Perancangan Utilitas dan naskah bab 1-3	✓
11.	20-10-2020	Pengecekan Naskah skripsi dan PEPD	✓
12.	29-10-2020	Tanda tangan lembar pengesahan	✓

Disetujui Draft Penulisan :
 Yogyakarta, 27 Oktober 2020
 Pembimbing,






(ARIANY ZULKHANJA, S.T., M.Eng)


Catatan:

- Kartu Konsultasi Bimbingan dilampirkan pada Laporan Pra Rancangan Pabrik
- Kartu Konsultasi Bimbingan dapat difotocopy

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRA RANCANGAN PABRIK

Nama Mahasiswa 1 : Dana Setyaningtyai
 No. Mahasiswa 1 : 16521096
 Nama Mahasiswa 2 : Yunita Kujumawah
 No. Mahasiswa 2 : 16521097
 Judul Pra rancangan Pabrik : METIL KLORIDA DARI METHANOL DAN ASAM KLORIDA
 DENGAN KAPASITAS 100.000 TON/TAHUN
 Mulai Masa Bimbingan : 10 MEI 2020
 Selesai Masa Bimbingan : 27 OKTOBER 2020

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1.	10-05-2020	konsultasi mengenai judul TA	
2.	11-05-2020	Pemilihan judul TA	
3.	17-07-2020	Penyusunan naskah BAB 1 & 2	
4.	19-10-2020	konsultasi mengenai evaluasi ekonomi	
5.	20-10-2020	Pengecekan naskah BAB 3 - BAB 5	
6.	27-10-2020	Tanda tangan lembar pengesahan	

Disetujui Draft Penulisan :
 Yogyakarta, 27 Oktober 2020
 Rembimbing,

 (..... IR. SUKIRMAN, MM)

- Catatan:**
- Kartu Konsultasi Bimbingan dilampirkan pada Laporan Pra Rancangan Pabrik
 - Kartu Konsultasi Bimbingan dapat difotocopy

