

**PRA RANCANGAN PABRIK DIMETILFORMAMIDA  
DARI METIL FORMAT DAN DIMETILAMINA  
KAPASITAS 5.000 TON/TAHUN**

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



**Oleh:**

**Nama: Muhammad Faishal Hasan  
No. Mahasiswa: 19521014**

**Nama: Shalahuddin Azmi Abdul Hafizh  
No. Mahasiswa: 19521016**

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

**2023**

**LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL**  
**PRA RANCANGAN PABRIK DIMETILFORMAMIDA**  
**DARI METIL FORMAT DAN DIMETILAMINA**  
**KAPASITAS 5.000 TON/TAHUN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Faishal Hasan

Nama : Shalahuddin Azmi Abdul  
Hafizh

No. Mahasiswa : 19521014

No. Mahasiswa : 19521016

Yogyakarta, 5 September 2023

Menyatakan bahwa seluruh hasil Prarancangan 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.

Td. Tangan

Td. Tangan



Muhammad Faishal Hasan



Shalahuddin Azmi Abdul Hafizh

**PRA RANCANGAN PABRIK DIMETILFORMAMIDA  
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING  
DARI METIL FORMAT DAN DIMETILAMINA**

**KAPASITAS 5.000 TON/TAHUN**

**PRA RANCANGAN PABRIK**

**Oleh:**

**Nama: Muhammad Faishal Hasan**

**Nama: Shalahuddin Azmi Abdul Hafizh**

**No. Mahasiswa: 19521014**

**No. Mahasiswa: 19521016**

**Yogyakarta, 5 September 2023**

**Pembimbing,**



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

**LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI**  
**PRA RANCANGAN PABRIK DIMETILFORMAMIDA**  
**DARI METIL FORMAT DAN DIMETILAMINA**  
**KAPASITAS 5.000 TON/TAHUN**  
**PRA RANCANGAN PABRIK**

**Oleh:**

**Nama : Muhammad Faishal Hasan**  
**No. Mahasiswa : 19521014**  
**Nama : Shalahuddin Azmi Abdul Hafizh**  
**No. Mahasiswa : 19521016**

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

**Yogyakarta, 20 September 2023**

**Tim Penguji,**

**Venitalitya Alethea Sari Augustia, S. T.,**  
**M.Eng.Ketua Penguji**



**Lilis Kistriyani, S. T., M.Eng.**  
**Penguji I**



**Umi Rofiqah, S. T., M.T.**  
**Penguji II**



**Mengetahui :**

**Ketua Program Studi Teknik Kimia**  
**Fakultas Teknologi Industri**  
**Universitas Islam Indonesia**

**Sholeh Ma'mun, S.T., M.T., Ph.**



## KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur kehadiran Allah SWT karena atas berkat rahma, hidayat, dan karunia-Nya, penulis dapat menyusun laporan tugas akhir dengan judul “Pra Rancangan Pabrik Dimetilformamida dari Metil Format dan Dimetilamina dengan Kapasitas 5.000 Ton/Tahun” tepat pada waktunya.

Tugas akhir ini menjadi salah satu syarat wajib yang harus ditempuh untuk menyelesaikan program Strata-I di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Penyelesaian tugas akhir ini dapat berjalan dengan baik karena tidak lepas dari dukungan serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Allah SWT karena atas segala karunia yang diberikan-Nya, penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir tepat waktu.
2. Orang tua dan keluarga penulis atas dukungan moril maupun material serta doa yang telah diberikan kepada penulis.

3. Bapak Sholeh Ma;mun, S.T., M.T., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
4. Ibu Venitalitya A. S. Augustia, S.T., M.Eng selaku dosen pembimbing atas bimbingan dan kesabaran yang diberikan dalam proses penyusunan laporan tugas akhir.
5. Shalahuddin Azmi Abdul Hafizh selaku rekan Kerja Praktek, Penelitian, dan Tugas akhir yang selalu membantu dan saling memberikan semangat dalam proses menuju Sarjana
6. Inti Himpunan Mira dan April yang banyak sekali membantu penulis dalam pengerjaan tugas akhir dan hal – hal lainnya
7. NIM 19322010 selaku sahabt yang selalu memberikan semangat kepada penulis
8. Teman-teman seperjuangan Teknik Kimia angkatan 2019
9. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu dalam membantu kelancaran proses pembuatan tugas akhir.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan tugas akhir masih banyak kekurangan dikarenakan keterbatasan pengetahuan penulis. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun. Akhir kata, semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 5 September 2023

## DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL PERANCANGAN PABRIK. ....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING .....	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI .....	iv
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xv
ABSTRAK .....	xvi
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Penentuan Kapasitas Pabrik.....	2
1.3 Tinjauan Pustaka .....	8
1.4 Tinjauan Termodinamika .....	13
1.5 Tinjauan Kinetika.....	18
<b>BAB II PERANCANGAN PRODUK .....</b>	<b>23</b>
2.1 Spesifikasi Produk.....	23
2.2 Spesifikasi Bahan Baku.....	26
2.3 Pengendalian Kualitas.....	28

<b>BAB III PERANCANGAN PROSES.....</b>	<b>31</b>
3.1 Diagram Alir Proses dan Material.....	31
3.2 Uraian Proses.....	33
3.3 Spesifikasi Alat.....	37
3.4 Neraca Massa.....	54
3.5 Neraca Panas .....	58
<b>BAB IV PERANCANGAN PABRIK.....</b>	<b>63</b>
4.1 Lokasi Pabrik.....	63
4.2 Tata Letak Pabrik.....	66
4.3 Tata Letak Mesin/ Alat Proses.....	71
4.4 Organisasi Perusahaan.....	75
<b>BAB V UTILITAS.....</b>	<b>92</b>
5.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air.....	92
5.2 Unit Pembangkit Steam.....	100
5.3 Unit Pembangkit Listrik.....	101
5.4 Unit Penyediaan Udara Tekan.....	104
5.5 Unit Penyediaan Bahan Bakar.....	104
<b>BAB VI EVALUASI EKONOMI.....</b>	<b>106</b>

<b>BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>122</b>
7.1 Kesimpulan.....	122
7.2 Saran.....	124
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>126</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>129</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Grafik impor DMF tahun 2017 – 2022 .....	3
Gambar 1. 2 Grafik ekspor DMF tahun 2017 – 2022 .....	5
Gambar 3. 1 Diagram alir kualitatif .....	30
Gambar 3.2 Diagram Alir Kuantitatif .....	31
Gambar 4. 1 Lokasi pendirian pabrik.....	64
Gambar 4. 2 lay out pabrik skala 1:1000.....	71
Gambar 4.3 Lay Out Alat Proses Skala 1:500.....	74
Gambar 4.4 Struktur Organisasi Perusahaan .....	77
Gambar 4. 5 Grafik umr pekerja wilayah serang .....	84
Gambar 5.1 Diagram Utilitas.....	105
Gambar 6. 1 Indeks harga.....	108
Gambar 6.2 Grafik Analisa Ekonomi .....	120

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Data perkembangan impor dmf di Indonesia .....	3
Tabel 1. 2 Data perkembangan ekspor DMF di Indonesia.....	4
Tabel 1. 3 Kapasitas pabrik DMF .....	6
Tabel 1. 4 Perbandingan proses pembuatan DMF .....	11
Tabel 1. 5 Biaya bahan baku dan produk.....	12
Tabel 1. 6 Data konstanta panas pembentukan .....	14
Tabel 1. 7 Nilai panas pembentukan.....	15
Tabel 1. 8 Data konstanta energi gibbs .....	16
Tabel 1. 9 Nilai energi gibbs .....	17
Tabel 2. 1 Spesifikasi dimetilformamida.....	23
Tabel 2. 2 Spesifikasi methanol.....	24
Tabel 2. 3 Spesifikasi metil format.....	26
Tabel 2. 4 Spesifikasi dimetilamina.....	27
Tabel 3. 1 Spesifikasi Tangki Penyimpanan.....	41
Tabel 3. 2 Spesifikasi Accumulator.....	43
Tabel 3. 3 Spesifikasi pompa.....	44
Tabel 3. 4 Spesifikasi expansion valve.....	45
Tabel 3. 5 Spesifikasi condenser.....	46
Tabel 3. 6 Spesifikasi reboiler.....	48
Tabel 3. 7 Spesifikasi cooler .....	50
Tabel 3. 8 Spesifikasi heater.....	52

Tabel 3. 9 Spesifikasi neraca massa total .....	54
Tabel 3. 10 Spesifikasi neraca massa R-01 .....	55
Tabel 3. 11 Spesifikasi neraca massa MD-01 .....	56
Tabel 3. 12 Spesifikasi neraca massa MD-02 .....	57
Tabel 3. 13 Neraca panas H-01 .....	58
Tabel 3. 14 Neraca panas H-02 .....	58
Tabel 3. 15 Neraca panas R-01 .....	59
Tabel 3. 10 Neraca panas C-01 .....	59
Tabel 3. 11 Neraca panas MD-01 .....	60
Tabel 3. 12 Neraca panas C-02 .....	60
Tabel 3. 13 Neraca panas H-03 .....	61
Tabel 3. 14 Neraca panas MD-02 .....	61
Tabel 3. 15 Neraca panas C-03 .....	62
Tabel 4. 1 Data ukuran luas area pabrik .....	69
Tabel 4. 2 Besar umr pekerja wilayah kabupaten serang .....	83
Tabel 4. 3 Gaji pekerja sesuai posisi dan jabatan .....	85
Tabel 4.4 Jadwal Kerja Setiap Kelompok .....	91
Tabel 5. 1 Kebutuhan air pendingin .....	97
Tabel 5. 2 Kebutuhan air steam .....	98

Tabel 5. 3 Daya yang dibutuhkan alat proses.....	101
Tabel 5. 4 Daya yang dibutuhkan alat utilitas.....	102
Tabel 5. 5 Kebutuhan listrik pabrik.....	104
Tabel 6.1 Physical plant cost (ppc).....	113
Tabel 6.2 Direct plant cost (dpc).....	114
Tabel 6.3 Fixed capital investment (fci).....	114
Tabel 6.4 Direct manufacturing cost (dmc).....	115
Tabel 6.5 Indirect manufacturing cost (imc).....	115
Tabel 6.6 Fixed manufacturing cost (fmc).....	116
Tabel 6.7 Total manufacturing cost (mc).....	116
Tabel 6.8 Working capital (wc).....	117
Tabel 6.9 General expense (ge).....	117
Tabel 6.10 Total biaya produksi.....	118
Tabel 6.11 Fixed cost (fa).....	118
Tabel 6.12 Variable cost (va).....	119
Tabel 6.13 Regulated cost (ra).....	119
Tabel 6.14 Penentuan kelayakan ekonomi.....	120

## **DAFTAR LAMPIRAN**

<b>LAMPIRAN A PERHITUNGAN DESAIN ALAT REAKTOR ALIR TANGKI BERPENGADUK.....</b>	<b>129</b>
<b>LAMPIRAN B KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PERANCANGAN PABRIK.....</b>	<b>144</b>
<b>LAMPIRAN C PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM.....</b>	<b>146</b>

## ABSTRAK

Dimetilformamida (DMF) merupakan pelarut higroskopis tak berwarna yang digunakan secara global sebagai pemisah suatu polimer dan sebagai media reaksi yang terjadi. Sebagai salah satu pelarut penting dalam dunia industri, konsumsi global DMF diperkirakan akan tumbuh pada tingkat tahunan sebesar 4%. Indonesia sendiri masih mengandalkan impor yang kebutuhannya semakin meningkat hingga tahun 2023 untuk permintaan DMF. Maka dengan berdirinya pabrik DMF di Indonesia, diharapkan dapat mencukupi kebutuhan DMF dalam negeri dan luar negeri. Pabrik dimetilformamida direncanakan akan didirikan di daerah Cikande, Serang, Banten dengan kapasitas produksi 5.000 ton/tahun. Pabrik ini akan dioperasikan selama 330 hari dengan total 201 karyawan. Bahan baku yang diperlukan dalam proses pembuatan dimetilformamida adalah metil format dan dimetilamina. Total bahan baku yang dibutuhkan sebesar 4.612 ton/tahun metil format dan 3.459 ton/tahun dimetilamina. Reaksi antara metil format dan dimetilamina akan menghasilkan produk utama berupa dimetilformamida dan produk samping berupa metanol. Proses produksi dimetilformamida dilakukan dalam Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) dengan kondisi operasi 3,4 atm dan pada suhu 110°C. Kemudian untuk memenuhi standar pasar produk utama dan produk samping, maka digunakan Menara Distilasi 1 dengan kondisi operasi umpan 1,84 atm pada suhu 58,27°C dan Menara Distilasi 2 dengan kondisi operasi umpan 1,77 atm pada suhu 66,39°C. Selain itu dibutuhkan juga penyedia utilitas antara lain seperti 3.311 kg/jam air, 62,90 kW/jam listrik yang disediakan oleh PLN dan menggunakan generator sebagai cadangan jika terjadi

pemadaman listrik. Parameter kelayakan pembangunan pabrik dapat dihitung melalui analisa ekonomi. Dari hasil analisis ekonomi, pabrik dimetilformamida berdiri dengan modal tetap sebesar Rp 132.239.798.950, modal kerja sebesar Rp 227.851.308.299, dan diperoleh total biaya produksi sebesar Rp 220.178.678.446 Kemudian untuk penjualan tahunan sebesar Rp 294.940.225.831 dan keuntungan setelah pajak sebesar Rp 31.679.382.915. Analisa kelayakan meliputi presentase *Return on Investment* (ROI) sebelum pajak 31,94%, *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak 2,5 tahun, *Break Even Point* (BEP) 47,68%, *Shut Down Point* (SDP) 26,60%, dan *Discounted Cash Flow* (DCF) 10,10%. Hasil analisa yang didapat menunjukkan bahwa pabrik dimetilformamida dengan kapasitas 5.000 ton/tahun layak untuk didirikan dan diteliti lebih lanjut.

Kata – kata Kunci: Dimetilformamida, Dimetilamina, Metil Format

## ABSTRACT

Dimethylformamide (DMF) is a colorless, hygroscopic solvent that is used globally as a polymer separator and as a reaction medium. As one of the important solvents in the industrial world, global consumption of DMF is expected to grow at an annual rate of 4%. Indonesia itself still relies on imports, the need for which will increase until 2023 for DMF demand. So with the establishment of a DMF factory in Indonesia, it is hoped that it can meet domestic and foreign DMF needs. The dimethylformamide factory is planned to be established in the Cikande area, Serang, Banten with a production capacity of 5,000 tons/year. This factory will be operated for a total of 330 days 201 employees. The raw materials needed in the process of making dimethylformamide are methyl formate and dimethylamine. The total raw materials required are 4,612 tons/year of methyl formate and 3,459 tons/year of dimethylamine. The reaction between methyl formate and dimethylamine will produce the main product in the form of dimethylformamide and the side product in the form of methanol. The dimethylformamide production process is carried out in a Stirred Tank Flow Reactor (RATB) with operating conditions of 3.4 atm and at a temperature of 110°C. Then, to meet market standards for the main product and by-products, Distillation Tower 1 was used with a feed operating condition of 1.84 atm at a temperature of 58.27°C and Distillation Tower 2 with a feed operating condition of 1.77 atm at a temperature of 66.39°C . Apart from that, utility providers are also needed, including 3,311 kg/hour of water, 62.90 kW/hour of electricity provided by PLN and using a generator as a backup in case of a power outage. Factory construction feasibility parameters can be calculated through economic analysis. From the results of the economic analysis, the

dimethylformamide factory was established with fixed capital of IDR 132,239,798,950, working capital of IDR 227,851,308,299, and obtained total production costs of IDR 220,178,678,446. Then for annual sales of IDR 294,940,225,831 and profit after tax of IDR 31,679,382,915. Feasibility analysis includes Return on Investment (ROI) percentage before tax 31.94%, Pay Out Time (POT) before tax 2.5 years, Break Even Point (BEP) 47.68%, Shut Down Point (SDP) 26.60 %, and Discounted Cash Flow (DCF) 10.10%. The analysis results obtained indicate that a dimethylformamide factory with a capacity of 5,000 tons/year is suitable for establishment and further research.

Keywords: Dimethylformamide, Dimethylamine, Methyl Format,

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Dimetilformamida (DMF) merupakan pelarut higroskopis tak berwarna yang digunakan secara global sebagai pemisah suatu polimer dan sebagai media reaksi yang terjadi. DMF juga digunakan sebagai pembuatan tinta dan pewarna dalam berbagai aplikasi pencetakan dan pencelupan serat. Sebagai salah satu pelarut penting dalam dunia industri, konsumsi global DMF diperkirakan akan tumbuh pada tingkat tahunan sebesar 4% (Nagarajan Ramaswamy, dkk. 2021). Selain itu DMF dipakai sebagai pelarut umum untuk pelapis kain kulit buatan. Dalam dunia industri, pemakaian pelarut memainkan peran utama dalam formulasi pelapis dengan mengontrol viskositas dan menentukan kualitas film akhir. Karena sebagian besar pelapis polimer berbasis pelarut, maka pemilihan pelarut yang tepat sangat penting untuk proses pelapisan (Nagarajan Ramaswamy, dkk. 2021).

DMF adalah bahan kimia industri yang umum dengan produksi sekitar 300.000 ton pada tahun 1991, terutama digunakan dalam industri tekstil dan farmasi sebagai pelarut serbaguna yang larut dalam air dan pelarut organik. Selain itu, DMF dapat terurai secara hayati (Knapp JS, dkk. 2000). Pada data yang ada, produksi global serat sintetis sekitar 34 juta metric ton pada tahun 2002. Dimana dibandingkan dengan selulosa, serat sintetis memiliki kemampuan pengeringan cepat untuk memindahkan kelembapan dari tubuh permukaan, estetika fleksibel,

dan tahan terhadap ngelat, kimia, dan degradasi sinar matahari. Penggunaan utama adalah pakaian olahraga, perabotan rumah tangga (selimut, pelapis), dan penggantian asbes dalam pengaturan industri (Angerer J, dkk. 2005).

Oleh karena itu, perlu didirikannya pabrik DMF di Indonesia dengan beberapa pertimbangan berupa:

1. Dapat meningkatkan kualitas produk dalam negeri dengan pemakaian DMF sebagai salah satu bahan baku pelarut, khususnya produk serat sintetis.
2. Memiliki peluang untuk melakukan ekspor sehingga memperoleh keuntungan, dibandingkan selalu melakukan impor untuk memenuhi kebutuhan bahan baku di industri dalam negeri.
3. Dengan adanya pabrik baru, tentu dapat mengurangi tingkat pengangguran di Indonesia yang mana hal tersebut selalu menjadi permasalahan sejak dulu hingga saat ini.

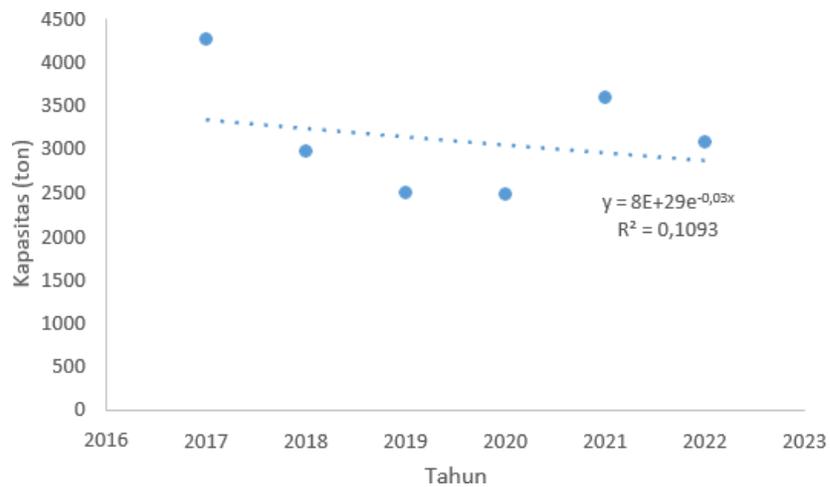
## **1.2 Penentuan Kapasitas Pabrik**

Kapasitas perancangan pabrik DMF didasarkan pada data impor, ekspor, dan kapasitas pabrik DMF yang sudah berdiri. Hingga tahun 2022, Indonesia masih aktif dalam melakukan impor maupun ekspor produk DMF.

Tabel 1. 1 Data perkembangan impor DMF di indonesia

Tahun	Impor (ton / tahun)
2017	4.281,800
2018	2.988,200
2019	2.506,200
2020	2.488,200
2021	3.488,200
2022	3.099,201

(BPS Indonesia, 2017 – 2022)



Gambar 1. 1 Grafik impor DMF tahun 2017 – 2022

Berdasarkan data Tabel 1. 1 diperoleh grafik linear antara data tahun pada sumbu x dan data import pada sumbu y, sesuai pada Gambar 1.1 . Dengan menggunakan metode eksponensial, impor DMF di Indonesia pada tahun yang akan datang saat pembangunan pabrik dapat diperkirakan dengan menggunakan persamaan  $y = 8E + 29e^{-0,03x}$  yang diperoleh berdasarkan grafik pada Gambar 1. 1. Dengan persamaan tersebut, diperkirakan untuk tahun 2028 kebutuhan impor DMF di Indonesia sebesar:

$$y = 8E + 29e^{-0,03x}$$

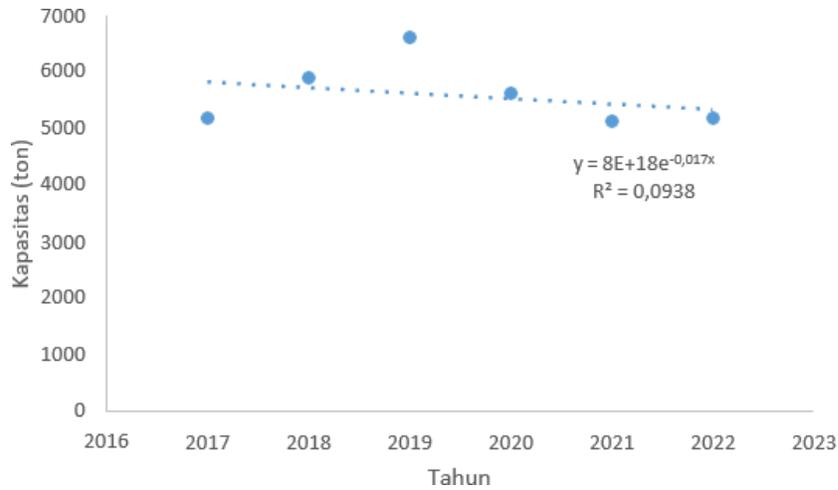
$$y = 8E + 29e^{-0,03 \times 2028}$$

$$y = 3.024,222$$

Tabel 1. 2 Data perkembangan ekspor DMF di indonesia

Tahun	Ekspor (ton/tahun)
2017	5.204,600
2018	5.907,500
2019	6.622,400
2020	5.632,600
2021	5.133,000
2022	5.182,640

(BPS Indonesia, 2017 – 2022)



Gambar 1. 2 Grafik ekspor DMF tahun 2017 – 2022

Berdasarkan data Tabel 1. 2 diperoleh grafik linear antara data tahun pada sumbu x dan data ekspor pada sumbu y, sesuai pada Gambar 1.2. Dengan menggunakan metode eksponensial, ekspor DMF di Indonesia pada tahun yang akan datang saat pembangunan pabrik dapat diperkirakan dengan menggunakan persamaan  $y = 8E + 18e^{-0,017x}$  yang diperoleh berdasarkan grafik pada Gambar 1. 4. Dengan persamaan tersebut, diperkirakan untuk tahun 2028 kebutuhan ekspor DMF di Indonesia sebesar:

$$y = 8E + 18e^{-0,017x}$$

$$y = 8E + 18e^{-0,017 \times 2028}$$

$$y = 8.518,310$$

Selain dari data impor dan ekspor, pertimbangan dalam menentukan kapasitas produksi DMF yaitu dilihat dari kapasitas produksi pabrik yang telah berdiri. Hingga saat ini diketahui bahwa hanya ada satu pabrik yang memproduksi DMF di Indonesia, padahal kebutuhan DMF di Indonesia cukup tinggi yang dapat diperhatikan dari adanya impor DMF ke Indonesia. Untuk kapasitas pabrik yang sudah beroperasi dapat di lihat pada Tabel 1. 2.

Tabel 1. 3 Kapasitas pabrik DMF

Pabrik	Lokasi	Kapasitas (ton/tahun)
Rashtriya, Chemicals and Fertilizer	Thane, India	2.500
Ertisa	Huelva, Spain	5.000
BASF Quimica dan Bahia SA	Camacari, Brazil	6.000
Celanese Mexicana	Cosoleacaque, Veracruz, Mexico	6.000
Air Products and Chemicals	Pensacola, Fla., United States	7.000

Pabrik	Lokasi	Kapasitas (ton/tahun)
Korea Fertilizer Co.	Ulsan, Republic of Korea	8.000
Lee Chang Yung Chemical Industry	Hsinchu City, Taiwan	10.000
Chinook	Toronto, Canada	10.000
ICI-Petrochemical Division	Bilingham, U.K	15.000
Leuna Werke	Leuna, Germany	19.000
Mitsubishi Gas Chemicals	Matsuhama, Niigata, Japan	20.000
UCB	Gent, Belgium	25.000
Nitto Chemical Industries	Tsurami, Yokohama, Japan	35.000
PT Langgeng Kimindo Pratama	Karawang West Java, Indonesia	40.000
E.I. du Pont de Nemours & Co., Inc.	Belle, W.VA., United States	41.000
TOTAL		267.000

(Kirk and Othmer, 1985)

Berdasarkan perhitungan impor dan ekspor yang telah dilakukan mengikuti persamaan pada Gambar 1. 1 dan Gambar 1. 2. Maka dapat diperkirakan peluang kapasitas pabrik yang dapat dibangun pada tahun 2028 sebesar:

$$\text{Peluang} = \text{Ekspor} - \text{Impor}$$

$$\text{Peluang} = (8.518,310 - 3.024,222) \text{ ton}$$

$$\text{Peluang} = 5.494,09 \text{ ton}$$

Kapasitas pabrik DMF yang akan didirikan dapat disesuaikan dengan kapasitas pabrik DMF yang sudah berdiri pada saat ini. Besar kapasitas diperoleh berdasarkan peluang sebesar 5.494,09 ton/tahun, yang kemudian disesuaikan dengan referensi pabrik DMF yang sudah ada antara 2.500 – 41.000 ton/tahun sesuai pada Tabel 1.3. Dengan mempertimbangkan persaingan antarperusahaan serta mempertimbangkan pengeluaran dan keuntungan, maka digunakan kapasitas pabrik DMF sebesar 5.000 ton/tahun dalam perancangan pabrik.

## **1.3 Tinjauan Pustaka**

### **1.3.1 Dimetilformamida (DMF)**

Dimetilformamida (DMF) adalah cairan bertitik didih tinggi (153°C) yang larut dengan sebagian besar pelarut terutama alifatik, mampu melarutkan sebagian besar senyawa organik, dan tersedia dalam jumlah besar dengan biaya yang rendah. Kekuatan solvasi dari pelarut ini terutama dieksploitasi dalam

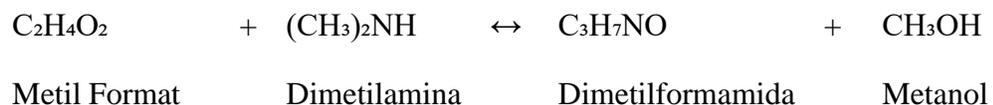
pemurnian bahan bakar untuk memisahkan campuran aromatik dari komponen alifatik dalam pemurnian minyak bumi. DMF sendiri sangat cocok untuk reaksi nukleofilik atau elektrofilik, atau bahkan melibatkan spesies bermuatan tinggi karena sifat polarnya ( $\mu = 3,9$  D pada suhu kamar) (Basma. N,dkk. 2019).

Hal itu membuat DMF menjadi salah satu pelarut paling umum untuk sintesis dan penyempurnaan kimia, baik pada skala laboratorium maupun industri. Pengaplikasian utamanya termasuk sebagai pelarut polimer untuk pemintalan serat, sintesis peptida dalam keadaan padat, dan baru-baru ini sebagai pelarut untuk memproses bahan nano bermuatan dan tidak bermuatan. Dari berbagai kegunaan tersebut, DMF telah menunjukkan kinerja terbaik untuk dispersi pelarut nanokarbon (Basma. N,dkk. 2019).

### 1.3.2 Jenis Proses yang Terjadi

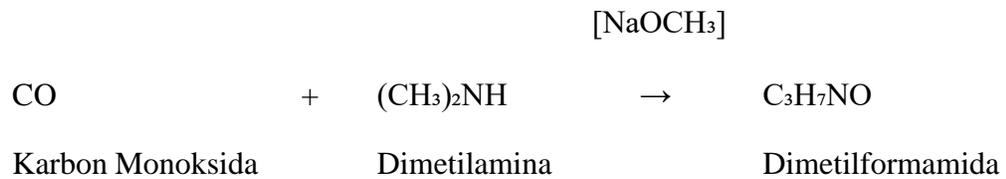
#### a. Dimetilformamida dari Metil Format dan Dimetilamina

N,N – Dimetilformamida dapat diperoleh melalui sintesis dengan dua langkah, dimana proses reaksi yang terjadi dijalankan secara kontinyu. Produk DMF dari proses ini terbilang memiliki kemurnian yang cukup tinggi dengan hasil samping berupa metanol. Untuk reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut : (H.-J.Arpe & K. Weissermel. 1997)



b. Dimetilformamida dari Dimetilamina dan Karbon Monoksida

Dimetilformamida juga bisa diperoleh dengan mereaksikan antara karbon monoksida murni atau gas stream berisi karbon monoksida dengan larutan dimetilamina dalam suatu reaktor. Dimana reaksi yang terjadi dibantu menggunakan bantuan katalis natrium metoksida atau sodium metoksida. Katalis nantinya akan bereaksi dengan produk samping dalam aliran umpan gas seperti karbon dioksida dan air, kemudian membentuk garam padat. Hasil garam tersebut akan larut dalam air, sehingga ketika nantinya banyaknya garam yang dihasilkan sudah menumpuk maka reaktor harus segera dibersihkan. Oleh karena itu perlu dilakukan pemeriksaan secara berkala guna memelihara alat yang digunakan. Untuk reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut: (H.-J.Arpe & K. Weissermel. 1997).



Tabel 1. 4 Perbandingan proses pembuatan DMF

Parameter	Proses	
	Metil Format + DMA	Karbon Monoksida + DMA
Bahan Baku	Metil Format dan Dimetilamina	Karbon Monoksida dan Dimetilamina
Kondisi Operasi	P = 1 – 3 atm T = 60°C - 100°C	P = 5 - 109 atm T = 50 - 200°C
Kemurnian	99,5%	99,9%
Yield	99,7%	95 – 98%
Konversi	90%	N/A
Limbah	Sisa Dimetilamina dan Metil Format yang tidak direfluks	Garam dari reaksi katalis dan produk samping
Produk Samping	Metanol	Garam padat
Katalis	Tidak ada	Natrium Metoksida atau Sodium Metoksida

(relevance of DMF to industry)

Tabel 1. 5 Biaya bahan baku dan produk

Nama Bahan	Harga (\$/kg)
Metil Format	107
Dimetil Amin	61,74
Karbon Monoksida	34,3
Dimetil Formamida	174,4
Metanol	43,16
Natrium Metoksida	112

(chemicalbook.com)

### 1.3.3 Pemilihan Proses

Berdasarkan perbandingan beberapa parameter dari masing-masing proses sesuai pada Tabel 1. 4, maka dipilih proses sintesis DMF berbahan baku metil format dan dimetilamina. Hal itu karena untuk bahan baku yang dibutuhkan dalam prosesnya lebih sederhana, yangmana tidak perlu adanya bantuan katalis. Kondisi operasi yang dijalankan pun lebih rendah berdasarkan spesifikasi bahan baku pada Tabel 2. 7 dan Tabel 2. 8, sehingga akan menghemat biaya untuk pengeluaran energi yang dibutuhkan. Untuk hasil proses juga didapatkan produk samping yang bernilai dan dapat diolah kembali apabila ingin ditingkatkan kualitas produknya, yaitu berupa metanol.

Berbeda dengan proses satunya yang produk samping berupa limbah. Pemeliharaan alat juga akan lebih besar pengeluaran untuk bahan baku

dimetilamina dan karbon monoksida, karena sisa bahan baku akan ada yang bereaksi dengan katalis yang akan menghasilkan garam padat. Sehingga alat perlu dibersihkan secara berkala agar tidak mengganggu proses yang berjalan. Selain itu berdasarkan Tabel 1. 5, diketahui bahwa harga bahan baku dimetil format dan dimetilamina tidak terlalu mahal dibanding proses menggunakan karbon monoksida berkatalis dan hasil produk samping yang diperoleh. Oleh karena itu apabila dilihat dari berbagai aspek yang ada, ditentukan untuk lebih baik menggunakan bahan baku dimetilamina dan metil format.

#### 1.4 Tinjauan Termodinamika

Penentuan sifat reaksi beroperasi secara eksotermis atau endotermis dapat ditinjau berdasarkan panas pembentukan reaksi standar ( $\Delta H^{\circ}_R$ ). Nilai  $\Delta H^{\circ}_R$  dapat ditentukan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\Delta H^{\circ}_R = \Delta H^{\circ}_{f \text{ produk}} - \Delta H^{\circ}_{f \text{ reaktan}}$$

(II-1)

Nilai panas pembentukan masing-masing komponen dapat ditentukan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\Delta H^{\circ}_f = A + BT + CT^2$$

(II-2)

Dimana,

$\Delta H^{\circ}_f$  : panas pembentukan pada suhu standar (kJ/mol)

T : suhu standar

A,B,C : konstanta panas pembentukan

(Yaws, 2003)

Tabel 1. 6 Data konstanta panas pembentukan

Komponen	A	B	C
(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> NH	2,64	-0,08	4,32E-05
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	-337,96	-0,05	2,37E-05
C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> NO	-171,59	-0,08	4,56E-05
CH <sub>3</sub> OH	-187,99	-0,05	2,16E-05

(Yaws, 2003)

Penentuan nilai panas pembentukan dimetilamina mengikuti persamaan (II-2) pada suhu standar berupa:

$$\begin{aligned}\Delta H_f^\circ &= 2,64 - (0,08 \times 298,15) + (4,32 \times 10^{-7} \times 298,15^2) \\ &= -18,60 \text{ kJ/mol}\end{aligned}$$

Nilai panas pembentukan komponen lain dapat dicari menggunakan Tabel 1.6 Data konstanta panas pembentukan dengan cara yang sama, sehingga diperoleh data seperti pada Tabel 1. 7.

Tabel 1. 7 Nilai panas pembentukan

Komponen	$\Delta H^{\circ}_r$ (kJ/mol)
$(\text{CH}_3)_2\text{NH}$	-18,60
$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$	-349,70
$\text{C}_3\text{H}_7\text{NO}$	-191,70
$\text{CH}_3\text{OH}$	-200,90

Penentuan nilai panas reaksi sesuai persamaan (II-1), berupa:

$$\begin{aligned} \Delta H^{\circ}_R &= (-191,70 + (-200,90)) - (-18,60 + (-349,70)) \\ &= -24,31 \text{ kJ/mol} \\ &= -24.306 \text{ J/mol} \end{aligned}$$

Nilai  $\Delta H^{\circ}_R$  bernilai negatif menunjukkan bahwa reaksi pembentukan dimetilformamida merupakan reaksi eksotermis. Selain itu, reaksi dapat ditentukan apakah dapat berlangsung atau tidak dengan ditinjau berdasarkan nilai  $\Delta G^{\circ}_r$  dengan mengikuti persamaan berupa:

$$\Delta G^{\circ}_r = \Delta G^{\circ}_f \text{ produk} - \Delta G^{\circ}_f \text{ reaktan} \quad (\text{II-3})$$

Nilai energi Gibbs pembentukan masing-masing komponen dapat ditentukan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\Delta G^{\circ}_f = A + BT + CT^2 \quad (\text{II-4})$$

Dimana,

$\Delta G^{\circ}_f$  : energi Gibbs pembentukan pada suhu standar (kJ/mol)

T : suhu standar

A,B,C : konstanta energi Gibbs

Tabel 1. 8 Data konstanta energi gibbs

Komponen	A	B	C
(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> NH	-20,44	0,29	2,46E-05
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	-350,91	0,18	1,35E-05
C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> NO	-194,11	0,13	1,90E-05
CH <sub>3</sub> OH	-201,49	0,13	1,88E-05

(Yaws, 2003)

Penentuan nilai energi Gibbs pembentukan dimetilamina mengikuti persamaan (II-4) pada suhu standar, dengan menggunakan data yang ada pada Tabel 1. 17 berupa:

$$\begin{aligned}\Delta G^{\circ}_f (\text{CH}_3)_2\text{NH} &= (-88,06 + (-161,06)) - (68,20 + (-296,05)) \\ &= 68,20 \text{ kJ/mol}\end{aligned}$$

Nilai energi Gibbs untuk komponen lain ditentukan sesuai data dengan persamaan yang sama, dimana diperoleh seperti pada Tabel 1.8.

Tabel 1. 9 Nilai energi gibbs

Komponen	$\Delta G^\circ_r$ (kJ/mol)
$(\text{CH}_3)_2\text{NH}$	68,20
$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$	-296,05
$\text{C}_3\text{H}_7\text{NO}$	-88,06
$\text{CH}_3\text{OH}$	-161,06

Penentuan nilai panas reaksi mengikuti persamaan (II-3) berupa:

$$\begin{aligned} \Delta G^\circ_R &= (-88,06 + (-161,06)) - (68,20 + (-296,05)) \\ &= -21,28 \text{ kJ/mol} \\ &= -21.281,30 \text{ J/mol} \end{aligned}$$

Diperoleh hasil yang negatif, sehingga menunjukkan bahwa reaksi pembentukan dimetilformamida dapat dilakukan. Selain itu, arah reaksi dapat ditentukan apakah satu arah atau bolak-balik dengan meninjaunya berdasarkan konstantan kesetimbangan reaksi (K).

$$K = \exp \frac{\Delta G^\circ_R}{RT_1}$$

$$K = 796,84 \quad (\text{Smith et al., 2005})$$

Berdasarkan nilai K yang diperoleh, maka arah reaksi menuju pembentukan produk. Dimana reaksi berlangsung dalam kondisi *irreversible*, dengan reaksi bersifat non elementer.

## 1.5 Tinjauan Kinetika

Dalam pembentukan dimetilformamida dapat ditentukan kecepatannya melalui pendekatan collision theory dengan persamaan berupa:

$$-r_A = k C_A C_B \quad (\text{II-5})$$

Dimana,

$k$  : konstanta kecepatan reaksi ( $\text{m}^3/\text{kmol}\cdot\text{jam}$ )

$C_A$ : konstanta  $(\text{CH}_3)_2\text{NH}$  ( $\text{mol/L}$ )

$C_B$ : konstanta  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$  ( $\text{mol/L}$ )

Besarnya nilai konstanta kecepatan reaksi pembentukan dimetilformamida ditentukan dengan persamaan:

$$k = \sigma_{AB}^2 \left( \frac{8\pi R_g T}{M_A M_B} \right)^{\frac{1}{2}} \exp\left(\frac{-E}{RT}\right) \quad (\text{II-6})$$

Dimana,

$k$  : konstanta kecepatan reaksi ( $\text{cm}^3/\text{mol}\cdot\text{s}$ )

$\sigma_{AB}$  : collision diameter rata-rata ( $\text{cm}$ )

$R_g$ : konstanta gas ideal ( $8,31 \times 10^7 \text{ erg/mol}\cdot\text{K}$ )

- R : 1,987 kal/mol.K
- T : suhu operasi (383,15 K)
- MA : berat molekul (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>NH (45,08 gr/mol)
- MB : berat molekul C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O<sub>2</sub> (60,05 gr/mol)
- E : energi aktivasi (kal/mol)

(Smith,1970)

Besarnya collision diameter rata-rata dapat diperoleh berdasarkan persamaan berupa:

$$\sigma_{AB} = \frac{\sigma_A + \sigma_B}{2} \quad (\text{II-7})$$

Dimana,

- $\sigma_{AB}$  : collision diameter rata-rata (nm)
- $\sigma_A$  : collision diameter senyawa (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>NH (nm)
- $\sigma_B$  : collision diameter senyawa C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O<sub>2</sub> (nm)

Dalam penentuan nilai collision diameter masing-masing senyawa dapat diperoleh berdasarkan persamaan berupa:

$$\sigma = 1,18v^{\frac{1}{3}} \quad (\text{II-8})$$

Dimana,

$\sigma$  : collision diameter (nm)

$v$  : molecular volume (nm<sup>3</sup>)

(Treybal, 1981)

Untuk nilai  $v$  (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>NH dan C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O<sub>2</sub> yaitu:

$v_A$ : 0,0711 nm<sup>3</sup>

$v_B$ : 0,0592 nm<sup>3</sup>

(Treybal, 1981)

Dengan mengikuti persamaan (II-8) maka diperoleh nilai collision diameter

berupa:

$$\begin{aligned} A &= 1,18 \times 0,0711^{\frac{1}{3}} \\ &= 0,4888 \text{ nm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B &= 1,18 \times 0,0592^{\frac{1}{3}} \\ &= 0,4599 \text{ nm} \end{aligned}$$

Dengan mengikuti persamaan (II-7) diperoleh nilai rata-rata collision diameter

berupa:

$$\sigma_{AB} = \frac{0.4888 + 0.4599}{2}$$

$$\sigma_{AB} = 0,4735 \text{ nm}$$

$$= 0,48 \times 10^{-7} \text{ cm}$$

Nilai energi aktivasi  $E$  dapat ditentukan berdasarkan transition state melalui pendekatan menggunakan energi ikat (Smith, 1970) berupa:

$$E = \Delta H^* \tag{II-9}$$

$E$  : energi aktivasi (kkal/kmol)

$\Delta H^*$  : energi ikat (kkal/kmol)

#### Data energi ikat

Komponen	$\Delta H_f^*$ (kJ/mol)
$(\text{CH}_3)_2\text{NH}$	397
$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$	245,23
$\text{C}_3\text{H}_7\text{NO}$	377
$\text{CH}_3\text{OH}$	171,50

(Dean, 1999)

Penentuan nilai energi aktivasi diperoleh dengan mengikuti persamaan (II-9) berupa:

$$E = \Delta H^*$$

$$= (397 + 245,23) - (377 + 171,50)$$

$$= 97,73 \text{ kJ/mol}$$

$$= 22,40 \text{ kkal/mol}$$

$$= 22.400 \text{ kal/mol}$$

Penentuan konstanta kecepatan reaksi pembentukan dimetilformamida pada suhu 110°C (383,15 K) mengikuti persamaan (II-6) berupa:

$$k = (0,48 \times 10^{-7}) (8 \times 3,14 \times (8,314 \times 10^7)^{-1}) X 383,15^{\frac{45,08+60,05}{45,08 \times 60,05}} e^{\frac{-22.400}{1,987 \times 383,15}}$$

$$k = 7,34 \times \frac{10^{-25} \text{ cm}^3}{\text{molekul}} \cdot \text{detik} \times 6,02 \times 10^{23} \text{ molekul/mol}$$

$$k = 0,4417 \text{ cm}^3/\text{mol} \cdot \text{detik}$$

$$k = 1,95 \text{ m}^3/\text{kmol} \cdot \text{jam}$$

reaksi pembuatan dimetilformamida mengikuti persamaan reaksi dan konstanta kecepatan reaksi yang diperoleh berlangsung pada suhu 110°C dan tekanan 3,4 atm. Dimana reaksi berlangsung tanpa menggunakan katalis, dengan perbandingan mol reaktan dimetilamina dan metil format sebesar 1 : 1. (Surman, 1963). Dengan kondisi orde persamaan kecepatan reaksi yang sesuai dengan koefisien persamaan stoikiometri, maka reaksi yang terjadi adalah elementer.

## BAB II

### PERANCANGAN PRODUK

#### 2.1 Spesifikasi Produk

##### 2.1.1 Dimetilformamida (DMF)

Tabel 2. 1 Spesifikasi dimetilformamida

Spesifikasi	Keterangan
Rumus	$C_3H_7NO$
Kemurnian	99%
Wujud	Cair
Warna	Tidak berwarna
pH	7 (pada 200 g/l) (pada 20 °C)
Titik lebur	-61 °C
Titik didih	153 °C (pada 1.013 hPa) (Metoda : DIN 51755 – 2)
Titik nyala	-32 °C
Batas bawah/ atas flamabilitas atau ledakan	Tertinggi batas ledakan: 16% (V) Terendah batas ledakan: 2,2% (V)

Spesifikasi	Keterangan
Kekentalan (viskositas)	0,86 mPa.s (pada 20 °C)
Tekanan uap	3,77 hPa (pada 20 °C)
densitas	0,94 g/cm <sup>3</sup> (pada 20 °C)
Kelarutan dalam air	1000 g/l (pada 20 °C)
Koefisien partisi (n-oktanol/air)	Log pow: -0,81 (pada 25 °C) diperkirakan tidak ada potensi Bioakumulasi
Suhu penguraian	>350 °C
Suhu dapat membakar sendiri	435 °C (pada 1.013 hPa) (Metoda: DIN 51794)

(smartlab.co.id)

### 2.1.2 Metanol

Tabel 2. 2 Spesifikasi metanol

Spesifikasi	Keterangan
Rumus	CH <sub>3</sub> OH
Kemurnian	99%
Wujud	Cair
Warna	Tidak berwarna
pH	-

Spesifikasi	Keterangan
Titik lebur	-98 °C
Titik didih	64,5 °C (pada 1.013 hPa) (Metoda : DIN 51755 – 2)
Titik nyala	-10 °C
Batas bawah/ atas flamabilitas atau ledakan	Tertinggi batas ledakan: 44% (V) Terendah batas ledakan: 5,5% (V)
Kekentalan (viskositas, dinamis)	0,597 mPa.s (pada 20 °C)
Tekanan uap	128 hPa (pada 20 °C)
Densitas	0,792 g/cm <sup>3</sup> (pada 20 °C)
Kelarutan dalam air	pada 20 °C
Koefisien partisi (n- oktanol/air)	Log pow: -0,77 (percobaan) diperkirakan tidak ada potensi bioakumulasi
Suhu penguraian	>350 °C
Suhu dapat membakar sendiri	455 °C

(smartlab.co.id)

## 2.2 Spesifikasi Bahan Baku

### 2.2.1 Metil Format

Tabel 2. 3 Spesifikasi metil format

Spesifikasi	Keterangan
Rumus	$C_2H_4O_2$
Kemurnian	99%
Wujud	Cair
Warna	Tidak berwarna
pH	4 – 5 (pada 200 g/l) (pada 20 °C)
Titik lebur	-100,4 °C
Titik didih	31,5 °C (pada 1.013 hPa)
Titik nyala	-32 °C
Batas bawah/ atas flamabilitas atau ledakan	Tertinggi batas ledakan: 23% (V) Terendah batas ledakan: 5% (V)
Kekentalan (viskositas)	
Tekanan uap	644 hPa (pada 20 °C)
densitas	0,968 g/cm <sup>3</sup> (pada 20 °C)

Spesifikasi	Keterangan
Kelarutan dalam air	300 g/l (pada 20 °C)
Koefisien partisi (n-oktanol/air)	Log pow: -0,21 (pada 25 °C, diperkirakan tidak ada potensi bioakumulasi)
Suhu penguraian	85 °C
Suhu dapat membakar sendiri	N/A

(merckmillipore.com)

### 2.2.2 Dimetilamina

Tabel 2. 4 Spesifikasi dimetilamina

Spesifikasi	Keterangan
Rumus	$(\text{CH}_3)_2\text{NH}$
Kemurnian	99%
Wujud	Cair
Warna	Tidak berwarna
pH	14
Titik lebur	-38 °C
Titik didih	47 °C
Titik nyala	18,5 °C
	Tertinggi batas ledakan: 12,3% (V)

Spesifikasi	Keterangan
Batas bawah/ atas flamabilitas atau ledakan	Terendah batas ledakan: 2,6% (V)
Kekentalan (viskositas)	Viskositas, dinamis : 3,49 mPa.s (pada 20 °C)
Tekanan uap	263 hPa (pada 20 °C)
densitas	0,89 g/cm <sup>3</sup> (pada 20 °C)
Kelarutan dalam air	Pada 20°C
Koefisien partisi (n-oktanol/air)	Log pow: -0,27 (pada 25 °C,) diperkirakan tidak ada potensi Bioakumulasi
Suhu penguraian	N/A
Suhu dapat membakar sendiri	N/A

(merckmillipore.com)

## 2.3 Pengendalian Kualitas

### 2.3.1 Definisi Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas adalah usaha untuk mempertahankan dan meningkatkan kualitas dari produk yang dihasilkan, agar sesuai dengan spesifikasi produk yang telah ditetapkan berdasarkan kebijaksanaan pimpinan perusahaan (Pavletic, dkk. 2008). Apabila dalam suatu sistem tidak dilakukan pengendalian kualitas, maka

dapat berpengaruh terhadap kondisi keberjalanan setiap proses dan berdampak pada kualitas produk akhir. Dalam pengendalian kualitas akan dibagi menjadi beberapa bagian berupa pengendalian kualitas bahan baku, pengendalian kualitas proses, dan pengendalian kualitas produk.

### **2.3.2 Pengendalian Kualitas Bahan Baku**

Pengendalian kualitas bahan baku berfungsi untuk mengetahui kualitas bahan baku yang akan digunakan. Tingkat kemurnian dari bahan baku akan mempengaruhi hasil kemurnian dari hasil produk. Oleh sebab itu dalam pembelian bahan baku perlu dipastikan kemurniannya sesuai dengan standar atau memenuhi persyaratan yang sudah ditetapkan. Selain itu, berdasarkan spesifikasi dari dimetilamina dan metil format, maka tangki penyimpanan bahan baku harus tertutup rapat untuk menghindari pengurangan volume bahan baku akibat penguapan. Dan bahan dari tangki juga harus diperhatikan agar tidak ada perubahan sifat bahan baku yang disimpan akibat bereaksi dengan sifat bahan dari tangki.

### **2.3.3 Pengendalian Kualitas Proses**

Pengendalian kualitas proses berfungsi untuk memperhatikan kualitas produk yang dapat berubah selama berjalannya proses. *Level controller* adalah pengendalian yang dilakukan terhadap kapasitas volume cairan pada tangki. *Flow controller* adalah pengendalian yang dilakukan terhadap laju aliran input dan output proses yang terjadi. *Temperature controller* adalah pengendalian yang dilakukan

terhadap tinggi rendahnya temperatur yang diatur. Dan *pressure controller* adalah pengendalian yang dilakukan terhadap besar kecilnya tekanan pada sistem.

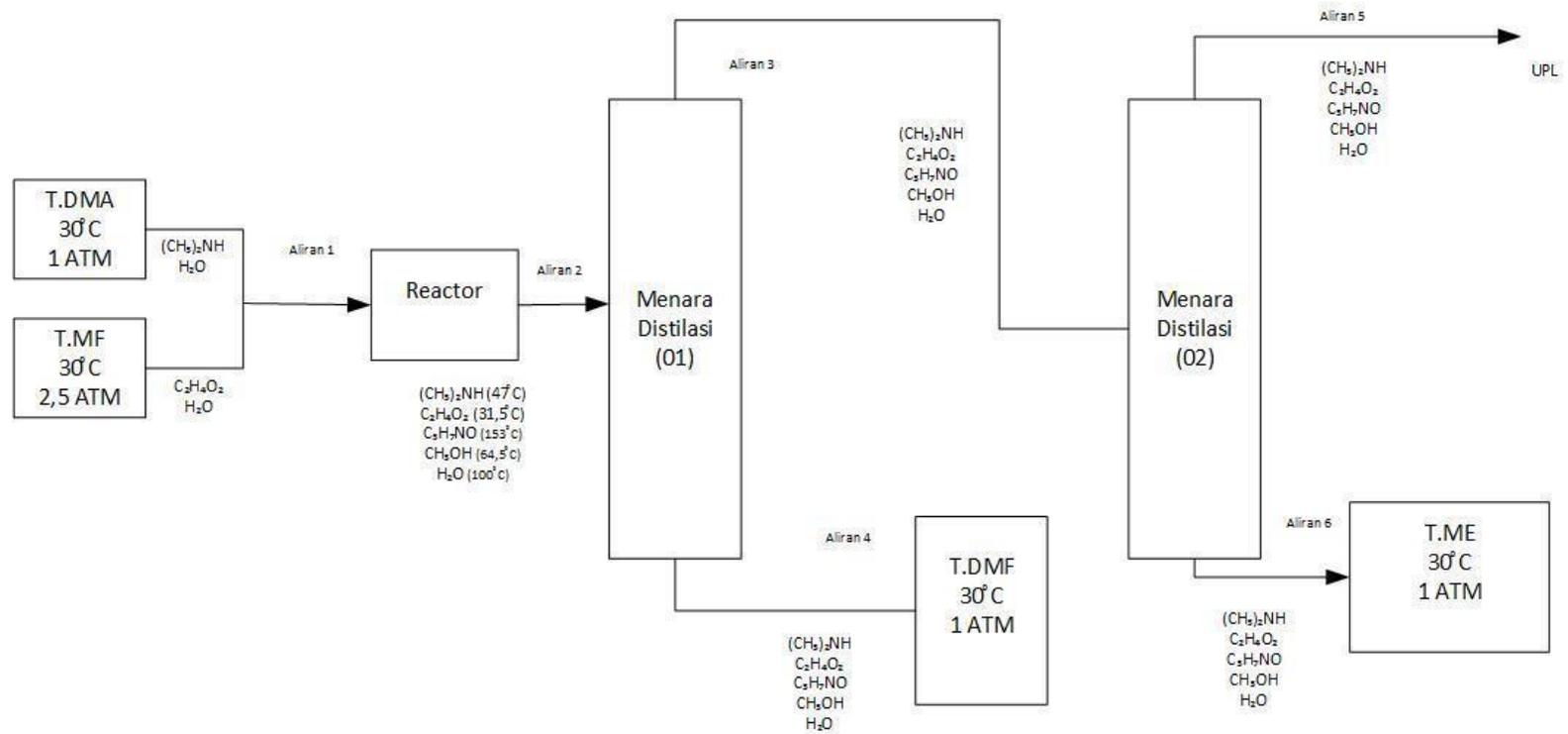
#### **2.3.4 Pengendalian Kualitas Produk**

Pengendalian kualitas produk berfungsi untuk menjaga kualitas produk sesuai yang diharapkan. Pengendalian ini menjadi hasil dari pengendalian bahan baku dan proses, dimana apabila dikontrol dengan baik akan diperoleh produk yang sesuai dan begitu juga sebaliknya. Umumnya kualitas produk dikontrol ketika produk sudah diperoleh dan ditampung dalam tangki penyimpanan. Sebelum melalui proses pengiriman, akan dilakukan pengecekan kualitas untuk memastikan kualitas produk sudah memenuhi spesifikasi yang diharapkan.

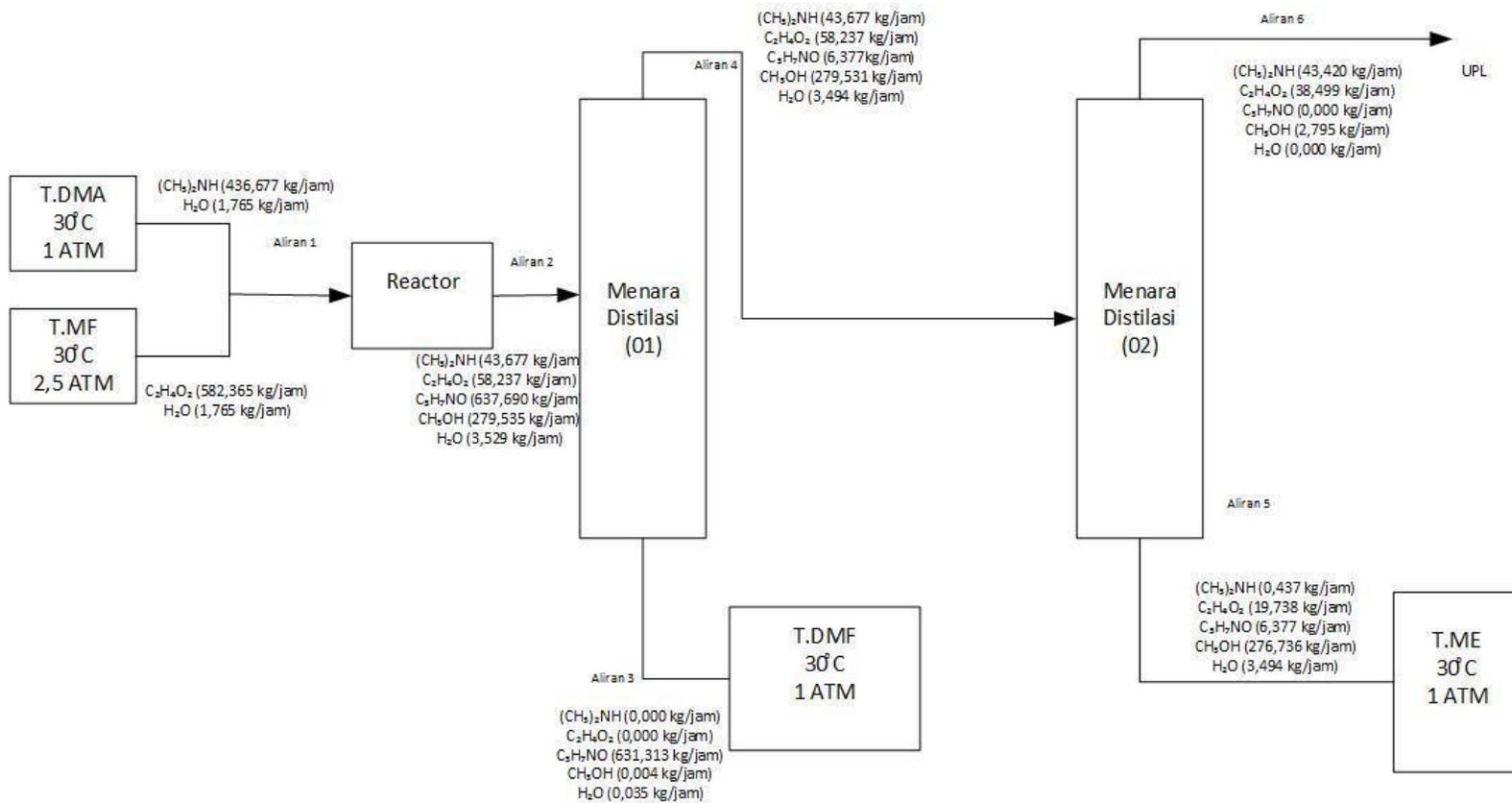
## BAB III

### PERANCANGAN PROSES

#### 3.1 Diagram Alir Proses dan Material



Gambar 3. 2 Diagram alir kualitatif



Gambar 3. 3 Diagram alir kuantitatif

### 3.2 Uraian Proses

Dalam suatu perancangan, nantinya akan terdapat berbagai proses yang dijalankan mulai dari persiapan hingga pengemasan. Untuk produksi dari DMF nantinya akan berlangsung melalui tiga tahapan proses. Dimana penguraian prosesnya berupa diawali dengan tahapan persiapan bahan baku (berhubungan dengan pre-treatment sebelum bahan baku diolah untuk menghasilkan produk), kemudian dilanjutkan dengan tahapan pembuatan produk (berhubungan dengan kondisi operasi yang dilakukan selama mereaksikan bahan baku menjadi produk), dan diakhiri dengan tahapan pemisahan dan pemurnian produk (berhubungan dengan pengontrolan kemurnian produk untuk menjaga kualitas sebelum dikemas).

#### 3.2.1 Tahap Persiapan Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan dalam proses pembuatan dimetilformamida adalah dimetilamina dan metil format. Bahan baku dimetilamina dan metil format disimpan dalam kondisi cair dengan waktu tinggal 30 hari dalam sebuah tangki penyimpanan (TK-01 dan TK-02). Kedua tangki tersebut berupa tangki vertikal dengan kondisi penyimpanan suhu 30°C dan tekanan 1 atm untuk Tangki Dimetilamina dan suhu 30°C dan tekanan 1 atm untuk Tangki Metil Format. Bahan dimetilamina dan metil format nantinya dipindahkan menggunakan pompa (P-01 dan P-02) yang bertujuan untuk mengalirkan kedua bahan baku dari tangki penyimpanan menuju reaktor (R-01) dan menaikkan

tekanan menjadi 3.4 atm sebagai syarat kondisi operasi dalam reaktor (R-01).

Sebelum sampai di reaktor (R-01), bahan dimetilamina dan metil format terlebih dahulu akan dipompa menuju *heater* (H-01 dan H-02). Hal itu dilakukan untuk menaikkan suhu kedua bahan baku dari awalnya 30°C menjadi 110°C sebagai syarat terjadinya reaksi membentuk produk yang diinginkan di reaktor (R-01).

### 3.2.2 Tahap Pembuatan Produk

Reaktor yang digunakan dalam proses pembuatan dimetilformamida adalah Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) yang bekerja pada suhu 110°C dan tekanan 3.4 atm. Konversi reaksi dalam reaktor yang terjadi mencapai 90%. Dimana reaksi yang terjadi antara dimetilamina dan metil format bersifat eksotermis dan reaksi satu arah (irreversible), sehingga selama reaktor (R-01) beroperasi harus menjaga kondisi suhu dan tekanan untuk menghindari terjadinya reaksi samping. Sehingga untuk menjaga suhu reaksi digunakan jaket pendingin pada reaktor (R-01). Hasil keluaran reaktor (R-01) nantinya berupa produk utama dimetilformamida, produk samping metanol, sisa bahan baku dimetilamina dan metil format, dan sedikit air.

### 3.2.3 Tahap Pemisahan dan Pemurnian Produk

Semua larutan yang keluar dari reaktor (R-01) dialirkan menuju menara distilasi (MD-01). Sebelum memasuki menara distilasi (MD-

01), larutan keluaran reaktor diturunkan tekanannya terlebih dahulu menggunakan *expansion valve* (EXP-01) dari 3.4 atm menjadi 1.8 atm. Kemudian dilewatkan *cooler* (C-01) untuk menurunkan suhu dari 110°C menjadi 85.27°C. Nantinya umpan yang masuk dalam menara distilasi (MD-01) sebesar 1,022.70 kg/jam. Pada menara distilasi (MD-01) memiliki hasil produk atas dan bawah, dimana proses ini berfungsi untuk memisahkan produk utama DMF dari produk samping metanol, sisa bahan baku (dimetilamina dan metil format), dan sisa air untuk memperoleh kemurnian produk utama sesuai yang diharapkan.

Pada bagian *bottom*, sebagian produk bawah dikembalikan ke dalam menara bagian bawah setelah diuapkan dengan reboiler (RB-01) dan sebagian lagi berupa produk utama DMF yang memiliki kemurnian 99.99% sebanyak 631.31 kg/jam akan dialirkan menuju tangki penyimpanan. Namun terlebih dahulu akan dilewatkan *expansion valve* (exp-02) untuk menurunkan tekanan dari 1.97 atm menjadi 1 atm dan *cooler* (C-02) untuk menurunkan suhu dari 175.27°C menjadi 30°C. Kemudian disimpan dalam tangki penyimpanan DMF (TK-01). Sedangkan produk atas berupa sisa produk utama DMF, produk samping metanol, sisa bahan baku (dimetilamina dan metil format), dan sisa air akan melalui *condensor* (CD-01) yang kemudian ditampung dalam *accumulator* (ACC-01). Sebagian akan dikembalikan ke distilat (MD-01) dan sebagian lagi dialirkan menuju menara distilasi kedua

(MD-02) menggunakan pompa (P-03), namun ditanikkan terlebih dahulu suhunya menggunakan *heater* (H-03).

Sebagian hasil atas distilat (MD-01) sebesar 391.32 kg/jam akan dialirkan sebagai umpan masuk menara distilasi kedua (MD-02) dengan kondisi operasi 66.39°C dan 1.77 atm, dimana sebelum sampai nantinya larutan akan melalui *heater* (H-03) untuk menaikkan suhu dari 66,39°C menjadi 81.6°C . Proses dalam menara distilasi kedua (MD-02) berfungsi untuk memisahkan produk samping metanol dari sisa bahan baku (dimetilamina dan metil format).

Pada bagian *bottom*, sebagian produk bawah dikembalikan ke dalam menara bagian bawah setelah diuapkan dengan reboiler (RB-02) dan sebagian lagi berupa produk samping metanol dengan kemurnian 91.25% sebesar 276.74 kg/jam dialirkan menuju tangki penyimpanan (TK-04). Namun sebelumnya akan diturunkan tekanan dari 2.04 atm menjadi 1 atm menggunakan *expansion valve* (EXP-03) dan suhu dari 84.54°C menjadi 30°C menggunakan *cooler* (C-04). Sedangkan produk atas berupa sisa bahan baku (dimetilamina dan metil format) dan sisa produk samping metanol yang ikut menguap. Setelah melalui *condensor* (CD-02), produk atas akan ditampung dalam *accumulator* (ACC-02) yang nantinya sebagian larutan akan dikembalikan ke distilat (MD-02) dan sebagian lagi menuju Unit Pengolahan Limbah (UPL).

### 3.3 Spesifikasi Alat

#### 3.3.1 Spesifikasi Reaktor

##### 1. Reaktor

###### Spesifikasi Umum

Kode : R-01

Fungsi : Mereaksikan dimetilamina

dengan metil format menjadi produk utama dimetilformamida dan

produk samping metanol

Jenis : Reaktor Alir Tangki

Berpengaduk

Bahan : Carbon Steel A-283 grade C

Kelebihan : Menjaga kondisi operasi tetap stabil

Ketahanan terhadap korosi cukup

baik

###### Kondisi Operasi

Suhu : 110 °C

Tekanan : 3,4 atm

###### Dimensi Reaktor

Volume : 1,25 m<sup>3</sup>

Diameter : 1,37 m

Tinggi : 1,37 m

Tebal <i>shell</i>	:	0,008 m
Tebal <i>head</i>	:	0,008 m
Spesifikasi Pengaduk		
Jenis	:	<i>Six blade turbin agitator</i>
Jumlah baffle	:	4
Daya pengaduk	:	12 Hp
Efisiensi motor (80%)	:	14 Hp
Spesifikasi Jacket Pendingin		
Diameter dalam	:	1,78 m
Diameter luar	:	1,80 m
Tebal jacket	:	0,009 m
Tinggi jacket	:	1,65 m
P desain jacket	:	62,98 psia
Luas yang dilalui air pendingin	:	0,107 m <sup>2</sup>
Kecepatan air pendingin	:	0,61 m/jam

### 3.3.2 Spesifikasi Alat Pemisah

#### 1. Menara Distilasi 01

Kode	:	MD-01
Fungsi	:	Memisahkan produk utama DMF dari produk samping metanol, sisa bahan baku (dimetilamina dan metil format), dan sisa air

Jenis *Plate* : *Tray distillation columns*  
Bahan : Stainless steel 167 grade 3 type  
316  
Kelebihan : Tahan terhadap korosifitas  
Memiliki struktur kuat

#### Kondisi Operasi

##### a. Puncak menara

Suhu : 66,40 °C  
Tekanan : 1,77 atm

##### b. Umpan

Suhu : 85,27 °C  
Tekanan : 1,84 atm

##### c. Dasar menara

Suhu : 183,75 °C  
Tekanan : 1,97 atm

#### Spesifikasi

a. Diameter puncak : 0,47 m  
b. Diameter dasar : 0,50 m  
c. Tinggi : 5,12 m  
d. Tebal *shell* : 0,19 in  
e. Tebal *head* : 0,25 in

## 2. Menara Distilasi 02

Kode	:	MD-02
Fungsi	:	Memisahkan produk samping metanol dari sisa bahan baku (dimetilamina dan metil format)
Jenis <i>Plate</i>	:	<i>Tray distillation columns</i>
Bahan	:	Stainless steel 167 grade 3 type 316
Kelebihan	:	Tahan terhadap korosifitas Memiliki struktur kuat
Kondisi Operasi		
a. Puncak menara		
Suhu	:	29,77 °C
Tekanan	:	1,70 atm
b. Umpan		
Suhu	:	66,39 °C
Tekanan	:	1,77 atm
c. Dasar menara		
Suhu	:	82,50 °C
Tekanan	:	2,04 atm
Spesifikasi		
a. Diameter puncak	:	0,32 m
b. Diameter dasar	:	0,36 m

- c. Tinggi : 6,90 m
- d. Tebal *shell* : 0,19 in
- e. Tebal *head* : 0,19 in

### 3.3.3 Spesifikasi Tangki Penyimpanan

Tabel 3. 1 Spesifikasi Tangki Penyimpanan

Tangki	TK-01	TK-02	TK-03	TK-04
Fungsi	Menyimpan bahan baku DMA	Menyimpan bahan baku metil format	Menyimpan produk utama DMF	Menyimpan produk samping metanol
Jenis Tangki	<i>Cylindrical vertical tank, flat bottom, torispherical flanged &amp; dished head</i>			
Bahan	Carbon steel SA-167 grade 11 tipe 316			
Kelebihan	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tahan terhadap korosi</li> <li>- Kekuatan baik (mempunyai <i>allowable stress</i> cukup besar yaitu 18.750 psi)</li> <li>- Harga murah</li> </ul>			
Fase	Cair			
Operasi	Suhu (°C)	30		
	Tekanan (atm)	1	2,5	1

Tangki		TK-01	TK-02	TK-03	TK-04
Spesifikasi	Diameter (m)	15,25			
	Tinggi (m)	5,49			
	Tebal <i>shell</i> (in)	0,31			
	Jumlah <i>course</i>	3			
	Tinggi head (m)	2,68	2,67	2,67	2,67
	Tebal <i>head</i> (in)	0,88	0,50	0,50	0,44
	Tinggi Total (m)	8,17	8,16	8,16	8,16
Jumlah (unit)		1			

Tabel 3. 2 Spesifikasi Accumulator

Accumulator		ACC-01	ACC-02
Fungsi		Menampung kondensat dari CD-01 untuk menjaga koninuitas dan kestabilan aliran keluar	Menampung kondensat dari CD-02 untuk menjaga koninuitas dan kestabilan aliran keluar
Bahan		Carbon steel SA-283 grade c	
Kelebihan		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Harga relatif murah</li> <li>- Konstruksi sederhana</li> <li>- Tidak memerlukan area luas</li> </ul>	
Jenis		Tangki silinder horizontal	
Kondisi	Suhu (°C)	81,62	40,70
Operasi	Tekanan (atm)	1,77	1,70
Spesifikasi	Diameter (m)	0,08	0,05
	Panjang (m)	0,19	0,17
	Tebal dinding (m)	0,004	
	Tebal <i>head</i> (m)		
Jumlah (unit)		1	1

### 3.3.4 Spesifikasi Alat Transportasi Bahan

Tabel 3. 3 Spesifikasi pompa

Pompa		P-01	P-02	P-03
Fungsi		Memompa DMA menuju R-01 dan menaikkan tekanan	Memompa metil format menuju R-01 dan menaikkan tekanan	Memompa hasil distilat (CD-01) menuju umpan (MD-02)
Jenis		Pompa centrifugal single stage		
Bahan		Carbon steel SA-283 grade C		
Kelebihan		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Harga relatif murah</li> <li>- Konstruksi sederhana</li> <li>- Tidak memerlukan area luas</li> </ul>		
Spesifikasi	NPS (in)	0,75	0,75	0,75
	Sch	40		
	Total head (m)	6,22	5,85	5,22
	Power motor standar (Hp)	0,05	0,08	0,05
	Power pompa (Hp)	0,03	0,04	0,02

Tabel 3. 19 Spesifikasi expansion valve

Expansion Valve		EXP-01		EXP-02		EXP-03	
Fungsi		Menurunkan tekanan R-01		Menurunkan tekanan RB-01		Menurunkan tekanan RB-02	
Jenis		Throttle valve					
Bahan		Stainless steel 240 grade b					
Kelebihan		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tahan terhadap korosi</li> <li>- Struktur kuat dengan allowable stress 11.500psi</li> <li>- Memiliki ketahanan suhu bahan hingga 371,11°C</li> </ul>					
Kondisi Operasi	Arus	Masuk	Keluar	Masuk	Keluar	Masuk	Keluar
	Suhu (°C)	110		183,75		82,50	
	Tekanan (atm)	3,40	1,80	1,97	1	2,04	1

### 3.3.5 Spesifikasi Alat Penukar Panas

Tabel 3. 5 Spesifikasi condensor

Condensor	CD-01	CD-02
Fungsi	Mengembunkan uap yang keluar dari puncak MD-01 dengan pendingin air	Mengembunkan uap yang keluar dari puncak MD-02 dengan pendingin air
Jenis	Shell and tube exchanger	
Bahan	Carbon steel SA-283 grade c	
Kelebihan	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Harga relatif murah</li> <li>- Konstruksi sederhana</li> <li>- Tidak memerlukan area luas</li> </ul>	
Beban Panas (kJ/jam)	809.938	206.621
Luas Transfer Panas (ft <sup>2</sup> )	85	162

Condensor		CD-01		CD-02	
Panjang (ft)		12			
Kondisi Operasi	Posisi	Shell	Tube	Shell	Tube
	Fluida	Dingin (air)	Panas (produk)	Dingin (air)	Panas (produk)
	ID (in)	10	-	8	-
	Baffle space (in)	7,50	-	6	-
	Pass	1	2	1	2
	OD (in)	-	0,75	-	0,75
	BWG	-	10	-	10
	Pitch	-	0,94 in triangular pitch	-	0,94 in triangular pitch

Tabel 3. 6 Spesifikasi reboiler

Reboiler		RB-01		RB-02	
Fungsi		Menguapkan cairan yang keluar dari MD-01 sebagai hasil bawah		Menguapkan cairan yang keluar dari MD-02 sebagai hasil bawah	
Jenis		Shell and tube exchanger			
Bahan		Carbon steel SA-283 grade c			
Kelebihan		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Harga relatif murah</li> <li>- Konstruksi sederhana</li> <li>- Tidak memerlukan area luas</li> </ul>			
Beban Panas (kJ/jam)		949,86		280,38	
Luas Transfer Panas (ft <sup>2</sup> )		165,04		12,51	
Panjang (ft)		12			
	Posisi	Shell	Tube	Shell	Tube

Reboiler		RB-01		RB-02	
Kondisi Operasi	Fluida	Dingin (produk)	Panas ( <i>steam</i> )	Dingin (produk)	Panas ( <i>steam</i> )
	ID (in)	10	-	10	192.032,65
	Baffle space (in)	7,50	-	7,50	0,25
	Pass	1	2	1	2
	OD (in)	-	0,75	-	0,75
	BWG	-	10	-	10
	Pitch	-	0,94 in triangular pitch	-	0,94 in triangular pitch

Tabel 3. Spesifikasi cooler

Cooler		C-01				C-02				C-03			
Fungsi		Menurunkan suhu hasil dari R-01 sebelum masuk MD-01				Menurunkan suhu hasil dari RB-01 sebelum masuk TK-03				Menurunkan suhu hasil dari RB-02 sebelum masuk TK-04			
Jenis		Double pipe heat exchanger											
Bahan		Carbon steel SA-283 grade c											
Kelebihan		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Harga relatif murah</li> <li>- Konstruksi sederhana</li> <li>- Tidak memerlukan area luas</li> </ul>											
Kondisi Operasi	Fluida	Panas		Dingin		Panas		Dingin		Panas		Dingin	
		In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out
	Suhu (°C)	110	85,27	25	40	183,75	30	25	40	82,50	30	25	40

Cooler		C-01		C-02		C-03	
	Komponen	Produk ( <i>light organic</i> )	Air	Produk ( <i>light organic</i> )	Air	Produk ( <i>light organic</i> )	Air
	OD (ft)	0,20	0,14	0,20	0,14	0,20	0,14
	ID (ft)	0,17	0,12	0,17	0,12	0,17	0,12
Dirt Factor (hr.ft <sup>2</sup> .°F/Btu)		0,02E-01				0,01E-01	
Luas Transfer Panas (ft <sup>2</sup> )		11		49		44	
Jumlah Hairpin (buah)		9		39		35	
Jumlah (unit)		1		1		1	

Tabel 3. 8 Spesifikasi heater

Heater	H-01				H-02				H-03				
Fungsi	Menaikkan suhu bahan baku dari TK-01 sebelum masuk R-01				Menaikkan suhu bahan baku dari TK-02 sebelum masuk R-01				Menaikkan suhu keluaran CD-01 menuju umpan MD-02				
Jenis	Double pipe heat exchanger												
Bahan	Carbon steel SA-283 grade c												
Kelebihan	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Harga relatif murah</li> <li>- Konstruksi sederhana</li> <li>- Tidak memerlukan area luas</li> </ul>												
Kondisi Operasi	Fluida	Panas		Dingin		Panas		Dingin		Panas		Dingin	
		In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out
	Suhu (°C)	200	200	30	110	200	200	30	110	200	200	66,40	81,60

Heater		H-01		H-02		H-03	
Speifikasi	Posisi	Annulus	Inner pipe	Annulus	Inner pipe	Annulus	Inner pipe
	Komponen	<i>Steam</i>	Produk ( <i>heavy organic</i> )	<i>Steam</i>	Produk ( <i>heavy organic</i> )	<i>Steam</i>	Produk ( <i>heavy organic</i> )
	OD (ft)	0,20	0,14	0,20	0,14	0,20	0,14
	ID (ft)	0,17	0,12	0,17	0,12	0,17	0,12
	Pressure Drop (psi)	0,16E-04	0,74E-05	0,16E-04	0,03E-04	0,10E-04	0,10E-05
Dirt Factor (hr.ft <sup>2</sup> .°F/Btu)		0,04				0,08	
Luas Transfer Panas (ft <sup>2</sup> )		7		5		7	
Jumlah Hairpin (buah)		6		3		2	
Jumlah (unit)		1		1		1	

### 3.4.Neraca Massa

#### 3.41. Neraca Massa Total

Tabel 3. 9 Spesifikasi neraca massa total

Satuan	(kg/jam)															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
<b>(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>NH</b>	436,77	0	436,77	43,68	0	0	0	115,17	71,49	43,68	0,45	9 x 10 <sup>-3</sup>	0,44	219,92	176,68	43,24
<b>C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O<sub>2</sub></b>	0	582,37	582,37	58,24	0	0	0	153,56	95,33	58,24	20,04	0,31	19,74	195,81	157,31	38,50
<b>C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>NO</b>	0	0	0	637,69	631,31	28,89	631,31	16,82	10,44	6,38	6,46	0,08	6,38	0	0	0
<b>CH<sub>3</sub>OH</b>	0	0	0	279,54	4 x 10 <sup>-3</sup>	0	4 x 10 <sup>-3</sup>	737,09	457,56	279,53	284,76	8,02	276,74	14,22	11,42	2,80
<b>H<sub>2</sub>O</b>	1,77	1,77	3,53	3,53	0,04	4 x 10 <sup>-3</sup>	0,04	9,21	5,72	3,49	3,67	0,18	3,49	1 x 10 <sup>-3</sup>	1 x 10 <sup>-3</sup>	0
<b>Total</b>	438,54	584,13	1022,67	1022,67	631,35	28,90	631,35	1031,85	640,53	391,32	315,38	8,60	306,78	429,94	345,41	84,54

### 3.42. Neraca Massa per Alat

#### a. Reaktor (R-01)

Tabel 3. 10 Spesifikasi neraca massa R-01

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)
	Arus 3	Arus 4
$(\text{CH}_3)_2\text{NH}$	436,77	43,68
$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$	582,37	58,24
$\text{C}_3\text{H}_7\text{NO}$	0	637,69
$\text{CH}_3\text{OH}$	0	279,54
$\text{H}_2\text{O}$	3,53	3,53
Total	1.022,67	1.022,67

b. Menara Distilasi 01 (MD-01)

Tabel 3. 11 Spesifikasi neraca massa MD-01

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
	Arus 4	Hasil Bawah	Hasil Atas
		Arus 5	Arus 6
$(\text{CH}_3)_2\text{NH}$	43,68	0	43,68
$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$	58,24	0	58,24
$\text{C}_3\text{H}_7\text{NO}$	637,69	631,31	6,38
$\text{CH}_3\text{OH}$	279,54	0	279,53
$\text{H}_2\text{O}$	3,53	0,04	3,49
Sub Total	1.022,67	631,35	391,32
Total	1.022,67	1.022,67	

c. Menara Distilasi 02 (MD-02)

Tabel 3. 12 Spesifikasi neraca massa MD-02

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
	Arus 6	Hasil Bawah	Hasil Atas
		Arus 7	Arus 8
(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> NH	43,68	0,44	43,24
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	58,24	0,58	57,65
C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> NO	6,38	6,31	0,06
CH <sub>3</sub> OH	279,53	276,74	2,79
H <sub>2</sub> O	3,49	3,49	0,035
Sub Total	391,32	287,52	103,79
Total	391,32	391,32	

### 3.5 Neraca Panas

#### 3.5.1 Neraca Panas per Alat

##### a. Heater 01 (H-01)

Tabel 3. 13 Neraca panas H-01

Komponen	Aliran Panas Masuk (kJ/jam)	Aliran Panas Keluar (kJ/jam)
(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> NH	7.184	75.284
H <sub>2</sub> O	37,02	368,81
<i>Steam</i>	68.432	0
Total	75.653	75.653

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

Tabel 3. 14 Neraca panas H-02

Komponen	Aliran Panas Masuk (kJ/jam)	Aliran Panas Keluar (kJ/jam)
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	5.554	57,66
H <sub>2</sub> O	37,02	368,81
<i>Steam</i>	52.453	0
Total	58.026	58.026

c. Reaktor (R-01)

Tabel 3. 15 Neraca panas R-01

Komponen	Aliran Panas Masuk (kJ/jam)	Aliran Panas Keluar (kJ/jam)
(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> NH	1.777.413,43	177.681,56
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	988.152,95	98.782,06
C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> NO	0	626.109,85
CH <sub>3</sub> OH	0	463.186,75
H <sub>2</sub> O	157.542,92	157.555,59
Air Pendingin	0	3.142.118,41
Panas Generasi	1.742.325	0
Total	4.665.434	4.665.434

d. Cooler 01 (C-01)

Tabel 3. 10 Neraca panas C-01

Aliran Panas Masuk (kJ/jam)		Aliran Panas Keluar (kJ/jam)	
$\Delta H$ masuk	203.932	$\Delta H$ keluar	142.263
$\Delta H_{cw}$ masuk	0	$\Delta H_{cw}$ keluar	62.669
Total	203.932		203.932

e. Menara Distilasi 01 (MD-01)

Tabel 3. 11 Neraca panas MD-01

Aliran panas masuk (kJ/jam)		Aliran panas keluar (kJ/jam)	
$\Delta H$ umpan	142.080	$\Delta H$ bottom	224.370
$\Delta H$ reboiler	949.855	$\Delta H$ distilat	57.627
		$\Delta H$ <i>condensor</i>	809.938
Total	1.091.900		1.091.900

f. Cooler 02 (C-02)

Tabel 3. 12 Neraca panas C-02

Aliran Panas Masuk (kJ/jam)		Aliran Panas Keluar (kJ/jam)	
$\Delta H$ masuk	224.688	$\Delta H$ keluar	6.518
$\Delta H_{cw}$ masuk	0	$\Delta H_{cw}$ keluar	218.170
Total	244.688		224.688

g. Heater 03 (H-03)

Tabel 3. 13 Neraca panas H-03

Komponen	Aliran Panas Masuk (kJ/jam)	Aliran Panas Keluar (kJ/jam)
(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> NH	6.172	8.589
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	4.737	6.567
C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> NO	554	763
CH <sub>3</sub> OH	29.645	40.947
H <sub>2</sub> O	605	826
<i>Steam</i>	15.982	0
Total	57.694	57.694

h. Menara Distilasi 02 (MD-02)

Tabel 3. 14 Neraca panas MD-02

Aliran panas masuk (kJ/jam)		Aliran panas keluar (kJ/jam)	
$\Delta H$ umpan	41.645	$\Delta H$ bottom	44.274
$\Delta H$ reboiler	212.773	$\Delta H$ distilat	3.522
		$\Delta H$ <i>condensor</i>	206.621
Total	254.420		254.420

i. *Cooler* 03 (C-03)

Tabel 3. 15 Neraca panas C-03

Aliran Panas Masuk (kJ/jam)		Aliran Panas Keluar (kJ/jam)	
$\Delta H$ masuk	44.334	$\Delta H$ keluar	3.730
$\Delta H_{cw}$ masuk	0	$\Delta H_{cw}$ keluar	40.604
Total	44.334		44.334

## **BAB IV**

### **PERANCANGAN PABRIK**

#### 4.1 Lokasi Pabrik (*Plant Location*)

##### 4.1.1 Pemilihan Lokasi

Ketepatan pemilihan lokasi suatu pabrik harus direncanakan dengan baik dan tepat karena sangat menentukan kemajuan serta kelangsungan dari pabrik tersebut. Hal-hal tersebut menyangkut faktor produksi dan besarnya keuntungan yang dihasilkan serta perluasan di masa yang akan datang. Ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam menentukan lokasi pabrik, seperti lokasi bahan baku diambil, lokasi hasil produksi akan dikirim, lokasi bahan baku pendukung diambil, dsb. Dari pertimbangan tersebut harus dipilih lokasi yang memang mendukung sehingga dapat memberikan kontribusi yang sangat penting baik dalam segi teknis maupun segi ekonomis. Berdasarkan beberapa pertimbangan yang sudah dipilih, maka direncanakan pabrik dimetilformamida akan dibangun di daerah Cikande, Serang, Banten.



Gambar 4. 1 Lokasi pendirian pabrik

#### 4.1.2 Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku yang dibutuhkan yaitu dimetilamin dan metil format. Bahan baku tersebut akan di impor langsung dari China, dari perusahaan Jiangsu Xinya Chemical Group, Shandong Lukong Supply Chain CO., LTD., Shandong Dexiang International Trade Co., Ltd, Hangzhou Baoran Chemical CO., LTD, dan Shandong Zhisang New Materials Co., LTD.

#### 4.1.3 Pemasaran Produk

Target pasar produk pabrik ini adalah pemenuhan kebutuhan dimetilformamida dalam negeri maupun luar negeri, dimana dimetilformamida ini digunakan oleh industri-industri kimia seperti industri farmasi, industri cat, dll. Target penjualan dalam negeri untuk wilayah Jawa, Sumatera, dan Kalimantan. Sedangkan target luar negeri untuk wilayah ASEAN.

Wilayah Cikande merupakan wilayah industri kimia yang besar yang memiliki perkembangan yang cukup pesat. Hal tersebut menjadikan

wilayah Cikande menjadi daerah yang tepat untuk produksi dimetilformamida. Pemasaran sangat mudah dijangkau karena adanya sarana yang memadai baik jalur darat maupun melalui jalur laut. Serang, Banten, terletak dijalur pertumbuhan ekonomi yang cukup tinggi, yaitu antara Jakarta dan Merak, sehingga sarana dan prasarana yang dibutuhkan dapat dengan mudah diperoleh.

#### 4.1.4 Sarana Transportasi dan Telekomunikasi

Letak kawasan industri Cikande, Serang, Banten cukup strategis dikarenakan memiliki sarana transportasi darat maupun laut yang memadai. Untuk telekomunikasi seperti jaringan telepon, dan internet sudah tersedia.

#### 4.1.5 Tenaga Kerja

Jumlah kebutuhan tenaga kerja dapat dipenuhi, baik dari sekitar lokasi maupun luar lokasi pabrik. Jumlah dan keterampilan tenaga kerja harus sesuai dengan kriteria perusahaan. Selain itu, perlu dipertimbangkan gaji minimum di daerah tersebut, jumlah waktu kerja, adanya industri lain di daerah tersebut, keanekaragaman keterampilan, pendidikan masyarakat sekitar, dan lain-lain. Tenaga kerja dapat dengan mudah diperoleh dari sekitar kawasan pabrik, yaitu dari daerah pulau Jawa dan Sumatera.

#### 4.1.6 Keadaan Iklim

Wilayah Cikande, Serang, Banten merupakan salah satu wilayah yang direncanakan oleh pemerintah menjadi pusat pengembangan wilayah

industri. Suhu normal daerah tersebut sekitar 22-30°C, sehingga operasi pabrik dapat berjalan dengan lancar.

#### 4.1.7 Lingkungan dan Masyarakat

Sikap dari masyarakat sekitar cukup baik dengan adanya pabrik baru. Hal tersebut karena nantinya akan tersedia lapangan pekerjaan bagi mereka yang dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakatnya. Selain itu, pendirian pabrik ini tidak mengganggu keamanan dan keselamatan masyarakat karena jarak didirikannya pabrik bisa dikatakan jauh dari kawasan penduduk dan dampak serta faktor-faktornya sudah dipertimbangkan sebelum berdirinya pabrik ini.

#### 4.1.8 Peraturan Pemerintahan atau Daerah

Dalam mendirikan pabrik diperlukan pertimbangan terhadap kebijakan pemerintah yang terkait di dalamnya. Kawasan Cikande, Serang, Banten merupakan wilayah yang telah dijadikan kawasan industri sehingga sudah sesuai dengan kebijakan pemerintah.

#### 4.1.9 Limbah Industri

Limbah pabrik sudah diminimalisir dengan pengolahan limbah di area pabrik, oleh karena itu limbah di pabrik ini sudah memenuhi standar Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL) untuk dikembalikan ke lingkungan.

### 4.2 Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik dapat didefinisikan sebagai tata cara pengaturan fasilitas - fasilitas pabrik guna menunjang kelancaran proses produksi. Pengaturan tersebut akan berguna untuk luas area penempatan alat atau fasilitas penunjang produksi lainnya, kelancaran gerakan perpindahan bahan baku, penyimpanan bahan baku maupun produk, personil kerja, dsb. Beberapa faktor yang dipertimbangkan dalam menentukan *Plant Layout* pabrik (*Peters, Klaus: 2004*) :

- a. Jenis dan jumlah produk yang akan diproduksi
- b. Jenis proses dan pengendalian produk
- c. Kenyamanan operasional dan aksesibilitas
- d. Distribusi utilitas dan jasa secara ekonomi
- e. Jenis bangunan dan persyaratan peraturan bangunan
- f. Pertimbangan kesehatan dan keselamatan
- g. Pembuangan limbah
- h. Jalan raya
- i. ruang yang dibutuhkan
- j. Kemungkinan perluasan di masa depan

Keuntungan melakukan pengaturan tata letak pabrik yang baik:

- a. Mengurangi biaya produksi
- b. Meningkatkan keselamatan kerja
- c. Meminimalisir kerja

- d. Meningkatkan pengawasan operasi dan proses agar lebih baik
- e. Memberikan ruang gerak yang lebih leluasa sehingga dapat mempermudah saat perbaikan mesin dan peralatan yang rusak atau di-blowdown
- f. Mengurangi jarak antara transportasi dan produksi, sehingga dapat mengurangi material handling.

Lay out pabrik dibagi menjadi beberapa daerah utama, yaitu :

- a. Area Administrasi atau Perkantoran dan Laboratorium

Area administrasi adalah pusat kegiatan administrasi pabrik yang mengatur kelancaran operasi pabrik. Laboratorium adalah pusat pengendalian kuantitas dan kualitas bahan baku yang akan diproses atau produk yang akan dijual.

- b. Area Proses dan Ruang Kontrol

Area proses adalah tempat proses produksi berlangsung, mengolah bahan baku dan bahan pembantu yang akan menghasilkan produk. Ruang kontrol adalah pusat pemantauan serta pengendalian berlangsungnya proses.

- c. Area Pergudangan, Umum, dan Bengkel

Area pergudangan adalah tempat penyimpanan barang dan material pabrik. Area umum adalah tempat yang digunakan oleh karyawan atau pengunjung pabrik, seperti tempat ibadah, toilet, taman dan lain

sebagainya. Area perbengkelan adalah area yang digunakan untuk memperbaiki peralatan pabrik yang rusak.

d. Area Utilitas dan Power Station

Area utilitas dan power station adalah area tenaga listrik dan penyediaan air yang dipusatkan.

Tabel 4. 1 Data ukuran luas area pabrik

Lokasi	Panjang (m)	Lebar (m)	Luas (m <sup>2</sup> )
Kantor Umum	70	25	1.750
Pos Keamanan	20	15	300
Mess Karyawan	30	50	1.500
Parkir	40	15	600
Parkir Truk	25	15	375
Poliklinik	35	25	875
Kantor Teknik dan Produksi	40	25	1.000
Masjid	30	15	450
Kantin	20	15	300
Bengkel	25	15	375
Unit Pemadam Kebakaran	40	15	600

Lokasi	Panjang (m)	Lebar (m)	Luas (m <sup>2</sup> )
Gudang Alat	20	15	300
Laboratorium	35	25	875
Utilitas	60	60	3.600
Area Proses	90	60	5.400
Ruang Kontrol	20	10	200
Ruang Kontrol Utilitas	20	10	200
Taman	20	15	300
Jalan Utama	240	10	2.400
Jalan 1	10	50	500
Jalan 2	90	10	900
Jalan 3	110	10	1.100
Jalan 4	10	60	600
Perluasan Pabrik	50	60	3.000
Luas Tanah			27.500
Luas Bangunan			19.000
Total	1.150	625	27.500



Gambar 4. 2 lay out pabrik skala 1:1000

#### 4.3 Tata Letak Mesin/Alat Proses

Tata letak alat proses atau Machines Layout merupakan pengaturan yang optimum terhadap alat-alat proses pabrik. Perancangan tata letak alat proses yang optimum dapat menguntungkan secara ekonomi karena dapat meminimalisir biaya konstruksi dan kegiatan operasional produksi dapat berjalan secara efisien. Selain itu, hal ini menjadi penting karena berkaitan dengan keamanan, keselamatan dan kenyamanan karyawan selama bekerja. Beberapa hal yang menjadi pertimbangan dalam mengatur tata letak alat proses sebagai berikut :

a. Aliran Bahan Baku

Jalannya aliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikan keuntungan ekonomis yang besar. Aliran bahan baku dan produk yang

baik dapat menunjang keamanan dan kelancaran produksi, serta memberikan keuntungan yang besar

b. Aliran udara

Sirkulasi udara di dalam dan sekitar area proses harus dipastikan kelancarannya. Sirkulasi udara yang lancar diperlukan untuk menghindari terjadinya stagnasi udara pada suatu tempat yang berupa penumpukan atau akumulasi bahan kimia berbahaya yang dapat membahayakan keselamatan pekerja. Selain itu, arah hembusan angin juga perlu menjadi perhatian.

c. Pencahayaan

Pencahayaan seluruh area pabrik harus memadai. Dan untuk area proses yang beresiko tinggi harus diberi pencahayaan lebih

d. Lalu lintas manusia dan kendaraan

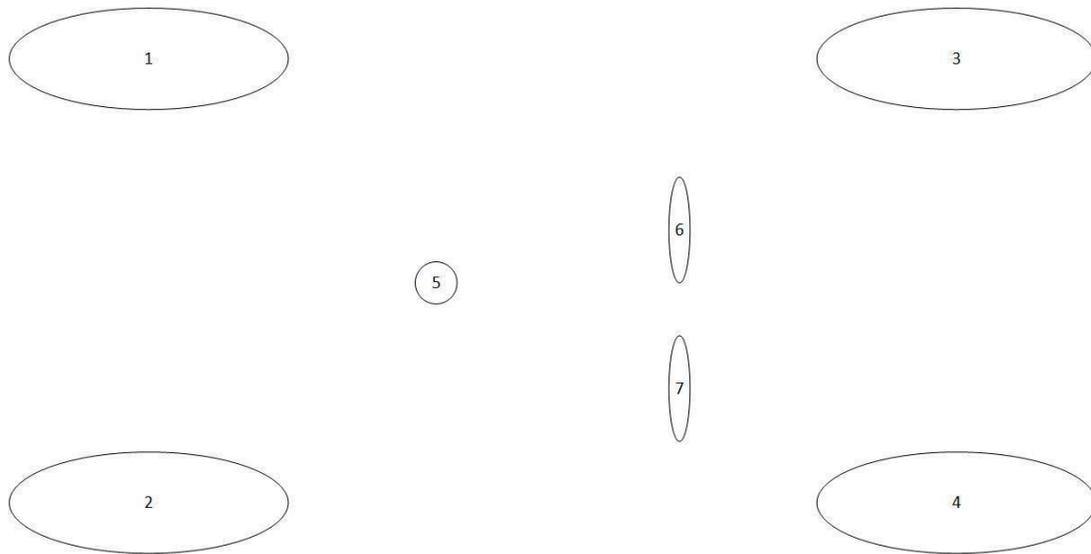
Lalu lintas manusia dan kendaraan di area proses harus menjadi perhatian termasuk jarak antar alat, lebar jalan dan kemudahan akses bagi karyawan untuk mencapai alat-alat proses. Hal ini dilakukan agar apabila terjadi gangguan pada alat, karyawan dapat dengan cepat untuk memperbaiki sehingga dapat meminimalisir potensi bahaya yang dapat ditimbulkan. Selain itu, jika terjadi ledakan atau kebakaran pada alat, kendaraan dan alat pemadam kebakaran dapat dengan mudah menjangkau alat tersebut.

e. Pertimbangan Ekonomi

Penempatan alat-alat proses diusahakan dapat menekan biaya operasi serta menjamin kelancaran dan keamanan produksi pabrik.

f. Jarak antar alat proses

Dalam mengatur tata letak alat proses, jarak alat proses harus diperhitungkan secara cermat, terutama pada alat-alat yang beroperasi pada suhu dan tekanan yang tinggi. Alat-alat tersebut harus ditempatkan di lokasi khusus yang terpisah dari alat-alat proses yang lain. Hal ini bertujuan agar apabila terjadi ledakan atau kebakaran pada alat tersebut, tidak langsung membahayakan alat-alat yang lain.



Gambar 4.3 Lay Out Alat Proses Skala 1:500

Keterangan

1. T-01
2. T-02
3. T-03
4. T-04
5. R-01
6. MD-01
7. MD-02

## 4.4 Organisasi Perusahaan

### 4.4.1 Bentuk Perusahaan

Pabrik dimetilformamida yang dibangun akan menggunakan bentuk Perseroan Terbatas (PT). Perseroan Terbatas merupakan suatu bentuk badan hukum yang memiliki modal dasar yang menjadi saham-saham dan memiliki tanggung jawab yang terbatas hanya pada aset yang diinvestasikan oleh para pemegang sahamnya. Pemilik saham dalam PT hanya bertanggung jawab terhadap utang perusahaan sebatas jumlah saham yang dimilikinya. Bentuk perusahaan ini umumnya digunakan untuk kegiatan bisnis besar dan kompleks. Adapun alasan pemilihan bentuk perusahaan menggunakan Perseroan terbatas adalah:

a. Kewajiban Terbatas dari pemegang saham

Pemegang saham memiliki tanggung jawab terhadap hutang - hutang perusahaan sesuai dengan proporsi kepemilikan sahamnya

b. Kemampuan mengumpulkan modal

Pemegang saham dapat dengan mudah memperoleh tambahan modal untuk memperluas volume usaha misalnya dengan mengeluarkan lembar saham baru

c. Keberlangsungan perusahaan yang lama

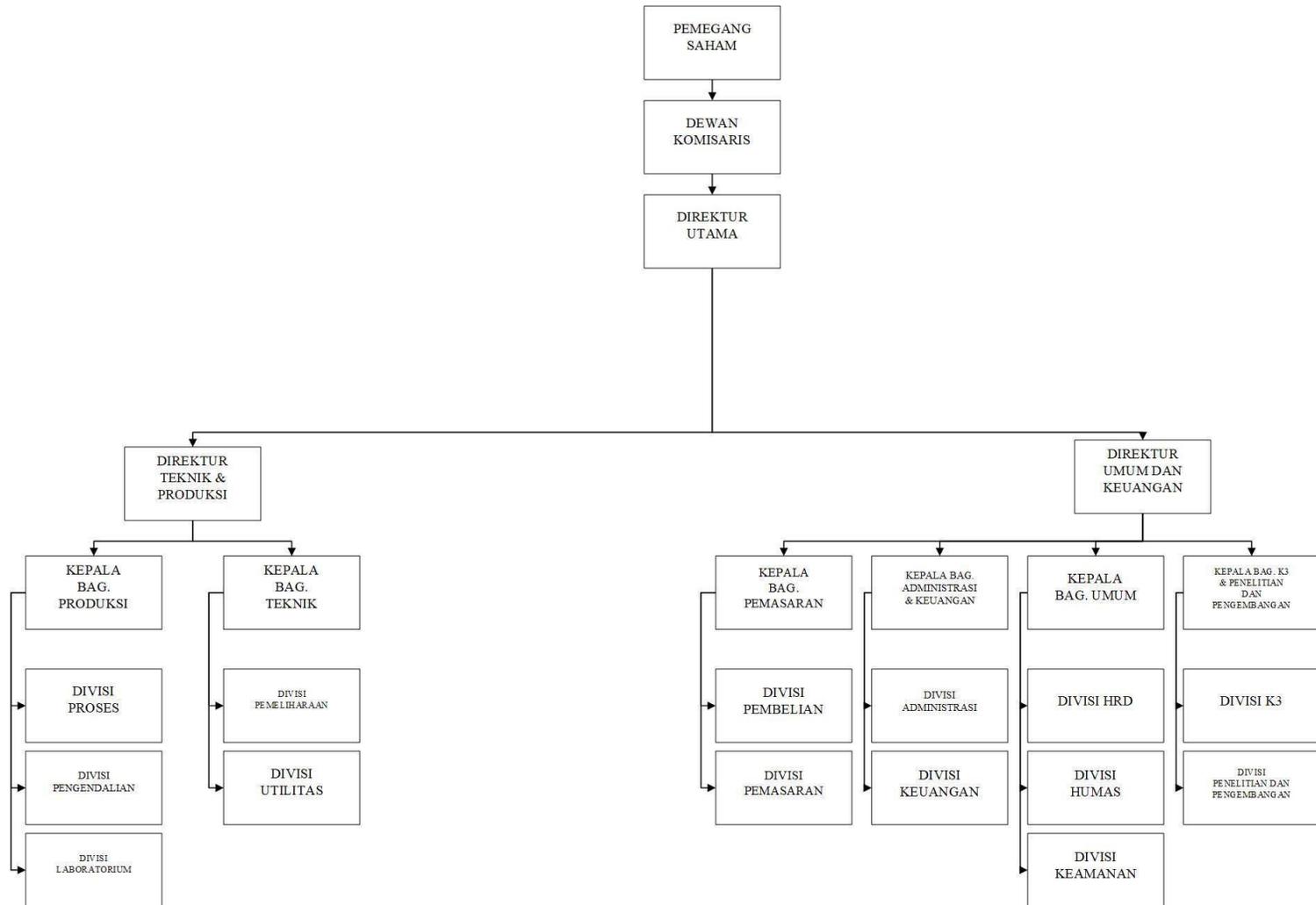
Keberlangsungan perusahaan lebih terjamin karena tidak bergantung pada satu orang pemilik dan pemilik dapat berganti - ganti

d. Kepemilikan dapat dipindahkan

Pemegang saham dapat memindahkan hak milik dengan menjual saham yang dipegang kepada pihak lain

#### 4.4.2 Struktur Organisasi

Struktur organisasi dapat diartikan sebagai susunan dan hubungan antara bagian dan posisi dalam perusahaan. Struktur Organisasi menjelaskan pembagian aktivitas kerja, serta memperhatikan hubungan fungsi dan aktivitas sampai batas-batas tertentu. Selain itu, struktur organisasi memperlihatkan tingkat spesialisasi aktivitas tersebut. Struktur organisasi juga menjelaskan hirarki dan susunan kewenangan, serta hubungan pelaporan. Dengan adanya struktur organisasi, maka stabilitas perusahaan bisa tetap bertahan.



Gambar 4.4 Struktur Organisasi Perusahaan

#### 4.4.3 Tugas dan Wewenang

#### 4.4.4 Jam Karyawan

##### a. Pemegang Saham

Pemegang saham merupakan salah satu komponen penting dalam PT, baik sebagai unsur kepemilikan maupun unsur permodalan. Pemegang saham dapat disimpulkan melalui ketentuan pasal 7 ayat (2) UUPA yang menyatakan bahwa setiap pendiri perseroan wajib mengambil saham pada saat perseroan didirikan. Berdasarkan ketentuan ini, setiap pendiri yang telah mengambil bagian saham dan telah menyetorkan nilai nominal saham tersebut ke dalam perseroan menjadi pemegang saham dalam PT. Pemegang saham adalah seseorang atau badan hukum yang secara sah memiliki satu atau lebih saham di dalam perseroan. Para pemegang saham adalah pemilik dari PT yang mereka dirikan. Namun, pemegang saham melimpahkan kewenangan pengurusan PT kepada direksi serta kewenangan pengawasan tugas dan wewenang direksi tersebut kepada dewan komisaris.

##### b. Dewan Komisaris

Dewan Komisaris adalah organ perseroan yang bertugas melakukan pengawasan secara umum dan/atau khusus sesuai dengan anggaran dasar serta memberi nasihat kepada Direksi. Dengan tugas dan wewenang :

- Mengawasi direksi dalam menjalankan kegiatan perusahaan serta memberikan nasihat kepada direksi
- Mengawasi dan mengevaluasi kinerja direksi
- Mengkaji sistem manajemen
- Melakukan pengawasan terhadap pelaksanaan rencana jangka panjang perusahaan dan rencana kerja dan anggaran perusahaan

c. Direktur Utama

Direktur utama adalah orang yang mempunyai wewenang untuk merumuskan serta menetapkan kebijakan dan program umum perusahaan sesuai dengan batas wewenang yang diberikan oleh dewan komisaris. Dengan tugas dan wewenang :

- Memimpin dan bertanggung jawab menjalankan perusahaan
- Bertanggung jawab penuh atas kerugian maupun keuntungan perusahaan
- Mengkoordinasikan dan mengontrol seluruh aktivitas di perusahaan
- Mengangkat dan memberhentikan karyawan perusahaan
- Menentukan, Menyusun, dan menetapkan kebijakan dalam perusahaan

d. Direktur Teknik & Produksi

Direktur teknik dan produksi bertanggung jawab langsung terhadap direktur utama. Tugas direktur teknik dan produksi adalah memimpin

semua pelaksanaan kegiatan perusahaan yang memiliki hubungan dengan bidang produksi, operasi, teknik, utilitas, pengembangan, pemeliharaan, pengadaan, dan laboratorium. Direktur teknik dan produksi dibantu oleh dua kepala bagian, yaitu:

- Kepala Bagian Produksi

Tugas dari kepala bagian produksi adalah mengatur dan mengawasi semua pelaksanaan kegiatan perusahaan yang berhubungan dengan bidang produksi, proses, pengendalian, dan laboratorium. Dalam menjalankan tugasnya, kepala bagian produksi akan dibantu oleh beberapa Divisi yaitu, Divisi proses, Divisi pengendalian, dan Divisi Laboratorium.

- Kepala Bagian Teknik

Tugas dari kepala bagian teknik adalah mengatur dan mengawasi semua pelaksanaan kegiatan perusahaan yang berhubungan dengan bidang teknik, pemeliharaan, dan utilitas. Dalam menjalankan tugasnya, kepala bagian teknik akan dibantu oleh beberapa divisi, yaitu divisi pemeliharaan dan divisi utilitas.

e. Direktur Keuangan dan Umum

Direktur keuangan dan umum bertanggung jawab langsung terhadap direktur utama. Tugas direktur keuangan dan umum adalah memimpin semua kegiatan perusahaan yang berhubungan dengan bidang administrasi

personalia, keuangan, pemasaran, humas, keamanan, dan keselamatan kerja.

Direktur keuangan dan umum dibantu oleh beberapa kepala bagian, yaitu:

f. Kepala Bagian Pemasaran

Tugas kepala bagian pemasaran adalah mengatur dan mengawasi semua pelaksanaan kegiatan perusahaan yang berhubungan dengan bidang pembelian bahan baku dan pemasaran produk. Dalam menjalankan tugasnya, kepala bagian pemasaran dibantu oleh Beberapa Divisi ,yaitu divisi pembelian, dan divisi pemasaran

g. Kepala Bagian Administrasi dan Keuangan

Tugas kepala bagian administrasi dan keuangan adalah mengatur dan mengawasi semua pelaksanaan kegiatan perusahaan yang berhubungan dengan bidang administrasi dan keuangan. Dalam menjalankan tugasnya, kepala bagian administrasi dan keuangan dibantu oleh seksiseksi, yaitu seksi administrasi, dan seksi keuangan.

h. Kepala Bagian Umum

Tugas kepala bagian umum adalah mengatur dan mengawasi semua pelaksanaan kegiatan perusahaan yang berhubungan dengan bidang HRD, humas, dan keamanan. Dalam menjalankan tugasnya, kepala

bagian umum dibantu oleh beberapa divisi, yaitu divisi HRD, Divisi humas, dan divisi keamanan.

i. Kepala Bagian K3 & Penelitian dan pengembangan

Tugas dari kepala bagian K3 dan litbang yaitu mengatur dan mengawasi semua pelaksanaan kegiatan perusahaan yang berhubungan dengan bidang K3 dan Penelitian dan pengembangan. Dalam menjalankan tugasnya, kepala bagian K3 dan litbang dibantu oleh beberapa divisi, meliputi divisi K3, dan divisi Penelitian dan Pengembangan.

#### 4.4.5 Kebutuhan Pekerja dan Sistem Gaji

a. Cuti Tahunan

Setiap karyawan dalam perusahaan mempunyai hak cuti maksimal sebanyak 12 hari dalam satu tahun. Apabila dalam waktu satu tahun tersebut hak cuti tidak digunakan, maka hak cuti akan hilang dan tidak dapat diakumulasikan untuk tahun selanjutnya.

b. Hari Libur Nasional

Untuk karyawan harian (non shift), hari libur nasional adalah hari libur kerja. Sedangkan untuk karyawan shift, pada hari libur nasional tetap masuk kerja dengan catatan hari tersebut diperhitungkan sebagai hari kerja lembur (overtime).

c. Kerja Lembur

Kerja lembur dilaksanakan atas persetujuan kepala bagian apabila terdapat pekerjaan yang mendesak harus segera diselesaikan.

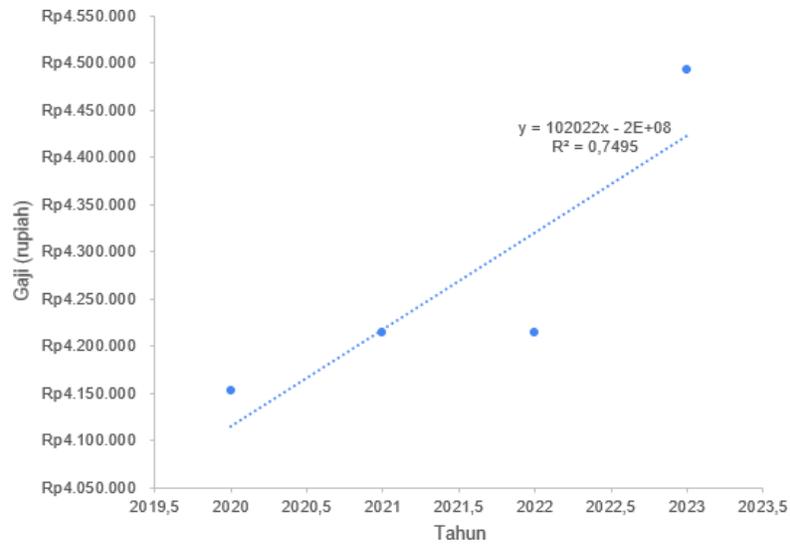
d. Sistem Gaji Pekerja

Gaji pekerja disesuaikan dengan umr pada kota atau daerah yang ditempati. Dimana untuk pabrik yang dibangun akan menempati wilayah Kabupaten Serang, Banten. Sehingga disesuaikan dengan standar UMR yang ditentukan dengan memperkirakan besar gaji pada tahun pabrik mulai beroperasi. Perkiraan tersebut diperhitungkan sesuai data gaji UMR pada Kabupaten Serang, Banten seperti pada Tabel 4. 2. Dari data yang ada maka diperoleh kemungkinan gaji pada tahun yang ditetapkan berdasarkan grafik yang terbentuk pada Gambar 4.5 , kemudian diaplikasikan sesuai rumus yang diperoleh.

Berdasarkan standar UMR yang diperoleh, maka dapat ditentukan gaji setiap pekerja sesuai dengan jabatannya seperti pada Tabel 4.3.

Tabel 4. 2 Besar umr pekerja wilayah kabupaten serang

Tahun	Besar UMR (Rupiah)
2020	4.152.887
2021	4.215.181
2022	4.215.181
2023	4.492.961



Gambar 4. 5 Grafik umr pekerja wilayah serang

Dari grafik tersebut, didapatkan nilai UMR pada tahun 2028 adalah senilai Rp6.900.616

Tabel 4. 3 Gaji pekerja sesuai posisi dan jabatan

No	Jabatan	Jumlah	Gaji	Gaji	Gaji
			(/orang/bulan)	(/bulan)	(/tahun)
1	Direktur Utama	1	Rp40.000.000	Rp40.000.000	Rp480.000.000
2	Direktur Teknik danProduksi	1	Rp35.000.000	Rp35.000.000	Rp420.000.000
3	Direktur Keuangan danUmum	1	Rp35.000.000	Rp35.000.000	Rp420.000.000
5	Ka. Bag. Umum	1	Rp25.000.000	Rp25.000.000	Rp300.000.000
6	Ka. Bag.Pemasaran	1	Rp25.000.000	Rp25.000.000	Rp300.000.000
7	Ka. Bag. Keuangan	1	Rp25.000.000	Rp25.000.000	Rp300.000.000
8	Ka. Bag. Teknik	1	Rp30.000.000	Rp30.000.000	Rp360.000.000
9	Ka. Bag. Produksi	1	Rp30.000.000	Rp30.000.000	Rp360.000.000
10	Ka. Bag. Litbang	1	Rp25.000.000	Rp25.000.000	Rp300.000.000
11	Ka. Sek. Pesonalia	1	Rp25.000.000	Rp25.000.000	Rp300.000.000
12	Ka. Sek. Humas	1	Rp25.000.000	Rp25.000.000	Rp300.000.000
13	Ka. Sek. Keamanan	1	Rp25.000.000	Rp25.000.000	Rp300.000.000
14	Ka. Sek. Pembelian	1	Rp25.000.000	Rp25.000.000	Rp300.000.000
15	Ka. Sek. Pemasaran	1	Rp25.000.000	Rp25.000.000	Rp300.000.000
16	Ka. Sek. Administrasi	1	Rp25.000.000	Rp25.000.000	Rp300.000.000
17	Ka. Sek. Kas/Anggaran	1	Rp25.000.000	Rp25.000.000	Rp300.000.000
18	Ka. Sek. Proses	1	Rp30.000.000	Rp30.000.000	Rp360.000.000

No	Jabatan	Jumlah	Gaji (/orang/bulan)	Gaji (/bulan)	Gaji (/tahun)
19	Ka. Sek. Pengendalian	1	Rp30.000.000	Rp30.000.000	Rp360.000.000
20	Ka. Sek. Laboratorium	1	Rp30.000.000	Rp30.000.000	Rp360.000.000
21	Ka. Sek. Utilitas	1	Rp30.000.000	Rp30.000.000	Rp360.000.000
22	Ka. Sek. Pengembangan	1	Rp30.000.000	Rp30.000.000	Rp360.000.000
23	Ka. Sek. Penelitian	1	Rp30.000.000	Rp30.000.000	Rp360.000.000
24	Karyawan Personalia	5	Rp9.000.000	Rp45.000.000	Rp540.000.000
25	Karyawan Humas	5	Rp9.000.000	Rp45.000.000	Rp540.000.000
26	Karyawan Pembelian	5	Rp9.000.000	Rp45.000.000	Rp540.000.000
27	Karyawan Pemasaran	5	Rp9.000.000	Rp45.000.000	Rp540.000.000
28	Karyawan Administrasi	5	Rp9.000.000	Rp45.000.000	Rp540.000.000
15	Karyawan Kas/Anggaran	6	Rp9.000.000	Rp54.000.000	Rp648.000.000
16	Karyawan Proses	15	Rp9.000.000	Rp135.000.000	Rp1.620.000.000
17	Karyawan Pengendalian	6	Rp9.000.000	Rp54.000.000	Rp648.000.000
18	Karyawan Laboratorium	6	Rp9.000.000	Rp54.000.000	Rp648.000.000
19	Karyawan Pemeliharaan	6	Rp9.000.000	Rp54.000.000	Rp648.000.000
20	Karyawan Utilitas	6	Rp9.000.000	Rp54.000.000	Rp648.000.000
21	Karyawan K3	6	Rp9.000.000	Rp54.000.000	Rp648.000.000
22	Karyawan Litbang	6	Rp9.000.000	Rp54.000.000	Rp648.000.000
23	Karyawan Keamanan	8	Rp6.900.616	Rp55.204.928	Rp662.459.136
24	Operator	68	Rp9.000.000	Rp608.400.000	Rp7.300.800.000
25	Medis	3	Rp10.000.000	Rp30.000.000	Rp360.000.000
26	Paramedis	5	Rp9.000.000	Rp45.000.000	Rp540.000.000
27	Sopir	5	Rp6.900.616	Rp34.503.080	Rp414.036.960

No	Jabatan	Jumlah	Gaji	Gaji	Gaji
			(/orang/bulan)	(/bulan)	(/tahun)
28	Cleaning Service	8	Rp6.900.616	Rp55.204.928	Rp662.459.136
TOTAL		Rp201	Rp790.701.848	Rp2.191.312.936	Rp26.295.755.232

e. Jam Karyawan

Pabrik Dimetil formamida akan dioperasikan 330 hari selama satu tahun dalam 24 jam per hari. Sisa hari yang bukan merupakan hari libur digunakan untuk perbaikan, perawatan atau shut down.

Pembagian jam kerja karyawan dikelompokkan menjadi dua kelompok, yaitu:

- Karyawan non shift yang bekerja selama 6 jam dalam seminggu dengan total kerja 40 jam per minggu. Sedangkan hari minggu dan hari besar ditetapkan sebagai hari libur. Karyawan non shift adalah para karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Yang termasuk para karyawan non shift adalah : Direktur Utama, Direktur Teknik dan Produksi, Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum, Kepala Bagian serta bawahan yang berada di kantor.

Berikut adalah ketentuan jam kerja pegawai non shift:

Senin- Kamis : 07.00 - 16.00 (istirahat 12.00 – 13.00)

Jum<sup>at</sup> : 07:00 – 16:00 (istirahat 11:00 – 13:00)

Hari Sabtu dan Minggu libur, termasuk hari libur nasional

- Karyawan shift bekerja 24 jam perhari yang terbagi dalam 3 shift. Karyawan shift adalah karyawan yang langsung menangani proses produksi atau mengatur bagian-bagian tertentu dari perusahaan yang memiliki hubungan dengan masalah keamanan dan kelancaran produksi. Yang termasuk karyawan shift ini adalah operator produksi, bagian teknik, bagian gudang dan bagian-bagian yang harus siaga untuk menjaga keselamatan dan keamanan pabrik.

Berikut adalah ketentuan jam kerja karyawan shift sebagai berikut:

Shift I : 07.00 - 15.00

Shift II : 15.00 - 23.00

Shift III: 23.00- 07.00

Untuk karyawan shift dibagi menjadi 4 kelompok (A/B/C/D) dimana dalam satu hari kerja, hanya tiga kelompok yang masuk dan ada satu kelompok yang libur. Setiap kelompok mempunyai giliran enam hari kerja dan dua hari libur untuk setiap minggunya. Untuk hari libur atau hari besar yang sudah ditentukan oleh pemerintah.

Tabel 4.4 Jadwal Kerja Setiap Kelompok

Kelompok	Tanggal																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
A	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S	S	L	P	P	L	M	M	M	L	S	S	S	L	P	P	P	L	M	M	
B	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S	S	L	P	P	P
C	M	L	S	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S	S	L
D	L	M	M	M	L	S	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M	L	S

Keterangan :

P = Pagi (07.00-15.00)

S = Sore (15.00-23.00)

M = Malam (23.00 – 07.00)

L = Libur

## **BAB V**

### **UTILITAS**

utilitas merupakan unit penyedia bahan maupun tenaga pembantu, sehingga membantu kelancaran operasi pabrik tersebut. Beberapa penyediaan utilitas yang dibutuhkan di pabrik adalah:

- a. Unit penyediaan dan pengolahan air
- b. Unit pembangkit steam
- c. Unit pembangkit listrik
- d. Unit penyedia udara instrument
- e. Unit penyedia bahan bakar

#### 5.1 Unit penyediaan dan pengolahan air

##### 5.1.1 Unit Penyediaan air

Fungsi dari unit penyediaan air adalah memenuhi kebutuhan air proses dan air konsumsi misalnya kebutuhan air sehari hari, kantor, dll. Pada perancangan pabrik Dimetilformamida. Unit penyedia air diperoleh dari Sungai besar yang berada di area pabrik.. Berapa kebutuhan air yang di penuhi oleh unit penyedia air air yaitu:

- a. Air Pendingin

Air pendingin menyerap kelebihan panas yang dihasilkan oleh reaksi atau dihasilkan dalam peralatan proses dan penukar panas.

Beberapa factor air dipilih sebagai media yaitu:

- Jumlah air melimpah
- Pengolahan mudah
- Dapat menyerap panas dalam jumlah besar

b. Air umpan boiler

Boiler merupakan suatu alat penghasil uap yang digunakan sebagai media pemanas. Air umpan boiler merupakan air yang harus dialirkan ke dalam boiler agar dapat berubah menjadi steam. Sumber air umpan boiler terdiri dari kondensat dan *make up water*. Kondensat merupakan uap atau steam yang telah berubah fasa menjadi cair, sedangkan *make up water* merupakan air baku yang telah diolah

c. Air Domestik

Air domestik adalah air yang digunakan untuk kebutuhan sehari-hari. Air domestik digunakan untuk berbagai keperluan seperti laboratorium, rumah, masjid dan kantor. Air domestik harus memenuhi ciri-ciri tertentu, yaitu:

- Tidak berasa

- Tidak berbau
- Tidak berwarna
- Tidak mengganggu mikroorganisme yang berbahaya
- Tidak mengandung logam berat

### 5.1.2 Unit Pengolahan Air

Air Sungai yang di peroleh harus melalui beberapa tahap pengolahan untuk dapat dipagunakan dalam pabrik, beberapa tahapapan dalam pengolahan air yaitu:

#### a. *Screening*

*Screening* merupakan tahapan untuk memisahkan air dari sampah sampah berukuran besar seperti sampah, daun, rumput dan lain lain

#### b. Pengendapan awal

Pada tahap ini air yang sudah melalui proses screening di endapkan terlebih dahulu selama kurang lebih 3 jam agar kotoran yang masih ter bawa bisa mengendap

#### c. Flokulasi

Flokulasi adalah proses pembentukan flok sebagai akibat gabungan dari koloid-koloid dalam air dengan koagulan tawas dan soda abu. Pembentukan flok akan terjadi dengan baik jika di tambahkan koagulan kedalam air kemudian dilakukan pengadukan

#### d. Clarifier

Clarifier tank berfungsi untuk mengurangi kandungan TSS (total suspended solid) dalam air. Prinsip kerja dari clarifier tank adalah pengendapan gravitasi. Larutan yang membawa unsur padatan akan tersuspensi lebih berat dan akhirnya mengendap. Kemudian padatan yang mengendap ini akan terkumpul dalam bak “sludge” yang harus secara reguler dibersihkan atau dibuang ke luar clarifier tank.

#### e. Filtrasi

Setelah melalui clarifier, dilakukan filtrasi di bak saringan, proses filtrasi adalah suatu proses pembersihan dengan cara melewatkan air yang akan dibersihkan melalui suatu media. Partikel atau sisa – sisa flok yang tidak dapat dipisahkan dengan cara pengendapan, maka dipisahkan dengan cara proses penyaringan. Penyaringan dilakukan dengan mengalirkan air yang telah diendapkan kotorannya ke bak penyaring yang terdiri dari saringan pasir silika

#### f. *Cooling Tower*

Menara pendingin adalah sistem pendingin yang melepaskan panas ke udara. Cara kerja menara pendingin adalah dengan mengontakan air dengan udara dan menguapkan

sebagian dari air tersebut. Luas permukaan air yang besar dirancang untuk menyemprotkan air melalui nozel atau memercikan air dari satu bagian ke bagian lain.

g. Klorinasi

Klorinasi adalah proses penambahan klorin dalam air yang sudah melewati proses pengendapan dan penyaringan. Alat yang digunakan dalam proses klorinasi adalah klorinator. Proses yang terjadi dalam klorinator adalah penjernihan air oleh kaporit, sehingga air yang keluar dari klorinator sudah siap didistribusikan ke pengguna untuk kebutuhan sehari-hari

h. Demineralisasi

Demineralisasi merupakan proses pengolahan air yang berfungsi untuk menghilangkan mineral dari air untuk umpan boiler. Adapun tahapan dalam proses Demineralisasi adalah:

- Cation exchanger

Cation Exchanger merupakan resin penukar kation. Untuk cation exchanger berupa resin yang sering ada dipasaran yaitu kation dengan formula  $RSO_3H$  dan  $(RSO_3)Na$ , dimana pengganti kation-kation yang terkandung dalam air akan diganti dengan ion  $H^+$  atau  $Na^+$ . karena disini menggunakan ion  $H^+$ , sehingga air akan keluar dari cation

exchanger adalah air yang mengandung anion dan ion  $H^+$  .  
reaksi penukar kation.

- Anion exchanger

*Anion exchanger* berisi resin yang bersifat basa, digunakan untuk mengikat ion-ion negative yang terlarut dalam air.

i. Daerasi

Fungsi dari daerasi adalah menghilangkan gas-gas terlarut dalam air umpan seperti  $O_2$ . Apabila tidak dihilangkan, gas-gas tersebut dalam mengakibatkan korosi dalam system reboiler. Alat yang digunakan adalah deaerator. Air umpan boiler dialirkan ke deaerator untuk diinjeksikan *hidrazin* ( $N_2H_4$ ) . Fungsi *hidrazin* adalah untuk mengikat oksigen ( $O_2$ ) yang terkandung dalam air.

### 5.1.3 Kebutuhan Air

a. Kebutuhan air pendingin

Tabel 5. 1 Kebutuhan air pendingin

Alat	kebutuhan (kg/jam)
R-01	66
CD-01	60

Alat	kebutuhan (kg/jam)
CD-02	15
C-01	594
C-02	334
C-03	255
C-04	184
C-05	54
TOTAL	1.562

Diasumsikan faktor kemanan sebesar 20% sehingga total kebutuhan air pendingin yaitu 1.874 kg/jam. Setelah sirkulasi, terjadi kehilangan air sebesar 4%, sehingga dibutuhkan make up water sebanyak 1.799 kg/jam

b. Kebutuhan air pembangkit steam

Tabel 5. 2 Kebutuhan air steam

Alat	kebutuhan (kg/jam)
H-01	25
H-02	19
RB-01	211
RB-02	47
Total	302

Diasumsikan faktor keamanan sebesar 20%, sehingga total air pembangkit steam yang dibutuhkan yaitu 363 kg/jam. Steam sejumlah

90% atau 327 kg/jam yang telah menjadi kondensat akan digunakan Kembali, sehingga dibutuhkan *make-up water* sebesar 10% atau sebesar 36 kg/jam

c. Air Domestik

- Air untuk karyawan

Kebutuhan air/orang/hari	= 150 kg/hari
Jumlah karyawan	= 201
Total kebutuhan	= 30150 kg/hari
	= 1256.25 kg/jam

- Air untuk mess

Jumlah rumah	= 20
Jumlah orang/rumah	= 4
Kebutuhan air/orang	= 150
Total Kebutuhan	= 1200kg/hari
	= 500 kg/jam

- Air untuk laboratorium

Total Kebutuhan	= 10% (air karyawan + air perumahan)
	= 176 kg/jam

- Air untuk kebersihan

Total Kebutuhan	= 10% (air karyawan + air perumahan)
-----------------	--------------------------------------

= 176 kg/jam

- Air untuk bengkel

Total Kebutuhan = 10% (air karyawan + air perumahan)

= 176 kg/jam

- Kantin dan tempat ibadah

Total Kebutuhan = 10% (air karyawan + air perumahan)

= 176 kg/jam

- Poliklinik

Asumsi kebutuhan air = 300 kg/jam

Total keseluruhan air domestik sebesar 2759 kg/jam dan di asumsikan faktor keamanan sebesar 20% maka kebutuhan air domestik sebesar 3.311 kg/jam.

## 5.2 Unit Pembangkit Steam

Unit ini bertujuan untuk memenuhi kebutuhan steam pada produksi dengan cara menyediakan steam untuk boiler. Sebelum air dari water treatment plant digunakan sebagai umpan boiler, mula-mula diatur terlebih dahulu kadar silika, oksigen dan bahan terlarut lainnya dengan cara menambahkan bahan kimia ke dalam boiler feed water tank. Air kemudian dialirkan ke dalam economizer sebelum dialirkan masuk ke dalam boiler yaitu alat penukar panas

dengan tujuan memanfaatkan panas dari gas sisa pembakaran residu boiler. Gas dari sisa pembakaran tersebut dialirkan menuju economizer sebelum dibuang melalui cerobong asap. Setelah uap air terkumpul kemudian dialirkan menuju steam header untuk didistribusikan menuju alat-alat proses.

### 5.3 Unit pembangkit listrik

Seluruh kebutuhan listrik pabrik Dimetil Formamida, bersumber dari Perusahaan Listrik Negara (PLN) dan generator. Generator digunakan sebagai cadangan apabila PLN mengalami gangguan atau sedang terjadi pemadaman listrik. Energi listrik yang dihasilkan generator berasal dari putaran poros engkol yang digerakkan oleh panas yang dihasilkan dari bahan bakar solar

#### 5.3.1 Kebutuhan listrik alat

- Alat proses

Tabel 5. 3 Daya yang dibutuhkan alat proses

<b>Kode Alat</b>	<b>Daya (HP)</b>
R-01	13,58
P-01	0,05
P-02	0,05
P-03	0,05
P-04	0,05
<b>Total</b>	<b>13,78</b>

- Alat utilitas

Tabel 5. 4 Daya yang dibutuhkan alat utilitas

<b>Kode Alat</b>	<b>Daya (Hp)</b>
PU-01	21,99
PU-02	0,84
PU-03	0,84
PU-04	0,67
PU-05	0,67
PU-06	0,67
PU-07	0,67
PU-08	0,67
PU-09	0,27
PU-10	0,27
PU-11	0,27
PU-12	0,050
PU-13	0,050
PU-14	0,019
PU-15	0,021

<b>Kode Alat</b>	<b>Daya (Hp)</b>
Clorinator	0,73
Kompressor	4,00
Flukolator	10,00
Tangki Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	0,16
Fan Cooling Tower	0,13
Deareator	0,37
<b>Total</b>	<b>43,36</b>

Total kebutuhan listrik untuk peralatan proses dan utilitas adalah 57 HP, dengan faktor keamanan sebesar 10% sehingga besarnya menjadi 63 HP atau setara dengan 47 kW

### 5.3.2 Kebutuhan listrik lainnya

- Kebutuhan listrik alat instrumentasi dan *control* diasumsikan sebesar 5% dari kebutuhan listrik alat.

$$\text{Total kebutuhan listrik} = 5\% \times 63 \text{ HP}$$

$$= 3 \text{ HP}$$

- Kebutuhan listrik laboratorium, rumah tangga, perkantoran, dan lain-lain disumsikan sebesar 25% dari kebutuhan listrik alat.

$$\text{Total kebutuhan listrik} = 25\% \times 63 \text{ HP}$$

$$= 16 \text{ HP}$$

Total kebutuhan listrik lainnya sebesar 19 HP atau setara dengan 14 kW

### 5.3.3 Total kebutuhan listrik pabrik

Tabel 5. 5 Kebutuhan listrik pabrik

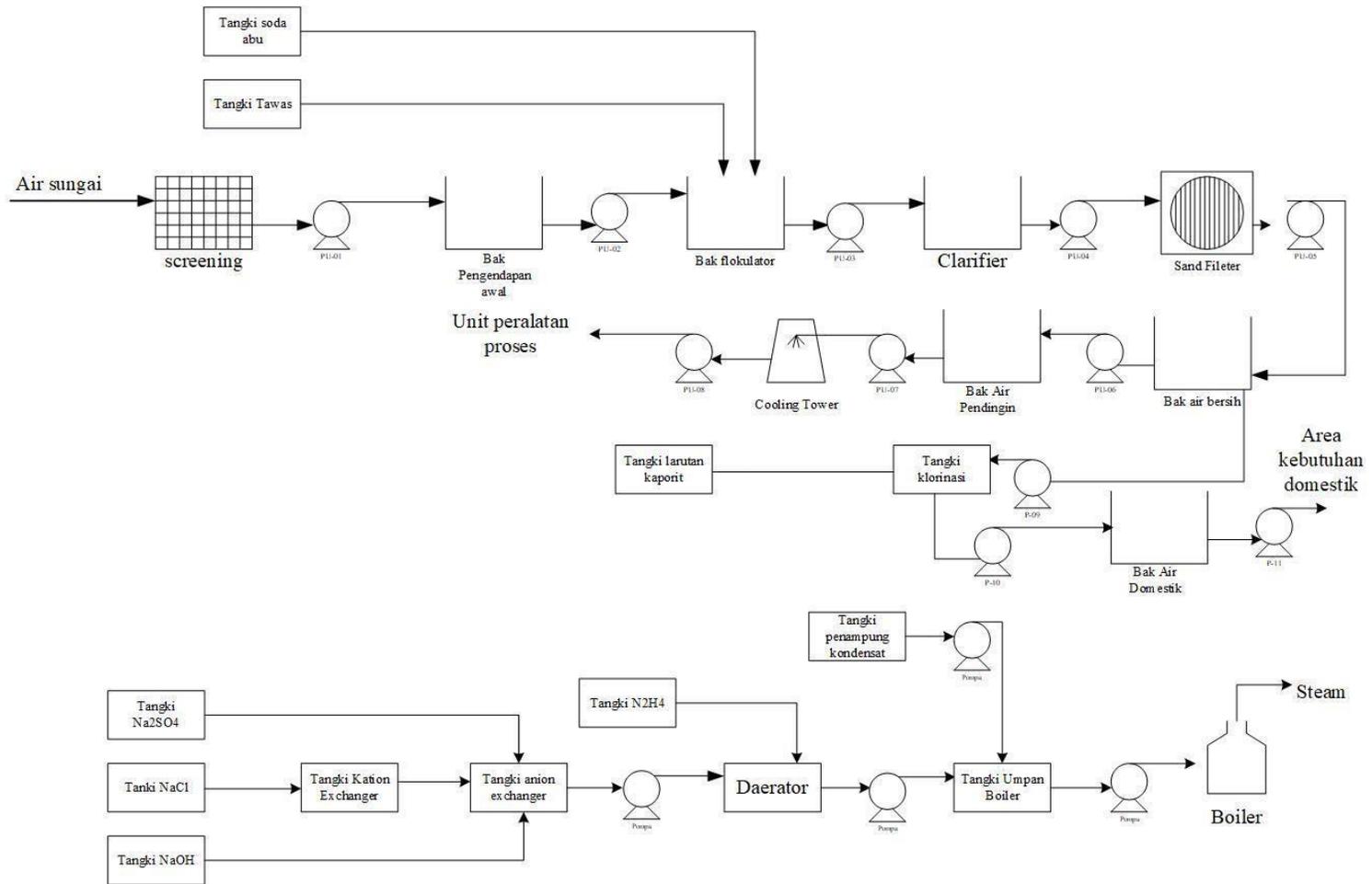
<b>Keterangan</b>	<b>Daya (HP)</b>
Kebutuhan listrik alat	62,85
Kebutuhan listrik lainnya	18,86
<b>TOTAL</b>	<b>81,71</b>

### 5.4 Unit penyediaan udara tekan

Udara tekan diperlukan untuk pemakaian alat *pneumatic control* . Total kebutuhan udara tekan sebesar 50,5 m<sup>3</sup>/jam.

### 5.5 Unit penyediaan bahan bakar

Unit ini bertujuan untuk menyediakan bahan bakar yang digunakan pada generator dan boiler. Dimana total kebutuhan bahan bakar sebesar 0,90 kg/jam atau 7.128 kg/tahun.



Gambar 5.1 Diagram Utilitas

## BAB VI

### EVALUASI EKONOMI

#### 6.1 Evaluasi Ekonomi

Evaluasi ekonomi meliputi modal (modal tetap dan modal kerja), biaya produksi (*manufacturing cost* berupa biaya produksi langsung, tak langsung, dan tetap serta *general expense*), analisa keuntungan dan analisa kelayakan. Terkait analisa kelayakan terbagi menjadi *Percent Return on Investment (ROI)*, *Pay Out Time (POT)*, *Break Event Point (BEP)*, *Shut Down Point (SDP)*, dan *Discounted Cash Flow Rate (DCFR)*. (Aries and Newton, 1955)

Beberapa faktor yang perlu ditinjau dalam analisis ekonomi yaitu:

- Return On Investment (ROI)
- Pay Out Time (POT)
- Discounted Cash Flow (DCF)
- Break Event Point (BEP)
- Shut Down Point (SDP)

Sebelum dilakukan analisis terhadap faktor-faktor di atas, perlu dilakukan perkiraan terhadap beberapa hal, yaitu:

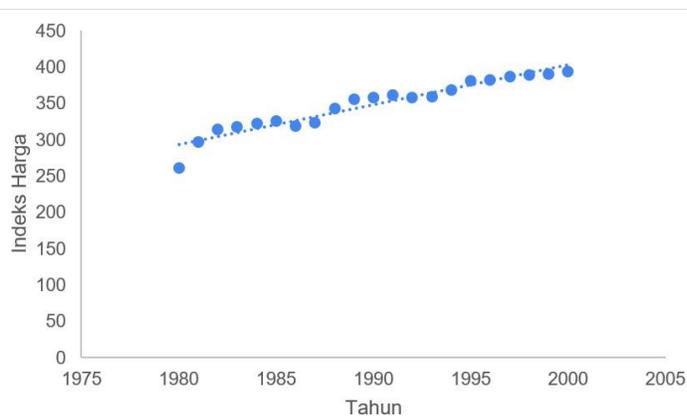
- a. Penentuan modal industri (Total Capital Investment) meliputi:

- Modal Tetap (Fixed Capital Investment)
- Modal Kerja (Working Capital Investment)
- b. Penentuan biaya produksi total (Total Production Cost)
- c. Biaya Pembuatan (Manufacturing Cost) - Biaya Produksi Langsung (Direct Manufacturing Cost) - Biaya Produksi Tak Langsung (Indirect Manufacturing Cost) - Biaya Tetap (Fixed Manufacturing Cost)
- d. Biaya Pengeluaran Umum (General Expenses)
- Pendapatan modal Untuk mengetahui titik impas, diperlukan perkiraan terhadap:
  - a. Biaya Tetap (Fixed Cost)
  - b. Biaya Variabel (Variabel Cost)
  - c. Biaya Tak Pasti atau Mengambang (Regulated Cost)
- Analisis Keuntungan (Sebelum dan Sesudah Pajak)

Berdasarkan peraturan perundang-undangan No.4 tahun 2023 terkait perpajakan yang berisikan tentang bentuk dan tata cara penyampaian laporan serta daftar wajib pajak dalam rangka pemenuhan persyaratan penurunan tarif pajak penghasilan bagi wajib pajak badan dalam negeri yang berbentuk perseroan terbuka.

#### 6.1.1 Harga Alat

Harga alat dapat sesuai dengan perkembangan ekonomi. Untuk memperkirakan harga alat pada tahun tertentu perlu dilakukan suatu metode dan data harga indeks peralatan operasi pada tahun tersebut. Pabrik dimetilformamida akan dioperasikan pada tahun 2028. Harga indeks 2028 diperkirakan dengan data indeks tahun 1980 - 2024, didapatkan dengan persamaan regresi linear seperti pada Gambar 6. 2.



Gambar 6. 1 Indeks harga

Dari grafik yang ada, diperoleh persamaan  $y = 5,5209x - 10603$ . Berdasarkan persamaan tersebut diperoleh harga indeks pada tahun 2028 sebesar 556.881. Harga alat diperoleh dengan rumus:

$$E_x = E_y (N_x/N_y)$$

Dimana:

$E_x$  = harga pembelian alat pada tahun 2028

$E_y$  = harga pembelian alat pada tahun referensi

$N_x$  = indeks harga pada tahun 2028

$N_y$  = indeks harga pada tahun referensi

### 6.1.2 Dasar Perhitungan

Kapasitas produksi dimetilformamida = 5.000 ton/tahun

Satu tahun operasi = 330 hari

Pabrik dioperasikan = 10 tahun

Kurs mata uang	=	1 US\$ = Rp 15.216 (per tanggal 5 september 2023)
Harga bahan baku (metil format)	=	Rp 18.259 /kg
Harga bahan baku (dimetilamina)	=	Rp 15.216 /kg
Harga jual produk (dimetilformamida)	=	Rp 45.648 /kg
Harga jual produk (metanol)	=	Rp 30.432 /kg

### 6.1.3 Perhitungan Biaya

#### a. Capital Investment

Merupakan pengeluaran untuk mendirikan fasilitas-fasilitas produksi dan mengoperasikannya. Capital investment terdiri dari:

##### - Fixed Capital Investment (FCI)

Merupakan pengeluaran yang digunakan untuk mendirikan fasilitas produksi, dimana biaya ini hilang walupun sebagaimana dapat diperoleh kembali pada akhir umur pabrik (10 tahun) sebagai salvage value (10% FCI)

##### - Working Capital Investment (WCI)

Merupakan biaya untuk menjalankan fasilitas produksi, dimana biaya ini tidak hilang tetapi tidak dapat diambil selama produksi

#### b. Manufacturing Cost

##### - Direct Manufacturing Cost

Merupakan pengeluaran yang berkaitan langsung dengan pembuatan produk.

- Indirect Manufacturing Cost

Merupakan pengeluaran yang tidak berkaitan langsung dengan pembuatan produk.

- Fixed Manufacturing Cost

Merupakan pengeluaran yang bersifat tetap, tidak tergantung waktu dan tingkat produksi.

c. General Expense

Merupakan pengeluaran yang tidak berhubungan dengan proses produksi, yang terdiri dari:

- Administration
- Sales & promotion
- Research
- Finance

#### 6.1.4 Analisa Kekayaan

Analisa kekayaan bertujuan untuk mengetahui tingkat keuntungan sehingga pabrik dapat diketahui potensial atau tidaknya. Beberapa indikator yang dijadikan acuan yaitu:

a. Percent Return On Investment

Merupakan tingkat keuntungan yang diperoleh dari tingkat investasi yang dikeluarkan. Dengan rumus:

$$\text{ROI} = (\text{keuntungan} / \text{fixed capital}) \times 100\%$$

Pabrik dikatakan beresiko rendah jika memiliki nilai minimum ROI sebelum pajak sebesar 11% dan memiliki resiko tinggi jika mempunyai minimum ROI sebelum pajak sebesar 44%.

b. Pay Out Time (POT)

Merupakan lama waktu pengembalian modal berdasarkan keuntungan yang diperoleh. Dengan rumus:

$$POT = FCI / (\text{keuntungan} + \text{depresiasi})$$

Pabrik beresiko rendah jika mempunyai nilai minimum POT sebelum pajak sebesar 2 tahun dan memiliki resiko tinggi jika mempunyai minimum POT sebelum pajak sebesar 5 tahun.

c. Break Event Point (BEP)

Merupakan kondisi dimana pabrik tidak mendapatkan keuntungan maupun kerugian, dimana biasanya berkisar antara 40 – 60 % dengan rumus:

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

Dimana,

Fa : annual fixed manufacturing cost pada produksi maksimum

Ra : annual regulated expense pada produksi maksimum

Va : annual variable value pada produksi maksimum

Sa : annual sales value pada produksi maksimum

d. Shut Down Point (SDP)

Merupakan kondisi dimana pabrik harus diberhentikan karena biaya untuk melanjutkan operasi pabrik akan melebihi biaya untuk menutup pabrik dan membayar fixed cost.

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

e. Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFRR)

Merupakan laju bunga maksimum dimana pabrik mampu membayar pinjaman dan bunganya kepada bank selama umur pabrik. Analisa kelayakan ekonomi DCFR dibuat dengan mempertimbangkan nilai uang yang berubah dan didasarkan atas investasi yang tidak kembali pada akhir tahun selama umur pabrik (10 tahun). Dimana dalam menentukan DCFRR menggunakan beberapa asumsi berupa umur ekonomis pabrik yaitu 10 tahun, annual profil dan taxes konstan setiap tahun, dan depresiasi setiap tahun. Dengan persamaan:

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

Dimana,

FC : fixed capital

WC : working capital

SV : salvage value

C : cash flow

: profil after taxes + depresiasi + finance

N : umur pabrik (10 tahun)

I : nilai DCFRR

#### 6.1.5 Hasil Perhitungan

Perhitungan perencanaan pendirian pabrik dimetilformamida memerlukan rencana Physical Plant Cost, Manufacturing Cost, serta General Expense.

Dimana masing-masing hasil rancangan diperoleh dengan hasil dalam bentuk tabel sebagai berikut:

Tabel 6.1 Physical plant cost (ppc)

Jenis	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
Purchased Equipment Cost	14.044.732.773	922.493
Delivered Equipment Cost	3.511.183.193	230.623
Instalation Cost	2.190.293.361	143.864
Piping Cost	3.251.912.362	213.594
Instrumentation Cost	3.491.743.257	229.347
Insulation Cost	522.181.476	34.298
Electrical Cost	1.404.473.277	92.249
Building Cost	38.000.000.000	2.495.936
Land & Yard Improvement	30.250.000.000	1.986.896
Total	96.666.519.700	6.349.301

Tabel 6.2 Direct plant cost (dpc)

Type of Capital Investment	Biaya	
	Rp	\$
Engineering and Construction	19.333.303.940	1.269.860,19
DPC	115.999.823.640	7.619.161,14
Total	135.333.127.580	8.889.021

Tabel 6.3 Fixed capital investment (fci)

Fixed Capital	Biaya	
	Rp	\$
Direct Plant Cost	115.999.823.640	7.619.161
Contractor's Fee	4.639.992.946	304.766
Contingency	11.599.982.364	761.916
Total	132.239.798.950	8.685.844

Tabel 6.4 Direct manufacturing cost (dmc)

Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
Raw Material	136.853.660.782	8.988.893,79
Labor	26.295.755.232	1.727.171,56
Supervision	2.629.575.523	172.717,16
Maintenance	2.644.795.979	173.716,87
Plant Supplies	396.719.397	26.057,53
Royalty and Patents	2.949.402.258	193.724,18
Utilities	715.961.664	47.026,17
<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	172.485.870.835	11.329.307,27

Tabel 6.5 Indirect manufacturing cost (imc)

Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
<i>Payroll Overhead</i>	3.944.363.285	259.076
<i>Laboratory</i>	2.629.575.523	172.717
<i>Plant Overhead</i>	13.147.877.616	863.586
<i>Packaging and Shipping</i>	14.747.011.292	968.621
<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	34.468.827.716	2.264.000

Tabel 6.6 Fixed manufacturing cost (fmc)

Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
<i>Depreciation</i>	10.579.183.916	694.867
<i>Property taxes</i>	1.322.397.989	86.858
<i>Insurance</i>	1.322.397.989	86.858
<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	13.223.979.895	868.584

Tabel 6.7 Total manufacturing cost (mc)

Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	172.485.870.835	11.329.307
<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	34.468.827.716	2.264.000
<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	13.223.979.895	868.584
<i>Manufacturing Cost (MC)</i>	220.178.678.446	14.461.891

Tabel 6.8 Working capital (wc)

Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
<i>Raw Material Inventory</i>	37.323.725.668	2.451.516
<i>Inproses Onventory</i>	30.024.365.243	1.972.076
<i>Product Inventory</i>	20.016.243.495	1.314.717
<i>Extended Credit</i>	80.438.243.409	5.283.387
<i>Available Cash</i>	60.048.730.485	3.944.152
<i>Working Capital (WC)</i>	227.851.308.299	14.965.849

Tabel 6.9 General expense (ge)

Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
<i>Administration</i>	6.605.360.353	433.857
<i>Sales Expense</i>	11.008.933.922	723.095
<i>Research</i>	7.706.253.746	506.166
<i>Finance</i>	7.201.822.145	473.034
<i>General Expenses(GE)</i>	32.522.370.166	2.136.151

Tabel 6.10 Total biaya produksi

Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
<i>Manufacturing Cost (MC)</i>	220.178.678.445,996	14.461.891,23
<i>General Expenses (GE)</i>	32.522.370.166,273	2.136.151,34
<i>Total Production Cost (TPC)</i>	252.701.048.612,269	16.598.042,57

Tabel 6.11 Fixed cost (fa)

Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
Depresiasi	10.579.183.916	694.867
Proerty Taxes	1.322.397.989	86.858
Asuransi	1.322.397.989	86.858
TOTAL	13.223.979.895	868.584

Tabel 6.12 Variable cost (va)

Tipe of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
Raw Material	136.853.660.782	8.988.894
Packaging and Shipping	14.747.011.292	968.621
Utilities	715.961.664	47.026
Royalty & Patent	2.949.402.258	193.724
<b>TOTAL</b>	<b>155.266.035.996</b>	<b>10.198.265</b>

Tabel 6.13 Regulated cost (ra)

Tipe of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
Gaji Karyawan	26.295.755.232	1.727.172
Payroll Overhead	3.944.363.285	259.076
Supervision	2.629.575.523	172.717
Plant Overhead	13.147.877.616	863.586
Laboratorium	2.629.575.523	172.717
General Expense	32.522.370.166	2.136.151
Maintenance	2.644.795.979	173.717
Plant Supplies	396.719.397	26.058
<b>TOTAL</b>	<b>84.211.032.721</b>	<b>5.531.193</b>

### 6.1.6 Analisa Keuntungan

Total penjualan	=	Rp 294.940.225.832
Total production cost	=	Rp 247.813.865.868
Keuntungan sebelum pajak	=	Rp 47.126.359.964

Pajak Peraturan Pemerintah

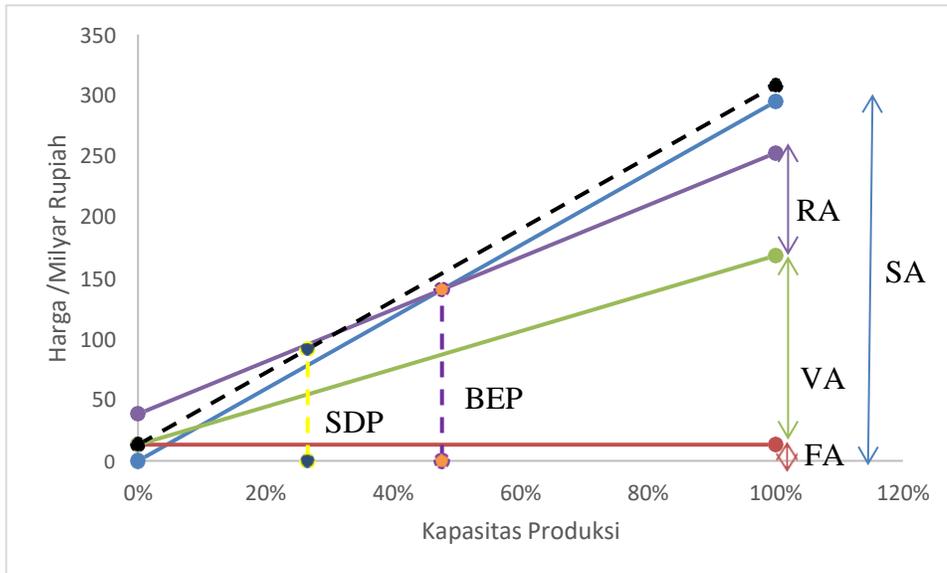
UU PPh pasal 17

(25% keuntungan)	=	Rp 11.781.589.991
Keuntungan setelah pajak	=	Rp 35.344.769.973

### 6.1.7 Hasil Kelayakan Ekonomi

Tabel 6.14 Penentuan kelayakan ekonomi

Kriteria	Terhitung	Persyaratan
ROI sebelum pajak	31,94%	
ROI setelah pajak	23,96%	low 11%,
POT sebelum pajak	2,5	POT before taxes
POT setelah pajak	3,1	Low 2%
BEP	47,68%	Berkisar 40 - 60%
SDP	26,60%	
DCF	10,10%	>1,5 x bunga bank (5%) = minimum = 7,88%



Gambar 6.2 Grafik Analisa Ekonomi

- GARIS BANTU
- TOTAL PENJUALAN (SA)
- BIAYA REGULER (RA)
- BIAYA VARIABLE (VA)
- BIAYA TETAP (FA)
- BREAK EVENT POINT (BEP)
- SHUT DOWN POINT (SDP)

## BAB VII

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 7.1 Kesimpulan

1. Perancangan pabrik dimetilformamida dari metil format dan dimetilamina dengan kapasitas 5.000 ton/tahun digolongkan sebagai pabrik beresiko rendah karena prosesnya berlangsung pada kondisi operasi yang rendah. Selain itu bahan baku yang digunakan juga tidak berbahaya, seperti tidak mudah terbakar.
2. Pabrik dimetilformamida dengan kapasitas produksi 5.000 ton/tahun ini membutuhkan bahan baku metil format 99% sebanyak 4.612 ton/tahun dan dimetilamina 99% sebanyak 3.459 ton/tahun.
3. Luas tanah yang dibutuhkan untuk mendirikan pabrik dimetilformamida adalah 27.500 m<sup>2</sup>
4. Pabrik dimetilformamida dengan kapasitas 5.000 ton/tahun membutuhkan utilitas berupa:
  - a. air = 3.311 kg/jam
  - b. bahan bakar = 0,90 kg/jam
  - c. listrik = 81,71 Hp
5. Pabrik membutuhkan tenaga kerja sebanyak 201 orang
6. Total capital investment yang dibutuhkan untuk mendirikan pabrik terdiri dari fixed capital investment sebesar Rp 132.239.798.950 dan working capital sebesar Rp 227.851.308.299

7. Total capital investment yang dibutuhkan untuk mendirikan pabrik terdiri dari fixed capital investment sebesar Rp 132.239.798.950 dan working capital sebesar Rp 227.851.308.299
8. Total capital investment yang dibutuhkan untuk mendirikan pabrik terdiri dari fixed capital investment sebesar Rp 132.239.798.950 dan working capital sebesar Rp 227.851.308.299
9. Total production cost yang dikeluarkan oleh pabrik terdiri dari manufacturing cost sebesar Rp 220.178.678.446 dan general expense sebesar Rp 32.522.370.166,27

10. Nilai ROI pabrik dimetilformamida adalah:

ROI sebelum pajak = 31,94%

ROI sesudah pajak = 23,96%

Pabrik beresiko rendah mempunyai syarat ROI sebelum pajak minimal 11%, dan berdasarkan data untuk pabrik dimetilformamida memenuhi syarat

11. Nilai POT pabrik dimetilformamida adalah:

POT sebelum pajak = 2,5 tahun

POT sesudah pajak = 3,1 tahun

Pabrik beresiko rendah mempunyai syarat POT sebelum pajak maksimal 5 tahun, dan berdasarkan data untuk pabrik dimetilformamida memenuhi syarat

12. Nilai BEP, SDP, dan DCFR pabrik dimetilformamida adalah:

Nilai BEP = 47,68%

Nilai SDP = 26,60%

Nilai DCFR = 10,10%

Dengan memperhitungkan hasil data yang diperoleh dari evaluasi ekonomi, dimana keseluruhan nilai memenuhi persyaratan sebagai pabrik yang layak untuk didirikan. Selain harga evaluasi ekonomi, ketersediaan bahan baku juga terpenuhi karena memiliki beberapa supplier. Wilayah pendirian pabrik yang dekat dengan unit penyedia air dan dekat dengan berbagai pabrik nantinya akan menghemat pengeluaran transportasi untuk mengirimkan produk. Belum adanya pabrik dimetilformamida di Indonesia menjadi peluang bisnis, karena sebagian pabrik akan memilih pembelian produk dalam negeri dibanding pembelian dari luar negeri yang membutuhkan biaya transportasi yang cukup mahal. Berdasarkan beberapa aspek yang ada, maka pabrik dimetilformamida dari metil format dan dimetilamina dengan kapasitas 40.000 ton/tahun layak untuk dikaji lebih lanjut dan layak untuk didirikan.

## 7.2 Saran

Dalam perancangan suatu pabrik kimia perlu memahami konsep dasar yang nantinya dapat meningkatkan kelayakan pembangunan pabrik bahan kimia dengan berbagai cara, antara lain:

1. Melakukan optimalisasi dalam pemilihan alur, alat, dan kondisi proses serta pertimbangan kualitas bahan baku untuk mengoptimalkan keuntungan yang akan diperoleh

2. Meningkatkan produksi dimetilformamida, sehingga nantinya selain memenuhi permintaan pabrik dalam negeri dapat mulai untuk melakukan ekspor produk ke luar negeri, karena kebutuhan pasar pabrik luar negeri terkait bahan pelarut seperti dimetilformamida cukup tinggi

## DAFTAR PUSTAKA

- Aries, R. a. (1995). *Chemical Engineering Cost Estimation*. New York: Mc Graw-Hill HandbookCo., Inc.
- Arif, M. (2017). *Perancangan Tata Letak Pabrik*. Yogyakarta: CV Budi Utama.
- Basma, N, d. (2019). The Liquid structure of the solvents dimethylformamide (DMF) and Dimethylcetamide (DMA). *Molecular Physiscs. 117 (XXII)*, 3353.
- Branan, C. (2002). *Rules of thumb for Chemical Engineers*. New York.
- Brown, G. G. (1978). *Unit Operations*. New York: Modern Asia Edition, John Wiley and Sons, Inc.
- Christie J, G. (1993). *Transport Processes and Unit Operations Third Edition*. Inited States of America: Prentice-Hall International, Inc.
- Fuady, M. (2003). *Perseroan Terbatas*. PT Citra Aditya Bakti.
- Kern, D. Q. (1983). *Process Heat Transfer*. New York: Mc-Graw Hill Book Co., Inc.
- Kusratmo, B. A. (2016). *Keuntungan & Resiko menjadi direktur, Komisaris, dan Pemegang Saham*. Jakarta.
- Levenspiel, O. (1999). *Chemical Reaction Engineering Thrid Edition*.
- Lloyd E. Brownell, E. H. (1959). *Process Equipment Design*. United States of America.

Max S. Peters, K. D. (1991). *Plant Design and Economics for Chemical Engineers*.

New York:Mc Graw-Hill Book Co., Inc.

Mizuno, K., Saito, M., Onda, Y., Aoyama, T., & Kumiko Kato, A. o. (1978). *Patent No.*

4094905.

*Operasi Teknik Kimia*. (2013). Kementrian Pendidikan dan kebudayaan Republik

Indonesia. Perry, R. a. (1986). *Perry's Chemical Engineer's Handbook*. New York:

Mc-Graw Hill Book Co.,

Inc.

Rase, H. F. (1977). *Chemical Reactor Design for Process Plants*.

Richardson's, C. &. (1993). *Chemical Engineering Design Fourth Edition*. New York:

PergamonInternational Library.

Seader, J. a. (2006). *Separation Process principles Equation* .

Smith, J. (1970). *Chemical Engineering Kinetics Second Edition*. United States of America:Mc-Graw Hill Book Co., Inc.

Surman, R. C. (1963). *Patent No. 3072725*.

Treybal, R. E. (1981). *Mass - Transfer Operation*. Singapore: Mc-Graw Hill Book Co., Inc. Ulrich, G. (1984). *A Guide to Chemical Engineering Process Design and* John Wiley and Sons. Weissermel, H.-J. &. (1997). *Industrial Organic Chemistry*. 43.

Wijatno, S. (n.d.). *Pengantar Entrepreneurship*. Grasindo.

Yaws, C. L. (1999). *Chemical Properties Handbook*. New York: Mc-Graw Hill Book Co., Inc.

**LAMPIRAN A**  
**PERHITUNGAN DESAIN ALAT**  
**REAKTOR ALIR TANGKI BERPENGADUK**

**Perancangan Reaktor**

Tipe Reaktor = Reaktor Alir Tangki Berpengaduk

Fungsi = Mereaksikan Dimetilamin dengan metilformat menjadi  
Dimetilformamida

Kondisi Operasi = Suhu =  $110^{\circ}\text{C} = 383 \text{ K}$   
= Tekanan = 3,4 atm

## A. Volume Reaktor

### A. 1 Densitas masing-masing komponen

komponen	Fw (kg/jam)	Fm (kmol/jam)	fraksi massa	$\rho_L$ (kg/m <sup>3</sup> )	$\rho_L$ campuran (kg/m <sup>3</sup> )
(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> NH	436,77	9,71	0,51	529,30	226,06
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	582,37	9,71	0,38	825,68	470,19
C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> NO	0	0	0	864,23	0
CH <sub>3</sub> OH	0	0	0	699,80	0
H <sub>2</sub> O	3,53	0,20	0,11	945,59	3,26
total	1022,67	26,72	1		687,22

$$F_v \text{ total} = 1,46 \text{ kg/m}^3$$

$$C_{a0} = C_{b0} = 6,64 \text{ kmol/m}^3$$

$$\text{Konstanta laju reaksi (k)} = 1,59 \text{ m}^3/\text{kmol.jam}$$

#### a. Menghitung Laju Reaksi

$$-r_A = k \times C_{a0} \times (1 - x_a)^2 = 7,01 \frac{\text{kmol}}{\text{m}^3} \cdot \text{jam}$$

b. Menghitung Volume Reaktor

$$V = 1,25 \text{ m}^3$$

c. Menghitung Waktu Tinggal

$$t = 51,16 \text{ sekon}$$

## B. Dimensi Reaktor

a. Menghitung Diameter Reaktor (D)

Perbandingan diameter dengan tinggi reaktor yang optimum  $D : H < 2$

(Ulrich, table 4-27). Dipilih perbandingan  $D : H = 1:1$  maka  $D = H$

$$\text{Volume Reaktor} = 1,25 \text{ m}^3$$

$$\text{Overdesign} = 10\%$$

$$\text{Volume Reaktor Overdesign} = 110\% \times 1,246 \text{ m}^3 = 1,37 \text{ m}^3$$

$$V = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times H$$

$$4$$

$$V = \frac{1}{4} \times \pi \times D^3$$

$$D = 1,204 \text{ m} = 51,96 \text{ in}$$

$$\text{Dipilih } D \text{ standar } 54 \text{ in} = 1,37 \text{ m}$$

Dikarenakan  $D = H$ , maka

$$H = 54 \text{ in} = 1,37 \text{ m}$$

b. Menghitung Tekanan Design

**Tinggi cairan**

$$V = \frac{\pi D^2}{4} \times h$$

Dimana:  $V$  = volume reaktor

$$\pi = 3,14$$

$D$  = Diameter Reaktor

$h$  = tinggi cairan

$$4 \times v$$

$$h = \frac{4 \times v}{\pi \times D^2} \times h$$

$$4 \times 1,37 \text{ m}^3$$

$$h = \frac{4 \times 1,37 \text{ m}^3}{3,14 \times (1,37 \text{ m})^2} = 0,93 \text{ m}$$

### **Tekanan Hidrostatik**

$$P_h = \rho \times g \times h$$

$$P_h = 6,37 \text{ kpa}$$

### **Tekanan total reaktor**

$$P_{\text{Total}} = P_{\text{reaktor}} + P_{\text{hidrostatik}}$$

$$= 3.4 \text{ atm} + 6,365 \text{ kpa}$$

$$= 344,505 \text{ kpa} + 6,365 \text{ kpa} = 350,87 \text{ kpa}$$

$$\text{Overdesign} = 20\%$$

$$= 120\% \times 350,87 \text{ kpa}$$

$$= 421,04 \text{ kpa} = 61,067 \text{ psia} = 4,12 \text{ atm}$$

c. Menghitung Tebal dan Tinggi Shell

**Tipe material penyusun Reaktor** : Carbon Steel SA-283 grade C

Dipilih Tebal shell standar :

$$t_s = 0,313 \text{ in} = 0,00794 \text{ m}$$

### **Diameter luar (OD)**

$$OD = ID + (2 \times t_s)$$

Dimana: ID = inside diameter (in)

Ts = tebal shell (in)

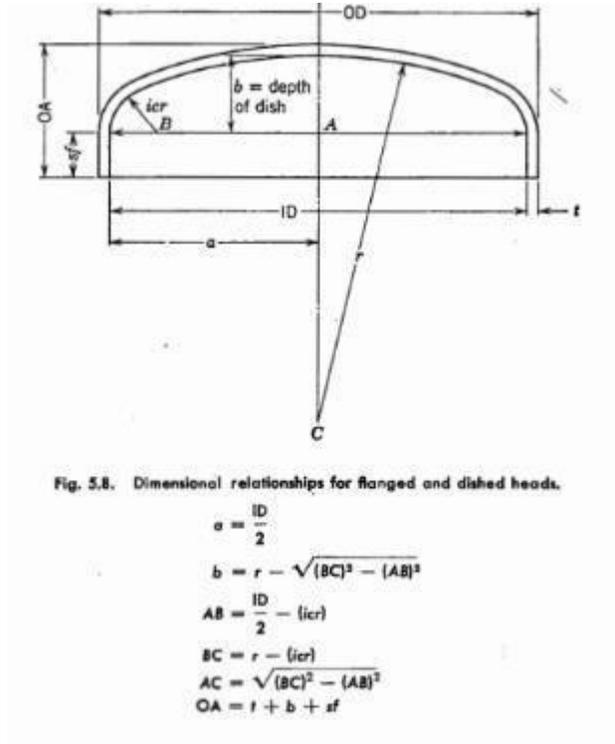
$$OD = 54 \text{ in} + (2 \times 0,313) = 54,63 \text{ in}$$

Dipilih OD standar :

$$OD = 60 \text{ in} = 1,52 \text{ m}$$

Tebal Head (th): 0,31 in

## Tinggi Total Reactor



Gambar Hubungan flanged dan dished pada tutup ellipsoidal

Untuk  $th = 0,31 \text{ In}$

Dipilih  $sf = 2 \text{ in}$  (*brownell and young:88*)

Untuk  $OD = 60 \text{ in}$

$ts = 0,31 \text{ in}$

Dipilih  $icr = 3,63 \text{ in}$  (*brownell and young:90*)

$rc = 23,38 \text{ in}$  (*brownell and young:90*)

$$BC = rc - icr$$

$$BC = 23,375 \text{ in} - 3,625 \text{ in} = 56,38 \text{ in}$$

$$b = rc - \sqrt{BC^2 - AB^2}$$

$$b = 23,375 \text{ in} - \sqrt{56,375^2 - 3,625^2} = 8,70 \text{ in}$$

$$OA = th + b + sf$$

$$OA = 0.313 \text{ in} + 8.699 \text{ in} + 2 \text{ in} = 11,01 \text{ in}$$

$$\text{Tinggi head} = 11,012 \text{ in} = 0,28 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Tinggi cairan di shell} &= \text{tinggi cairan reactor} - \text{tinggi head} \\ &= 1,222 \text{ m} - 0,280 \text{ m} \\ &= 0,94 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tinggi total reactor} &= \text{tinggi shell} + (2 \times \text{tinggi head}) \\ &= 1,37 \text{ m} + (2 \times 0,28 \text{ m}) = 1,93 \text{ m} \end{aligned}$$

d. Menentukan spesifikasi pengaduk

#### **Jenis Pengaduk**

Berdasarkan *geankoplis,193*, dipilih pengaduk Six Blade Agitator dengan alasan tipe ini sering digunakan dalam dunia industry

#### **Menentukan dimensi pengaduk**

Berdasarkan G.G brown,1978, diperoleh:

$$Dt/Di = 3$$

$$Zl/Di = 2,7 - 3,9 \text{ (dipilih 3)}$$

$$Zi/Di = 0,75 - 1,3 \text{ (dipilih 1)}$$

$$w_b/D_i = 0,17$$

$$L/D_i = 0,25$$

$$D_t = 51,96 \text{ in}$$

Dimana:  $D_i$  = diameter pengaduk

$D_t$  = diameter dalam reactor

$Z_l$  = tinggi cairan dalam reactor

$w_b$  = lebar baffle

$Z_i$  = jarak pengaduk dari dasar tangki

$L$  = lebar pengaduk

$$D_i = 0,44 \text{ m}$$

$$Z_l = D_i \times 3 = 17,32 \text{ in} \times 3 = 51,96 \text{ in} = 1,32 \text{ m}$$

$$Z_i = D_i \times 1 = 17,32 \text{ in} \times 1 = 17,32 \text{ in} = 0,44 \text{ m}$$

$$L = D_i \times 0,25 = 17,32 \text{ in} \times 0,25 = 4,33 \text{ in}$$

$$W_b = D_i \times 0,17 = 17,32 \text{ in} \times 0,17 = 2,94 \text{ in}$$

Jumlah Baffle = 4

### **Kebutuhan Daya Teoritis**

Mencari viskositas campuran pada suhu 383 K

## A. 2 Viskositas masing-masing komponen dalam reaktor

Komponen	Fw (kg/jam)	Xi	$\mu_i$ (cp)	$\mu$ campuran (cp)
Dimetilamin	436,77	0,51	0,09	0,05
Metil Format	582,37	0,38	0,16	0,06
Dimetilformamida	0	0	0,37	0
Metanol	0	0	0,212	0
Air	3,53	0.107	11740	1,254
Total	1022,67	1		1,363

Untuk mencari kebutuhan daya, terlebih dahulu harus di cari kecepatan rotasi dan power number

Kecepatan Rotasi:

$$WELH = H_i \times S_g$$

Dimana: WELH = water equivalent liquid height (m)

$H_i$  = tinggi cairan pada shell (m)

$S_g$  = specific gravity

$$WELH = 0,942 \text{ m} \times 0,687 = 0,65$$

Jumlah Pengaduk = 1

$$N = 6,21 \text{ rev/s}$$

Power Number:

Power number di lihat dari persamaan grafik geankoplis,1993 berdasarkan nilai bilangan Reynold ( $N_{Re}$ )

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

$$N_{Re} = 6,06 \times 10^7$$

Sehingga Power Number  $N_p = 5$

Kebutuhan Daya,  $P = N_p \times \rho \times N^3 \times D_i^5$

$D_i^5$

Dimana:  $P =$  kebutuhan daya (Hp)

$N_p =$  Power Number

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

$N =$  kecepatan rotasi (rev/s)

$D_i =$  Diameter impeller (m)

$$P = 5 \times 699,512 \times 5,19^3 \times 0,440^5$$

$$= 8098 \text{ watt} = 8.098 \text{ kwh} = 10,86 \text{ HP}$$

### Daya Yang Hilang

$$\text{Daya yang hilang} = 10\% \times \text{Kebutuhan Daya}$$

$$= 10\% \times 10,86 \text{ HP} = 1,08 \text{ HP}$$

### Daya Inpu

$$\text{Daya Input} = \text{Kebutuhan Daya} + \text{daya yang hilang}$$

$$= 10,86 + 1,08 = 11,96 \text{ HP}$$

**Daya Motor**

Efisiensi Motor = 88 %

Daya Motor = 13,57 HP

e. Menghitung jaket pendingin

Fungsi dari jaket pendingin adalah untuk mempertahankan suhu reactor agar konstan di 110°C. Reaksi bersifat eksotermis sehingga reaksinya mengeluarkan panas

## $\Delta T$ LMTD

### A. 3 Kondisi operasi fluida panas dan dingin

Fluida panas	Temperatur (F)	Fluida dingin	$\Delta T$
230	Temperature Tinggi	131	99
230	Temperature Rendah	86	144

$$\Delta LMTD = 120^\circ$$

### Luas Perpindahan Panas Yang Tersedia

A = Luas Selimut Reaktor + Luas Penampang Reaktor

$$A = \pi \times D_o \times H_i + \left( \frac{\pi}{4} \times D_o^2 \right)$$

$$A = 53,04 \text{ ft}^2$$

### Luas perpindahan Panas Yang Dibutuhkan

$$A = 39,28 \text{ ft}^2$$

A kebutuhan < A tersedia, maka jaket pendingin dapat digunakan

### **Diameter dalam jaket pendingin**

Massa kebutuhan Air Pendingin = 65,66 kg/jam

Volume air pendingin = 0,066 m<sup>3</sup>/jam

$$D1 = Do + (2 \times \text{jarak})$$

Dimana: D1 = Diameter dalam jaket pendingin

Do = Diameter luar tangka (m)

Asumsi jarak jaket dan tangka = 5 in = 0,13 m

$$D1 = 1,52 + (2 \times 0,13) = 1,78 \text{ m} = 70 \text{ in}$$

### **Tinggi jaket pendingin**

$$Hj = Hs + Hh$$

Dimana: Hj = tinggi jaket (m)

Hs = tinggi shell (m)

Hh = tinggi head (m)

$$Hj = 1,37 + 0,28 = 1,65 \text{ m}$$

### **Tekanan Design Jaket Pendingin**

Bahan: Carbon Steel SA-283 grade C

$$Ph = 1,92 \text{ psia}$$

$$\begin{aligned}
 P_{\text{design}} &= P_{\text{reactor}} + P_h \\
 &= 61,07 + 1,92 = 62,98 \text{ psia}
 \end{aligned}$$

### **Tebal Shell jaket pendingin**

$$T_j = \frac{P \times r_i}{f \times E - 0,6 \times p} + C$$

Dimana:  $T_j$  = Tebal Jaket (in)

$r_i$  = jari jari dalam jaket (in)

$P$  = tekanan design

$f$  = allowable stress (psia)

$E$  = joint efficiency

$C$  = corrosion allowance (in/10 tahun)

$$T_j = \frac{63.31 \times 35}{12650 \times 0.8 - 0.6 \times 63.31} + 0.125 = 0,35 \text{ in}$$

Dipilih Tebal Shell standar  $T_j$

$$= 0,375 \text{ in} = 0,00952 \text{ m}$$

### **Diameter Luar Jaket Pendingin**

$$D2 = D1 + (2 \times tj)$$

$$D2 = 1,778 + (2 \times 0,00952) = 1,80 \text{ m}$$

### **Luas yang dilalui air pendingin**

$$A = \frac{3.14}{2} \times (1.797^2 - 1.778^2) = 0,11 \text{ m}^2$$

### **Kecepatan Air Pendingin**

$v$

$$V = \frac{v}{A}$$

$A$

Dimana:  $v$  = kecepatan volumetric (m<sup>3</sup>/jam)

$V$  = kecepatan air pendingin

$$V = 0,066 / 0,1069 = 0,61 \text{ m/jam}$$

## LAMPIRAN B

### KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PERANCANGAN PABRIK

d. Nama mahasiswa: Muhammad Faishal Hasan

No. mahasiswa: 19521014

e. Nama mahasiswa: Shalahuddin Azmi Abdul Hafizh

No. mahasiswa: 19521016

Mulai masa bimbingan: 10 Oktober 2022

Batas akhir bimbingan: 08 April 2023

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1	23/10/2022	Bimbingan Awal	
2	11/11/2022	Penentuan Kapasitas	
3	14/11/2022	Penentuan Kapasitas	



4	13/01/2023	Penentuan Kapasitas, Pemilihan Proses, Spesifikasi Produk	
5	21/01/2023	Perbaikan Luaran 1-3	
6	20/03/2023	Pembuatan Diagram Alir Kualitatif	
7	4/04/2023	Pembuatan Diagram Alir Kualitatif	
8	14/04/2023	Pembuatan Diagram Alir Kualitatif	
9	11/05/2023	Pembuatan Neraca Massa	
10	23/05/2023	Pembuatan Neraca Massa	
11	05/07/2023	Penentuan Nilai Konstanta Laju Reaksi	
12	21/07/2023	Perancangan Reaktor	
13	01/08/2023	Perancangan Alat Besar Menara Distilasi	
14	14/08/2023	Perancangan Alat Kecil	
15	01/08/2023	Perancangan Perhitungan Evaluasi Ekonomi	
16	04/08/2023	Perancangan Grafik Evaluasi Ekonomi	

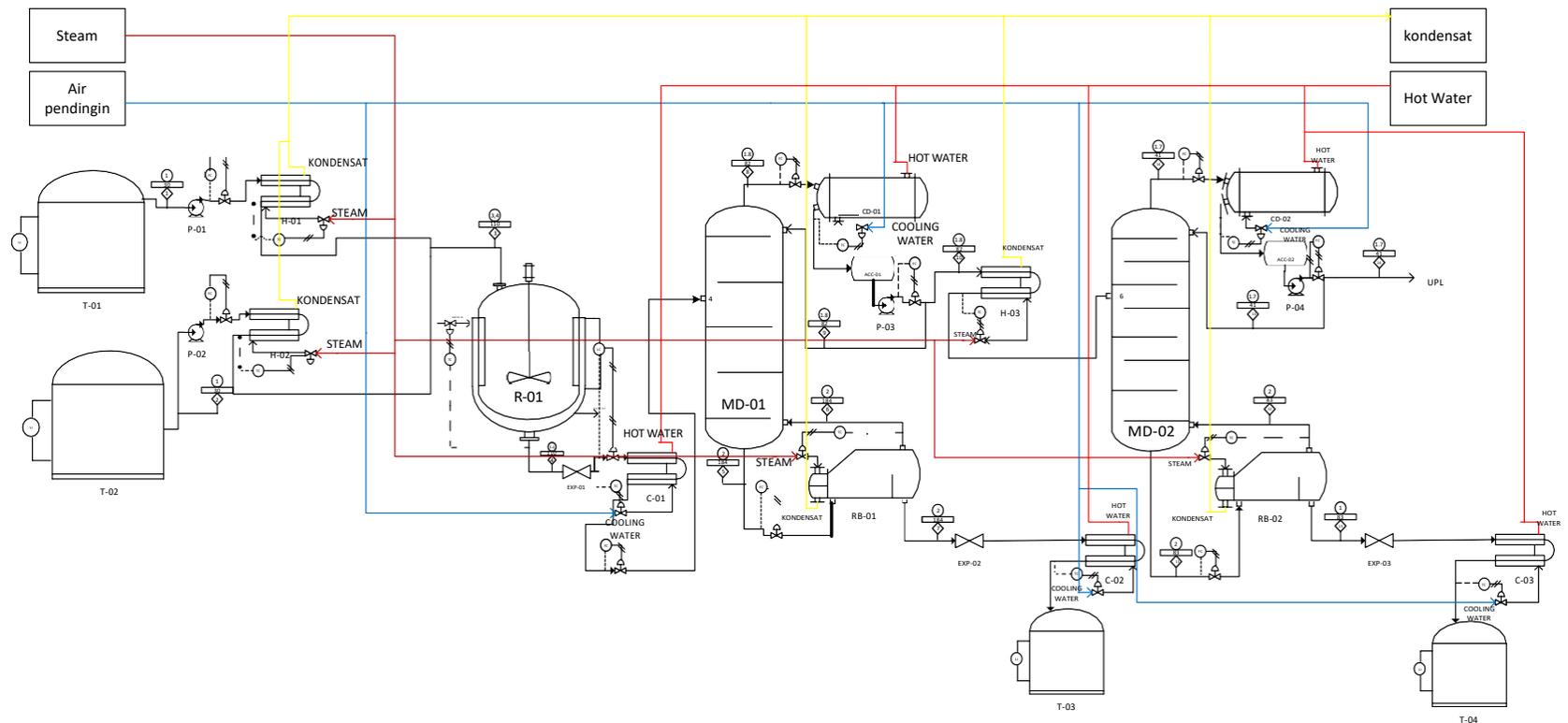
**Disetujui Draft Penulisan:**

**Yogyakarta, 5 September 2023**

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

## LAMPIRAN C

### PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM PABRIK DIMETILFORMAMIDA DARI METIL FORMAT DAN DIMETILAMIN KAPASITAS 5.000 TON/ TAHUN



Nomor Arus	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	KETERANGAN		SIMBOL		JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA YOGYAKARTA  PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM PABRIK DIMETILFORMAMIDA DARI METIL FORMAT DAN DIMETILAMIN KAPASITAS 5.000 TON/TAHUN  Dikerjakan Oleh : 1. Muhammad Faishal Hasan 19521014 2. Sholahudin Azmi Abdul Hafiz 19521016 Dosen Pembimbing : Venitalitya Althea Sari Augustia, S.T., M.Eng	
																	NO	KODE	NAMA ALAT	JUMLAH		TEMPERATURE CONTROL
(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> NH (kg/jam)	436,774	0,000	436,774	43,677	0,000	0,000	0,000	115,171	71,494	43,677	0,446	0,009	0,437	219,919	176,678	43,240	1	T	TANGKI	5	(tc)	(fc)
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub> (kg/jam)	0,000	582,365	582,365	58,237	0,000	0,000	0,000	153,563	95,326	58,237	20,043	0,805	19,738	195,805	157,306	38,499	2	R	REAKTOR	1	(li)	(lc)
C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> NO (kg/jam)	0,000	0,000	0,000	637,690	631,313	28,888	631,313	16,815	10,438	6,377	6,458	0,081	6,377	0,000	0,000	0,000	3	MD	MENARA DISTILASI	2	(cv)	(cc)
CH <sub>3</sub> OH (kg/jam)	0,000	0,000	0,000	279,535	0,004	0,000	0,004	787,087	457,556	279,531	284,755	8,020	276,736	4,217	1,422	2,795	4	CD	CONDENSER	2	(cv)	(cc)
H <sub>2</sub> O (kg/jam)	1,765	1,765	3,529	3,529	0,035	0,007	0,035	9,214	5,720	3,494	3,674	0,180	3,494	0,001	0,001	0,000	5	RB	REBOILER	2	(cv)	(cc)
Total (kg/jam)	438,539	584,130	1022,669	1022,669	631,352	28,895	631,352	1031,849	640,533	391,316	315,376	8,595	306,781	429,941	345,406	84,535	6	ACC	ACCUMULATOR	2	(cv)	(cc)
																	7	H	HEATER	2	(cv)	(cc)
																	8	C	COOLER	5	(cv)	(cc)
																	9	EXP	EXPANSION VALVE	3	(cv)	(cc)
																	10	P	POMPA	4	(cv)	(cc)

