

**PRA RANCANGAN PABRIK DIMETIL FORMAMIDA DARI METIL  
FORMAT DAN DIMETIL AMIN KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN**

**PERANCANGAN PABRIK**

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat**

**Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia**

**Konsentrasi Teknik Kimia**



**Oleh:**

**Nama : Khotami Qirrotu Hayyu**

**Nama : Vivin Atiyatul Maula**

**No. Mahasiswa : 17521059**

**No. Mahasiswa : 17521091**

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

**YOGYAKARTA**

**2021**

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL PERANCANGAN PABRIK

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Khotami Qirrotu Hayyu      Nama : Vivin Atiyatul Maula

No. Mahasiswa : 17521059

No. Mahasiswa : 17521091

Yogyakarta, 30 Juli 2021

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

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

Td. Tangan



Khotami Qirrotu H

NIM : 17521059

Td. Tangan



Vivin Atiyatul M

NIM : 17521091

**LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING**  
**PRA RANCANGAN PABRIK DIMETIL FORMAMIDA DARI DIMETIL FORMAT**  
**DAN DIMETIL AMIN KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN**

PRANCANGAN PABRIK



Oleh:

Nama : Khotami Qirrotu Hayyu

Nama : Vivin Atiyatul Maula

No. Mahasiswa : 17521059

No. Mahasiswa : 17521091

Yogyakarta, 30 Juli 2021

Pembimbing I,



Arif Hidayat, Dr., S.T., M.T.

Pembimbing II,



Tintin Muftara, S.T., M.Eng.

**LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI**  
**PERANCANGAN PABRIK DIMETIL FORMAMIDA DARI METIL**  
**FORMAT DAN DIMETIL AMIN KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN**  
**PERANCANGAN PABRIK**

Oleh :  
Nama : Khotami Qirrotu Hayyu  
NIM : 17521059

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

Yogyakarta, 19 Agustus 2021

Tim Penguji,

Dr. Arif Hidayat, S.T.,M.T.  
Ketua



Dr. Ir. Farham HM Saleh, MSIE.  
Anggota I



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



Mengetahui :  
Ketua Program Studi Teknik Kimia  
Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Islam Indonesia

Ketua Program Studi.



Dr. Suharno Rusdi



**LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI**  
**PERANCANGAN PABRIK DIMETIL FORMAMIDA DARI METIL**  
**FORMAT DAN DIMETIL AMIN KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN**  
**PERANCANGAN PABRIK**

Oleh :  
Nama : Vivin Atiyatul Maula  
NIM : 17521091

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

Yogyakarta, 19 Agustus 2021

Tim Penguji,

Dr. Arif Hidayat, S.T., M.T.  
Ketua



Dr. Ir. Farham HM Saleh, MSIE.  
Anggota I



Venalitya Alethea S.A., S.T., M.Eng.  
Anggota II



Mengetahui :  
Ketua Program Studi Teknik Kimia  
Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Islam Indonesia



Ketua Program Studi

Dr. Suharno Rusdi

## KATA PENGANTAR



*Assalamu'alaikum Wr., Wb.*

Puji syukur kehadiran Allah SWT karena berkat rahmat, hidayah serta karunia-Nya, penulis dapat menyusun laporan tugas akhir dengan judul **“Pra Rancangan Pabrik Dimetil Formamida dari Metil Format dan Dimetil Amin dengan Kapasitas 40.000 Ton/Tahun”** tepat pada waktunya.

Tugas akhir ini adalah 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 menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Allah SWT karena atas segala karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini dengan tepat waktu.
2. Orang tua dan keluarga penulis atas dukungan moril maupun material serta doa yang telah mereka berikan penulis.
3. Bapak Dr. Suharno Rusdi selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Arif Hidayat, Dr., S.T., M.T. dan Ibu Tintin Mutiara, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing atas bimbingan dan kesabarannya dalam proses penyusunan laporan tugas akhir ini.
5. Khotami Qirrotu Hayyu/ Vivin Atiyatul Maula selaku rekan tugas akhir yang selalu membantu dan saling memberikan semangat dalam proses penyusunan tugas akhir.
6. Teman-teman seperjuangan Teknik Kimia angkatan 2017
7. Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu per satu dalam membantu kelancaran proses pembuatan tugas akhir ini.

Kami menyadari bahwa dalam penyusunan laporan tugas akhir ini masih banyak kekurangan diakrenakan keterbatasan pengetahuan kami, oleh sebab itu penulis mengahapkan kritik dan saram yang bersifat membangun. Akhir kata asemoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak.

*Wassalamu'alaikum Wr., Wb.*

Yogyakarta,30 Juli 2021

Penyusun

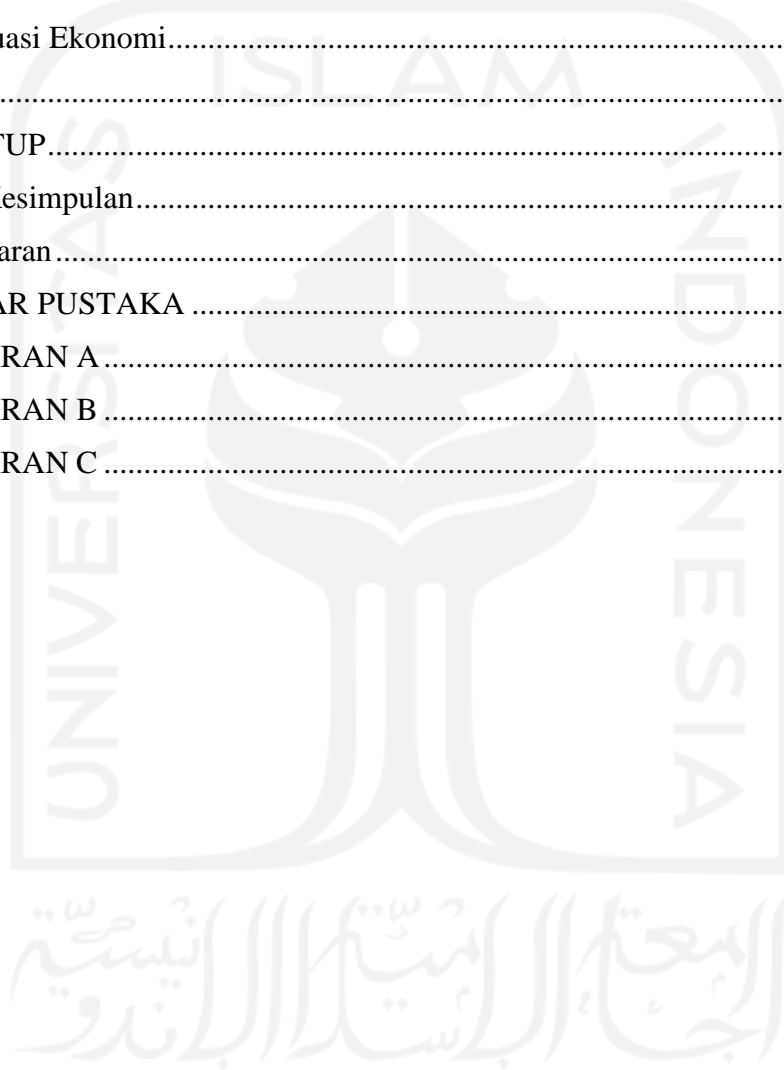


## DAFTAR ISI

|                                                         |      |
|---------------------------------------------------------|------|
| LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL PERANCANGAN PABRIK ... | ii   |
| LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING .....                      | iii  |
| LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....                          | iv   |
| KATA PENGANTAR .....                                    | vi   |
| DAFTAR ISI.....                                         | viii |
| DAFTAR GAMBAR .....                                     | x    |
| DAFTAR TABEL.....                                       | xi   |
| ABSTRAK.....                                            | xiii |
| <i>ABSTRACT</i> .....                                   | xv   |
| BAB I .....                                             | 1    |
| PENDAHULUAN .....                                       | 1    |
| 1.1 Latar Belakang.....                                 | 1    |
| 1.2 Kapasitas Perancangan Produksi.....                 | 2    |
| 1.3 Tinjauan Pustaka .....                              | 5    |
| BAB II.....                                             | 10   |
| PERANCANGAN PRODUK .....                                | 10   |
| 2.1 Spesifikasi Bahan Baku .....                        | 10   |
| 2.2 Spesifikasi Produk.....                             | 11   |
| 2.3 Pengendalian Kualitas .....                         | 12   |
| BAB III.....                                            | 15   |
| PERANCANGAN PROSES .....                                | 15   |
| 3.1 Uraian Proses.....                                  | 15   |
| 3.2 Spesifikasi Alat.....                               | 17   |
| 3.3 Perencanaan Produksi.....                           | 40   |
| BAB IV .....                                            | 42   |
| PERANCANGAN PABRIK.....                                 | 42   |
| 4.1 Lokasi Pabrik.....                                  | 42   |

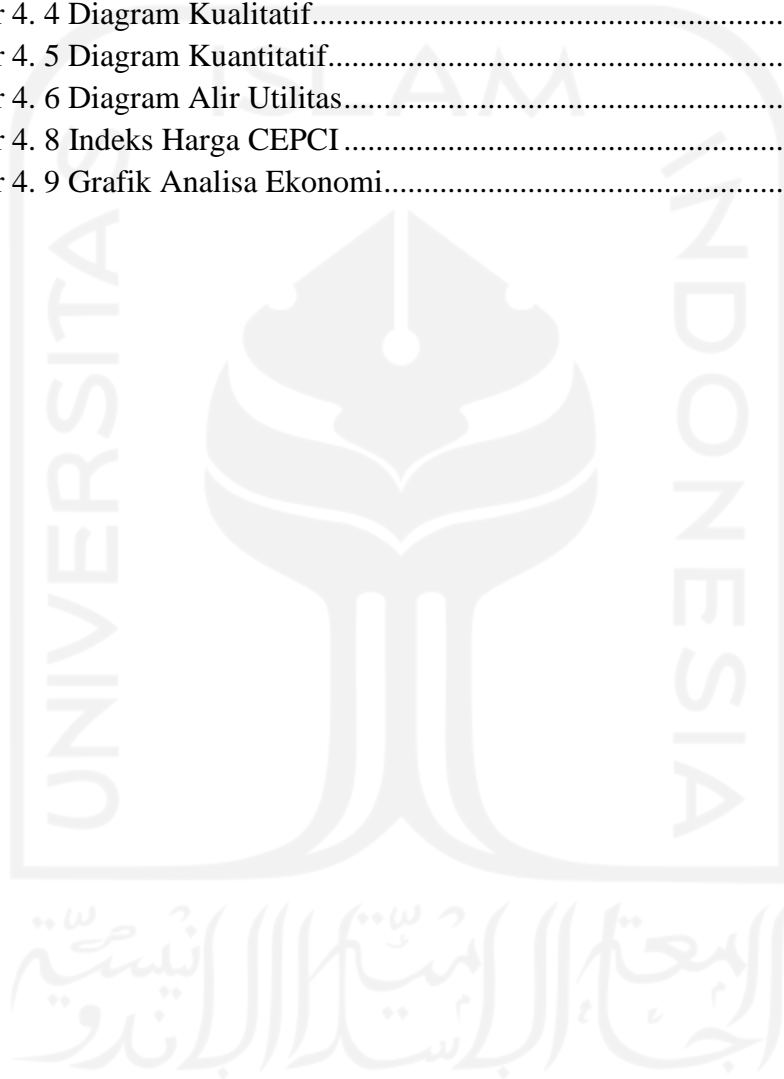


|                |                                         |     |
|----------------|-----------------------------------------|-----|
| 4.2            | Tata Letak Pabrik (Plant Layout) .....  | 45  |
| 4.3            | Tata Letak Mesin atau Alat Proses ..... | 49  |
| 4.4            | Alir Proses dan Material .....          | 53  |
| 4.5            | Utilitas .....                          | 70  |
| 4.6            | Organisasi Perusahaan .....             | 83  |
| 4.7            | .....                                   | 97  |
|                | Evaluasi Ekonomi .....                  | 97  |
| BAB V          | .....                                   | 108 |
| PENUTUP        | .....                                   | 109 |
| 5.1            | Kesimpulan .....                        | 109 |
| 5.2            | Saran .....                             | 110 |
| DAFTAR PUSTAKA | .....                                   | 111 |
| LAMPIRAN A     | .....                                   | 115 |
| LAMPIRAN B     | .....                                   | 1   |
| LAMPIRAN C     | .....                                   | 3   |



## DAFTAR GAMBAR

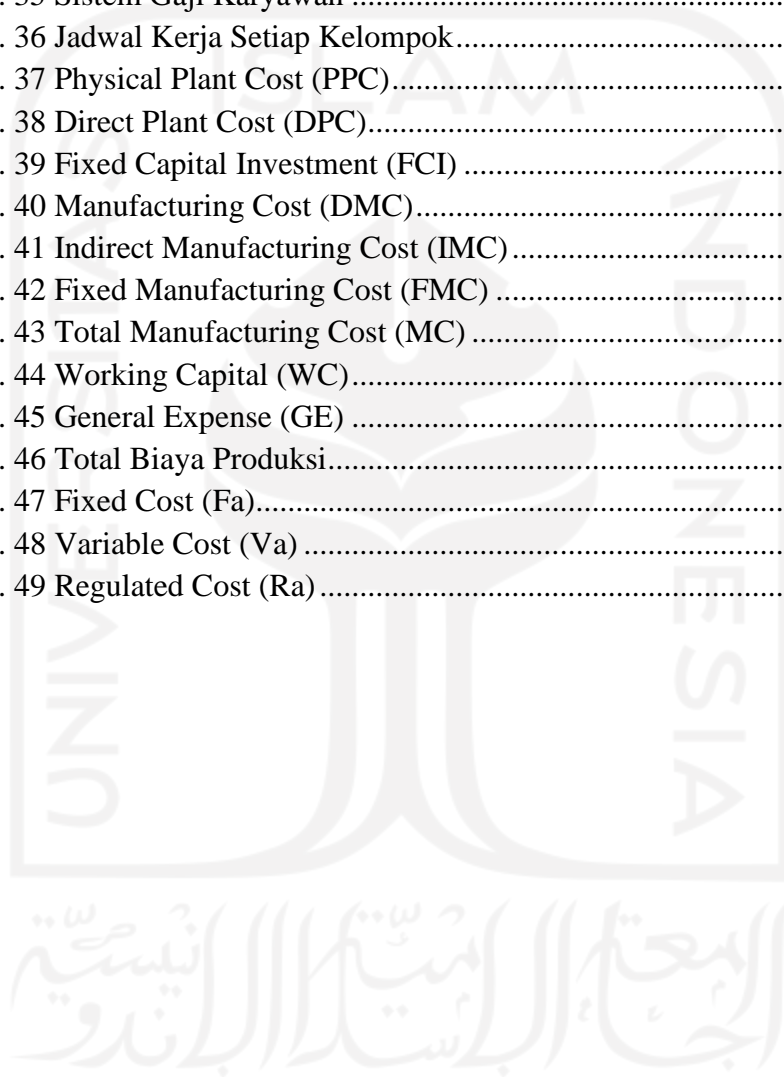
|                                                    |     |
|----------------------------------------------------|-----|
| Gambar 1. 1 Grafik Kebutuhan Impor DMF.....        | 3   |
| Gambar 4. 1 Lokasi Pendirian Pabrik .....          | 42  |
| Gambar 4. 2 Lay Out Pabrik Skala 1:1000 .....      | 48  |
| Gambar 4. 3 Lay Out Alat Proses Skala 1: 500 ..... | 51  |
| Gambar 4. 4 Diagram Kualitatif.....                | 66  |
| Gambar 4. 5 Diagram Kuantitatif.....               | 68  |
| Gambar 4. 6 Diagram Alir Utilitas.....             | 82  |
| Gambar 4. 8 Indeks Harga CEPCI.....                | 98  |
| Gambar 4. 9 Grafik Analisa Ekonomi.....            | 108 |



## DAFTAR TABEL

|                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 1. 1 Data perkembangan Impor DMF di Indonesia .....        | 2  |
| Tabel 1. 2 Konsumsi Dimetil Formamida.....                       | 3  |
| Tabel 1. 3 Kapasitas Pabrik Dimetil Formamida.....               | 4  |
| Tabel 1. 4 Perbandingan proses Pembuatan Dimetil Formamida.....  | 7  |
| Tabel 1. 5 Biaya Bahan Baku dan Produk .....                     | 8  |
| Tabel 2. 1 Spesifikasi Bahan Baku .....                          | 10 |
| Tabel 2. 2 Spesifikasi Produk.....                               | 11 |
| Tabel 3. 1 Kebutuhan Bahan Baku .....                            | 40 |
| Tabel 4. 1 Perincian Luas Tanah dan Bangunan Pabrik .....        | 47 |
| Tabel 4. 2 Neraca Massa Total.....                               | 53 |
| Tabel 4. 3 Neraca Massa Bahan Baku Metil Format (TK-101).....    | 54 |
| Tabel 4. 4 Neraca Massa Bahan Baku Dimetilamin (TK-102).....     | 54 |
| Tabel 4. 5 Neraca massa Reaktor (R-101) .....                    | 54 |
| Tabel 4. 6 Neraca massa Reaktor (R-102) .....                    | 55 |
| Tabel 4. 7 Neraca massa Reaktor (R-103) .....                    | 55 |
| Tabel 4. 8 Neraca Massa Distilasi Dimetil Formamida (T-101)..... | 56 |
| Tabel 4. 9 Neraca Massa Distilasi Dimetil Formamida (T-102)..... | 56 |
| Tabel 4. 10 Neraca Massa Tangki Penyimpanan DMF (TK-103).....    | 57 |
| Tabel 4. 11 Neraca Massa Tangki Metanol (TK-104).....            | 57 |
| Tabel 4. 12 Neraca Massa Instalasi Pengolahan Lebih Lanjut ..... | 57 |
| Tabel 4. 13 Neraca Panas E-101 .....                             | 58 |
| Tabel 4. 14 Neraca Panas E-102 .....                             | 58 |
| Tabel 4. 15 Neraca Panas R-101 .....                             | 59 |
| Tabel 4. 16 Neraca Panas R-102.....                              | 59 |
| Tabel 4. 17 Neraca Panas R-103 .....                             | 60 |
| Tabel 4. 18 Neraca Panas EV-101 .....                            | 61 |
| Tabel 4. 19 Neraca Panas E-101 .....                             | 61 |
| Tabel 4. 20 Neraca Panas T-101 .....                             | 61 |
| Tabel 4. 21 Neraca Panas EV-102 .....                            | 62 |
| Tabel 4. 22 Neraca Panas E-102 .....                             | 62 |
| Tabel 4. 23 Neraca Panas E-103 .....                             | 62 |
| Tabel 4. 24 Neraca Panas T-102 .....                             | 63 |
| Tabel 4. 25 Neraca Panas EV-103 .....                            | 63 |
| Tabel 4. 26 Neraca Panas E-104 .....                             | 64 |
| Tabel 4. 27 Neraca Panas E-105 .....                             | 64 |
| Tabel 4. 28 Syarat Air Umpan Boiler .....                        | 72 |

|                                                    |     |
|----------------------------------------------------|-----|
| Tabel 4. 29 Kebutuhan Air Pendingin .....          | 75  |
| Tabel 4. 30 Kebutuhan Air Pembangkit Steam.....    | 76  |
| Tabel 4. 31 Kebutuhan Air Domestik .....           | 77  |
| Tabel 4. 32 Kebutuhan Listrik Alat Proses .....    | 78  |
| Tabel 4. 33 Kebutuhan Listrik Alat Utilitas.....   | 79  |
| Tabel 4. 34 Kebutuhan Listrik Pabrik.....          | 80  |
| Tabel 4. 35 Sistem Gaji Karyawan .....             | 91  |
| Tabel 4. 36 Jadwal Kerja Setiap Kelompok.....      | 96  |
| Tabel 4. 37 Physical Plant Cost (PPC).....         | 102 |
| Tabel 4. 38 Direct Plant Cost (DPC).....           | 103 |
| Tabel 4. 39 Fixed Capital Investment (FCI) .....   | 103 |
| Tabel 4. 40 Manufacturing Cost (DMC).....          | 103 |
| Tabel 4. 41 Indirect Manufacturing Cost (IMC)..... | 103 |
| Tabel 4. 42 Fixed Manufacturing Cost (FMC) .....   | 104 |
| Tabel 4. 43 Total Manufacturing Cost (MC) .....    | 104 |
| Tabel 4. 44 Working Capital (WC).....              | 104 |
| Tabel 4. 45 General Expense (GE) .....             | 105 |
| Tabel 4. 46 Total Biaya Produksi.....              | 105 |
| Tabel 4. 47 Fixed Cost (Fa).....                   | 105 |
| Tabel 4. 48 Variable Cost (Va) .....               | 105 |
| Tabel 4. 49 Regulated Cost (Ra).....               | 106 |



## ABSTRAK

Dimetilformamida adalah bahan kimia yang paling umum digunakan untuk pelarut di berbagai industri. Para peneliti memperkirakan bahwa pasar DMF akan menunjukkan tingkat pertumbuhan tahunan yang majemuk sampai 2026 lebih dari 4%. Indonesia sendiri masih mengandalkan impor hingga tahun 2019 untuk permintaan DMF domestik. Maka dengan berdirinya pabrik DMF di Indonesia, diharapkan dapat mencukupi kebutuhan DMF di dalam negeri dan luar negeri. Pabrik Dimetilformamida direncanakan akan didirikan di Tangerang, Banten di atas lahan seluas 29.646 m<sup>2</sup> dengan kapasitas produksi 40.000 ton/tahun. Pabrik ini akan dioperasikan selama 330 hari dengan total 168 karyawan.

Bahan baku yang diperlukan dalam proses pembuatan dimetilformamida adalah metilformat dan dimetilamin. Total bahan baku yang dibutuhkan sebesar 40.484 ton/tahun metilformat dan 35.571 ton/tahun dimetilamin. Reaksi antara metilformat dan dimetilamin akan menghasilkan produk utama yaitu dimetilformamida dan produk samping berupa metanol. Proses produksi Dimetilformamida dilakukan di dalam Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) yang disusun secara seri pada suhu 110<sup>0</sup>C dan tekanan 3,46 atm dengan konversi sebesar 90%. Untuk kelancaran proses produksi, maka membutuhkan penyedia utilitas antara lain 109.367 kg/jam air, 4.487 kg/jam steam, dan 91,7536 kW 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 309.492.308.579, modal kerja sebesar Rp Rp1.291.462.112.113, dan diperoleh total biaya produksi sebesar Rp 1.387.579.062.680, penjualan tahunan sebesar Rp 1.463.519.593.822 dan keuntungan setelah pajak sebesar Rp 56.955.398.356. Analisa kelayakan meliputi presentase Return on Investment (ROI) sebelum pajak 24,54%, Pay Out Time

(POT) sebelum pajak 3,1 tahun, Break Even Point (BEP) 56,37%, Shut Down Point (SDP) 32,81%, dan Discounted Cash Flow (DCF) 7,88%. Hasil Analisa yang didapat menunjukkan bahwa pabrik dimetilformamida dengan kapasitas 40.000 ton/tahun layak untuk didirikan dan diteliti lebih lanjut.

Kata Kunci : Dimetilamin, Metilformat, Dimetilformamida



## **ABSTRACT**

*Dimethylformamide is the most commonly used chemical solvent in various industries. Researches predict that the DMF market will show a compound annual growth rate until 2026 of more than 4%. Indonesia itself still relies on imports until 2019 for domestic DMF demand. So with the establishment of a DMF factory in Indonesia, it is expected to be able to meet the needs of DMF in the country and abroad. The Dimethylformamide plant is planned to be established in Tangerang, Banten on an area of 29,646 m<sup>2</sup> with a production capacity of 40,000 tons/year. This factory will be operated for 330 days with a total of 168 employees.*

*The raw materials needed in the process of making dimethylformamide are methylformate and dimethylamine. The total raw materials needed are 40,484 tons/year of methylformate and 35,571 tons/year of dimethylamine. The reaction between methylformate and dimethylamine will produce the main product, namely dimethylformamide and by-product in the form of methanol. The production process of Dimethylformamide is carried out in a Stirred Tank Flow Reactor (SCTR) which is arranged in series at a temperature of 110<sup>o</sup>C and a pressure of 3.46 atm with a conversion of 90%. For the smooth production process, it requires utility providers, including 109,367 kg/hour of water, 4,487 kg/hour of steam, and 91.7536 kW of electricity provided by PLN and using a generator as a backup in case of a power outage.*

*The parameters of the feasibility of building a factory can be calculated through economic analysis. From the results of the economic analysis, the dimethylformamide plant was established with a fixed capital of Rp 309,492,308,579 , working capital of Rp 1,291,462,112,113 and the total production cost of Rp 1,387,579,062,680, annual sales of Rp 1,463,519,593,822, and profit after tax of Rp 56,955,398,356. The feasibility analysis includes the percentage of Return on Investment (ROI) before tax 24.54%, Pay Out Time (POT) before tax 3.1 years, Break Even Point (BEP) 56.37%, Shut Down Point (SDP) 32.81%, and Discounted Cash Flow (DCF) 7.88%. The results of the analysis show that a dimethylformamide plant with a capacity of 40,000 tons/year is feasible to be established and further researched.*

**Keywords** : *Dimethylamine, Methylformate, and Dimethylformamide*

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Salah satu jenis industri kimi yang berpengaruh di industri kimia di Indonesia adalah Dimetilformamida. Dimetilformamida adalah suatu senyawa organik yang memiliki rumus kimia  $(\text{CH}_3)_2\text{HCON}$ . Biasanya senyawa ini disingkat menjadi DMF, cairan tak berwarna ini dapat bercampur dengan air dan sebagian besar cairan organik DMF adalah pelarut umum reaksi kimia. Dimetil formamida (DMF) murni tidak berbau sedangkan dimetil formamida grade atau terdegradasi teknis sering memiliki bau amis karena terdapat pengotor berupa dimetil amina. (Prabowo, 2009)

Penggunaan utama DMF adalah sebagai pelarut yang memiliki tingkat penguapan yang rendah. DMF digunakan dalam produksi serat akrilik dan plastik. Senyawa ini juga digunakan sebagai pelarut dalam penggandengan peptida untuk obat-obatan, dalam penegembangan dan produksi pestisida, dan dalam pembuatan perekat, sintesis kulit, serat, film, serta pelapisan permukaan. Selain itu DMF juga dapat digunakan sebagai reagen dalam sintesis aldehida Bouveault dan reaksi Vilsmeier-Haack, serta metode lain yang berguna membentuk aldehida. DMF juga merupakan katalis yang umum digunakan dalam sintesis asil halide, khususnya sintesis asil klorida dari asam karboksilat menggunakan oksalil atau tionil klorida. DMF dapat menekan plastik dan membuatnya menggelembung. Sifat ini membuatnya sangat cocok untuk sintesis peptide fase padat. DMF digunakan sebagai pelarut untuk memulihkan olefin seperti 1,3-butadiena melalui distilasi atau ekstraksi. Selain itu DMF juga digunakan sebagai bahan baku yang penting dalam pembuatan pewarna pelarut yang dikonsumsi selama rekasi. (Bimo dan Muzaini, 2017)

Oleh karena itu, pabrik Dimetil formamida perlu didirikan di Indonesia dengan pertimbangan sebagai berikut:



1. Untuk memenuhi kebutuhan di dalam negeri serta mengurangi ketergantungan import, sehingga dapat menghemat devisa negara.
2. Dapat membuka lapangan kerja serta meningkatkan taraf hidup masyarakat.
3. Mendorong berdirinya industri-industri lain yang menggunakan bahan baku Dimetil formamida.

## 1.2 Kapasitas Perancangan Produksi

Kapasitas perancangan pabrik DMF berdasarkan pada data impor, konsumsi serta pabrik DMF yang sudah beroperasi.

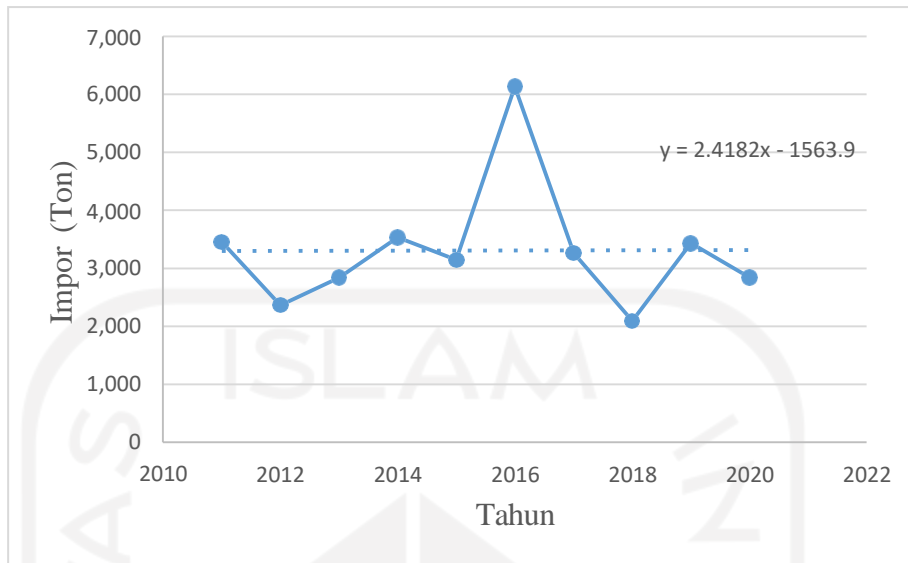
Sampai tahun 2020 ini, Indonesia masih memenuhi kebutuhan DMF dengan melakukan impor.

Tabel 1. 1 Data perkembangan Impor DMF di Indonesia

| Tahun | Jumlah (Ton) |
|-------|--------------|
| 2011  | 3.454        |
| 2012  | 2.365        |
| 2013  | 2.840        |
| 2014  | 3.532        |
| 2015  | 3.145        |
| 2016  | 6.134        |
| 2017  | 3.264        |
| 2018  | 2.091        |
| 2019  | 3.433        |
| 2020  | 2.841        |

(Sumber BPS Indonesia,2011-2020)

Dari data impor di atas dapat dibuat grafik Linear antara data tahun pada sumbu x dan data import dari sumbu y. Grafik dapat dilihat pada Gambar 1.1



Gambar 1. 1 Grafik Kebutuhan Impor DMF

Perkiraan impor DMF di Indonesia pada tahun yang akan datang saat pembangunan pabrik dapat dihitung dengan menggunakan persamaan  $y = 2,4182x - 1563,9$  di mana nilai  $x$  sebagai tahun dan  $y$  sebagai jumlah impor.

Dengan persamaan di atas diperkirakan untuk tahun 2026 kebutuhan impor DMF di Indonesia sebesar:

$$y = 2,4182x - 1563,9$$

$$y = 2,4182 (2026) - 1563,9$$

$$y = 3.335 \text{ ton/tahun}$$

Beberapa perusahaan atau pabrik yang menggunakan DMF sebagai bahan baku dapat dilihat pada tabel 1.2

Tabel 1. 2 Konsumsi Dimetil Formamida

| Nama Pabrik                 | Kapasitas Produksi (Ton/Tahun) | Konsumsi DMF (Ton/Tahun) |
|-----------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| Nippon Sokhubai (Tangerang) | 140.000                        | 61.600                   |

|                                          |        |        |
|------------------------------------------|--------|--------|
| PT. Indo Bharat Rayon<br>(Cilangkap)     | 12.000 | 5.280  |
| PT. Pardic Jaya<br>Chemicals (Tangerang) | 40.000 | 17.600 |
| PT. Serim Indonesia<br>(Tangerang)       | 13.900 | 1.112  |
| PT. Acryl Textile Mills<br>(Tangerang)   | 4.800  | 2.112  |
| <b>Total Konsumsi</b>                    |        | 87.704 |

Dari Tabel 1.2 adapat dilihat bahwa total konsumsi di Indonesia sebesar 87.704 ton/tahun.

Selain dari data impor dan konsumsi, pertimbangan dalam menentukan kapas itas produksi DMF yaitu dilihat dari kapasitas produksi pabrik yang telah berdiri. Sepengetahuan penulis, belum ada pabrik di Indonesia yang memproduksi DMF. Padahal, kebutuhan DMF di Indonesia cukup tinggi yang dapat dilihat dari adanya import DMF (Gambar 1.1) dan Komsumsi DMF (Tabel 1.2). Untuk kapasitas pabrik yang sudah beroperasi dapat dilihat pada Tabel 1.3.

Tabel 1. 3 Kapasitas Pabrik Dimetil Formamida

| Pabrik                                | Lokasi                            | Kapasitas<br>(ton/tahun) |
|---------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------|
| Air Products and<br>Chemical          | Pensacola, Fla., United<br>States | 7.000                    |
| BASF<br>Aktiengesellschaft            | Ludwigshafen, Germany             | 60.000                   |
| Celanese Mexicana                     | Cosoleacaque, Veracruz,<br>Mexico | 6.000                    |
| E.I. du Pont de<br>Nemours & Co., Inc | Belle, W. Va., United<br>States   | 41.000                   |

|                          |                           |        |
|--------------------------|---------------------------|--------|
| Mitsubishi Gas Chemicals | Matsuhama, Niigata, Japan | 38.000 |
| IPP                      | United Kingdom            | 24.000 |
| Chinook                  | Toronto, Canada           | 10.000 |
| Ertisa                   | Huelva, Spain             | 5.000  |
| Union Chemiqui Bredijev  | Gent, Belgium             | 25.000 |

(Kirk and Othmer, 1985)

Dilihat dari data di atas, data konsumsi DMF di Indonesia sebesar 90.344 ton/tahun, dan berdasarkan regresi linear data impor yang diperoleh dari Gambar 1.1 sebesar 4.846 ton/tahun. Sehingga,

Peluang = *Demand – Supply*

$$= 87.704 \text{ ton/tahun} - 3.335 \text{ ton/tahun}$$

$$= 84.369 \text{ ton/tahun}$$

Kapasitas pabrik DMF yang akan didirikan diambil 50% dari kebutuhan di Indonesia, sebesar :  $50\% \times 84.369 \text{ ton/tahun} = 42.184 \text{ ton/tahun}$ .

Dari data hasil perhitungan perancangan pabrik DMF ini akan dibangun dengan kapasitas sebesar 40.000 ton/tahun.

### 1.3 Tinjauan Pustaka

#### 1.3.1 Dimetil Formamida (DMF)

Sebagian besar penggunaan DMF pada saat ini adalah sebagai pelarut, terutama digunakan sebagai pelarut polimer pada preparasi poliakrilonitril yang selanjutnya akan menjadi serat poliakrilonitril. Selain digunakan sebagai pelarut polimer, DMF juga digunakan sebagai pelarut 6 pada industri-industri lain seperti industri farmasi, produksi serat akrilik, reaksi dan kristalisasi, pemisahan hidrokarbon alifatik, pemulihan CO<sub>2</sub> dalam gas buang, industri cat, serta sebagai katalis dalam proses kimia

organik. Kemurnian tinggi dan solvabilitas yang selektif memungkinkan penggunaan DMF dalam banyak pemisahan hidrokarbon seperti pemulihan atau penghilangan asetilena dan ekstraksi butadiena dari aliran hidrokarbon.

Dimetil Formamida atau yang sering disebut DMF dapat disintesis dari metil format dan dimetil amine atau dari reaksi antara dimetil amin dengan karbon monoksida. Sintesis DMF tidak stabil jika menggunakan basa kuat seperti Kalium hidroksida atau asam kuat karena menimbulkan reaksi hidrolisis yang akan kembali menjadi asam format dan dimetil amin pada temperatur tinggi. (Pubchem.com)

### 1.3.2 Macam-macam Proses

Proses pembuatan dimetil formamida dapat dilakukan dengan berbagai cara (Kirk and Othmer, 1985):

#### a. Dimetil Formamida dari Metil Format dan Dimetil Amin

Proses sintesis DMF ini dilakukan melalui proses kontinyu yang menghasilkan produk DMF dengan kemurnian tinggi, yaitu dengan mereaksikan metil format dan dimetilamine dalam jumlah molar yang setara. Selain produk DMF dengan kemurnian tinggi, proses sintesis ini juga menghasilkan produk samping yaitu metanol.

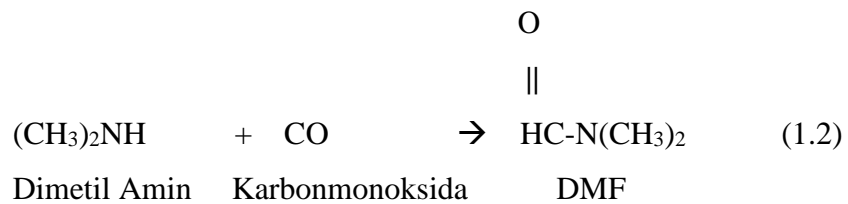
Reaksi :



#### b. Dimetil Formamida dari Carbon Monoksida dan Dimetil Amine

Proses ini yaitu mereaksikan antara karbon monoksida murni atau gas stream yang berisi karbon monoksida dengan larutan dimetilamina di dalam reaktor. Reaksi terjadi dengan bantuan katalis natrium metoksida. Katalis bereaksi dengan produk samping dalam aliran umpan gas, seperti karbon dioksida dan air, yang kemudian membentuk garam padat. Garam-garam ini larut dalam air, sehingga secara berkala, ketika deposit garam menumpuk, reaktor harus segera dibersihkan.

Reaksi:



Tabel 1.3 menunjukkan perbandingan proses yang digunakan dalam pembuatan DMF. Dimana masing-masing proses memiliki kemurnian DMF yang cukup tinggi.

Tabel 1. 4 Perbandingan proses Pembuatan Dimetil Formamida

| Parameter       | Proses                                                 |                                              |
|-----------------|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
|                 | Metil Format + DMA                                     | Karbon Monoksida + DMA                       |
| Bahan Baku      | Metil Format dan Dimetilamina                          | Karbon Monoksida dan Dimetilamina            |
| Kondisi Operasi | P = 3,64 atm<br>T = 110°C – 120°C                      | P = 48 atm<br>T = 120°C                      |
| Kemurnian       | 99,5%                                                  | 99,9%                                        |
| Yield           | 99,7%                                                  | 98%                                          |
| Konversi        | 90%                                                    | N/A                                          |
| Limbah          | Sisa dimetilamina dan metilformat yang tidak direfluks | Garam dari reaksi katalis dan produk samping |
| Produk Samping  | Metanol                                                | Garam padat                                  |
| Katalis         | Tidak ada                                              | Natrium Metoksida                            |

(Sumber: European patent)

### 1.3.3 Ekonomi Awal proses

Ekonomi awal proses bertujuan untuk menentukan keuntungan yang diperoleh dari masing-masing proses berdasarkan perhitungan

stoikiometri reaksinya. Biaya bahan baku dan produk dapat dilihat pada Tabel 1.5.

Tabel 1. 5 Biaya Bahan Baku dan Produk

| Nama Bahan        | Harga (\$/kg) |
|-------------------|---------------|
| Metil format      | 1,00          |
| Dimetil amin      | 1,2           |
| Karbon monoksida  | 0             |
| Dimetil formamida | 1,5           |
| Metanol           | 2             |

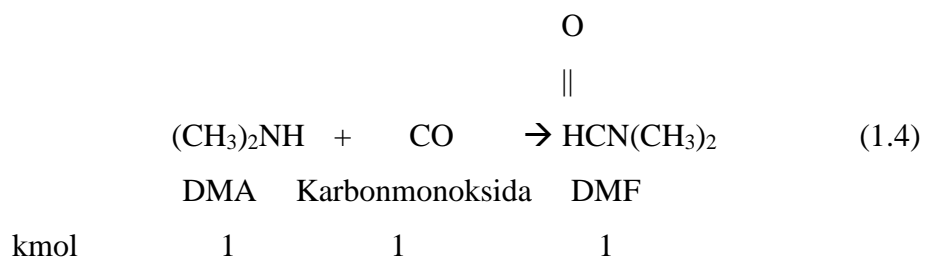
(alibaba.com)

- Proses 1 (Bahan baku dimetil amin dan metil format)



|                                        | MF                                            | DMA    | DMF    | Metanol |
|----------------------------------------|-----------------------------------------------|--------|--------|---------|
| kmol                                   | 1                                             | 1      | 1      | 1       |
| BM ( $\frac{\text{kg}}{\text{kmol}}$ ) | 60,053                                        | 45,084 | 73,095 | 32,042  |
| kg                                     | 60,053                                        | 45,084 | 73,095 | 32,042  |
| kg/kgDMF                               | 0,822                                         | 0,617  | 1      | 0,438   |
| \$/kg                                  | 1,00                                          | 1,2    | 1,5    | 2,00    |
| Profit kotor =                         | [1,5(1) + 2(0,438)] - [1(0,822) + 1,2(0,617)] |        |        |         |
|                                        | = 0,814 \$/kg                                 |        |        |         |

- Proses 2 (Bahan baku dimetil amin dan karbon monoksida)



|                       |        |        |        |
|-----------------------|--------|--------|--------|
| $BM(\frac{kg}{kmol})$ | 45,084 | 28,010 | 73,095 |
| kg                    | 45,084 | 28,010 | 73,095 |
| kg/kgDMF              | 0,617  | 0,383  | 1      |
| \$/kg                 | 1,2    | 0      | 1,5    |

Profit kotor =  $[1,5(1,5)] - [1,2(0,617) + 0(0,383)]$   
 $= 0,76 \text{ \$/kg}$

#### 1.3.4 Pemilihan Proses

Berdasarkan perbandingan beberapa parameter dari masing-masing proses, proses yang dipilih adalah proses sintesis diemtil formamida dari metil format dan dimetil amina. Hal tersebut dikarenakan proses yang digunakan lebih mudah dimana bahan baku mudah diperoleh, reaksi berlangsung tanpa adanya katalis, kondisi operasi yang lebih rendah, serta keuntungan tiap kg produk yang dihasilkan lebih besar berdasarkan perhitungan ekonomi stoikiometri reaksi masing-masing proses.



## BAB II

### PERANCANGAN PRODUK

#### 2.1 Spesifikasi Bahan Baku

- Sifat Fisika

Tabel 2. 1 Spesifikasi Bahan Baku

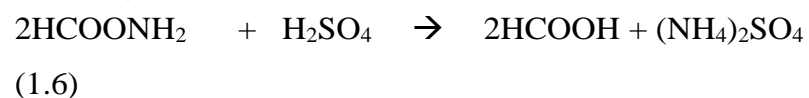
| Spesifikasi          | Bahan Baku                                   |                                    |
|----------------------|----------------------------------------------|------------------------------------|
|                      | Metil format                                 | Dimetil Amin                       |
| Wujud                | Cair                                         | Cair tak berwarna                  |
| Rumus Molekul        | C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub> | (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> NH |
| Berat Molekul,g/mol  | 60,05                                        | 45                                 |
| Titik Didih, °C      | 32                                           | 47                                 |
| Densitas             | 0,98                                         | 0,862                              |
| Temperatur Kritis,°C | 214,2                                        | 164                                |
| Tekanan Kritis, atm  | 56,183                                       | 51,9 atm                           |

(Sigmaaldrich.com)

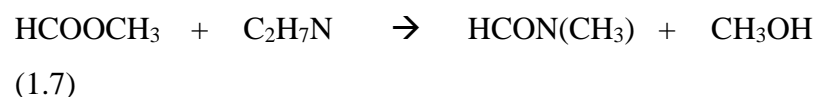
- Sifat Kimia

##### 1. Metil Format

- Membentuk *Formamide* dengan penambahan *anhydrous ammonia*, yang kemudian dengan asam *sulfate* (75% berat dalam air) akan membentuk asam *format* dan *ammonium format*.



- Membentuk *Dimetilformamida* dengan penambahan *Dimetilamina*.

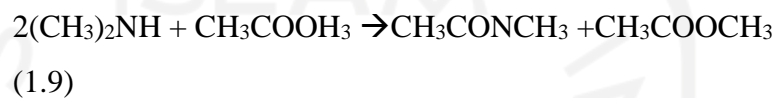


## 2. Dimetil amina

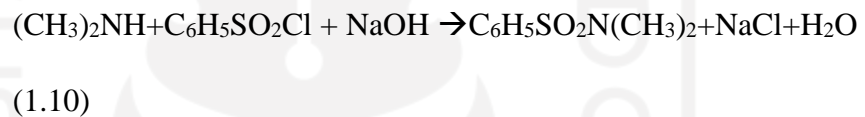
### – Alkylasi



Acylasi (termasuk *acylating agent* adalah *acyhalida*, *acid anhydrid* dan *ester*) untuk menghasilkan *amide*.

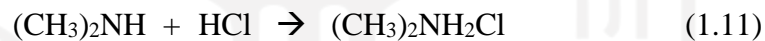


### – Pembentukan *amide* dari *sulfonicacid*.

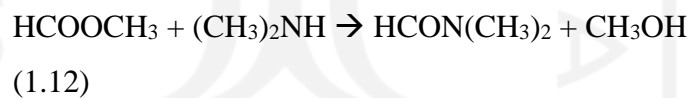


### – Pembentukan garam

Reaksi dengan asam *klorida* (HCl) akan membentuk garam



### – Reaksi dengan metil format akan membentuk dimetilformamida



## 2.2 Spesifikasi Produk

- Sifat Fisika

Tabel 2. 2 Spesifikasi Produk

| Spesifikasi          | Produk                          |                        |
|----------------------|---------------------------------|------------------------|
|                      | Dimetil Formamida               | Metanol                |
| Wujud                | Cair                            | Cair                   |
| Rumus Molekul        | $\text{C}_3\text{H}_7\text{NO}$ | $\text{CH}_3\text{OH}$ |
| Berat Molekul, g/mol | 73,09 g/mol                     | 32,04 g/mol            |
| Titik Didih, °C      | 153                             | 64,7                   |

|                       |       |            |
|-----------------------|-------|------------|
| Densitas              | 0,949 | 0,79- 0,80 |
| Temperatur Kritis, °C | 374   | 239,43     |
| Tekanan Kritis, atm   | 43,62 | 78,51      |

(Purechems.com)

- Sifat Kimia

1. Dimetilformamida

- *Hydrolysis* menjadi asam



- *Dehidrasi* menjadi *nitril*

Dengan *dehydrating agent* seperti  $\text{P}_2\text{O}_5$ , *thioniclorida* akan terjadi *dehidrasi* menjadi *nitril*

- Reaksi dengan alkohol

Reaksi dengan alkohol dengan kehadiran *boron triklorida* atau *hydrogen chloride* dengan pemanasan membentuk ester



2. Metanol

- Reaksi substitusi, atom  $\text{H}_2$  pada gugus *hidroksil* dapat disubstitusikan dengan logam aktif menghasilkan *metoksida*. Bereaksi dengan *nitrat* menghasilkan *metal nitril*, yaitu senyawa yang sangat volatil. (*Kirk and Othmer*, 1993)

### 2.3 Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas adalah upaya untuk mempertahankan nilai kualitas suatu produk. Fungsi dari pengendalian kualitas adalah menghasilkan produk yang sesuai dengan standar yang telah ditentukan. Pengendalian kualitas yang akan dilakukan pada perancangan pabrik ini berdasarkan pada spesifikasi bahan baku yang dibutuhkan dan produk yang diharapkan. Pengendalian kualitas meliputi pengendalian kualitas

bahan baku, pengendalian kualitas proses dan pengendalian produk.  
(Donna. C.S. Summers,2017)

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

Pengendalian kualitas bahan baku berfungsi untuk mengetahui kualitas bahan baku yang digunakan. Pengendalian kualitas bahan baku dilakukan dengan cara sampling. Selain itu dapat dilihat dari karakteristik fisika, kimia dan spesifikasi bahan baku yang diharapkan sebelum diproses. Berdasarkan spesifikasi dari Dimetil amina dan metil format, tangki penyimpanan bahan baku harus terjaga dari api, tertutup rapat di lingkungan yang kering dan ventilasi yang baik.

### **2.3.2 Pengendalian Kualitas Proses**

Pengendalian kualitas proses berfungsi untuk mempertahankan kualitas produk yang dapat berubah selama proses berlangsung.

Beberapa alat kontrol yang dijalankan pada kondisi tertentu antara lain:

*a. Level Controller*

*Level Controller* adalah alat yang dipasang pada dinding tangki, berfungsi sebagai pengendali volume cairan tangki/*vessel*.

*b. Flow Rate Controller*

*Flow Rate Controller* adalah alat yang dipasang untuk mengatur aliran, baik itu aliran input maupun aliran output proses. Sensor yang bekerja akan membaca laju aliran, dan controller akan mengoperasikan valve untuk menambah atau mengurangi laju alirannya.

*c. Temperature Controller*

*Temperature Controller* adalah suatu alat untuk mengukur dan mengontrol temperatur dalam sistem. Sehingga temperatur output dapat sesuai dengan yang diharapkan, jika tidak sesuai *thermocouple* akan merespon kesalahan tersebut.

*d. Pressure Controller*

*Pressure Controller* adalah alat yang dipasang untuk mengontrol tekanan pada sistem, dengan cara mengatur set pressure ke jumlah tertentu. *Control valve* dihubungkan dengan suatu saklar. Jika pada suatu proses, tekanan naik lebih dari set point maka saklar akan aktif dan mematikan *control valve*.

### **2.3.3 Pengendalian Kualitas Produk**

Pengendalian kualitas produk dilakukan sebelum produk melalui proses pengiriman. Pengendalian kualitas produk sangat penting untuk menjaga kualitas sesuai apa yang diharapkan. Sebelum melalui proses pengiriman, produk disimpan di dalam tangki penyimpanan. Tangki penyimpanan yang digunakan untuk dimetil formamida harus berada di tempat yang terhindar dari api serta dengan area ventilasi yang baik. Sebelum melalui proses pengiriman, dilakukan proses pengecekan kualitas (*quality checking*) untuk memastikan kualitas produk sudah memenuhi spesifikasi yang diharapkan.

## BAB III

### PERANCANGAN PROSES

#### 3.1 Uraian Proses

Proses produksi DMF berlangsung melalui tiga tahapan proses, yaitu :

1. Tahap Persiapan Bahan Baku
2. Tahap Pembuatan Produk
3. Tahap Pemisahan dan Pemurnian Produk

##### 1.2.1 Tahap Persiapan Bahan Baku

Bahan baku proses pembuatan Dimetilformamida adalah Metil Format dan Dimetil Amin. Bahan baku metil format dan Dimetil amin masing-masing disimpan dalam kondisi cair dengan waktu tinggal 14 hari dalam sebuah tangki penyimpanan (TK-101 dan TK-102) berupa tangki vertikal dengan tekanan 1 atm dan 2,5 atm dengan suhu 30°C. Kedua bahan dipompa menuju *heat exchanger* (HE-01 dan HE-02) dengan menggunakan pompa (P-01) dan (P-02) untuk dinaikkan suhunya menjadi 110°C. Kemudian Metil Format dan Dimetil Amin dialirkan menuju reaktor (R-01).

##### 2.2.1 Reaksi Pembuatan Produk

Reaktor yang digunakan pada proses pembuatan Dimetilformamida adalah Reaktor Akir Tangki Berpengaduk (RATB) yang bekerja pada suhu 110°C dan tekanan 3,46 atm. Konversi reaksi dalam reaktor mencapai 90%. Reaksi yang terjadi antara metil format dan diemtil amin bersifat eksotermis dan tidak dapat balik (*irreversible*), sehingga suhu dalam reaksi harus dipertahankan untuk menghindari terjadinya reaksi samping. Untuk menjaga suhu reaksi, maka reaktor (R-01), (R-02) dan (R-03) dilengkapi dengan jaket pendingin. Hasil keluaran dari reaktor (R-01) yaitu larutan

produk utama berupa dimetilformamida, produk samping berupa metanol, sisa bahan baku berupa metil format dan dimetil amin, serta sedikit air.

### 3.2.1 Tahap Pemisahan dan Pemurnian Produk

Semua larutan yang keluar dari reaktor (R-103) kemudian dialirkan menuju menara distilasi pertama (T-101) dengan tujuan memisahkan produk utama DMF dengan produk samping (metanol) serta sisa bahan baku (metil format dan DMA). Umpan masuk sebesar 8.085,735 kg/jam masuk pada suhu 92,73°C dan dengan tekanan operasi menara distilasi (T-101) 2,3 atm. Pada menara distilasi memiliki hasil produk atas dan produk bawah. Sebagian produk bawah menara distilasi (T-101) dikembalikan ke dalam menara bagian bawah setelah diuapkan terlebih dahulu fasenya dengan reboiler (E-105) dan sebagian lagi berupa produk utama yaitu DMF yang memiliki nilai kemurnian sebesar 99,5% sebanyak 5.005,219 kg/jam yang selanjutnya disimpan dalam tangki penyimpanan pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm. Sedangkan pada produk atas berupa produk samping methanol, sisa bahan baku (metil format dan DMA) serta sedikit air yang telah melalui condenser (E-104) sebagian dikembalikan ke dalam menara distilasi bagian atas (distilat) dan sebagian lagi melanjutkan proses pemisahan dalam menara distilasi kedua (T-102).

Umpan berupa produk atas menara distilasi pertama (T-101) sebanyak 3.080,516 kg/jam pada suhu 87,3°C dan tekanan 2,3 atm. Pada menara distilasi kedua (T-102) terjadi proses pemisahan antara produk samping (metanol) dan sisa bahan baku (metil format dan DMA). Menara distilasi kedua (T-102) menghasilkan produk bawah berupa methanol yang sebagian diuapkan fasenya dengan reboiler (E-107) untuk dikembalikan ke dalam menara bagian bawah (*bottom*). Sedangkan sebagian lagi dari produk bawah berupa methanol dengan kemurnian 95% sebanyak 2.371,715 kg/jam kemudian disimpan dalam tangki penyimpanan produk samping (TK-104) pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm. Pada produk atas yang tidak

dikembalikan ke dalam menara distilasi kedua (T-102) sebesar 708,8 kg/jam selanjutnya disimpan dalam instalasi pengolahan lebih lanjut.

### 3.2 Spesifikasi Alat

#### 3.2.1 Tangki Penyimpanan Bahan Baku

##### a. Tangki Penyimpanan Bahan Baku *Metilformat* (TK-101)

|                        |                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tugas                  | : Menyimpan bahan baku <i>metilformat</i> selama 30 hari                                                                                                                                                                     |
| Jenis                  | : <i>Cylindrical Vertical Tank, Flat Bottom, Torispherical Flanged Dished Head</i>                                                                                                                                           |
| Bahan                  | : <i>Carbon Steel SA 167 Grade 11 type 316</i>                                                                                                                                                                               |
| Kelebihan              | : - Tahan terhadap korosi<br>- Kekuatan baik (memiliki <i>allowable stress</i> cukup besar yaitu 18.750 psi)<br>- Harga murah<br>- Tangki tidak digunakan untuk <i>toxic</i><br>- Kondisi operasi -20 s/d 650 <sup>0</sup> F |
| Fase                   | : Cair                                                                                                                                                                                                                       |
| Kondisi Operasi        |                                                                                                                                                                                                                              |
| Tekanan                | : 1 atm                                                                                                                                                                                                                      |
| Suhu                   | : 30 <sup>0</sup> C                                                                                                                                                                                                          |
| Dimensi                |                                                                                                                                                                                                                              |
| Diameter               | : 27,45 m                                                                                                                                                                                                                    |
| Tinggi                 | : 10,98 m                                                                                                                                                                                                                    |
| Tebal <i>shell</i>     | : 1,375 in                                                                                                                                                                                                                   |
| Jumlah <i>course</i> : | 6                                                                                                                                                                                                                            |
| Tinggi <i>head</i>     | : 3,82 m                                                                                                                                                                                                                     |
| Tebal <i>Head</i>      | : 0,875 in                                                                                                                                                                                                                   |
| Tinggi total           | : 14,80 m                                                                                                                                                                                                                    |
| Jumlah                 | : 1 buah                                                                                                                                                                                                                     |



**b. Tangki Penyimpanan Bahan Baku Dimetilamin (TK-102)**

|                      |                                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tugas                | : Menyimpan bahan baku <i>dimetilamin</i> selama 30 hari                                                                                                                                                                     |
| Jenis                | : <i>Cylindrical Vertical Tank, Flat Bottom, Torispherical Flanged Dished Head</i>                                                                                                                                           |
| Bahan                | : <i>Carbon Steel SA 167 Grade 11 type 316</i>                                                                                                                                                                               |
| Kelebihan            | : - Tahan terhadap korosi<br>- Kekuatan baik (memiliki <i>allowable stress</i> cukup besar yaitu 18.750 psi)<br>- Harga murah<br>- Tangki tidak digunakan untuk <i>toxic</i><br>- Kondisi operasi -20 s/d 650 <sup>0</sup> F |
| Fase                 | : Cair                                                                                                                                                                                                                       |
| Kondisi Operasi      |                                                                                                                                                                                                                              |
| Tekanan              | : 2,5 atm                                                                                                                                                                                                                    |
| Suhu                 | : 30 <sup>0</sup> C                                                                                                                                                                                                          |
| Dimensi              |                                                                                                                                                                                                                              |
| Diameter             | : 27,45 m                                                                                                                                                                                                                    |
| Tinggi               | : 10,98 m                                                                                                                                                                                                                    |
| Tebal <i>shell</i>   | : 2,25 in                                                                                                                                                                                                                    |
| Jumlah <i>course</i> | : 6                                                                                                                                                                                                                          |
| Tinggi <i>head</i>   | : 3,86 m                                                                                                                                                                                                                     |
| Tebal <i>Head</i>    | : 1,5 in                                                                                                                                                                                                                     |
| Tinggi total         | : 14,84 m                                                                                                                                                                                                                    |
| Jumlah               | : 1 buah                                                                                                                                                                                                                     |

**3.2.2 Tangki Penyimpanan Produk**

**a. Tangki Penyimpanan Produk Dimetilformamida (TK-103)**

|       |                                                                                    |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Tugas | : Menyimpan <i>dimetilformamida</i> selama 30 hari                                 |
| Jenis | : <i>Cylindrical Vertical Tank, Flat Bottom, Torispherical Flanged Dished Head</i> |

|                      |                                                                                 |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| Bahan                | : <i>Carbon Steel SA 167 Grade 11 type 316</i>                                  |
| Kelebihan            | : - Tahan terhadap korosi                                                       |
|                      | - Kekuatan baik (memiliki <i>allowable stress</i> cukup besar yaitu 18.750 psi) |
|                      | - Harga murah                                                                   |
|                      | - Tangki tidak digunakan untuk <i>toxic</i>                                     |
|                      | - Kondisi operasi -20 s/d 650 <sup>0</sup> F                                    |
| Fase                 | : Cair                                                                          |
| Kondisi Operasi      |                                                                                 |
| Tekanan              | : 1 atm                                                                         |
| Suhu                 | : 30 <sup>0</sup> C                                                             |
| Dimensi              |                                                                                 |
| Diameter             | : 27,45 m                                                                       |
| Tinggi               | : 10,98 m                                                                       |
| Tebal <i>shell</i>   | : 1,63 in                                                                       |
| Jumlah <i>course</i> | 6                                                                               |
| Tinggi <i>head</i>   | : 3,82 m                                                                        |
| Tebal <i>Head</i>    | : 0,875 in                                                                      |
| Tinggi total         | :14,80 m                                                                        |
| Jumlah               | : 1 buah                                                                        |

**b. Tangki Penyimpanan Produk Metanol (TK-104)**

|           |                                                                                    |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Tugas     | : Menyimpan metanol selama 30 hari                                                 |
| Jenis     | : <i>Cylindrical Vertical Tank, Flat Bottom, Torispherical Flanged Dished Head</i> |
| Bahan     | : <i>Carbon Steel SA 167 Grade 11 type 316</i>                                     |
| Kelebihan | : - Tahan terhadap korosi                                                          |
|           | - Kekuatan baik (memiliki <i>allowable stress</i> cukup besar yaitu 18.750 psi)    |

- Harga murah
- Tangki tidak digunakan untuk *toxic*
- Kondisi operasi -20 s/d 650<sup>0</sup> F

Fase : Cair

Kondisi Operasi

Tekanan : 1 atm

Suhu : 30<sup>0</sup>C

Dimensi

Diameter : 21,35 m

Tinggi : 9,15 m

Tebal *shell* : 1,25 in

Jumlah *course* : 5

Tinggi *head* : 2,98 m

Tebal *Head* : 0,625 in

Tinggi total : 12,13 m

Jumlah : 1 buah

### 3.2.3 Heater

#### a. Heater 01 (E-101)

Tugas : Memanaskan bahan baku *metilformat* 99% sebelum masuk ke reaktor

Jenis : *Double pipe Heat Exchager*

Bahan : Stainless Steel 240 grade B

- Kelebihan :
- Tahan terhadap korosi yang memiliki kadar Cl dan sulfur
  - Struktur kuat dengan *allowable stress* 11.500 psi
  - Memiliki ketahanan suhu bahan hingga 700<sup>0</sup>F

Kondisi Operasi

Fluida Dingin

- *t in* : 30<sup>0</sup>C

- *t out* : 110<sup>0</sup>C

Fluida Panas

-  $t_{in}$  : 200°C  
 -  $t_{out}$  : 200°C  
*Annulus* : *Steam*  
 - OD : 0,24 ft  
 - ID : 0,17 ft  
 - *Pressure Drop* : 0 psi  
*Inner Pipe* : *Fluida Dingin ( Heavy Organic)*  
 - OD : 0,14 ft  
 - ID : 0,12 ft  
 - *Pressure Drop* : 0,4 psi  
*Dirt Factor* : 0,0046 hr ft<sup>2</sup> °F/Btu  
 Luas Transfer Panas : 33,42 ft<sup>2</sup>  
 Jumlah *Hairpin* : 6 buah  
 Jumlah : 1 buah

**b. Heater 02 (E-102)**

Tugas : Memanaskan bahan baku *dimetilamin* 99% sebelum masuk ke reaktor

Jenis : *Double pipe Heat Exchanger*

Bahan : Stainless Steel 240 grade B

Kelebihan : - Tahan terhadap korosi yang memiliki kadar Cl dan sulfur  
 - Struktur kuat dengan *allowable stress* 11.500 psi  
 - Memiliki ketahanan suhu bahan hingga 700°F

Kondisi Operasi

Fluida Dingin

-  $t_{in}$  : 30°C  
 -  $t_{out}$  : 110°C

Fluida Panas

-  $t_{in}$  : 200°C  
 -  $t_{out}$  : 200°C

*Annulus* : *Steam*  
 - OD : 0,20 ft  
 - ID : 0,17 ft  
 - *Pressure Drop* : 0,5 psi  
*Inner Pipe* : *Fluida Dingin ( Heavy Organic)*  
 - OD : 0,16 ft  
 - ID : 0,12 ft  
 - *Pressure Drop* : 0,2 psi  
*Dirt Factor* : - 0,0182 hr ft<sup>2</sup> °F/Btu  
 Luas Transfer Panas : 42,05 ft<sup>2</sup>  
 Jumlah *Hairpin* : 8 buah  
 Jumlah : 1 buah

**c. Heater 03 (E-103)**

Tugas : Memanaskan distilat MD-01 ke umpan MD- 02  
 Jenis : *Double pipe Heat Exchager*  
 Bahan : Stainless Steel 240 grade B  
 Kelebihan : - Tahan terhadap korosi yang memiliki kadar Cl dan sulfur  
 - Struktur kuat dengan *allowable stress* 11.500 psi  
 - Memiliki ketahanan suhu bahan hingga 700°F

Kondisi Operasi

Fluida Dingin

- *t in* : 83,24°C

- *t out* : 92,73°C

Fluida Panas

- *t in* : 200°C

- *t out* : 200°C

*Annulus* : *Steam*  
 - OD : 0,20 ft  
 - ID : 0,17 ft  
 - *Pressure Drop* : 0,007 psi

*Inner Pipe* : Fluida Dingin ( *Heavy Organic*)

- OD : 0,16 ft

- ID : 0,12 ft

- *Pressure Drop* : 0,3 psi

*Dirt Factor* : - 0,0058 hr ft<sup>2</sup> °F/Btu

Luas Transfer Panas : 3,80 ft<sup>2</sup>

Jumlah *Hairpin* : 1 buah

Jumlah : 1 buah

### 3.2.4 Cooler

#### a. Cooler 01 (E-104)

Tugas : Mendinginkan hasil dari valve-01 menjadi suhu MD-01

Jenis : *Double pipe*

Bahan : Stainless Steel 240 grade B

Kelebihan : - Tahan terhadap korosi yang memiliki kadar Cl dan sulfur  
- Struktur kuat dengan *allowable stress* 11.500 psi  
- Memiliki ketahanan suhu bahan hingga 700°F

Kondisi Operasi

Fluida Panas

- *t in* : 110,08°C

- *t out* : 92,73°C

Fluida Dingin

- *t in* : 25°C

- *t out* : 40°C

*Annulus* : Fluida Dingin (Air)

- OD : 0,55 ft

- ID : 0,51 ft

*Inner Pipe* : Fluida Dingin ( *Heavy Organic*)

- OD : 0,38 ft

- ID : 0,34 ft

*Dirt Factor* : 0,0098 hr ft<sup>2</sup> °F/Btu

Luas Transfer Panas : 26,3081 ft<sup>2</sup>

Jumlah *Hairpin* : 2 buah

Jumlah : 1 buah

**b. Cooler 02 (E-105)**

Tugas : Mendinginkan hasil bawah dari MD 01 dengan suhu 193,99 C menjadi suhu Tangki Penyimpanan Dimethyl formamida 30 C

Jenis : *Double pipe*

Bahan : Stainless Steel 240 grade B

Kelebihan : - Tahan terhadap korosi yang memiliki kadar Cl dan sulfur  
- Struktur kuat dengan *allowable stress* 11.500 psi  
- Memiliki ketahanan suhu bahan hingga 700°F

Kondisi Operasi

Fluida Panas

- *t in* : 194,05°C

- *t out* : 30°C

Fluida Dingin

- *t in* : 25°C

- *t out* : 40°C

*Annulus* : Fluida Dingin (Air)

- OD : 0,38 ft

- ID : 0,34 ft

*Inner Pipe* : Fluida Dingin (*Heavy Organic*)

- OD : 0,29 ft

- ID : 0,26 ft

*Dirt Factor* : 0,0082 hr ft<sup>2</sup> °F/Btu

Luas Transfer Panas : 187,4535 ft<sup>2</sup>

Jumlah *Hairpin* : 18 buah

Jumlah : 1 buah

**c. Cooler 03 (E-106)**

Tugas : Mendinginkan hasil bawah MD 02 dengan suhu 87,931 C menjadi suhu Tangki Penyimpanan Metanol 30 C

Jenis : *Double pipe*

Bahan : Stainless Steel 240 grade B

Kelebihan : - Tahan terhadap korosi yang memiliki kadar Cl dan sulfur  
- Struktur kuat dengan *allowable stress* 11.500 psi  
- Memiliki ketahanan suhu bahan hingga 700°F

Kondisi Operasi

Fluida Panas

- *t in* : 88,03°C

- *t out* : 30°C

Fluida Dingin

- *t in* : 25°C

- *t out* : 40°C

*Annulus* : Fluida Dingin (Air)

- OD : 0,38 ft

- ID : 0,34 ft

*Inner Pipe* : Fluida Dingin (*Heavy Organic*)

- OD : 0,29 ft

- ID : 0,26 ft

*Dirt Factor* : 0,0098 hr ft<sup>2</sup> °F/Btu

Luas Transfer Panas : 49,4945 ft<sup>2</sup>

Jumlah *Hairpin* : 5 buah

Jumlah : 1 buah

#### **d. Cooler 04 (E-107)**

Tugas : Mendinginkan hasil atas MD 02 dengan suhu 49 C menjadi suhu instalasi pengolahan lebih lanjut 30 C

Jenis : *Double pipe*

Bahan : Stainless Steel 240 grade B



- Kelebihan : - Tahan terhadap korosi yang memiliki kadar Cl dan sulfur  
 - Struktur kuat dengan *allowable stress* 11.500 psi  
 - Memiliki ketahanan suhu bahan hingga 700°F

#### Kondisi Operasi

##### Fluida Panas

- *t in* : 49,44°C
- *t out* : 30°C

##### Fluida Dingin

- *t in* : 25°C
- *t out* : 40°C

*Annulus* : Fluida Dingin (Air)

- OD : 0,29 ft
- ID : 0,26 ft

*Inner Pipe* : Fluida Dingin (*Heavy Organic*)

- OD : 0,20 ft
- ID : 0,17 ft

*Dirt Factor* : 0,0123 hr ft<sup>2</sup> °F/Btu

Luas Transfer Panas : 6,1589 ft<sup>2</sup>

Jumlah *Hairpin* : 1 buah

Jumlah : 1 buah

### 3.2.5 Reaktor

#### a. Reaktor 01 (R-101)

Tugas : Mereaksikan *dimetil amine* dan *metil format* menjadi *dimetil formamida*

Jenis : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk

Bahan : *Carbon Steel SA 167 Grade 11 type 316*

- Kelebihan : - Tahan terhadap korosi  
 - Kekuatan baik (memiliki *allowable stress* cukup besar yaitu 18.750 psi)

- Harga murah
- Tangki tidak digunakan untuk *toxic*
- Kondisi operasi -20 s/d 650<sup>0</sup> F

Kondisi Operasi

|                                 |                                    |
|---------------------------------|------------------------------------|
| Tekanan                         | : 3,46 atm                         |
| Suhu                            | : 110 <sup>0</sup> C               |
| Dimensi Reaktor                 | :                                  |
| Volume                          | : 7,6 m <sup>3</sup>               |
| Diameter                        | : 1,981 m                          |
| Tinggi                          | : 1,981 m                          |
| Tebal <i>shell</i>              | : 0,010 m                          |
| Tebal <i>Head</i>               | : 0,010 m                          |
| Spesifikasi Pengaduk :          |                                    |
| Jenis                           | : <i>Six blade turbin agitator</i> |
| Jumlah baffle                   | 4                                  |
| Daya Pengaduk                   | : 5,88 Hp                          |
| Efisiensi Motor (80%)           | : 7,35 Hp                          |
| Spesifikasi Jaket Pendingin :   |                                    |
| Diameter dalam                  | : 2,38 m                           |
| Diameter luar                   | : 2,41 m                           |
| Tebal jaket                     | : 0,011 m                          |
| Tinggi jaket                    | : 2,416 m                          |
| P desain jaket                  | : 66,952 psia                      |
| Luas yang dilalui air pendingin | : 0,083 m <sup>2</sup>             |
| Kecepatan air pendingin         | : 0,930 m/jam                      |

**b. Reaktor 02 (R-102)**

|       |                                                                                             |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tugas | : Mereaksikan <i>dimetil amine</i> dan <i>metil format</i> menjadi <i>dimetil formamida</i> |
| Jenis | : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk                                                           |
| Bahan | : <i>Carbon Steel SA 167 Grade 11 type 316</i>                                              |

Kelebihan : - Tahan terhadap korosi

- Kekuatan baik (memiliki *allowable stress* cukup besar yaitu 18.750 psi)
- Harga murah
- Tangki tidak digunakan untuk *toxic*
- Kondisi operasi -20 s/d 650<sup>0</sup> F

Kondisi Operasi

Tekanan : 3,46 atm

Suhu : 110<sup>0</sup>C

Dimensi Reaktor :

Volume : 6,1 m<sup>3</sup>

Bahan : *Carbon Steel SA 167 Grade 11 type 316*

Kelebihan : - Tahan terhadap korosi

- Kekuatan baik (memiliki *allowable stress* cukup besar yaitu 18.750 psi)
- Harga murah
- Tangki tidak digunakan untuk *toxic*
- Kondisi operasi -20 s/d 650<sup>0</sup> F

Diameter : 1,829 m

Tinggi : 1,829 m

Tebal *shell* : 0,010 m

Tebal *Head* : 0,010 m

Spesifikasi Pengaduk :

Jenis : *Six blade turbin agitator*

Jumlah baffle : 4

Daya Pengaduk : 5,45 Hp

Efisiensi Motor (80%): 6,82 Hp

Spesifikasi Jaket Pendingin :

Diameter dalam : 2,235 m

Diameter luar : 2,257 m  
Tebal jaket : 0,011 m  
Tinggi jaket : 2,226 m  
P desain jaket : 66,832 psia  
Luas yang dilalui air pendingin : 0,078 m<sup>2</sup>  
Kecepatan air pendingin : 0,442 m/jam

**c. Reaktor 03 (R-103)**

Tugas : Mereaksikan *dimetil amine* dan *metil format* menjadi *dimetil formamida*

Jenis : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk

Bahan : *Carbon Steel SA 167 Grade 11 type 316*

Kelebihan : - Tahan terhadap korosi

Kondisi Operasi

- ekuatan baik (memiliki *allowable stress* cukup besar yaitu 18.750 psi)
- Harga murah
- Tangki tidak digunakan untuk *toxic*
- Kondisi operasi -20 s/d 650<sup>0</sup> F

Tekanan : 3,46 atm

Suhu : 110<sup>0</sup>C

Dimensi Reaktor :

Volume : 5,8 m<sup>3</sup>

Diameter : 1,829 m

Tinggi : 1,829 m

Tebal *shell* : 0,010 m

Tebal *Head* : 0,010 m

Spesifikasi Pengaduk :

Jenis : *Six blade turbin agitator*

Jumlah baffle : 4  
 Daya Pengaduk : 5,04 Hp  
 Efisiensi Motor (80%): 6,3 Hp  
 Spesifikasi Jacket Pendingin :  
 Diameter dalam : 2,235 m  
 Diameter luar : 2,257 m  
 Tebal jacket : 0,011 m  
 Tinggi jacket : 2,226 m  
 P desain jacket : 66,759 psia  
 Luas yang dilalui air pendingin : 0,078 m<sup>2</sup>  
 Kecepatan air pendingin : 0,331 m/jam

### 3.2.6 Menara Distilasi

#### a. Menara Distilasi 01 (T-101)

Fungsi : Memisahkan *dimetil amin* (produk) dengan *metanol* (produk samping) dan sisa bahan baku (*metil format dan dimetil amin*)  
 Jenis Plate : *Sieve Tray Distillation Tower*

Bahan : Stainless Steel 240 grade B

Kelebihan : - Tahan terhadap korosi yang memiliki kadar Cl dan sulfur

- Struktur kuat dengan *allowable stress* 11.500 psi

- Memiliki ketahanan suhu bahan hingga 700°F

Kondisi Operasi

Puncak Menara :

Tekanan : 2,17 atm

Suhu : 71,54°C

Umpan :

Tekanan : 2,34 atm

Suhu : 92,73°C

Dasar Menara :

|                    |                         |
|--------------------|-------------------------|
| Tekanan            | : 2,51 atm              |
| Suhu               | : 193,99 <sup>0</sup> C |
| Spesifikasi        | :                       |
| Diameter Puncak    | : 1,35 m                |
| Diameter Dasar     | : 2,34 m                |
| Tinggi             | : 10,82 m               |
| Tebal <i>Shell</i> | : 0,25 in               |
| Tebal <i>Head</i>  | : 0,375 in              |

#### **b. Menara Distilasi 02 (T-102)**

Fungsi : Memisahkan *metanol* (produk samping) dan sisa bahan baku (*metil format dan dimetil amin*)

Jenis *Plate* : *Sieve Tray Distillation Tower*

Bahan : Stainless Steel 240 grade B

Kelebihan : - Tahan terhadap korosi yang memiliki kadar Cl dan sulfur  
 - Struktur kuat dengan *allowable stress* 11.500 psi  
 - Memiliki ketahanan suhu bahan hingga 700<sup>0</sup>F

Kondisi Operasi

|                 |                        |
|-----------------|------------------------|
| Puncak Menara   | :                      |
| Tekanan         | : 2,17 atm             |
| Suhu            | : 49 <sup>0</sup> C    |
| Umpan           | :                      |
| Tekanan         | : 2,34 atm             |
| Suhu            | : 87,28 <sup>0</sup> C |
| Dasar Menara    | :                      |
| Tekanan         | : 2,51 atm             |
| Suhu            | : 87,93 <sup>0</sup> C |
| Spesifikasi     | :                      |
| Diameter Puncak | : 0,54 m               |
| Diameter Dasar  | : 2,78 m               |

|                    |            |
|--------------------|------------|
| Tinggi             | : 29,58 m  |
| Tebal <i>Shell</i> | : 0,375 in |
| Tebal <i>Head</i>  | : 0,625 in |

### 3.2.7 Pompa

#### a. Pompa 01 (P- 101)

|                   |                                                                                                                                                                          |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fungsi            | : Memompakan <i>Metilformat</i> dari storage ke reaktor                                                                                                                  |
| Jenis             | : Pompa <i>Centrifugal single suction</i>                                                                                                                                |
| Bahan             | : Stainless Steel 240 grade B                                                                                                                                            |
| Kelebihan         | : - Tahan terhadap korosi yang memiliki kadar Cl dan sulfur<br>- Struktur kuat dengan <i>allowable stress</i> 11.500 psi<br>- Memiliki ketahanan suhu bahan hingga 700°F |
| Dimensi           |                                                                                                                                                                          |
| NPS               | : 1,25 in                                                                                                                                                                |
| Sch               | 40                                                                                                                                                                       |
| Total <i>Head</i> | : 6,37 m                                                                                                                                                                 |
| Motor Pengaduk    | : 0,28 Hp                                                                                                                                                                |

#### b. Pompa 02 (P- 102)

|           |                                                                                                                                                                          |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fungsi    | : Memompakan <i>Dimetilamin</i> dari storage ke reaktor                                                                                                                  |
| Jenis     | : Pompa <i>Centrifugal single suction</i>                                                                                                                                |
| Bahan     | : Stainless Steel 240 grade B                                                                                                                                            |
| Kelebihan | : - Tahan terhadap korosi yang memiliki kadar Cl dan sulfur<br>- Struktur kuat dengan <i>allowable stress</i> 11.500 psi<br>- Memiliki ketahanan suhu bahan hingga 700°F |
| Dimensi   |                                                                                                                                                                          |
| NPS       | : 1 in                                                                                                                                                                   |
| Sch       | 40                                                                                                                                                                       |

Total *Head* : 12,11 m  
Motor Pengaduk : 0,30 Hp

**c. Pompa 03 (P- 103)**

Fungsi : Menaikkan tekanan dari distilat MD-01 ke umpan MD-02

Jenis : Pompa *Centrifugal single suction*

Bahan : Stainless Steel 240 grade B

Kelebihan : - Tahan terhadap korosi yang memiliki kadar Cl dan sulfur  
- Struktur kuat dengan *allowable stress* 11.500 psi  
- Memiliki ketahanan suhu bahan hingga 700°F

Dimensi

NPS : 1 in

Sch 40

Total *Head* : 7,79 m

Motor Pengaduk : 0,22 Hp

**d. Pompa 04 (P- 104)**

Fungsi : Mengalirkan liquid dari distilat MD-02 ke instalasi pengolahan lebih lanjut

Jenis : Pompa *Centrifugal single suction*

Bahan : Stainless Steel 240 grade B

Kelebihan : - Tahan terhadap korosi yang memiliki kadar Cl dan sulfur  
- Struktur kuat dengan *allowable stress* 11.500 psi  
- Memiliki ketahanan suhu bahan hingga 700°F

Dimensi

NPS : 0,5 in

Sch 40



Total *Head* : 4,98 m  
Motor Pengaduk : 0,04 Hp

### 3.2.8 *Valve*

#### a. *Valve 01 (EV-101)*

Fungsi : Menurunkan tekanan dari R-01 dari 3 atm menjadi tekanan umpan MD-01 2,35 atm

Jenis : *Throttle Valve* sebagai *expander* cairan (sederhana dan paling sering digunakan dalam industri)

Bahan : Stainless Steel 240 grade B

Kelebihan : - Tahan terhadap korosi yang memiliki kadar Cl dan sulfur  
- Struktur kuat dengan *allowable stress* 11.500 psi  
- Memiliki ketahanan suhu bahan hingga 700°F

Kondisi Operasi

$T_{in}$  : 110°C

$T_{out}$  : 110°C

$P_{in}$  : 3,46 atm

$P_{out}$  : 2,35 atm

#### b. *Valve 02 (EV-102)*

Fungsi : Menurunkan tekanan dari RB-01 dari 2,51 atm menjadi tekanan penyimpanan DMF 1 atm

Jenis : *Throttle Valve* sebagai *expander* cairan (sederhana dan paling sering digunakan dalam industri)

Bahan : Stainless Steel 240 grade B

Kelebihan : - Tahan terhadap korosi yang memiliki kadar Cl dan sulfur  
- Struktur kuat dengan *allowable stress* 11.500 psi  
- Memiliki ketahanan suhu bahan hingga 700°F

#### Kondisi Operasi

$T_{in}$  : 193,99<sup>0</sup>C

$T_{out}$  : 193,99<sup>0</sup>C

$P_{in}$  : 2,51 atm

$P_{out}$  : 1 atm

#### c. Valve 03 (EV-103)

Fungsi : Menurunkan tekanan dari RB-02 dari 2,51 atm menjadi tekanan penyimpanan metanol 1 atm

Jenis : *Thorttle Valve* sebagai *expander* cairan (sederhana dan paling sering digunakan dalam industri)

Bahan : Stainless Steel 240 grade B

Kelebihan : - Tahan terhadap korosi yang memiliki kadar Cl dan sulfur

- Struktur kuat dengan *allowable stress* 11.500 psi

- Memiliki ketahanan suhu bahan hingga 700<sup>0</sup>F

#### Kondisi Operasi

$T_{in}$  : 87,93<sup>0</sup>C

$T_{out}$  : 87,93<sup>0</sup>C

$P_{in}$  : 2,51 atm

$P_{out}$  : 1 atm

### 3.2.9 Accumulator

#### a. Accumulator 01 (V-101)

Fungsi : Tempat menampung kondensat yang berasal dari CD-01

Bahan : *Carbon Steel SA 167 Grade 11 type 316*

Kelebihan : - Tahan terhadap korosi

- Kekuatan baik (memiliki *allowable stress* cukup besar yaitu 18.750 psi)

- Harga murah
- Tangki tidak digunakan untuk *toxic*
- Kondisi operasi -20 s/d 650<sup>0</sup> F

Jenis : Silinder horizontal dengan penutup elipsoidal

Tekanan : 2 atm

Suhu : 83,24<sup>0</sup>C

Diameter : 0,527 m

Panjang : 1,580 m

Tebal Dinding : 0,004 m

Tebal *Head* : 0,003 m

**b. Accumulator 02 (V-102)**

Fungsi : Tempat menampung kondensat yang berasal dari CD-02

Bahan : *Carbon Steel SA 167 Grade 11 type 316*

Kelebihan : - Tahan terhadap korosi

- Kekuatan baik (memiliki *allowable stress* cukup besar yaitu 18.750 psi)
- Harga murah
- Tangki tidak digunakan untuk *toxic*
- Kondisi operasi -20 s/d 650<sup>0</sup> F

Jenis : Silinder horizontal dengan penutup elipsoidal

Tekanan : 2 atm

Suhu : 49,43<sup>0</sup>C

Diameter : 0,318 m

Panjang : 0,953 m

Tebal Dinding : 0,0037 m

Tebal *Head* : 0,003 m

### 3.2.10 Condensor

#### a. Condensor 01 (E-108)

Fungsi : Mengembunkan uap yang keluar dari puncak MD 1 pada suhu 110°C dengan pendingin air pada suhu 25°C dan keluar pada suhu 40°C.

Jenis : *Shell and Tube Exchanger*

Bahan : *Carbon Steel SA 167 Grade 11 type 316*

Kelebihan : - Tahan terhadap korosi  
- Kekuatan baik (memiliki *allowable stress* cukup besar yaitu 18.750 psi)  
- Harga murah  
- Tangki tidak digunakan untuk *toxic*  
- Kondisi operasi -20 s/d 650<sup>0</sup>F

Beban Panas : 2.627.041 kJ/jam

Luas Transfer Panas : 370,6 ft<sup>2</sup>

Panjang : 16 ft

Shell Side

Fluida Dingin : Air Pendingin

ID : 15,25 in

Baffle Space : 8 in

Pass : 1

Tube Side

Fluida Panas : Produk atas MD 01

OD : 0,75 in

BWG : 10

Pitch : 1 in triangular pitch

Pass : 6

### **b. Condensor 02 (E-110)**

Fungsi : Mengembunkan uap yang keluar dari puncak MD 2 pada suhu 110°C dengan pendingin air pada suhu 25°C dan keluar pada suhu 40°C.

Jenis : *Shell and Tube Exchanger*

Bahan : *Carbon Steel SA 167 Grade 11 type 316*

Kelebihan : - Tahan terhadap korosi  
- Kekuatan baik (memiliki *allowable stress* cukup besar yaitu 18.750 psi)  
- Harga murah  
- Tangki tidak digunakan untuk *toxic*  
- Kondisi operasi -20 s/d 650<sup>0</sup> F

Beban Panas : 8.756.489 kJ/jam

Luas Transfer Panas : 3137,6 ft<sup>2</sup>

Panjang : 24 ft

Shell Side

Fluida Dingin : Air Pendingin

ID : 31 in

Baffle Space : 8 in

Pass 1

Tube Side

Fluida Panas : Produk atas MD 01

OD : 0,75 in

BWG 10

Pitch : 1 in triangular pitch

Pass 6

### **Reboiler**

#### **a. Reboiler 01 (E-109)**

|                     |                                                                                                                                                                          |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fungsi              | : Mengembalikan produk bottom CD-01                                                                                                                                      |
| Jenis               | : <i>Shell and Tube Exchanger</i>                                                                                                                                        |
| Bahan               | : Stainless Steel 240 grade B                                                                                                                                            |
| Kelebihan           | : - Tahan terhadap korosi yang memiliki kadar Cl dan sulfur<br>- Struktur kuat dengan <i>allowable stress</i> 11.500 psi<br>- Memiliki ketahanan suhu bahan hingga 700°F |
| Beban Panas         | : 3.733.681 kJ/jam                                                                                                                                                       |
| Luas Transfer Panas | : 2.353,2 ft <sup>2</sup>                                                                                                                                                |
| Panjang             | : 18 ft                                                                                                                                                                  |
| Shell Side          |                                                                                                                                                                          |
| Fluida Dingin       | : Produk bottom MD-01                                                                                                                                                    |
| ID                  | : 31 in                                                                                                                                                                  |
| Baffle Space        | : 5 in                                                                                                                                                                   |
| Pass                | 1                                                                                                                                                                        |
| Tube Side           |                                                                                                                                                                          |
| Fluida Panas        | : Saturated steam                                                                                                                                                        |
| OD                  | : 0,75 in                                                                                                                                                                |
| BWG                 | 10                                                                                                                                                                       |
| Pitch               | : 1 in triangular pitch                                                                                                                                                  |
| Pass                | 6                                                                                                                                                                        |

#### **b. Reboiler 02 (E-111)**

|           |                                                                                                                                                                          |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fungsi    | : Mengembalikan produk bottom CD-02                                                                                                                                      |
| Jenis     | : <i>Shell and Tube Exchanger</i>                                                                                                                                        |
| Bahan     | : Stainless Steel 240 grade B                                                                                                                                            |
| Kelebihan | : - Tahan terhadap korosi yang memiliki kadar Cl dan sulfur<br>- Struktur kuat dengan <i>allowable stress</i> 11.500 psi<br>- Memiliki ketahanan suhu bahan hingga 700°F |

Beban Panas : 8.683.966 kJ/jam  
 Luas Transfer Panas : 261,4 ft<sup>2</sup>  
 Panjang : 18 ft  
 Shell Side  
 Fluida Dingin : Produk bottom MD-01  
 ID : 12 in  
 Baffle Space : 5 in  
 Pass : 1  
 Tube Side  
 Fluida Panas : Saturated steam  
 OD : 0,75 in  
 BWG : 18  
 Pitch : 1 in triangular pitch  
 Pass : 6

### 3.3 Perencanaan Produksi

#### 3.3.1. Analisa Kebutuhan Bahan Baku

Analisa kebutuhan bahan baku berkaitan dengan ketersediaan bahan baku terhadap kebutuhan kapasitas pabrik. Bahan baku Dimetil Amine dan Metil Format diperoleh dari 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 di China.

Tabel 3. 1 Kebutuhan Bahan Baku

| Komponen | Kebutuhan Bahan Baku (ton/tahun) | Rerata Ketersediaan Bahan Baku (ton/tahun) |                          |                                           |                                   |                                |
|----------|----------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|
|          |                                  | Jiangsu Xinya Chemical Group               | Lukong Supply Chain CO., | Shandong Dexiang International Trade Co., | Hangzhou Baoran Chemical CO., LTD | Shandong Zhisang New Materials |
|          |                                  |                                            |                          |                                           |                                   |                                |

|                                                  |        |        | LTD.   | LTD    |           | Co.,<br>LTD. |
|--------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|-----------|--------------|
| Kebutuhan<br>Metilformat=<br>4.618,427<br>kg/jam | 40.484 | 50.000 | 24.000 | -      | -         | 13.227       |
| Kebutuhan<br>Dimetilamin=<br>3.467,308<br>kg/jam | 35.571 | 40.000 | -      | 12.000 | 6.613.860 | -            |

Dari tabel di atas dapat disimpulkan bahwa ketersediaan bahan baku metil format dan dimetilamin dapat memenuhi kebutuhan pabrik maka ketersediaan bahan baku aman untuk proses produksi.

### 3.3.2. Analisa Kebutuhan Peralatan Proses

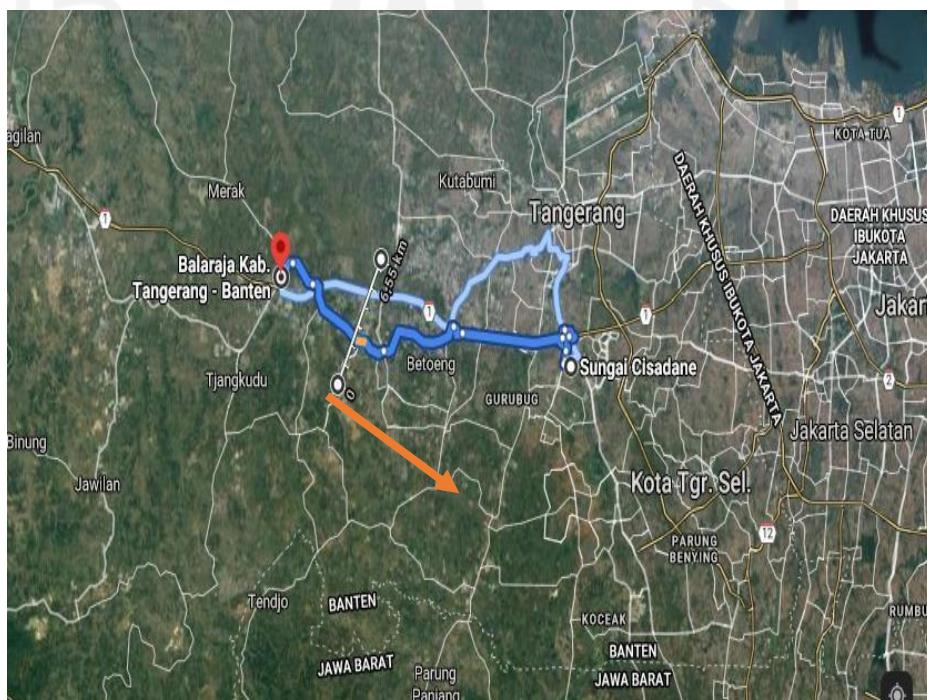
Analisa kebutuhan peralatan proses meliputi kemampuan peralatan untuk proses dan umur atau jam kerja peralatan dan perawatannya. Dengan adanya analisis kebutuhan peralatan proses maka akan dapat diketahui bahwa anggaran yang diperlukan untuk peralatan proses, baik pembelian maupun perawatannya.



## BAB IV PERANCANGAN PABRIK

### 4.1 Lokasi Pabrik

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 yang tepat sehingga dapat memberikan kontribusi yang sangat penting baik dalam segi teknis maupun segi ekonomis. Berdasarkan beberapa pertimbangan, direncanakan pabrik dimetilformamida di Tangerang, Banten.



Gambar 4.1  
Lokasi Pabrik

#### **4.1.1. Ketersediaan Bahan Baku**

Ketersediaan bahan baku diperlukan untuk menjamin kontinuitas produksi suatu pabrik. Bahan baku dalam pembuatan pabrik dimetilformamida adalah metil format dan dimetil amin yang diimport dari China, masing-masing diperoleh dari 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 di China.

#### **4.1.2 Pemasaran Produk**

Target pasar produk pabrik ini adalah pemenuhan kebutuhan dimetil formamida dalam negeri maupun luar negeri, yang mana dimetil formamida 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 Tangerang merupakan wilayah industri kimia yang besar yang memiliki perkembangan yang cukup pesat. Hal tersebut menjadikan wilayah Tangerang menjadi daerah yang tepat untuk produksi dimetilformamida. Pemasaran sangat mudah dijangkau karena adanya sarana yang memadai baik jalur darat maupun melalui jalur laut. Tangerang, Banten, terletak dijalur pertumbuhan ekonomi yang cukup tinggi, yaitu antara Jakarta dan Merak, sehingga sarana dan prasarana yang dibutuhkan dapat dengan mudah diperoleh.

#### **4.1.3 Utilitas**

Untuk kelancaran operasi pabrik, perlu diperhatikan sarana-sarana pendukung seperti air, listrik dan bahan bakar, agar proses produksi dapat

berjalan dengan baik. Tangerang, Banten, dekat dengan sumber air, yaitu sungai Cisadane yang mempunyai debit air cukup besar dengan fluktuasi antara musim hujan dan musim kemarau relatif kecil. Sumber tenaga listrik dapat diperoleh dari PLN dan generator sebagai cadangan jika PLN mengalami gangguan. Kebutuhan air yang diperoleh dari sungai Cisadane digunakan untuk air pendingin, air proses, *steam* dan lain-lain. Sumber tenaga bahan bakar dari Pertamina.

#### **4.1.4 Sarana Transportasi dan Telekomunikasi**

Letak kawasan industri Tangerang, 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 Jawa Barat, Jawa Tengah, Jakarta dan sekitarnya.

#### **4.1.6. Keadaan Iklim**

Wilayah Tangerang, 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 disebabkan akan tersedianya lapangan pekerjaan bagi

mereka yang dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakatnya. Selain itu, pendirian pabrik ini tidak mengganggu keamanan dan keselamatan masyarakat karena dampak serta faktor-faktornya sudah dipertimbangkan sebelum berdirinya pabrik ini.

#### **4.1.8 Peraturan Pemerintah atau Daerah**

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

#### **4.1.9 Limbah Industri**

Limbah pabrik sudah diminalisir dengan pengolahan limbah di area pabrik, oleh karena itu limbah di pabrik ini sudah memenuhi standar AMDAL untuk dikembalikan ke lingkungan.

#### **4.2 Tata Letak Pabrik (Plant Layout)**

Beberapa faktor yang dipertimbangkan dalam menentukan tata letak pabrik (Peters, 2004):

- a. Urutan rangkaian proses produksi,
- b. Perluasan lokasi pabrik,
- c. Distribusi ekonomis pada bahan baku, pengadaan air, *steam process*, serta tenaga listrik,
- d. Pemeliharaan serta perbaikan komponen-komponen dalam pabrik,
- e. Keamanan (*safety*) dan keselamatan kerja,
- f. Luas bangunan, kondisi bangunan, serta konstruksi bangunan yang telah memenuhi syarat.
- g. Perencanaan tata letak pabrik yang fleksibel dengan mempertimbangkan kemungkinan terjadinya perubahan dari proses ataupun mesin, sehingga perubahan-perubahan yang dilakukan tidak membutuhkan biaya yang mahal,
- h. Pembuangan limbah cair,

- i. *Service area*, seperti ruang ibadah, kantin, toilet, tempat parkir, dan sebagainya diatur dengan baik sehingga tidak jauh dari lokasi kerja.

Beberapa keuntungan pengaturan tata pabrik yang baik (Peters, 2004):

- a. Mengurangi jarak antara transportasi dan produksi, sehingga dapat mengurangi material *handling*,
- b. Memberikan ruang gerak yang lebih leluasa sehingga dapat mempermudah saat perbaikan mesin dan peralatan yang rusak atau di-*iblowdown*.
- c. Mengurangi biaya produksi,
- d. Meningkatkan keselamatan kerja,
- e. Meminimalisir kerja,
- f. Meningkatkan pengawasan operasi dan proses agar lebih baik.

*Lay out* pabrik dibagi menjadi beberapa daerah utama, yaitu:

#### **4.2.1 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.

#### **4.2.2 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.

#### **4.2.3 Area pergudangan, Umum, Bengkel dan Garasi**

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.

#### 4.2.4 Area Utilitas dan Power Station

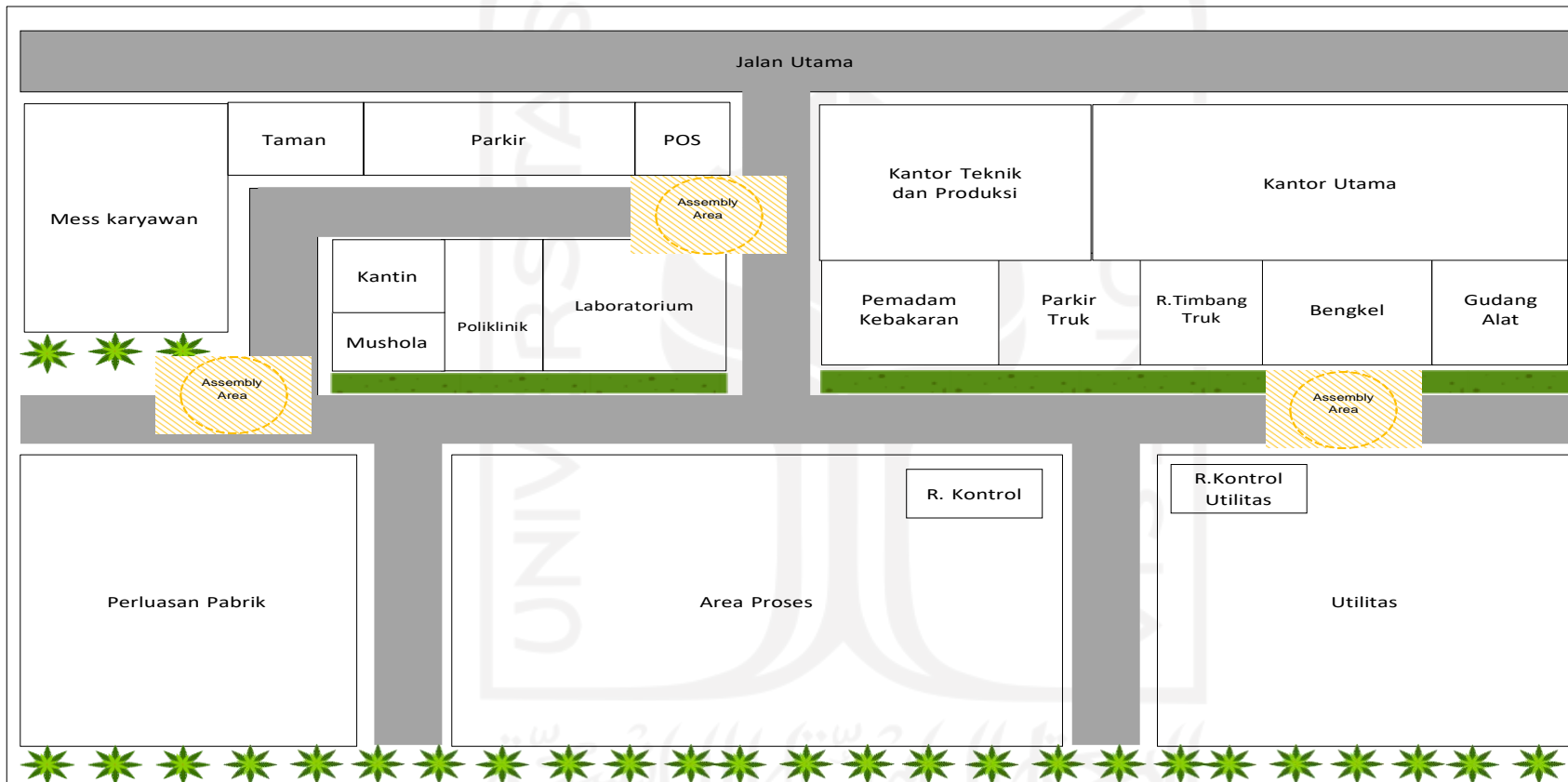
Area utilitas dan *power station* adalah area tenaga listrik dan penyediaan air yang dipusatkan.

Berikut perincian luas tanah untuk bangunan pabrik.

Tabel 4. 1 Perincian Luas Tanah dan Bangunan Pabrik

| Lokasi                     | Panjang, m | Lebar, m | Luas, m <sup>2</sup> |
|----------------------------|------------|----------|----------------------|
| Kantor Umum                | 70         | 32       | 2.240                |
| Pos Keamanan               | 14         | 15       | 210                  |
| Mess karyawan              | 30         | 47       | 1.410                |
| Parkir                     | 40         | 15       | 600                  |
| Parkir Truk                | 22         | 23       | 506                  |
| Poliklinik                 | 15         | 27       | 405                  |
| Ruang Timbang Truk         | 18         | 23       | 414                  |
| Kantor Teknik dan Produksi | 40         | 32       | 1.280                |
| Masjid                     | 17         | 12       | 204                  |
| Kantin                     | 17         | 15       | 255                  |
| Bengkel                    | 25         | 23       | 575                  |
| Unit Pemadam Kebakaran     | 26         | 23       | 598                  |
| Gudang Alat                | 20         | 23       | 460                  |
| Laboratorium               | 27         | 27       | 729                  |
| Utilitas                   | 61         | 60       | 3.660                |
| Area Proses                | 90         | 60       | 5.400                |
| Ruang Kontrol              | 20         | 10       | 200                  |
| Ruang kontrol utilitas     | 20         | 10       | 200                  |
| Taman                      | 20         | 15       | 300                  |
| Jalan                      | 500        | 10       | 5.000                |
| Area Hijau                 | 400        | 5        | 2.000                |
| Perluasan Pabrik           | 50         | 60       | 3.000                |
| Luas Tanah                 |            |          | 29.646               |
| Luas Bangunan              |            |          | 19.346               |
| <b>TOTAL</b>               | 1.542      | 567      | 29.646               |

### Lay Out Pabrik Dimetil Formamida



Gambar 4. 2 Lay Out Pabrik Skala 1:1000

### **4.3 Tata Letak Mesin atau Alat Proses**

Dalam perancangan tata letak peralatan proses pada pabrik, ada beberapa hal yang harus diperhatikan dalam perancangan tata letak peralatan proses:

#### **4.3.1 Aliran Bahan Baku dan Produk**

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.

#### **4.3.2 Aliran Udara**

Kelancaran aliran udara di dalam dan sekitar area proses perlu diperhatikan. Dengan tujuan menghindari terjadinya stagnasi udara pada suatu tempat sehingga menyebabkan akumulasi bahan kimia yang dapat mengancam keselamatan kerja.

#### **4.3.3 Pencahayaan**

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

#### **4.3.4 Lalu Lintas Manusia dan Kendaraan**

Dalam perancangan *lay out* pabrik, lalu lintas manusia dan kendaraan perlu diperhatikan agar pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan mudah dan cepat. Dengan tujuan dapat memperbaiki alat proses yang mengalami gangguan dengan cepat, selain itu keamanan para pekerja selama menjalankan tugasnya perlu diprioritaskan.

#### **4.3.5 Pertimbangan Ekonomi**

Penempatan alat-alat proses diusahakan dapat menekan biaya operasi serta menjamin kelancaran dan keamanan produksi pabrik, dari segi ekonomi, hal tersebut dapat menguntungkan.



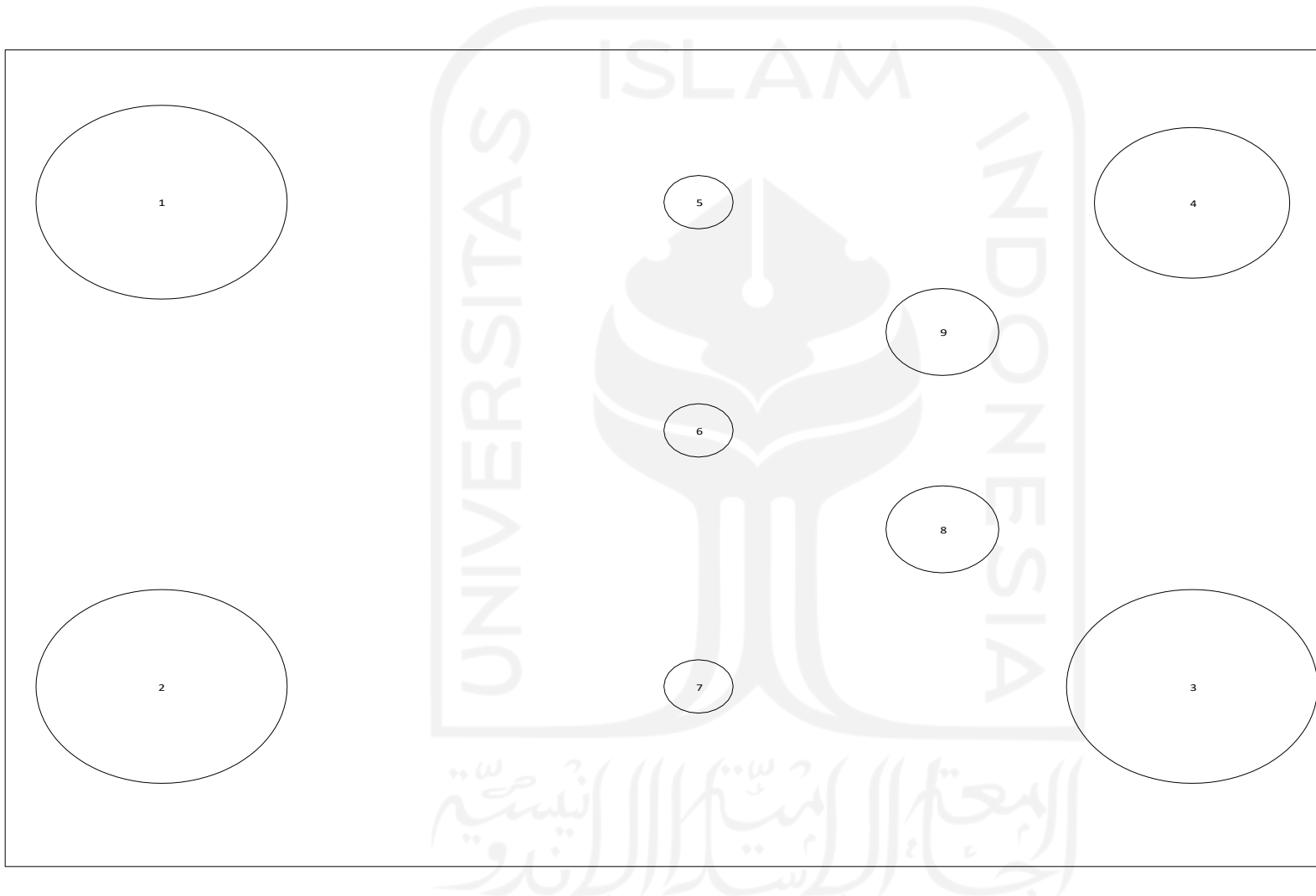
#### 4.3.6 Jarak antar Alat Proses

Alat proses yang memiliki suhu dan tekanan operasi tinggi sebaiknya dipisahkan dari alat proses lainnya, hal tersebut dapat meminimalisir kerusakan yang diakibatkan oleh ledakan atau kebakaran pada alat tersebut.

Beberapa manfaat perancangan tata letak alat-alat proses:

- a. Menjamin kelancaran proses produksi,
- b. Memanfaatkan luas lahan yang tersedia dengan efektif

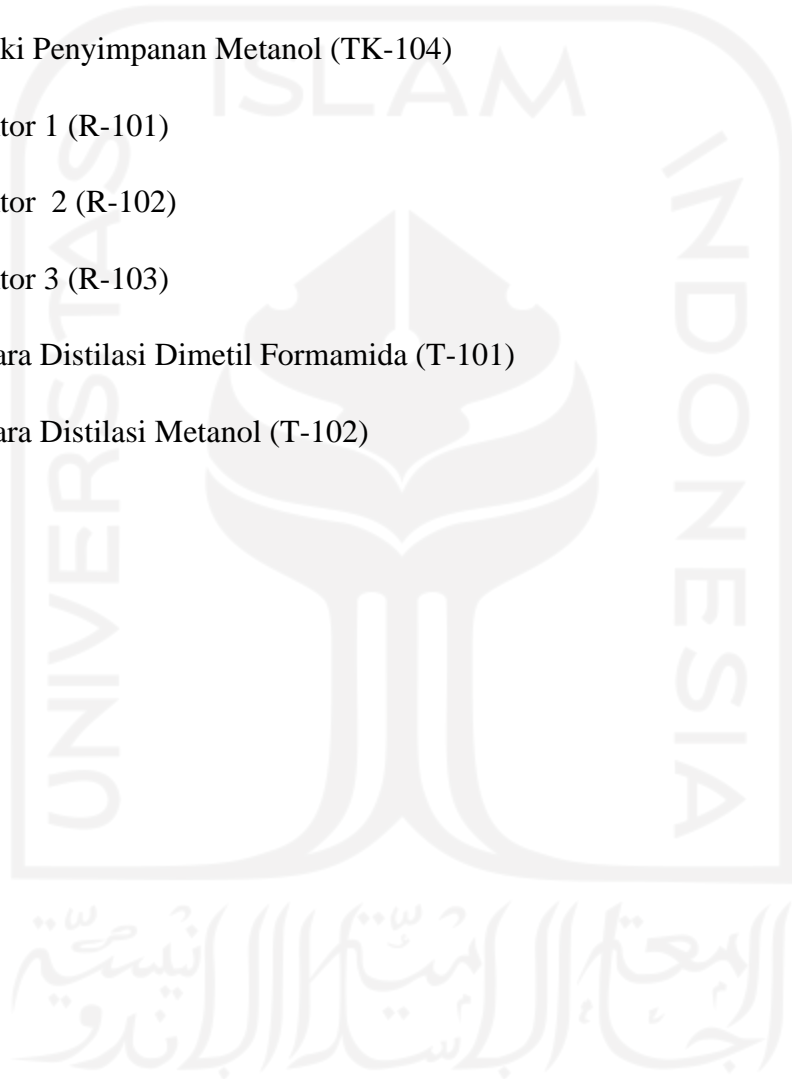




Gambar 4. 3 Lay Out Alat Proses Skala 1: 500

Keterangan gambar:

1. Tangki Penyimpanan Metil Format (TK-101)
2. Tangki Penyimpanan Dimetil Amin (TK-102)
3. Tangki Penyimpanan Dimetil Formamida (TK-103)
4. Tangki Penyimpanan Metanol (TK-104)
5. Reaktor 1 (R-101)
6. Reaktor 2 (R-102)
7. Reaktor 3 (R-103)
8. Menara Distilasi Dimetil Formamida (T-101)
9. Menara Distilasi Metanol (T-102)



#### 4.4 Alir Proses dan Material

##### 4.4.1 Neraca Massa Total

Tabel 4. 2 Neraca Massa Total

| Nomor Arus               | Satuan | 1    | 1a   | 2    | 2a   | 3    | 4    | 5    | 5a   | 6    | 7   | 8    | 9     | 10    | 11   | 12  | 13  | 14  | 15    | 16    | 17   |
|--------------------------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|-------|-------|------|-----|-----|-----|-------|-------|------|
| Suhu                     | °C     | 30   | 110  | 30   | 110  | 110  | 110  | 110  | 93   | 83   | 83  | 83   | 194   | 194   | 194  | 49  | 49  | 30  | 88    | 88    | 30   |
| Tekanan                  | atm    | 1,0  | 3,5  | 2,5  | 3,5  | 3,5  | 3,5  | 3,5  | 2,3  | 2,2  | 2,2 | 2,3  | 2,5   | 2,5   | 1,0  | 2,2 | 2,2 | 2,2 | 2,5   | 2,5   | 1,0  |
| Laju Alir Massa Total    | kg/jam | 4618 | 4618 | 3467 | 3467 | 8086 | 8086 | 8086 | 8086 | 3535 | 455 | 3081 | 16145 | 11140 | 5005 | 753 | 44  | 709 | 16499 | 14127 | 2372 |
| Laju Alir Massa Komponen |        |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |      |       |       |      |     |     |     |       |       |      |
| Metil Format             | kg/jam | 4604 | 4604 | 0    | 0    | 1507 | 748  | 460  | 460  | 528  | 68  | 460  | 4197  | 4197  | 0    | 364 | 21  | 343 | 4352  | 4234  | 118  |
| Dimetilamin              | kg/jam | 0    | 0    | 3453 | 3453 | 1130 | 561  | 345  | 345  | 396  | 51  | 345  | 3148  | 3148  | 0    | 366 | 22  | 344 | 3269  | 3268  | 1    |
| Dimetil Formamida        | kg/jam | 0    | 0    | 0    | 0    | 3769 | 4692 | 5042 | 5042 | 52   | 7   | 45   | 5030  | 34    | 4997 | 0   | 0   | 0   | 5268  | 5223  | 45   |
| Metanol                  | kg/jam | 0    | 0    | 0    | 0    | 1652 | 2057 | 2210 | 2210 | 2531 | 326 | 2206 | 2528  | 2523  | 4    | 23  | 1   | 22  | 2311  | 127   | 2184 |
| Air                      | kg/jam | 14   | 14   | 14   | 14   | 28   | 28   | 28   | 28   | 27   | 4   | 24   | 1242  | 1238  | 4    | 0   | 0   | 0   | 1299  | 1275  | 24   |
| Total                    |        | 4618 | 4618 | 3467 | 3467 | 8086 | 8086 | 8086 | 8086 | 3535 | 455 | 3081 | 16145 | 11140 | 5005 | 753 | 44  | 709 | 16499 | 14127 | 2372 |

#### 4.4.2 Neraca Massa per Alat

##### 4.4.2.1 Tangki Penyimpanan Bahan Baku Metil Format (TK-101)

Tabel 4. 3 Neraca Massa Bahan Baku Metil Format (TK-101)

| Komponen                                     | Masuk, kg/jam | Keluar, kg/jam |
|----------------------------------------------|---------------|----------------|
|                                              | (Arus 1)      | (Arus 1)       |
| C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub> | 4.604         | 4.604          |
| H <sub>2</sub> O                             | 14            | 14             |
| <b>Total</b>                                 | <b>4.618</b>  | <b>4.618</b>   |

##### 4.4.2.2 Tangki Penyimpanan Bahan Baku Dimetilamin (TK-102)

Tabel 4. 4 Neraca Massa Bahan Baku Dimetilamin (TK-102)

| Komponen                           | Masuk, kg/jam | Keluar, kg/jam |
|------------------------------------|---------------|----------------|
|                                    | (Arus 2)      | (Arus 2)       |
| (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> NH | 3.453         | 3.453          |
| H <sub>2</sub> O                   | 14            | 14             |
| <b>Total</b>                       | <b>3.467</b>  | <b>3.467</b>   |

##### 4.4.2.3 Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (R-101)

Tabel 4. 5 Neraca massa Reaktor (R-101)

| Komponen                                     | Masuk, kg/jam |              | Keluar, kg/jam |
|----------------------------------------------|---------------|--------------|----------------|
|                                              | (Arus 1a)     | (Arus 2a)    | (Arus 3)       |
| C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub> | 4.604         | 0            | 1.507          |
| (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> NH           | 0             | 3.453        | 1.130          |
| C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> NO             | 0             | 0            | 3.769          |
| CH <sub>3</sub> OH                           | 0             | 0            | 1.652          |
| H <sub>2</sub> O                             | 14            | 14           | 28             |
| <b>Subtotal</b>                              | <b>4.618</b>  | <b>3.467</b> | <b>8.086</b>   |

|              |              |              |
|--------------|--------------|--------------|
| <b>Total</b> | <b>8.086</b> | <b>8.086</b> |
|--------------|--------------|--------------|

#### 4.4.2.4 Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (R-102)

Tabel 4. 6 Neraca massa Reaktor (R-102)

| <b>Komponen</b>                              | <b>Masuk, kg/jam</b> | <b>Keluar, kg/jam</b> |
|----------------------------------------------|----------------------|-----------------------|
|                                              | <b>(Arus 3)</b>      | <b>(Arus 4)</b>       |
| C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub> | 1.507                | 748                   |
| (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> NH           | 1.130                | 561                   |
| C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> NO             | 3.769                | 4.692                 |
| CH <sub>3</sub> OH                           | 1.652                | 2.057                 |
| H <sub>2</sub> O                             | 28                   | 28                    |
| <b>Total</b>                                 | <b>8.086</b>         | <b>8.086</b>          |

#### 4.4.2.5 Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (R-103)

Tabel 4. 7 Neraca massa Reaktor (R-103)

| <b>Komponen</b>                              | <b>Masuk, kg/jam</b> | <b>Keluar, kg/jam</b> |
|----------------------------------------------|----------------------|-----------------------|
|                                              | <b>(Arus 4)</b>      | <b>(Arus 5)</b>       |
| C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub> | 748                  | 460                   |
| (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> NH           | 561                  | 345                   |
| C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> NO             | 4.692                | 5.042                 |
| CH <sub>3</sub> OH                           | 2.057                | 2.210                 |
| H <sub>2</sub> O                             | 28                   | 28                    |
| <b>Total</b>                                 | <b>8.086</b>         | <b>8.086</b>          |

#### 4.4.2.6 Menara Distilasi Dimetil Formamida (T-101)

Tabel 4. 8 Neraca Massa Distilasi Dimetil Formamida (T-101)

| Komponen                                     | Masuk,       | Keluar, kg/jam |             |
|----------------------------------------------|--------------|----------------|-------------|
|                                              | kg/jam       | Hasil Atas     | Hasil Bawah |
|                                              | (Arus 5a)    | (Arus 8)       | (Arus 11)   |
| C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub> | 460          | 460            | 0           |
| (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> NH           | 345          | 345            | 0           |
| C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> NO             | 5.042        | 45             | 4.997       |
| CH <sub>3</sub> OH                           | 2.210        | 2.206          | 4           |
| H <sub>2</sub> O                             | 28           | 24             | 4           |
| Subtotal                                     | 8.086        | 3.081          | 5.005       |
| <b>Total</b>                                 | <b>8.086</b> | <b>8.086</b>   |             |

#### 4.4.2.7 Menara Distilasi Dimetil Formamida (T-102)

Tabel 4. 9 Neraca Massa Distilasi Dimetil Formamida (T-102)

| Komponen                                     | Masuk,       | Keluar, kg/jam |             |
|----------------------------------------------|--------------|----------------|-------------|
|                                              | kg/jam       | Hasil Atas     | Hasil Bawah |
|                                              | (Arus 8)     | (Arus 14)      | (Arus 17)   |
| C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub> | 460          | 343            | 118         |
| (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> NH           | 345          | 344            | 1           |
| C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> NO             | 45           | 0              | 45          |
| CH <sub>3</sub> OH                           | 2.206        | 22             | 2.184       |
| H <sub>2</sub> O                             | 24           | 0              | 24          |
| Subtotal                                     | 3.081        | 709            | 2.372       |
| <b>Total</b>                                 | <b>3.081</b> | <b>3.081</b>   |             |

#### 4.4.2.8 Tangki Penyimpanan Produk Dimetil Formamida (TK-103)

Tabel 4. 10 Neraca Massa Tangki Penyimpanan DMF (TK-103)

| Komponen                                     | Masuk, kg/jam |
|----------------------------------------------|---------------|
|                                              | (Arus 11)     |
| C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub> | 0             |
| (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> NH           | 0             |
| C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> NO             | 4.997         |
| CH <sub>3</sub> OH                           | 4             |
| H <sub>2</sub> O                             | 4             |
| <b>Total</b>                                 | <b>5.005</b>  |

#### 4.4.2.9 Tangki Metanol (TK-104)

Tabel 4. 11 Neraca Massa Tangki Metanol (TK-104)

| Komponen                                     | Masuk, kg/jam |
|----------------------------------------------|---------------|
|                                              | (Arus 17)     |
| C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub> | 118           |
| (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> NH           | 1             |
| C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> NO             | 45            |
| CH <sub>3</sub> OH                           | 2.184         |
| H <sub>2</sub> O                             | 24            |
| <b>Total</b>                                 | <b>2.372</b>  |

#### 4.4.2.10 Instalasi Pengolahan Lebih Lanjut

Tabel 4. 12 Neraca Massa Instalasi Pengolahan Lebih Lanjut

| Komponen                                     | Masuk, kg/jam |
|----------------------------------------------|---------------|
|                                              | (Arus 14)     |
| C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub> | 343           |
| (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> NH           | 344           |



|                                  |            |
|----------------------------------|------------|
| C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> NO | 0          |
| CH <sub>3</sub> OH               | 22         |
| H <sub>2</sub> O                 | 0          |
| <b>Total</b>                     | <b>709</b> |

#### 4.4.3 Neraca Panas

Suhu Referensi : 25 °C

Suhu Operasi : Kilo Joule/jam (Kj/jam)

##### 4.4.3.1 Neraca Panas Heater (E-101)

Tabel 4. 13 Neraca Panas E-101

| Komponen     | Formula                                      | Aliran Panas   |                 |
|--------------|----------------------------------------------|----------------|-----------------|
|              |                                              | Masuk (kj/jam) | Keluar (kj/jam) |
| Metil format | C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub> | 45.578         | 839.225         |
| Air          | H <sub>2</sub> O                             | 293            | 4.961           |
| Steam        |                                              | 1.148.973      | 350.657         |
| Total        |                                              | 1.194.843      | 1.194.843       |

##### 4.4.3.2 Neraca Panas Heater (E-102)

Tabel 4. 14 Neraca Panas E-102

| Komponen     | Formula                            | Aliran Panas   |                 |
|--------------|------------------------------------|----------------|-----------------|
|              |                                    | Masuk (kj/jam) | Keluar (kj/jam) |
| Dimetil amin | (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> NH | 56.676         | 1.056.216       |
| Air          | H <sub>2</sub> O                   | 293            | 4.961           |
| Steam        |                                    | 1.445.301      | 441.094         |

|       |  |           |           |
|-------|--|-----------|-----------|
| Total |  | 1.502.270 | 1.502.270 |
|-------|--|-----------|-----------|

#### 4.4.3.3 Neraca Panas Reaktor 1 (R-101)

Tabel 4. 15 Neraca Panas R-101

| Komponen          | Panas Masuk (kJ/jam) | Panas Generasi (kJ/jam) | Panas Keluar (kJ/jam) |
|-------------------|----------------------|-------------------------|-----------------------|
| Metil format      | 7.652.076            | 2.930.247               | 2.503.828             |
| Dimetil amin      | 13.763.965           |                         | 4.503.693             |
| Dimetil Formamida |                      |                         | 3.625.835             |
| Metanol           | 0                    |                         | 2.682.337             |
| Air               | 35.346               |                         | 35.346                |
| Air Pendingin     | 0                    |                         | 11.030.595            |
| Total             | 21.451.387           |                         | 2.930.247             |
|                   | 24.381.635           |                         | 24.381.635            |

#### 4.4.3.4 Neraca Panas Reaktor 2 (R-102)

Tabel 4. 16 Neraca Panas R-102

| Komponen     | Panas Masuk (kJ/jam) | Panas Generasi (kJ/jam) | Panas Keluar (kJ/jam) |
|--------------|----------------------|-------------------------|-----------------------|
| Metil format | 2.503.828            | 2.930.247               | 1.242.986             |
| Dimetil amin | 4.503.693            |                         | 2.235.788             |

|                   |            |           |            |
|-------------------|------------|-----------|------------|
|                   |            |           |            |
| Dimetil Formamida | 3.625.835  |           | 4.513.828  |
| Metanol           | 2.682.337  |           | 3.339.260  |
| Air               | 35.346     |           | 35.346     |
| Air Pendingin     | 0          |           | 4.914.079  |
| Total             | 13.351.040 | 2.930.247 | 16.281.287 |
|                   | 16.281.287 |           | 16.281.287 |

#### 4.4.3.5 Neraca Panas Reaktor 3 (R-103)

Tabel 4. 17 Neraca Panas R-103

| <b>Komponen</b>   | <b>Panas Masuk (kJ/jam)</b> | <b>Panas Generasi (kJ/jam)</b> | <b>Panas Keluar (kJ/jam)</b> |
|-------------------|-----------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| Metil format      | 1.242.986                   |                                | 765.208                      |
| Dimetil amin      | 2.235.788                   |                                | 1.376.397                    |
| Dimetil Formamida | 4.513.828                   | 2.930.247                      | 4.850.320                    |
| Metanol           | 3.339.260                   |                                | 3.588.191                    |
| Air               | 35.346                      |                                | 35.346                       |
| Air Pendingin     | 0                           |                                | 3.681.993                    |
| Total             | 6.853.380                   | 2.930.247                      | 14.297.455                   |

|  |           |            |
|--|-----------|------------|
|  | 9.783.627 | 14.297.455 |
|--|-----------|------------|

#### 4.4.3.6 Neraca Panas *Expansion Valve* (EV-101)

Tabel 4. 18 Neraca Panas EV-101

| Aliran Panas Masuk<br>(kJ/jam) |           | Aliran Panas Keluar<br>(kJ/jam) |           |
|--------------------------------|-----------|---------------------------------|-----------|
| $\Delta H$ input               | 1.288.487 | $\Delta H$ output               | 1.615.485 |
|                                |           | $\Delta H$ ekspansi             | -326.998  |
| Total                          | 1.288.487 |                                 | 1.288.487 |

#### 4.4.3.7 Neraca Panas *Cooler* (E-101)

Tabel 4. 19 Neraca Panas E-101

| Aliran Panas Masuk<br>(kJ/jam) |                  | Aliran Panas Keluar<br>(kJ/jam) |                  |
|--------------------------------|------------------|---------------------------------|------------------|
| $\Delta H_{in}$                | 1.615.485        | $\Delta H_{out}$                | 1.271.262        |
| $\Delta H_{ewin}$              | 575.533          | $\Delta H_{ewout}$              | 919.756          |
| <b>TOTAL</b>                   | <b>2.191.018</b> |                                 | <b>2.191.018</b> |

#### 4.4.3.8 Neraca Panas Menara Distilasi (T-101)

Tabel 4. 20 Neraca Panas T-101

| Aliran Panas Masuk<br>(kJ/jam) |           | Aliran Panas Keluar<br>(kJ/jam) |           |
|--------------------------------|-----------|---------------------------------|-----------|
| $\Delta H$ umpan               | 1.271.262 | $\Delta H$ bottom               | 1.908.477 |
| $\Delta H$ reboiler            | 3.733.681 | $\Delta H$ distilat             | 469.424   |
|                                |           | $\Delta H$ condenser            | 2.627.042 |

|       |           |       |           |
|-------|-----------|-------|-----------|
| Total | 5.004.943 | Total | 5.004.943 |
|-------|-----------|-------|-----------|

#### 4.4.3.9 Neraca Panas *Expansion Valve* (EV-102)

Tabel 4. 21 Neraca Panas EV-102

| Aliran Panas Masuk<br>(kj/jam) |           | Aliran Panas Keluar (kj/jam) |           |
|--------------------------------|-----------|------------------------------|-----------|
| $\Delta H$ input               | 1.906.342 | $\Delta H$ output            | 1.909.184 |
|                                |           | $\Delta H$ ekspansi          | -2.841    |
| Total                          | 1.906.342 |                              | 1.906.342 |

#### 4.4.3.10 Neraca Panas *Cooler* (E-102)

Tabel 4. 22 Neraca Panas E-102

| Aliran Panas Masuk<br>(kJ/jam) |                  | Aliran Panas Keluar<br>(kJ/jam) |                  |
|--------------------------------|------------------|---------------------------------|------------------|
| $\Delta H_{in}$                | 1.909.184        | $\Delta H_{out}$                | 51.672           |
| $\Delta H_{ewin}$              | 3.105.718        | $\Delta H_{ewout}$              | 4.963.230        |
| <b>TOTAL</b>                   | <b>5.014.902</b> |                                 | <b>5.014.902</b> |

#### 4.4.3.11 Neraca Panas *Heater* (E-103)

Tabel 4. 23 Neraca Panas E-103

| Komponen        | Formula      | Aliran Panas<br>Masuk<br>(kj/jam) | Aliran Panas<br>Keluar<br>(kj/jam) |
|-----------------|--------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| Metil<br>Format | $C_2H_4O_2$  | 55.805                            | 65.562                             |
|                 | $(CH_3)_2NH$ | 69.853                            | 82.215                             |

|                   |                                     |         |         |
|-------------------|-------------------------------------|---------|---------|
| Dimetilamin       |                                     |         |         |
| Dimetil Formamida | HCON(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> | 5.590   | 6.532   |
| Metanol           | CH <sub>3</sub> OH                  | 332.404 | 389.184 |
| Air               | H <sub>2</sub> O                    | 5.772   | 6.714   |
| Steam             |                                     | 116.265 | 35.483  |
| Total             |                                     | 585.690 | 585.690 |

#### 4.4.3.12 Neraca Panas Menara Distilasi (T-102)

Tabel 4. 24 Neraca Panas T-102

| Aliran Panas Masuk<br>(kJ/jam) |         | Aliran Panas Keluar<br>(kJ/jam) |         |
|--------------------------------|---------|---------------------------------|---------|
| $\Delta H$ umpan               | 503.684 | $\Delta H$ bottom               | 384.811 |
| $\Delta H$ reboiler            | 261.824 | $\Delta H$ distilat             | 46.350  |
|                                |         | $\Delta H$ condenser            | 334.347 |
| Total                          | 765.507 | Total                           | 765.507 |

#### 4.4.3.13 Neraca Panas *Expansion Valve* (EV-103)

Tabel 4. 25 Neraca Panas EV-103

| Aliran Panas Masuk<br>(kJ/jam) |         | Aliran Panas Keluar<br>(kJ/jam) |         |
|--------------------------------|---------|---------------------------------|---------|
| $\Delta H$ input               | 384.811 | $\Delta H$ output               | 385.414 |
|                                |         | $\Delta H$ ekspansi             | -604    |
| Total                          | 384.811 |                                 | 384.811 |

#### 4.4.3.14 Neraca Panas *Cooler* (E-104)

Tabel 4. 26 Neraca Panas E-104

| Aliran Panas Masuk<br>(kJ/jam) |                | Aliran Panas Keluar<br>(kJ/jam) |                |
|--------------------------------|----------------|---------------------------------|----------------|
| $\Delta H_{in}$                | 385.414        | $\Delta H_{out}$                | 206.648        |
| $\Delta H_{cwin}$              | 298.892        | $\Delta H_{cwout}$              | 477.658        |
| <b>TOTAL</b>                   | <b>684.306</b> |                                 | <b>684.306</b> |

#### 4.4.3.15 Neraca Panas Cooler (E-105)

Tabel 4. 27 Neraca Panas E-105

| Aliran Panas Masuk<br>(kJ/jam) |               | Aliran Panas Keluar<br>(kJ/jam) |               |
|--------------------------------|---------------|---------------------------------|---------------|
| $\Delta H_{in}$                | 46.350        | $\Delta H_{out}$                | 40.222        |
| $\Delta H_{cwin}$              | 10.246        | $\Delta H_{cwout}$              | 16.374        |
| <b>TOTAL</b>                   | <b>56.596</b> |                                 | <b>56.596</b> |

#### 4.4.4 Diagram Alir Kualitatif

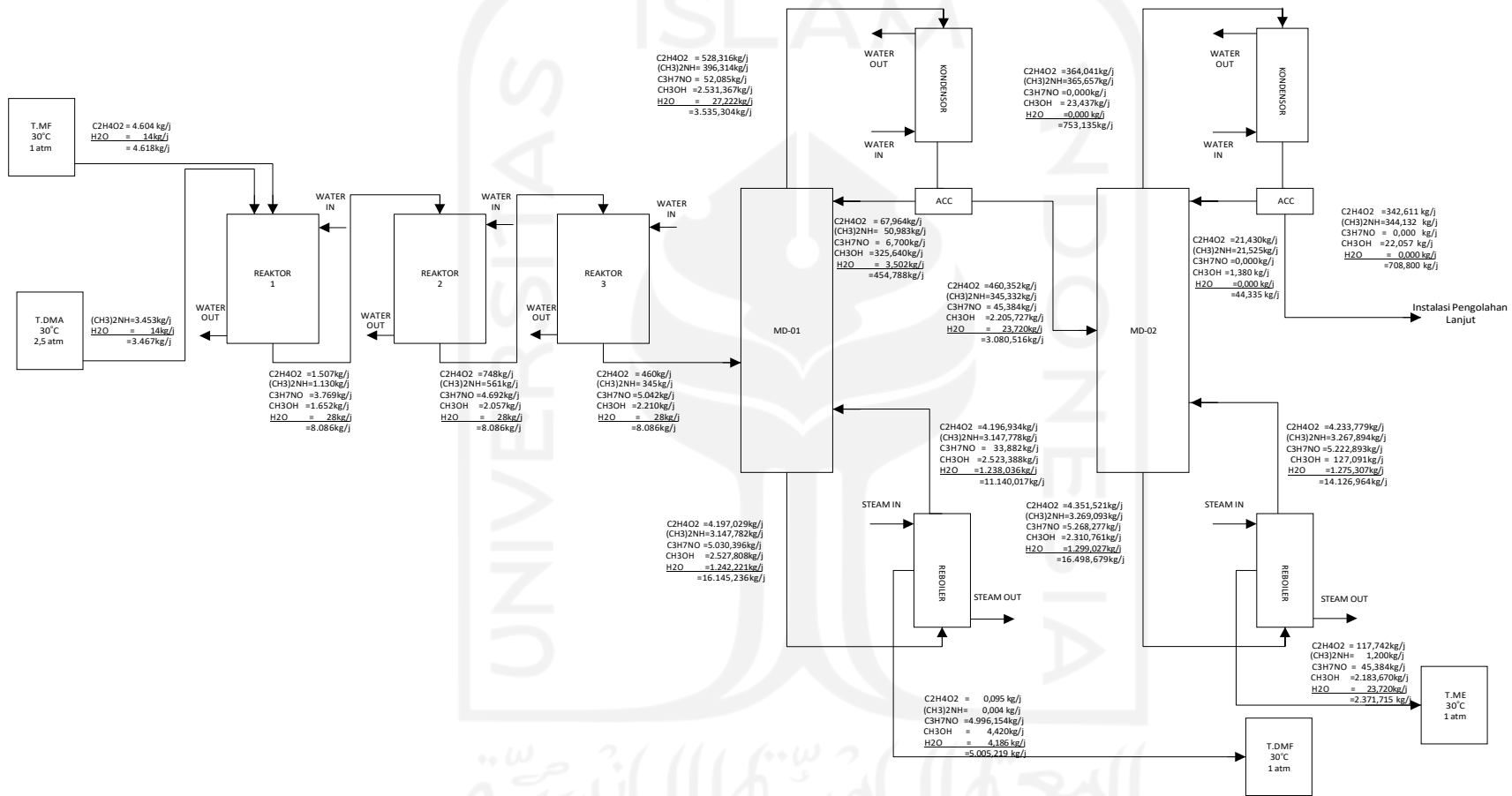






#### 4.4.5 Diagram Alir Kuantitatif





Gambar 4. 5 Diagram Kuantitatif

#### 4.4.6 Perawatan (*Maintenance*)

Perawatan berfungsi untuk menjaga sarana perlatan pabrik dengan cara pemeliharaan serta perbaikan alat agar produksi dapat berjalan dengan lancar dan meningkatkan produktifitas sehingga dapat mencapai target produksi dan spesifikasi produk yang diharapkan.

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

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

a. Overhead 1 x 1 tahun

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

b. *Repairing*

Adalah kegiatan *maintenance* yang bersifat memperbaiki bagian- bagian alat. Hal ini biasanya dilakukan setelah pemeriksaan. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi proses *maintenance*:

1) Umur alat

Semakin bertambahnya umur alat semakin banyak pula perawatan yang harus dilakukan sehingga menambah biaya perawatan.

2) Bahan baku

Kurang berkualitasnya bahan baku dapat mengakibatkan kerusakan alat sehingga alat akan lebih sering dibersihkan.

3) Tenaga Manusia

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

#### **4.5 Utilitas**

Utilitas yaitu unit penunjang yang memiliki peran penting dalam berjalannya suatu proses di industri. Perancangan utilitas dibutuhkan untuk menjamin keberlangsungan suatu pabrik. Beberapa penyediaan utilitas yang dibutuhkan pabrik:

- a. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (*Water Treatment System*)
- b. Unit Pembangkit Steam (*Steam Generation System*)
- c. Unit Pembangkit Listrik (*Power Plant System*)
- d. Unit Penyedia Udara Instrumen (*Instrument Air System*)
- e. Unit Penyediaan Bahan Bakar

##### **4.5.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (*Water Treatment System*)**

###### **4.5.1.1 Unit Penyediaan Air**

Fungsi dari unit penyediaan air adalah untuk memenuhi kebutuhan air proses dan air kebutuhan domestik seperti kebutuhan air sehari-hari untuk rumah tangga, kantor, dan sebagainya. Dalam perancangan pabrik dimetilformamida ini, unit penyediaan air bersumber dari sungai Cisadane, Tangerang, Banten yang termasuk sungai besar. Beberapa pertimbangan dalam memilih sungai dibandingkan air sumur atau air laut sebagai sumber penyediaan air:

1. Air sungai relatif lebih mudah dan sederhana dalam proses pengolahannya serta biaya pengolahannya lebih murah dibandingkan dengan air laut yang memiliki proses pengolahan lebih rumit.
2. Kontinuitas air sungai yang relatif lebih tinggi, sehingga mengurangi resiko kekurangan air, dengan debit air sungai Cisadane sebesar 130 L/detik.

3. Jumlah air sungai yang lebih banyak dibandingkan jumlah air sumur.
4. Lokasi sungai berada tidak jauh dari lokasi pembangunan pabrik.
5. Nilai pH air Sungai Cisadane dari hulu masih memenuhi baku mutu air sungai untuk semua Kelas 1-4. Pada musim hujan, nilai pH cenderung lebih tinggi mungkin akibat akumulasi senyawa karbonat dan bikarbonat sehingga air sungai lebih basa (Novotny & Olem 1994; Sundra 2010).
6. Semakin ke hilir nilai TSS semakin tinggi. Nilai TSS di hulu, tengah dan hilir pada musim kemarau berurutan yaitu 8-15 mg/L, 20-114 mg/L dan 22-52 mg/L. Pada musim hujan, kekeruhan semakin meningkat dengan nilai TSS yang semakin besar. Air sungai berwarna coklat keruh. Nilai TSS dari hulu, tengah dan hilir berturut 3-126 mg/L, 114-164 mg/L dan 172- 181 mg/L. Pada musim kemarau, air sungai (hulu dan tengah) masih sesuai untuk peruntukan air sungai Kelas 1 dan 2. Namun, pada musim hujan, air sungai hanya cocok untuk pertanian dan peternakan (air sungai Kelas 3 ±4).
7. Oksigen yang terlarut/DO dalam air sangat dibutuhkan untuk mendukung kehidupan organism akuatik. Sumber utama DO yaitu fotosintesis (Macan 1978; Angelier 2003) dan reareasi atmosfer (Novotny & Olem 1994). Secara umum, DO berfluktuasi yang semakin menurun ke arah hilir. Kualitas air Sungai Cisadane dilihat dari DO pada musim kemarau lebih rendah daripada musim hujan. Kisaran DO pada musim kemarau dan hujan berturut-turut yaitu 3,5-6,3 dan  $3,9 \pm 7,5$  (Gambar 6). Kualitas air Sungai Cisadane masih memenuhi persyaratan sebagai air baku Kelas 2 dengan DO >4. Bahkan, air Sungai Cisadane di bagian hulu (Stasiun 2) masuk air minum kelas 1 dengan DO >6 yaitu 6,3 pada musim kemarau dan 6,7 pada musim hujan.

Beberapa kebutuhan air yang dipenuhi oleh unit penyedia air yaitu:

1. Air Pendingin

Air pendingin air berfungsi untuk menyerap panas berlebihan yang dihasilkan oleh suatu reaksi atau yang terjadi pada alat proses dan alat penukar panas. Beberapa faktor air dipilih sebagai media pendingin yaitu:

- a. Jumlah air yang tersedia melimpah
- b. Proses pengolahannya relative mudah
- c. Dapat menyerap panas dalam jumlah besar
- d. Tidak dapat terdekomposisi

## 2. Air Umpan Boiler (*Boiler Feed Water*)

*Boiler* adalah alat yang berfungsi menghasilkan *steam* yang digunakan sebagai media pemanas. Air umpan *boiler* adalah air yang harus dialirkan ke *boiler* untuk diubah menjadi *steam* sesuai kebutuhan. Sumber air umpan boiler terdiri dari kondensat dan *make up water*. Kondensat adalah uap atau *steam* yang telah berubah fasenya menjadi cair, sedangkan *make up water* adalah air baku yang telah diolah.

Ada beberapa persyaratan tertentu agar air yang digunakan tidak merusak *boiler* seperti menimbulkan kerak pada boiler dan menyebabkan korosi pada pipa. Berdasarkan Perry's edisi 6, beberapa persyaratan tersebut yaitu

Tabel 4. 28 Syarat Air Umpan Boiler

| Parameter                                     | Total (ppm) |
|-----------------------------------------------|-------------|
| Total padatan ( <i>total dissolve solid</i> ) | 3.500       |
| Alkanitas                                     | 700         |
| Padatan terlarut                              | 300         |
| Silika                                        | 60-100      |
| Besi                                          | 0,1         |
| Tembaga                                       | 0,5         |

|               |       |
|---------------|-------|
| Oksigen       | 0,007 |
| Kesadahan     | 0     |
| Kekeruhan     | 175   |
| Minyak        | 7     |
| Residu fosfat | 140   |

### 3. Air Domestik

Air domestik adalah air yang digunakan untuk kebutuhan sehari-hari. Air domestik digunakan untuk beberapa keperluan seperti laboratorium, perumahan, masjid, dan perkantoran. Air domestik harus memenuhi kualitas tertentu, yaitu:

- Fisika
  - Suhu : Di bawah suhu udara
  - Warna : Jernih
  - Rasa : Tidak ada rasa
  - Bau : Tidak ada bau
- Kimia
  - Tidak mengandung zat organik maupun anorganik yang terlarut dalam air, serta tidak mengandung bakteri.

#### 4.5.1.2 Unit Pengolahan Air

Air sungai tidak dapat langsung digunakan, memerlukan beberapa pengolahan untuk dapat dipakai sebagaimana mestinya. Beberapa tahapan dalam pengolahan air yaitu:

##### 1. Clarifier

Clarifier adalah alat yang digunakan untuk menjernihkan air sungai yang keruh akibat adanya lumpur dan padatan yang terbawa oleh air dengan teknik pengendapan. Air sungai dimasukkan ke dalam clarifier, kemudian diaduk dengan putaran tinggi serta diinjeksikan bahan-bahan kimia sebagai koagulan dan flokulan agar terjadi koagulasi dan flokulasi. Bahan kimia



tersebut menggunakan larutan alum atau  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  sebagai koagulan dan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  sebagai flokulan.

## 2. Penyaringan

Setelah dari clarifier, air dialirkan menuju bak penyaring pasir atau *sand filter*. Fungsi penyaringan ini untuk memisahkan partikel-partikel padat yang terbawa oleh air dari clarifier. Hasil keluaran air bersih dari *sand filter* ditampung dalam bak penampung air bersih untuk didistribusikan ke unit pengolahan air pendingin, air mpan boiler, dan air domestik.

## 3. Cooling Tower

Cooling tower adalah alat yang berfungsi untuk mengolah air pendingin yang dibutuhkan oleh proses. Air pendingin digunakan untuk mendinginkan panas hasil proses. Suhu air pendingin yang digunakan adalah  $25^\circ\text{C}$  pada suhu masuk dan  $40^\circ\text{C}$  pada suhu keluar setelah digunakan. Air pendingin tersebut akan disirkulasikan dan digunakan kembali.

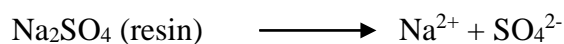
## 4. Demineralisasi

Tujuan dari proses demineralisasi adalah menghilangkan ion-ion yang terkandung pada *filtered water* untuk umpan boiler. Berikut beberapa tahapan dalam proses demineralisasi:

### a. Cation Exchanger

*Cation exchanger* berisi resin pengganti kation, kation-kation yang ada dalam air akan diganti dengan ion  $\text{H}^+$  sehingga air yang keluar dari cation exchanger mengandung anion dan ion  $\text{H}^+$ .

Berikut reaksi yang terjadi pada *cation exchanger*:

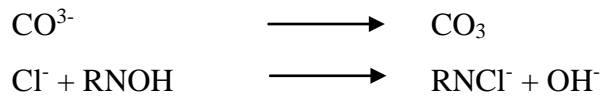


Dalam waktu tertentu, kation resin akan jenuh sehingga perlu diregenerasikan kembali dengan  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

### b. Anion Exchanger

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

Berikut reaksi yang terjadi pada *anion exchanger*:



Dalam waktu tertentu, kation resin akan jenuh sehingga perlu diregenerasikan kembali dengan NaOH.

c. Deaerasi

Fungsi dari deaerasi adalah menghilangkan gas-gas terlarut dalam air umpan seperti O<sub>2</sub>. 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<sub>2</sub>H<sub>4</sub>). Fungsi hidrazin adalah untuk mengikat oksigen (O<sub>2</sub>) yang terkandung dalam air.

Berikut reaksi yang terjadi pada deaerator:



5. 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.

**4.5.1.3 Kebutuhan Air**

1. Kebutuhan Air Pendingin

Tabel 4. 29 Kebutuhan Air Pendingin

| Kode Alat | Jumlah Kebutuhan (kg/jam) |
|-----------|---------------------------|
| R-101     | 230                       |
| R-102     | 103                       |
| R-103     | 77                        |
| E-108     | 41.897                    |
| E-104     | 5.490                     |
| E-110     | 5.332                     |
| E-105     | 29.624                    |

|       |        |
|-------|--------|
| E-106 | 2.851  |
| E-107 | 98     |
| TOTAL | 85.270 |

Diasumsikan faktor keamanan sebesar 20%, sehingga total kebutuhan air pendingin yaitu 102.325 kg/jam. Selama sirkulasi, terjadi kehilangan air sebesar 4% (*Rasel 1957*), sehingga dibutuhkan make-up water sebanyak :

$$\begin{aligned} \text{Make-up water} &= 4\% \times 102.325 \\ &= 4.093 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

## 2. Kebutuhan Air Pembangkit Steam

Tabel 4. 30 Kebutuhan Air Pembangkit Steam

| Kode Alat | Jumlah Kebutuhan (kg/jam) |
|-----------|---------------------------|
| E-101     | 408                       |
| E-102     | 410                       |
| E-109     | 2.356                     |
| E-111     | 225                       |
| Total     | 3.399                     |

Diasumsikan faktor keamanan sebesar 20%, sehingga total air pembangkit steam yang dibutuhkan yaitu 4.079 kg/jam. Steam sejumlah 90% yang telah menjadi kondensat akan digunakan Kembali, sehingga dibutuhkan *make-up water* sebesar 10%. Air pembangkit steam terdiri dari :

$$\begin{aligned} \text{Kondensat} &= 90\% \times 4.079 \text{ kg/jam} \\ &= 3.671 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Make-up water} &= 10\% \times 4.079 \text{ kg/jam} \\ &= 408 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

## 3. Kebutuhan Air Domestik

### a. Air untuk karyawan

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan air/orang/hari} &= 150 \text{ kg/hari} \\ \text{Jumlah karyawan} &= 168 \\ \text{Total kebutuhan} &= 25.200 \text{ kg/hari} \\ &= 1.050 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

### b. Air untuk perumahan

$$\begin{aligned} \text{Jumlah rumah} &= 20 \end{aligned}$$

Jumlah orang/rumah = 4  
 Kebutuhan air/orang = 150 kg/hari  
 Total kebutuhan = 12.000 kg/hari  
 = 500 kg/jam

c. Air untuk laboratorium

Kebutuhan air adalah 10% dari total kebutuhan air karyawan dan air perumahan.

Total kebutuhan = 10% x 1.550 kg/jam  
 = 155 kg/jam

d. Air untuk kebersihan, taman, dan lain-lain.

Kebutuhan air adalah 10% dari total kebutuhan air karyawan dan air perumahan.

Total kebutuhan = 10% x 1.550 kg/jam  
 = 155 kg/jam

e. Air untuk Bengkel

Kebutuhan air adalah 10% dari total kebutuhan air karyawan dan air perumahan.

Total kebutuhan = 10% x 1.550 kg/jam  
 = 155 kg/jam

f. Air untuk Kantin dan Tempat Ibadah

Kebutuhan air adalah 10% dari total kebutuhan air karyawan dan air perumahan.

Total kebutuhan = 10% x 1.550 kg/jam  
 = 155 kg/jam

g. Poliklinik

Diasumsikan kebutuhan air untuk poliklinik adalah 300 kg/jam.

Tabel 4.29 Kebutuhan Air Domestik

Tabel 4. 31 Kebutuhan Air Domestik

| Keterangan                                | Jumlah Kebutuhan (kg/jam) |
|-------------------------------------------|---------------------------|
| Air untuk Karyawan                        | 1.050                     |
| Air untuk Perumahan                       | 500                       |
| Air untuk Laboratorium                    | 155                       |
| Air untuk kebersihan,taman, dan lain-lain | 155                       |
| Air untuk Bengkel                         | 155                       |

|                                    |       |
|------------------------------------|-------|
| Air untuk Kantin dan Tempat Ibadah | 155   |
| Air untuk Poliklinnik              | 300   |
| TOTAL                              | 2.470 |

Diasumsikan faktor keamanan sebesar 20%, sehingga total keseluruhan air yang dibutuhkan untuk keperluan domestik adalah 2.964 kg/jam.

#### 4.5.2 Unit Pembangkit *Steam* (*Steam Generation System*)

Unit pembangkit steam terdiri dari boiler yang memiliki fungsi menghasilkan steam sesuai dengan kebutuhan. Berikut spesifikasi boiler pada pabrik ini:

|           |                            |
|-----------|----------------------------|
| Kapasitas | : 4.487 kg/jam             |
| Jenis     | : <i>Water-tube boiler</i> |
| Jumlah    | 1                          |
| Tekanan   | : 15 atm                   |
| Suhu      | : 392 °C                   |

#### 4.5.3 Unit Pembangkit Listrik (*Power Plant System*)

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. Spesifikasi generator yang digunakan dalam pabrik ini yaitu:

|           |                |
|-----------|----------------|
| Kapasitas | : 100 KW       |
| Jenis     | : AC generator |
| Jumlah    | 1              |

##### a. Kebutuhan Listrik Alat

- Alat Proses

Tabel 4. 32 Kebutuhan Listrik Alat Proses

| Kode Alat | Daya (HP) |
|-----------|-----------|
|-----------|-----------|

|              |              |
|--------------|--------------|
| R-101        | 7,36         |
| R-102        | 6,82         |
| R-103        | 6,30         |
| P-101        | 0,29         |
| P-102        | 0,31         |
| P-103        | 0,22         |
| P-104        | 0,04         |
| <b>Total</b> | <b>21,34</b> |

- Alat Utilitas

Tabel 4. 33 Kebutuhan Listrik Alat Utilitas

| <b>Kode Alat</b>                       | <b>Daya (Hp)</b> |
|----------------------------------------|------------------|
| PU-101                                 | 6,08             |
| PU-102                                 | 3,50             |
| PU-103                                 | 3,50             |
| PU-104                                 | 2,69             |
| PU-105                                 | 2,69             |
| PU-106                                 | 3,58             |
| PU-107                                 | 2,51             |
| PU-108                                 | 2,59             |
| PU-109                                 | 0,18             |
| PU-110                                 | 0,18             |
| PU-111                                 | 0,00             |
| PU-112                                 | 0,00             |
| Clorinator                             | 0,68             |
| Kompressor                             | 5,00             |
| Flukolator                             | 15,00            |
| Tangki Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> | 1,17             |
| Fan Cooling Tower                      | 15,00            |
| Deareator                              | 1,00             |
| <b>Total</b>                           | <b>65,37</b>     |

Total kebutuhan listrik untuk peralatan proses dan utilitas adalah 86,71 HP, dengan faktor keamanan sebesar 10% sehingga besarnya menjadi 95,38 HP atau setara dengan 70,58 kW

b. Kebutuhan Listrik Lainnya

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

$$\begin{aligned} \text{Total kebutuhan listrik} &= 5\% \times 95,38 \text{ HP} \\ &= 4,77 \text{ HP} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} \text{Total kebutuhan listrik} &= 25\% \times 95,38 \text{ HP} \\ &= 23,84 \text{ HP} \end{aligned}$$

Total kebutuhan listrik lainnya sebesar 28,61 HP atau setara dengan 21,17 kW

c. Total Kebutuhan Listrik Pabrik

Tabel 4. 34 Kebutuhan Listrik Pabrik

| Keterangan                | Daya (HP) |
|---------------------------|-----------|
| Kebutuhan listrik alat    | 95,38     |
| Kebutuhan listrik lainnya | 28,61     |
| TOTAL                     | 123,99    |

Total kebutuhan listrik pabrik sebesar 123,99 HP atau 91,7536 kW

#### 4.5.4 Unit Penyediaan Udara Tekan

Udara tekan diperlukan untuk pemakaian alat *pneumatic control* .

Total kebutuhan udara tekan sebesar 57,8 m<sup>3</sup>/jam.

#### 4.5.5 Unit Penyedia Bahan Bakar

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

- a. Bahan bakar yang digunakan untuk generator adalah solar yang diperoleh dari PT. Pertamina Cilacap sebesar 22 kg/jam, dengan spesifikasi :

*Heateing value* : 19.676 Btu/lb

Densitas : 53,52 lb/ft<sup>3</sup>

Efisiensi : 75%

- b. Bahan bakar digunakan untuk keperluan pembakaran pada boiler adalah residu oil grade no.6 yang diperoleh dari PT. Pertamina Cilacap sebesar 11 kg/jam, dengan spesifikasi :

*Heating value* : 18.800 Btu/lb

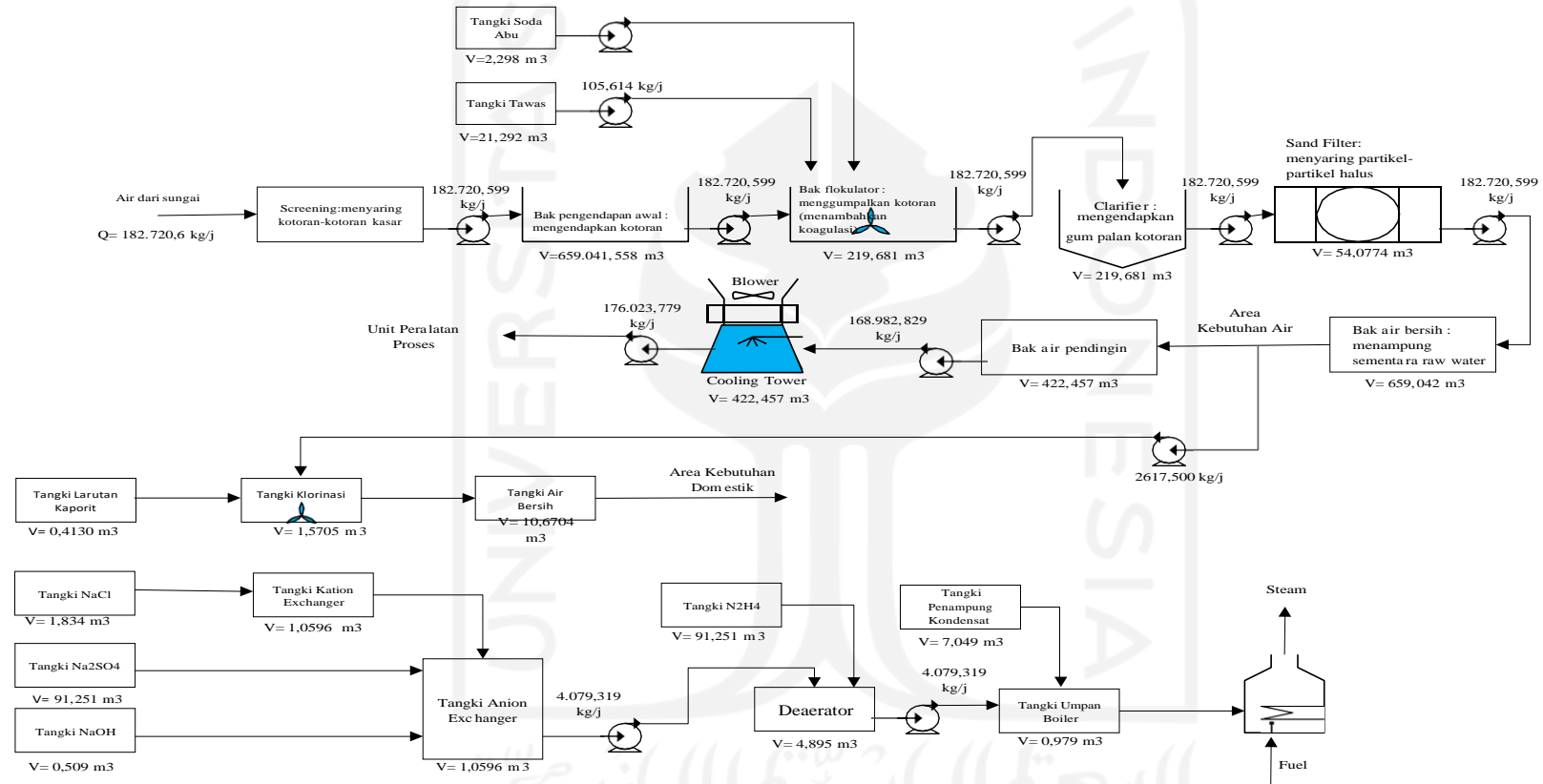
Densitas : 59,14 lb/ft<sup>3</sup>

Efisiensi : 75%





### 4.5.6 Diagram Alir Utilitas



Gambar 4. 6 Diagram Alir Utilitas

## **4.6 Organisasi Perusahaan**

### **4.6.1 Bentuk Perusahaan**

Pabrik Dimetilformamida yang akan dibangun menggunakan bentuk Perseroan Terbatas (PT). Perseroan Terbatas (PT) akan memperoleh modalnya dari penjualan saham dimana tiap sekutu turut berhak mengambil bagian sebesar satu saham atau lebih. Dalam Perseroan Terbatas (PT) pemegang saham hanya bertanggung jawab menyetor penuh jumlah yang disepakati dalam tiap saham.

Untuk perusahaan-perusahaan yang mempunyai skala besar, biasanya menggunakan bentuk Perseroan Terbatas (PT/korporasi), Perseroan Terbatas (PT) merupakan asosiasi pemegang saham yang diciptakan berdasarkan hukum dan dianggap sebagai badan hukum. Beberapa faktor dalam pemilihan perusahaan yang berbentuk Perseroan Terbatas

- a. Dapat dengan mudah mendapatkan modal, yang bisa berasal dari bank maupun dengan menjual saham.
- b. Kelancaran produksi hanya bisa dipegang oleh pimpinan perusahaan karena tanggung jawab pemegang saham yang sangat terbatas.
- c. Kelangsungan hidup perusahaan tidak terpengaruh dengan berhentinya pemegang saham, direksi beserta stafnya atau karyawan perusahaan sehingga menjadi lebih terjamin.
- d. Efisiensi dari manajemen
- e. Para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai dewan komisaris dan direktur yang cukup cakap dan berpengalaman.
- f. Lapangan usaha yang lebih luas
- g. Suatu PT dapat memperluas usahanya dengan cara menarik modal yang sangat besar dari masyarakat

- h. Badan usaha yang mempunyai kekayaan tersendiri yang terpisah dari kekayaan pribadi.
- i. Dapat dengan mudah mendapatkan kredit dari bank dengan jaminan perusahaan.

#### 4.6.2 Struktur Organisasi

Dalam menjalankan perusahaan yang perlu dibutuhkan yaitu sumber daya manusia dan juga sistem manajemen atau organisasi yang mempunyai pembagian tugas dan wewenang yang baik. Struktur organisasi dari suatu perusahaan dapat disesuaikan dengan bentuk dan kebutuhan dari masing-masing perusahaan. Terbentuknya struktur organisasi yang baik dapat diperoleh dari manajemen perusahaan yang baik juga. Struktur organisasi membantu perusahaan untuk mengatur dan membagi bagian, posisi, tugas, kedudukan, wewenang, dan tanggung jawab dari masing-masing bagian atau divisi yang terbentuk di dalam perusahaan tersebut. Bagian-bagian atau jabatan yang akan dibentuk dalam perusahaan ini dimulai dari jenjang tertinggi yaitu: Terdapat dua bentuk struktur organisasi yang baik yaitu sistem line dan staf. Ada dua jenis kelompok orang-orang yang berpengaruh dalam menjalankan organisasi garis dan staf ini, yaitu :

1. Sebagai garis atau line yaitu orang-orang yang menjalankan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan.
2. Sebagai anggota staf yaitu orang - orang yang melakukan tugasnya dengan pengetahuan profesionalnya yang dimilikinya, dalam hal ini fungsinya untuk memberikan nasihat kepada unit kerja operasional.

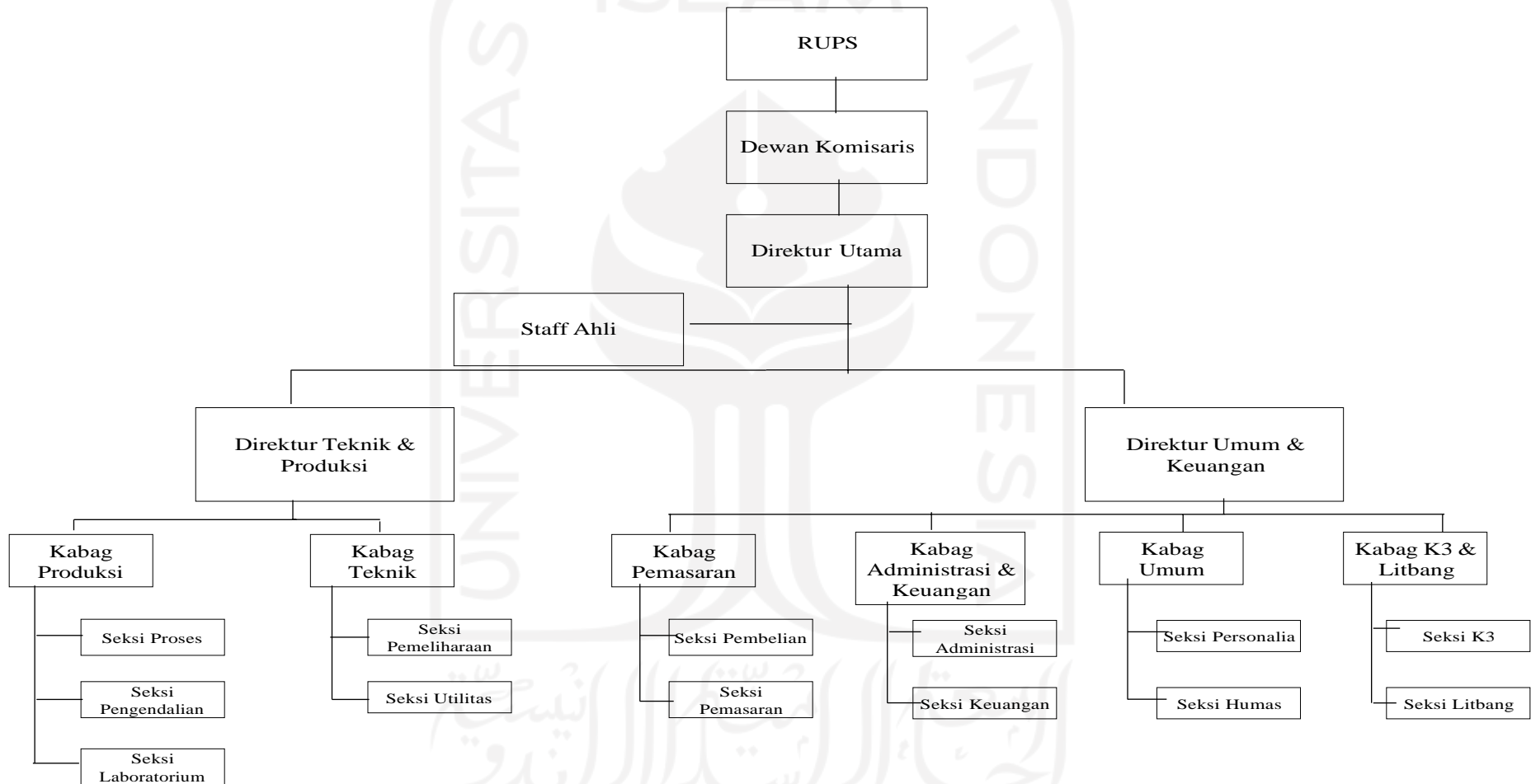
Manfaat struktur organisasi tersebut adalah sebagai berikut :

1. Menjelaskan mengenai pembatasan tugas, tanggung jawab dan wewenang
2. Sebagai materi pengantar untuk pejabat

3. Penempatan pegawai yang lebih tepat
4. Penyusunan rencana pengembangan manajemen
5. Penataan ulang langkah kerja dan prosedur kerja yang berlaku bila terbukti kurang lancar dan tidak memenuhi syarat

Dewan Komisaris sebagai wakil dari pemegang saham sebagai pemilik perusahaan. Sedangkan dalam menjalankan tugas di perusahaan dilaksanakan oleh seorang Direktur Utama yang dibantu oleh Direktur Teknik dan Produksi serta Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum. Dimana Direktur Teknik dan Produksi membawahi bidang proses, pengendalian, laboratorium, utilitas dan pemeliharaan. Sedangkan Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum membawahi bidang pembelian dan pemasaran, administrasi dan keuangan, personalia, humas, dan keamanan serta penelitian dan pengembangan. Direktur ini membawahi beberapa kepala bagian yang bertanggung jawab atas bawahannya sebagai bagian dari pendelegasian wewenang dan tanggung jawab. Masing-masing kepala bagian akan membawahi beberapa seksi yang dikepalai oleh kepala seksi dan masing-masing seksi akan membawahi dan mengawasi para karyawan perusahaan pada masing-masing bidangnya. Karyawan perusahaan akan terbagi menjadi beberapa kelompok regu yang akan dipimpin oleh masing-masing kepala regu, dimana kepala regu akan bertanggung jawab kepada pengawas pada masing-masing seksi.

Sedangkan untuk mencapai kelancaran produksi maka perlu dibentuk staf ahli yang terdiri dari orang-orang yang ahli di bidangnya. Staf ahli akan memberikan bantuan pemikiran dan saran kepada tingkat pengawas, agar tercapai tujuan perusahaan



Gambar 4. 7 Struktur Organisasi Perusahaan

### **4.6.3 Tugas dan Wewenang**

#### **4.6.3.1 Pemegang Saham**

Pemegang saham adalah mereka yang menghimpun dana modal untuk berdirinya dan berjalannya perusahaan dengan bentuk perseroan terbatas. Kekuasaan tertinggi pada perusahaan adalah pada Rapat Pemegang Saham (RUPS). RUPS dihadiri oleh pemilik saham serta dewan komisaris, dan dilaksanakan minimal satu kali dalam setahun untuk terus memantau dan mengevaluasi jalannya perusahaan. Akan tetapi, apabila terjadi hal mendesak, RUPS dapat tetap dilaksanakan sesuai dengan ketentuan forum.

Wewenang pemegang saham dalam rapat umum:

- a. Meminta pertanggungjawaban Dewan Komisaris
- b. Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris dan Direktur  
serta mengesahkan anggota pemegang saham apabila mengundurkan diri sesuai dengan musyawarah
- c. Mengesahkan hasil-hasil kerja serta neraca perhitungan untung rugi tahunan dari perusahaan
- d. Menetapkan besar keuntungan tahunan yang diperoleh untuk dibagikan, disimpan, atau ditanamkan kembali

#### **4.6.3.2 Dewan Komisaris**

Dewan komisaris merupakan pelaksana dari pemilik saham, sehingga akan bertanggung jawab terhadap pemilik saham.

Tugas-tugas Dewan Komisaris meliputi:

1. Menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijaksanaan umum, target perusahaan, alokasi sumber-sumber dana, dan pengarahannya pemasaran
2. Melaksanakan pengawasan terhadap seluruh aktivitas dan pelaksanaan tugas direktur
3. Membantu direktur utama dalam kegiatan yang bersifat penting.

#### **4.6.3.3 Direktur Utama**

Direktur utama memiliki jabatan tertinggi dalam perusahaan yang bertanggung jawab sepenuhnya terhadap keberhasilan perusahaan sesuai dengan target dari RUPS. Direktur utama sebagai pimpinan tertinggi dalam perusahaan memiliki tanggung jawab atas segala tindakan dan kebijaksanaan terhadap dewan komisaris.

Tugas-tugas Direktur utama meliputi:

1. Memimpin dan mengembangkan perusahaan secara efektif dan efisien
2. Merumuskan dan melaksanakan kebijaksanaan umum pabrik sesuai dengan kebijaksanaan RUPS
3. Mengusulkan kerjasama dengan pihak eksternal demi kepentingan perusahaan
4. Mewakili perusahaan untuk menjalin hubungan maupun perjanjian-perjanjian dengan pihak ketiga
5. Merencanakan dan mengawasi pelaksanaan tugas setiap orang yang bekerja dalam perusahaan.

Dalam melaksanakan tugasnya, Direktur Utama akan dibantu oleh Direktur Produksi dan Teknik, serta Direktur Keuangan dan Umum. Berikut tugas masing-masing adalah:

#### 1. Direktur Teknik dan 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:

##### a. 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 seksi yaitu, seksi proses, seksi pengendalian, dan seksi laboratorium.

##### b. 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 seksi-seksi, yaitu seksi pemeliharaan dan seksi utilitas.

#### 2. 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:

a. 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 seksi-seksi, yaitu seksi pembelian, dan seksi pemasaran.

b. 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 seksi-seksi, yaitu seksi administrasi, dan seksi keuangan.

c. Kepala Bagian Umum

Tugas kepala bagian umum adalah mengatur dan mengawasi semua pelaksanaan kegiatan perusahaan yang berhubungan dengan bidang personalia, humas, dan keamanan. Dalam menjalankan tugasnya, kepala bagian umum dibantu oleh seksi-seksi, yaitu seksi personalia, seksi humas, dan seksi keamanan.

d. Kepala Bagian K3 dan Litbang

Tugas dari kepala bagian K3 dan litbang yaitu mengatur dan mengawasi semua pelaksanaan kegiatan perusahaan yang berhubungan dengan bidang K3 dan litbang. Dalam menjalankan tugasnya, kepala bagian K3

dan litbang dibantu oleh seksi-seksi, meliputi seksi K3, dan seksi Litbang.

#### **4.6.3.4 Staff Ahli**

Staff ahli memiliki tugas memberi masukan, berupa saran, nasihat, dan pandangannya terhadap segala aspek operasional yang terlibat dalam perusahaan.

#### **4.6.4 Catatan**

##### **4.6.4.1 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.

##### **4.6.4.2 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).

##### **4.6.4.3 Kerja Lembur**

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

##### **4.6.4.4 Sistem Gaji Karyawan**

Tabel 4. 35 Sistem Gaji Karyawan

| 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 dan<br>Produksi | 1      | Rp35.000.000   | Rp35.000.000 | Rp420.000.000   |
| 3  | Direktur Keuangan dan<br>Umum   | 1      | Rp35.000.000   | Rp35.000.000 | Rp420.000.000   |
| 4  | Staff Ahli                      | 3      | Rp32.000.000   | Rp96.000.000 | Rp1.152.000.000 |
| 5  | Ka. Bag. Umum                   | 1      | Rp30.000.000   | Rp30.000.000 | Rp360.000.000   |
| 6  | Ka. Bag. Pemasaran              | 1      | Rp30.000.000   | Rp30.000.000 | Rp360.000.000   |
| 7  | Ka. Bag. Keuangan               | 1      | Rp30.000.000   | Rp30.000.000 | Rp360.000.000   |
| 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      | Rp30.000.000   | Rp30.000.000 | Rp360.000.000   |
| 11 | Ka. Sek. Personalia             | 1      | Rp30.000.000   | Rp30.000.000 | Rp360.000.000   |
| 12 | Ka. Sek. Humas                  | 1      | Rp28.000.000   | Rp28.000.000 | Rp336.000.000   |
| 13 | Ka. Sek. Keamanan               | 1      | Rp28.000.000   | Rp28.000.000 | Rp336.000.000   |
| 14 | Ka. Sek. Pembelian              | 1      | Rp28.000.000   | Rp28.000.000 | Rp336.000.000   |
| 15 | Ka. Sek. Pemasaran              | 1      | Rp28.000.000   | Rp28.000.000 | Rp336.000.000   |
| 16 | Ka. Sek. Administrasi           | 1      | Rp28.000.000   | Rp28.000.000 | Rp336.000.000   |
| 17 | Ka. Sek. Kas/Anggaran           | 1      | Rp28.000.000   | Rp28.000.000 | Rp336.000.000   |
| 18 | Ka. Sek. Proses                 | 1      | Rp28.000.000   | Rp28.000.000 | Rp336.000.000   |
| 19 | Ka. Sek. Pengendalian           | 1      | Rp28.000.000   | Rp28.000.000 | Rp336.000.000   |
| 20 | Ka. Sek. Laboratorium           | 1      | Rp28.000.000   | Rp28.000.000 | Rp336.000.000   |
| 21 | Ka. Sek. Utilitas               | 1      | Rp28.000.000   | Rp28.000.000 | Rp336.000.000   |
| 22 | Ka. Sek.<br>Pengembangan        | 1      | Rp28.000.000   | Rp28.000.000 | Rp336.000.000   |
| 23 | Ka. Sek. Penelitian             | 1      | Rp28.000.000   | Rp28.000.000 | Rp336.000.000   |
| 24 | Karyawan Personalia             | 6      | Rp10.000.000   | Rp60.000.000 | Rp720.000.000   |
| 25 | Karyawan Humas                  | 6      | Rp10.000.000   | Rp60.000.000 | Rp720.000.000   |

|       |                          |    |              |                 |                  |
|-------|--------------------------|----|--------------|-----------------|------------------|
| 26    | Karyawan Pembelian       | 5  | Rp10.000.000 | Rp50.000.000    | Rp600.000.000    |
| 27    | Karyawan Pemasaran       | 6  | Rp10.000.000 | Rp60.000.000    | Rp720.000.000    |
| 28    | Karyawan Administrasi    | 5  | Rp10.000.000 | Rp50.000.000    | Rp600.000.000    |
| 15    | Karyawan<br>Kas/Anggaran | 4  | Rp10.000.000 | Rp40.000.000    | Rp480.000.000    |
| 16    | Karyawan Proses          | 30 | Rp10.000.000 | Rp300.000.000   | Rp3.600.000.000  |
| 17    | Karyawan<br>Pengendalian | 7  | Rp10.000.000 | Rp70.000.000    | Rp840.000.000    |
| 18    | Karyawan<br>Laboratorium | 5  | Rp10.000.000 | Rp50.000.000    | Rp600.000.000    |
| 19    | Karyawan<br>Pemeliharaan | 6  | Rp10.000.000 | Rp60.000.000    | Rp720.000.000    |
| 20    | Karyawan Utilitas        | 7  | Rp10.000.000 | Rp70.000.000    | Rp840.000.000    |
| 21    | Karyawan K3              | 6  | Rp10.000.000 | Rp60.000.000    | Rp720.000.000    |
| 22    | Karyawan Litbang         | 5  | Rp10.000.000 | Rp50.000.000    | Rp600.000.000    |
| 23    | Karyawan Keamanan        | 7  | Rp6.000.000  | Rp42.000.000    | Rp504.000.000    |
| 24    | Operator                 | 17 | Rp8.000.000  | Rp136.000.000   | Rp1.632.000.000  |
| 25    | Medis                    | 3  | Rp10.000.000 | Rp30.000.000    | Rp360.000.000    |
| 26    | Paramedis                | 5  | Rp6.000.000  | Rp30.000.000    | Rp360.000.000    |
| 27    | Sopir                    | 5  | Rp5.000.000  | Rp25.000.000    | Rp300.000.000    |
| 28    | Cleaning Service         | 8  | Rp4.000.000  | Rp32.000.000    | Rp384.000.000    |
| TOTAL |                          |    |              | Rp2.027.000.000 | Rp24.324.000.000 |

#### 4.6.4.5 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, kelompok yang bertugas tetap harus masuk, akan tetapi dihitung kerja lembur dan mendapat intensif tambahan.



Tabel 4. 36 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  | 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

#### 4.7 Evaluasi Ekonomi

Analisis ekonomi dalam pra rancangan pabrik sangat diperlukan, hal ini bertujuan untuk memberikan gambaran terkait kelayakan dan prospek pabrik yang akan didirikan dengan meninjau laba yang diperoleh, kebutuhan modal investasi, waktu pengembalian modal investasi dan terjadinya total biaya produksi sama dengan keuntungan.

Beberapa faktor yang perlu ditinjau dalam analisis ekonomi yaitu:

- a. *Return On Investment (ROI)*
- b. *Pay Out Time (POT)*
- c. *Discounted Cash Flow (DCF)*
- d. *Break Event Point (BEP)*
- e. *Shut Down Point (SDP)*

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

1. Penentuan modal industri (*Total Capital Investment*)  
Meliputi:
  - a. Modal Tetap (*Fixed Capital Investment*)
  - b. Modal Kerja (*Working Capital Investment*)
2. Penentuan biaya produksi total (*Total Production Cost*)
  - a. Biaya Pembuatan (*Manufacturing Cost*)
    - Biaya Produksi Langsung (*Direct Manufacturing Cost*)
    - Biaya Produksi Tak Langsung (*Indirect Manufacturing Cost*)
    - Biaya Tetap (*Fixed Manufacturing Cost*)
  - b. Biaya Pengeluaran Umum (*General Expenses*)
3. 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*)
4. Analisis Keuntungan
  - a. Keuntungan Sebelum Pajak (*Profit Before Taxes*)

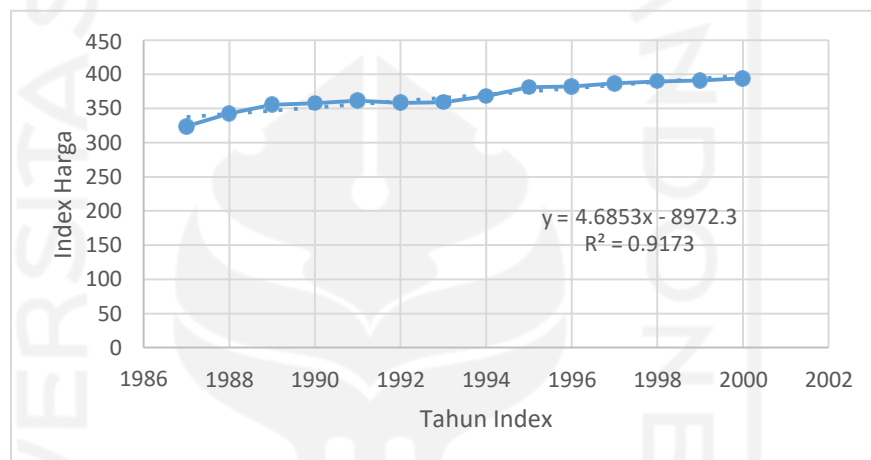


b. Keuntungan Setelah Pajak (*Profit After Taxes*)

**4.7.1 Harga Alat**

Harga alat dapat berubah sesuai dengan perkembangan ekonomi. Untuk memperkirakan harga alat pada tahun tertentu perlu dilakukan suatu metode dan dibutuhkan harga indeks peralatan operasi pada tahun tersebut.

Pabrik Dimetil Formamida akan dioperasikan pada tahun 2026. Harga indeks tahun 2026 diperkirakan dengan data indeks tahun 1987-2000, didapatkan dengan persamaan regresi linier.



Gambar 4. 8 Indeks Harga CEPCI

Dari grafik di atas, diperoleh persamaan  $y = 4,6853x - 8972,3$ . Dari persamaan tersebut diperoleh harga indeks pada tahun 2026, yaitu 687,659. Harga alat diperoleh dari buku karangan Peters & Timmerhaus dan situ matches ([www.matche.com](http://www.matche.com)). Rumus untuk menentukan harga alat pada tahun evaluasi yaitu:

$$Ex = Ey \frac{Nx}{Ny}$$

(Aries & Newton,1955)

Keterangan:

$Ex$  = Harga pembelian alat pada tahun 2026

$Ey$  = Harga pembelian alat pada tahun referensi

N<sub>x</sub> = Indeks harga pada tahun 2026  
N<sub>y</sub> = Indeks harga pada tahun referensi

#### 4.7.2 Dasar Perhitungan

Kapasitas produksi Dimetil Formamida = 40.000 ton/ tahun  
Satu tahun operasi = 330 hari  
Pabrik dioperasikan = 10 tahun  
Kurs mata uang = 1 US\$ = Rp 15.000,-  
Harga bahan baku (metil format) = Rp 548.669.104.404,-/tahun  
Harga bahan baku (dimetil amin) = Rp 494.299.477.140,-/tahun  
Harga jual produk (dimetil formamida) = Rp 899.999.999.910,-/tahun  
Harga jual produk (metanol) = Rp 563.519.593.912,-/tahun

#### 4.7.3 Perhitungan Biaya

##### 4.7.3.1 Capital Investment

*Capital Investment* adalah pengeluaran untuk mendirikan fasilitas-fasilitas produksi dan mengoperasikannya.

*Capital Investment* terdiri dari:

a. *Fixed Capital Investment (FCI)*

*Fixed Capital Investment (FCI)* adalah pengeluaran yang digunakan untuk mendirikan fasilitas produksi, biaya ini hilang walaupun sebgaiam dapat diperoleh kembali pada akhir umur pabrik (10 tahun) sebagai *salvage value* (10%FCI).

b. *Working Capital Investment (WCI)*

*Working Capital Investment (WCI)* adalah biaya untuk menjalankan fasilitas produksi. Biaya ini tidak hilang, tetapi tidak dapat diambil selama produksi.

##### 4.7.3.2 Manufacturing Cost

*Manufacturing Cost* terdiri dari:

a. *Direct Manufacturing Cost*

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

b. *Indirect Manufacturing Cost*

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

c. *Fixed Manufacturing Cost*

*Fixed Manufacturing Cost* adalah pengeluaran yang bersifat tetap, tidak tergantung waktu dan tingkat produksi.

#### 4.7.3.3 *General Expense*

*General Expense* (pengeluaran umum) adalah pengeluaran yang tidak berhubungan dengan proses produksi.

*General Expense* terdiri dari:

- a. *Administration*
- b. *Sales & promotion*
- c. *Research*
- d. *Finance*

#### 4.7.4 **Analisa Kekayaan**

Tujuan dari analisis kekayaan adalah untuk mengetahui titik keuntungan sehingga pabrik tersebut dapat diketahui potential atau tidaknya. Berikut beberapa indikator kuantitatif untuk menyatakan kelayakan pabrik:

##### 4.7.4.1 *Percent Return On Investment*

*Return On Investment* adalah tingkat keuntungan yang diperoleh dari tingkat investasi yang dikeluarkan.

$$ROI = \frac{\text{Keuntungan}}{\text{Fixed Capital}} \times 100\%$$

Pabrik resiko rendah mempunyai nilai minimum *ROI before tax* sebesar 11.%, dan pabrik dengan resiko tinggi mempunyai minimum *ROI before tax* sebesar 44%

##### 4.7.4.2 *Pay Out Time (POT)*

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

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

Pabrik resiko rendah mempunyai nilai minimum POT *before tax* sebesar 2 tahun, dan pabrik dengan resiko tinggi mempunyai minimum POT *before tax* sebesar 5 tahun.

#### 4.7.4.3 Break Even Point (BEP)

*Break Even Point* adalah suatu kondisi di mana pabrik tidak mendapatkan keuntungan maupun kerugian. Biasanya nilai BEP berkisar 40-60%.

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

Keterangan:

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

#### 4.7.4.4 Shut Down Point (SDP)

*Shut Down Point* adalah suatu kondisi di mana pabrik harus diberhentikan, karena biaya untuk melanjutkan operasi pabrik akan lebih mahal dibandingkan biaya untuk menutup pabrik dan membayar *fixed cost*.

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

#### 4.7.4.5 Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFRR)

*Discounted Cash Flow Rate of Return* adalah laju bunga maksimum, di mana pabrik mampu membayar pinjaman dan bunganya kepada bank selama umur pabrik. Analisa kelayakan ekonomi menggunakan DCFRR dibuat dengan mempertimbangkan nilai uang yang berubah dan didasarkan atas investasi yang tidak kembali pada akhir tahun selama umur pabrik (10 tahun).

Asumsi-asumsi yang digunakan dalam DCFRR:

- Umur ekonomis pabrik yaitu 10 tahun
- *Annual profil* dan *taxes* konstan setiap tahun
- Depresiasi setiap tahun

Berikut persamaan untuk menentukan DCFRR:

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

Keterangan:

FC : *Fixed Capital*

WC: *Working Capital*

SV : *Salvage Value*

C : *Cash Flow*

: *profit after taxes + depresiasi + finance*

N : Umur Pabrik = 10 tahun

I : Nilai DCFRR

#### 4.7.5 Hasil Perhitungan

Perhitungan rencana pendirian pabrik dimetil formamida ini memerlukan rencana Physical Plant Cost, Manufacturing Cost, serta General Expense. Masing-masing hasil rancangan disajikan pada tabel sebagai berikut :

Tabel 4. 37 Physical Plant Cost (PPC)

| No | Jenis                              | Biaya (Rp)        | Biaya (\$)   |
|----|------------------------------------|-------------------|--------------|
| 1  | <i>Purchased Equipment cost</i>    | Rp 56.039.754.792 | \$ 3.735.983 |
| 2  | <i>Delivered Equipment Cost</i>    | Rp 14.009.938.698 | \$ 933.995   |
| 3  | Instalasi cost                     | Rp 8.764.617.650  | \$ 584.307   |
| 4  | Pemipaan                           | Rp 12.987.213.173 | \$ 865.814   |
| 5  | Instrumentasi                      | Rp 13.937.087.017 | \$ 929.139   |
| 6  | Insulasi                           | Rp 2.087.480.866  | \$ 139.165   |
| 7  | Listrik                            | Rp 5.603.975.479  | \$ 373.598   |
| 8  | Bangunan                           | Rp 38.692.000.000 | \$ 2.579.467 |
| 9  | <i>Land &amp; Yard Improvement</i> | Rp 74.115.000.000 | \$ 4.941.000 |

|       |    |                 |    |            |
|-------|----|-----------------|----|------------|
| Total | Rp | 193.962.233.574 | \$ | 12.930.816 |
|-------|----|-----------------|----|------------|

Tabel 4. 38 Direct Plant Cost (DPC)

| No | Type of Capital Investment | Biaya (Rp)         | Biaya (\$)    |
|----|----------------------------|--------------------|---------------|
| 1  | Teknik dan Kontruksi       | Rp 45.247.413.535  | \$ 3.016.494  |
|    | Total (DPC + PPC)          | Rp 271.484.481.210 | \$ 18.098.965 |

Tabel 4. 39 Fixed Capital Investment (FCI)

| No | Fixed Capital     | Biaya (Rp)         | Biaya, \$     |
|----|-------------------|--------------------|---------------|
| 1  | Direct Plant Cost | Rp 271.484.481.210 | \$ 18.098.965 |
| 2  | Cotractor's fee   | Rp 10.859.379.248  | \$ 723.959    |
| 3  | Contingency       | Rp 27.148.448.121  | \$ 1.809.897  |
|    | Jumlah            | Rp 309.492.308.579 | \$ 20.632.821 |

Tabel 4. 40 Manufacturing Cost (DMC)

| No | Type of Expenses                | Biaya (Rp)           | Biaya (\$)    |
|----|---------------------------------|----------------------|---------------|
| 1  | Raw Material                    | Rp 1.042.968.581.545 | \$ 69.531.238 |
| 2  | Labor                           | Rp 24.324.000.000    | \$ 1.621.600  |
| 3  | Supervision                     | Rp 2.432.400.000     | \$ 162.160    |
| 4  | Maintenance                     | Rp 6.189.846.172     | \$ 412.656    |
| 5  | Plant Supplies                  | Rp 928.476.926       | \$ 61.898     |
| 6  | Royalty and Patents             | Rp 14.635.195.938    | \$ 975.679    |
| 7  | Utilities                       | Rp 1.902.144.715     | \$ 126.809    |
|    | Direct Manufacturing Cost (DMC) | Rp 1.093.380.645.295 | \$ 72.892.043 |

Tabel 4. 41 Indirect Manufacturing Cost (IMC)

| No | Type of Expenses | Biaya (Rp)        | Biaya (\$)   |
|----|------------------|-------------------|--------------|
| 1  | Payroll Overhead | Rp 3.648.600.000  | \$ 243.240   |
| 2  | Laboratory       | Rp 2.432.400.000  | \$ 162.160   |
| 3  | Plant Overhead   | Rp 12.162.000.000 | \$ 810.800   |
| 4  | Packaging and    | Rp 73.175.979.691 | \$ 4.878.399 |

|  |                                          |    |                             |
|--|------------------------------------------|----|-----------------------------|
|  | <i>Shipping</i>                          |    |                             |
|  | <i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i> | Rp | 91.418.979.691 \$ 6.094.599 |

Tabel 4. 42 Fixed Manufacturing Cost (FMC)

| No | Type of Expenses                      | Biaya (Rp)        | Biaya (\$)   |
|----|---------------------------------------|-------------------|--------------|
| 1  | <i>Depreciation</i>                   | Rp 24.759.384.686 | \$ 1.650.626 |
| 2  | <i>Property taxes</i>                 | Rp 3.094.923.086  | \$ 206.328   |
| 3  | <i>Insurance</i>                      | Rp 3.094.923.086  | \$ 206.328   |
|    | <i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i> | Rp 30.949.230.858 | \$ 2.063.282 |

Tabel 4. 43 Total Manufacturing Cost (MC)

| No | Type of Expenses                         | Biaya (Rp)           | Biaya (\$)    |
|----|------------------------------------------|----------------------|---------------|
| 1  | <i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>   | Rp 1.093.380.645.295 | \$ 72.892.043 |
| 2  | <i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i> | Rp 91.418.979.691    | \$ 6.094.599  |
| 3  | <i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>    | Rp 30.949.230.858    | \$ 2.063.282  |
|    | <i>Manufacturing Cost (MC)</i>           | Rp 1.215.748.855.844 | \$ 81.049.924 |

Tabel 4. 44 Working Capital (WC)

| No | Type of Expenses              | Biaya (Rp)           | Biaya (\$)    |
|----|-------------------------------|----------------------|---------------|
| 1  | <i>Raw Material Inventory</i> | Rp 284.445.976.785   | \$ 18.963.065 |
| 2  | <i>Inproses Onventory</i>     | Rp 165.783.934.888   | \$ 11.052.262 |
| 3  | <i>Product Inventory</i>      | Rp 110.522.623.259   | \$ 7.368.175  |
| 4  | <i>Extended Credit</i>        | Rp 399.141.707.406   | \$ 26.609.447 |
| 5  | <i>Available Cash</i>         | Rp 331.567.869.776   | \$ 22.104.525 |
|    | <i>Working Capital (WC)</i>   | Rp 1.291.462.112.113 | \$ 86.097.474 |

Tabel 4. 45 General Expense (GE)

| No | Type of Expenses            | Biaya (Rp)         | Biaya (\$)    |
|----|-----------------------------|--------------------|---------------|
| 1  | <i>Administration</i>       | Rp 36.472.465.675  | \$ 2.431.498  |
| 2  | <i>Sales Expense</i>        | Rp 60.787.442.792  | \$ 4.052.496  |
| 3  | <i>Research</i>             | Rp 42.551.209.955  | \$ 2.836.747  |
| 4  | <i>Finance</i>              | Rp 32.019.088.414  | \$ 2.134.606  |
|    | <i>General Expenses(GE)</i> | Rp 171.830.206.836 | \$ 11.455.347 |

Tabel 4. 46 Total Biaya Produksi

| Type of Expenses                   | Biaya (Rp)           | Biaya (\$)    |
|------------------------------------|----------------------|---------------|
| <i>Manufacturing Cost (MC)</i>     | Rp 1.215.748.855.844 | \$ 81.049.923 |
| <i>General Expenses(GE)</i>        | Rp 171.830.206.836   | \$ 11.455.347 |
| <i>Total Production Cost (TPC)</i> | Rp 1.387.579.062.680 | \$ 92.505.270 |

Tabel 4. 47 Fixed Cost (Fa)

| No | Type of Expenses       | Biaya (Rp)        | Biaya (\$)   |
|----|------------------------|-------------------|--------------|
| 1  | <i>Depreciation</i>    | Rp 24.759.384.686 | \$ 1.650.626 |
| 2  | <i>Property taxes</i>  | Rp 3.094.923.086  | \$ 206.328   |
| 3  | <i>Insurance</i>       | Rp 3.094.923.086  | \$ 206.328   |
|    | <i>Fixed Cost (Fa)</i> | Rp 30.949.230.858 | \$ 2.063.282 |

Tabel 4. 48 Variable Cost (Va)

| No | Type of Expense                | Biaya (Rp)           | Biaya (\$)    |
|----|--------------------------------|----------------------|---------------|
| 1  | <i>Raw Material</i>            | Rp 1.042.968.581.545 | \$ 69.531.239 |
| 2  | <i>Packaging and Shipping</i>  | Rp 73.175.979.691    | \$ 4.878.399  |
| 3  | <i>Utilities</i>               | Rp 1.902.144.715     | \$ 126.810    |
| 4  | <i>Royalties &amp; Patents</i> | Rp 14.635.195.938    | \$ 975.680    |
|    | <i>Variable Cost (Va)</i>      | Rp 1.132.681.901.889 | \$ 75.512.127 |



Tabel 4. 49 Regulated Cost (Ra)

| No | Type of Expense            | Biaya (Rp)         | Biaya (\$)    |
|----|----------------------------|--------------------|---------------|
| 1  | Gaji Karyawan              | Rp 24.324.000.000  | \$ 1.621.600  |
| 2  | <i>Payroll Overhead</i>    | Rp 3.648.600.000   | \$ 243.240    |
| 3  | <i>Supervision</i>         | Rp 2.432.400.000   | \$ 162.160    |
| 4  | <i>Plant Overhead</i>      | Rp 12.162.000.000  | \$ 810.800    |
| 5  | <i>Laboratory</i>          | Rp 2.432.400.000   | \$ 162.160    |
| 6  | <i>General Expense</i>     | Rp 171.830.206.836 | \$ 11.455.347 |
| 7  | <i>Maintenance</i>         | Rp 6.189.846.172   | \$ 412.656    |
| 8  | <i>Plant Supplies</i>      | Rp 928.476.926     | \$ 61.898     |
|    | <i>Regulated Cost (Ra)</i> | Rp 223.947.929.933 | \$ 14.929.862 |

#### 4.7.6 Analisis Keuntungan

|                                  |                        |
|----------------------------------|------------------------|
| Total penjualan                  | = Rp 1.463.519.593.822 |
| <i>Total Production Cost</i>     | = Rp 1.387.579.062.680 |
| Keuntungan sebelum pajak         | = Rp 75.940.531.142    |
| Zakat                            | = 20% dari keuntungan  |
| Keuntungan setelah pajak         | = Rp 56.955.398.356    |
| Pajak pendapatan                 | = 25% dari keuntungan  |
| Keuntungan setelah pajak & zakat | = Rp 37.970.265.571    |

#### 4.7.7 Hasil Kelayakan Ekonomi

##### 4.7.7.1 Percent Return On Investment

$$ROI = \frac{\text{Keuntungan}}{\text{Fixed Capital}} \times 100\%$$

ROI sebelum pajak = 24,54 %

ROI setelah pajak = 18,40%

##### 4.7.7.2 Pay Out Time (POT)

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

POT sebelum pajak = 3,1 tahun

POT setelah pajak = 3,8 tahun

#### 4.7.7.3 Break Even Point (BEP)

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

$$\text{BEP} = 56,37\%$$

#### 4.7.7.4 Shut Down Point (SDP)

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

$$\text{SDP} = 32,81\%$$

#### 4.7.7.5 Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFRR)

Umur pabrik = 10 tahun

Fixed Capital Investment = Rp 309.492.308.579

Working Capital = Rp 1.291.462.112.113

Salvage Value (SV) = Rp 24.759.384.686

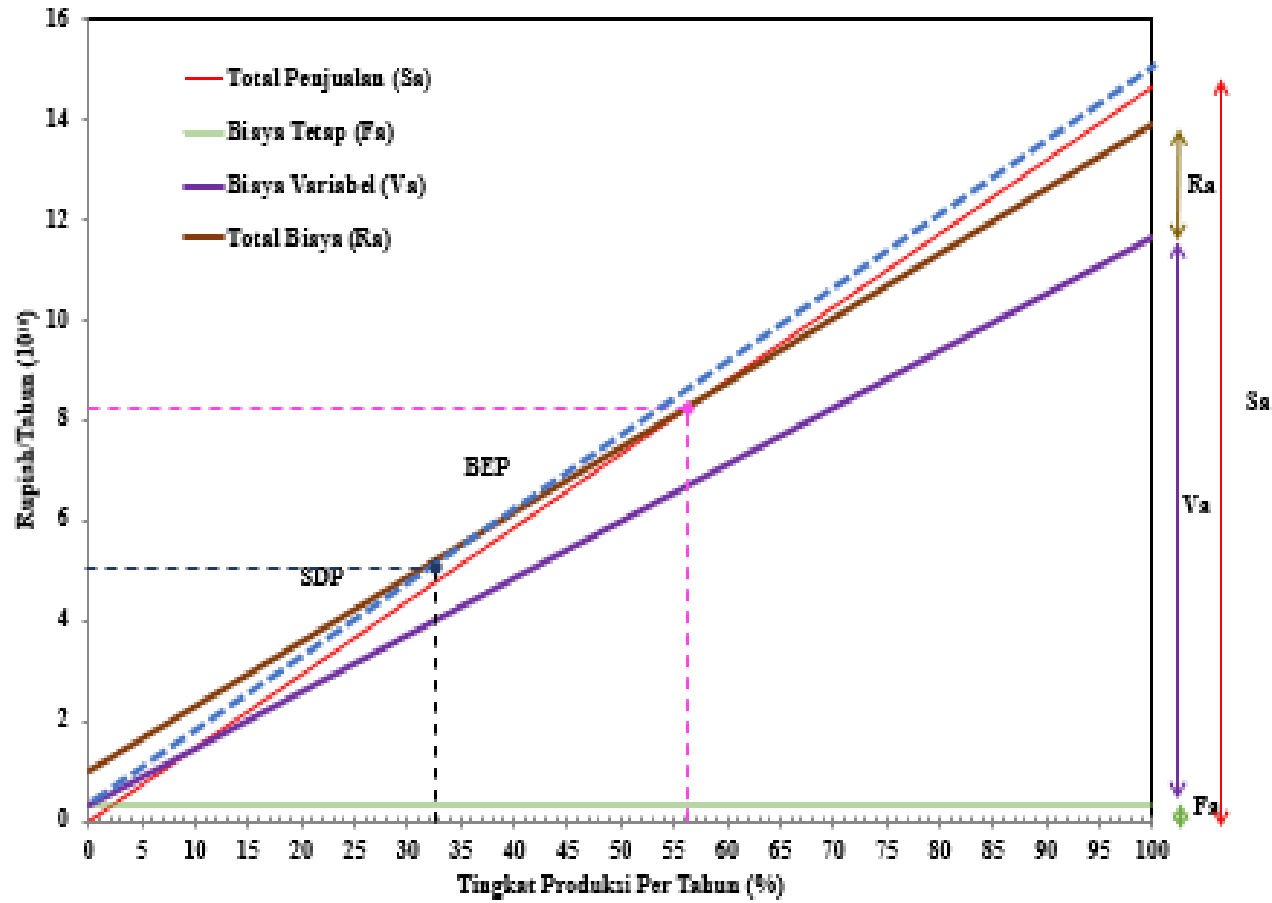
Cash Flow = Annual Profit + Depresiasi + Finance

Discounted Cash Flow dihitung secara trial & error

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

$$\text{R} = \text{S}$$

Dengan trial & error diperoleh nilai  $i = 7,88\%$



Gambar 4. 9 Grafik Analisa Ekonomi

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis, baik analisis ekonomi maupun Teknik maka dapat diambil kesimpulan:

1. Pembuatan pabrik dimetil formamida dari metil format dan dimetil amin dengan kapasitas 40.000 ton/tahun digolongkan sebagai pabrik yang berisiko rendah karena prosesnya karena prosesnya berlangsung pada kondisi operasi (suhu dan tekanan) rendah, selain itu bahan baku dan produk mempunyai sifat tidak mudah terbakar.
2. Pabrik dimetil formamida dengan kapasitas produksi 40.000 ton/tahun ini membutuhkan bahan baku metil format 95% sebanyak 40.484 ton/tahun dan dimetil amin 99% sebanyak 35.571 ton/tahun.
3. Luas tanah yang dibutuhkan untuk mendirikan pabrik dimetil formamida adalah 29.646 m<sup>2</sup>
4. Pabrik dimetil formamida dengan kapasitas 40.000 ton/tahun membutuhkan utilitas berupa:
  - a. Air = 109.367 kg/jam
  - b. Bahan bakar = 85.527 kg/tahun
  - c. Listrik = 91,7536 kW
5. Pabrik membutuhkan tenaga kerja sebanyak 168 orang.
6. *Total Capital Investment* yang dibutuhkan untuk mendirikan pabrik terdiri dari fixed capital investment sebesar Rp 309.492.308.579 dan *working capital* sebesar Rp1.291.462.112.113
7. *Total Production Cost* yang dikeluarkan oleh pabrik terdiri dari *manufacturing cost* sebesar Rp 1.215.748.855.844 dan *general expense* sebesar Rp171.830.206.836

8. Nilai ROI pabrik dimetil formamida adalah :

ROI sebelum pajak = 24,54%

ROI setelah pajak = 18,40%

Pabrik berisiko rendah mempunyai syarat ROI sebelum pajak minimal 11% dan pabrik dimetil formamida memenuhi syarat.

9. Nilai POT pabrik dimetil formamida adalah:

POT sebelum pajak = 3,1 tahun

POT setelah pajak = 3,8 tahun

Pabrik berisiko rendah mempunyai syarat POT sebelum pajak maksimal 5 tahun dan pabrik dimetil formamida memenuhi syarat.

10. Nilai BEP, SDP, dan DCFR pabrik dimetil formamida adalah

Nilai BEP = 56,37%

Nilai SDP = 32,81%

Nilai DCFR = 7,88%

Dengan mempertimbangkan hasil perhitungan evaluasi ekonomi di atas, dimana nilai ROI dan POT sudah sesuai dengan jenis pabrik dimetilformamida yaitu *low risk*, dikategorikan *low risk* karena kondisi operasinya rendah (suhu dan tekanannya rendah), ketersediaan bahan baku terjamin karena memiliki beberapa *supplier* cadangan, lokasi pabrik dekat dengan unit penyedia air yaitu Sungai Cisadane, target penjualan tinggi karena pabrik dimetilformamida belum ada di Indonesia yang mana kebutuhan impor masih tinggi, karena dimetilformamida merupakan salah satu pelarut yang banyak digunakan oleh industri, serta lokasi pabrik yang berada pada wilayah industri sehingga industri sekitarnya akan lebih memilih membeli pelarut yang terdekat, dilihat dari beberapa aspek di atas maka pabrik dimetil formamida dari metil format dan dimetil amin dengan kapasitas 40.000 ton/tahun layak untuk dikaji lebih lanjut dan layak untuk didirikan.

## 5.2 Saran

Dalam perancangan pabrik kimia perlu memahami konsep dasar yang dapat meningkatkan kelayakan pembangunan pabrik bahan kimia, antara lain:

1. Optimasi dalam pemilihan seperti alat proses atau alat pendukung dan mempertimbangkan standar bahan baku untuk mengoptimalkan keuntungan yang akan didapat
2. Desain pabrik kima tidak terlepas dari munculnya produksi limbah, sehingga diharapkan berkembangnya pabrik- pabrik kimia yang lebih ramah lingkungan
3. Produk Dimetilformamida dapat digunakan untuk sarana mencukupi jumlah kebutuhan yang terus meningkat di masa yang akan datang.



## DAFTAR PUSTAKA

- Aries, R.S., and Newton, R.D., 1955, *Chemical Engineering Cost Estimation*, Mc Graw-Hill Handbook Co., Inc., New York
- Brown, G.G., Donal Katz, Foust, A.S., and Schneidewind, R., 1978, *Unit Operation*, Modern Asia Edition, John Wiley and Sons, Inc., New York
- Brownell, L.E., and Young, E.H., 1959, *Process Equipment Design*, John Wiley and Sons, Inc., New York
- Branan, Carl. 2002, *Rules of Thumb for Chemical Engineers*, 3<sup>rd</sup> Ed., New York
- Coulson, J.M, and Richardson, J.F., 1983, *Chemical Engineering*, Vol 6, Pergamon International Library, New York
- Fogler, H.S., 2006, *Elements of Chemical Reaction Engineering*, 4<sup>th</sup> Ed., Pearson Education, Inc., New York
- Geankopolis, C.J., 1993, *Transport Processes and Unit Operations*, 3<sup>th</sup> Ed, Prentice-Hall International, Inc., United States of America
- J, Peter Woolf, 2006, *Chemical Process Dynamics and Control*, Independent, Michigan
- Kern, D.Q., 1983, *Process Heat Transfer*, Mc Graw-Hill Book Co., Inc., New York
- Kirk, R.E & Othmer, D.F., 2001, *Encyclopedia of Chemical Technology*, 4<sup>th</sup> Edition, John Wiley and Sons Inc., New York
- Levenspiel, O., 1972, *Chemical Reaction Engineering*, 2<sup>nd</sup> ed., John Wiley and Sons, Inc., New York
- Macan TT. 1978. *Freshwater Ecology*. London: Longman
- Mc Cabe, Smith, J.C., and Harriot, 1985, *Unit Operation of Chemical Engineering*, 4<sup>th</sup> ed., Mc-Graw-Hill Book Co., Inc New York
- Miller GT.2005. *Living in the Environment: Principles, Connections, and Solutions*. Canada: Thompson Brooks/Cole
- Novotny, V., H. Olem. 1994. *Water Quality: prevention, Identification, and Management of Diffuse Pollution*. New York: van Nostrand Reinhold
- Perry, R.H., and Green, D.W., 1986, *Perry's Chemical Engineer's Handbook*, 6<sup>th</sup>., Mc-Graw Hill Book Co., Inc., New York

- Peters, M.S., and Timmerhaus, K.D., 1991, *Plant Design and Economics for Chemical Engineers*, 4<sup>th</sup> Ed., Mc Graw-Hill Book Co., Inc., New York
- Seader, J.D dan E.J. Hanley, 2006, *Separation Process Principle*, 2<sup>nd</sup> Edition, John Willey and Son Inc., New York
- Smith, J.M., Ness, Van H.C., Abbott, M.M., 2001, *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics*, 6<sup>th</sup> Ed., Mc. Graw-Hill Inc., Singapore
- Smith, J.M., 1981, *Chemical Engineering Kinetics*, 3<sup>rd</sup> Ed., Mc.Graw-Hill Book CO-Kogakusha Ltd., Tokyo
- Summers, Donna C.,S., 2017, *Quality*, Pearson, USA
- Treybal, R.E., 1981, *Mass Transfer Operation*. 3<sup>th</sup> Ed., Mc. Graw-Hill Book Co., Singapore
- Ulrich, G.D., 1984, *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics.*, John Wiley and Sons., Inc., New York
- Yaws, C.L., 1999, *Chemical Properties Handbook.*, Mc. Graw Hill, New York.
- Badan Pusat Statistik, 2011-2020, “Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia”, <https://www.bps.go.id/> diakses pada 10 Oktober 2020
- „Cost Raw Material and Product for Production Dimethyl Formamide”. <https://www.alibaba.com> diakses pada 15 November 2020.





# LAMPIRAN

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



## REAKTOR (R-101)

### REAKTOR (R-101)

Tugas : Mereaksikan Dimetil amin dan Metil format menghasilkan Dimetil formamida dan Metanol

Tipe Reaktor : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB)

Kondisi Operasi : Tekanan = 3,46 atm

Suhu = 110

Konversi = 90%

Tujuan :

1. Optimasi reaktor
2. Perancangan reaktor
3. Menghitung neraca massa
4. Menghitung neraca energi

Tipe rancangan : Silinder tegak dengan ellipsoidal head

- a. Dasar pemilihan jenis reactor dan perancangannya yaitu :
  1. Reaksi terjadi pada fase cair dan dengan proses kontinyu
  2. Pada RATB suhu dan komposisi campuran dalam reaktor selalu seragam
  3. Karena volume RATB relatif besar sehingga waktu tinggal dalam reaktor juga besar dan memungkinkan zat pereaksi dapat lebih lama bereaksi di dalam reaktor
  4. Dipilihnya silinder tegak dengan tutup ellipsoidal yaitu karena dapat digunakan untuk tekanan reaktor antara 100- 200 psig.
- b. Dasar pemilihan jaket pendingin yaitu :

Berdasarkan hasil perhitungan, luas perpindahan panas yang tersedia mencukupi untuk menggunakan jaket pendingin.

c. Dasar pemilihan pengaduk yaitu :

Dipilih tipe pengaduk six blade turbine agitator

1. Jenis pengaduk yang paling sering digunakan dalam industri proses
2. Mempercepat terjadinya perpindahan massa dan panas
3. Dapat digunakan untuk volume fluida dengan 20.000 galon

1. Optimasi Reaktor

A. Volume Reaktor

a. Menentukan persamaan laju reaksi

Tabel A.7 Densitas masing- masing komponen

| Komponen | Fm<br>(kmol/jam) | Fw<br>(kg/jam) | $\rho_i$<br>(kg/m <sup>3</sup> ) | Xi     | $\rho$ campuran<br>(kg/m <sup>3</sup> ) |
|----------|------------------|----------------|----------------------------------|--------|-----------------------------------------|
| C2H4O2   | 76,741           | 4604,4738      | 826                              | 0,5695 | 470,1866                                |
| (CH4)2NH | 76,741           | 3453,3554      | 529                              | 0,4271 | 226,0618                                |
| CH3OH    | 0,000            | 0,0000         | 700                              | 0,0000 | 0,0000                                  |
| H2O      | 1,550            | 27,9059        | 946                              | 0,0035 | 3,2635                                  |
| Total    | 155,033          | 8085,7351      |                                  | 1,0000 | 699,5119                                |

Untuk equimolal feed,  $Ca_0 = Cb_0$

$$\begin{aligned}
 Ca_0 &= \frac{F_m \text{ reaktan}}{F_v \text{ total}} \\
 &= \frac{76,741 \frac{\text{kmol}}{\text{jam}}}{11,56 \frac{\text{m}^3}{\text{jam}}} \\
 &= 6,639 \text{ kmol/m}^3
 \end{aligned}$$

Konstanta laju reaksi (k):

Diketahui nilai  $k = 1,59 \text{ m}^3/\text{kmol.jam}$

Nilai konstanta laju reaksi dicari dengan menggunakan pendekatan *Collison Theory* (J.M. Smith,1981).

$$k = \alpha_{AB}^2 \left( 8\pi R_g T \frac{M_A + M_B}{M_A M_B} \right)^{1/2} e^{-E/R_g T}$$

Dimana, k = konstanta laju reaksi (cm<sup>3</sup>/mol.s)

$\sigma_{AB}$  = diameter efektif A dan B selama tumbukan (Treybal, Mass Transfer Operation)

$$= 1,05 \times 10^{-7} \text{ cm}$$

$$R_g = k_B \times N_A$$

= Konstanta Boltzmann x bilangan Avogadro

$$= 1,38 \times 10^{-23} \text{ J/K} \times 6,02 \times 10^{23} \text{ molekul/mol}$$

$$= 1,38 \times 10^{-16} \text{ erg/K} \times 6,02 \times 10^{23}$$

$$= 8,3 \times 10^7 \text{ erg/mol.K}$$

$$= 1,98 \text{ cal/mol.K}$$

E = energi aktivasi (cal/mol)

(Charles G.Hill)

$$= 20.000 \text{ cal/mol}$$

$$M_A = M_B = 105 \text{ gram/gmol}$$

Diketahui (US Patent),

$$\text{Konversi reaksi (x)} = 90\%$$

$$\text{Laju reaksi (-r}_A) = k \times C a_0^2 \times (1 - x)^2$$

$$= 1,59 \times 6,639^2 \times (1 - 0,9)^2$$

$$= 0,7008 \text{ kmol/m}^3 \cdot \text{jam}$$

b. Menentukan volume reaktor

$$\text{Volume (V)} = \frac{F_m \times x}{(-r_A)}$$

$$= \frac{76,741 \times 0,9}{0,7008}$$

$$= 98,552 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu tinggal (t)} &= \frac{V}{Fv} \\
 &= \frac{98,552 \text{ m}^3}{11,56 \text{ m}^3/\text{jam}} \\
 &= 8,526 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

## B. Optimasi Reaktor

Diketahui,

$$\begin{aligned}
 X_a &= 0,9 \\
 K &= 1,59 \text{ m}^3/\text{kmol.jam} \\
 F_v &= 11,56 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 C_{a0} &= 6,639 \text{ kmol/m}^3
 \end{aligned}$$

Algoritma untuk mencari optimasi reaktor yaitu :

1. Menentukan jumlah reaktor
2. Melakukan trial volume reaktor
3. Mencari nilai konversi di setiap reaktor, dengan persamaan

$$x_i = \frac{(1+2Da_i) - \sqrt{1+4Da_i}}{2Da_i}$$

Dimana,  $x_i$  = konversi pada reaktor ke-  $i$

$Da_i$  dalam satuan  $\text{kmol.jam/m}^3$  dan dicari dengan persamaan ;

$$Da_i = \frac{V}{Fv} k C_{a0}$$

4. Menghitung konsentrasi reaktan awal untuk setiap reaktor, dengan persamaan :  $C_{a, i} = C_{a(i-1)} (1 - x_i)$
5. Menghitung konversi total reaktor dengan persamaan :
$$x_{total} = 1 - \frac{C_{a,i}}{C_{a0}}$$
6. Jika nilai konversi total belum sesuai target, maka diulang dari trial volume reaktor.

Optimasi 1

Jumlah reaktor = 1

Volume untuk 1 buah reaktor telah dihitung sebelumnya yaitu  $98 \text{ m}^3$  dengan konversi 90%

Optimasi 2

Jumlah reaktor = 2

Trial V = 14 m<sup>3</sup>

Reaktor 1 :

$$\begin{aligned}D_{a1} &= \frac{V}{Fv} k Ca0 \\ &= \frac{14}{11,56} \times 1,59 \times 6,639 \\ &= 13,6 \text{ kmol.jam/m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}X_1 &= \frac{(1+2Da_1) - \sqrt{1+4Da_1}}{2Da_1} \\ &= \frac{(1+2 \times 13,6) - \sqrt{1+4 \times 13,6}}{2 \times 13,6} \\ &= 0,763\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Ca,1 &= Ca0 (1 - X_1) \\ &= 6,639 \times (1 - 0,763) \\ &= 1,573 \text{ kmol/m}^3\end{aligned}$$

Reaktor 2:

$$\begin{aligned}D_{a2} &= \frac{V}{Fv} k Ca1 \\ &= \frac{14}{11,56} \times 1,59 \times 1,573 \\ &= 3,219 \text{ kmol.jam/m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}X_2 &= \frac{(1+2Da_2) - \sqrt{1+4Da_2}}{2Da_2} \\ &= \frac{(1+2 \times 3,219) - \sqrt{1+4 \times 3,219}}{2 \times 3,219} \\ &= 0,577\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C_{a,2} &= C_{a1} (1-X_2) \\
 &= 1,573 \times (1-0,577) \\
 &= 0,666 \text{ kmol/m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 X_{\text{total}} &= 1 - \frac{C_{a,2}}{C_{a0}} \\
 &= 1 - \frac{0,666}{6,639} \\
 &= 0,9
 \end{aligned}$$

Optimasi 3

Jumlah reaktor = 3

$$\text{Total V} = 6,791 \text{ m}^3$$

Reaktor 1:

$$\begin{aligned}
 D_{a1} &= \frac{V}{Fv} k C_{a0} \\
 &= \frac{6,791}{11,56} \times 1,59 \times 6,639 \\
 &= 6,202 \text{ kmol.jam/m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 X_1 &= \frac{(1+2D_{a1}) - \sqrt{1+4D_{a1}}}{2D_{a1}} \\
 &= \frac{(1+2 \times 6,202) - \sqrt{1+4 \times 6,202}}{2 \times 6,202} \\
 &= 0,671
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C_{a,1} &= C_{a0} (1- X_1) \\
 &= 6,639 \times (1-0,671) \\
 &= 2,184 \text{ kmol/m}^3
 \end{aligned}$$

Reaktor 2:



$$\begin{aligned}
 D_{a2} &= \frac{V}{Fv} k Ca1 \\
 &= \frac{6,791}{11,56} \times 1,59 \times 2,184 \\
 &= 2,040
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 X_2 &= \frac{(1+2Da_2) - \sqrt{1+4Da_2}}{2Da_2} \\
 &= \frac{(1+2 \times 2,040) - \sqrt{1+4 \times 2,040}}{2 \times 2,040} \\
 &= 0,503
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Ca,2 &= Ca1 (1-X_2) \\
 &= 2,184 \times (1-0,503) \\
 &= 1,085 \text{ kmol/m}^3
 \end{aligned}$$

Reaktor 3 :

$$\begin{aligned}
 D_{a3} &= \frac{V}{Fv} k Ca2 \\
 &= \frac{6,791}{11,56} \times 1,59 \times 1,085 \\
 &= 1,013 \text{ kmol.jam/m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 X_3 &= \frac{(1+2Da_3) - \sqrt{1+4Da_3}}{2Da_3} \\
 &= \frac{(1+2 \times 1,013) - \sqrt{1+4 \times 1,013}}{2 \times 1,013} \\
 &= 0,384
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Ca,3 &= Ca2 (1-X_3) \\
 &= 1,085 \times (1-0,384) \\
 &= 0,668 \text{ kmol/m}^3
 \end{aligned}$$

$$X_{total} = 1 - \frac{Ca,3}{Ca0}$$

$$= 1 - \frac{0,668}{6,639}$$

$$= 0,9$$

Optimasi 4

Jumlah reaktor = 4

$$\text{Total V} = 4,285 \text{ m}^3$$

Reaktor 1:

$$D_{a1} = \frac{V}{Fv} k C_{a0}$$

$$= \frac{4,285}{11,56} \times 1,59 \times 6,639$$

$$= 3,913 \text{ kmol.jam/m}^3$$

$$X_1 = \frac{(1 + 2D_{a1}) - \sqrt{1 + 4D_{a1}}}{2D_{a1}}$$

$$= \frac{(1 + 2 \times 3,913) - \sqrt{1 + 4 \times 3,913}}{2 \times 3,913}$$

$$= 0,606$$

$$C_{a,1} = C_{a0} (1 - X_1)$$

$$= 6,639 \times (1 - 0,606)$$

$$= 2,613 \text{ kmol/m}^3$$

Reaktor 2:

$$D_{a2} = \frac{V}{Fv} k C_{a1}$$

$$= \frac{4,285}{11,56} \times 1,59 \times 2,613$$

$$= 1,540 \text{ kmol.jam/m}^3$$

$$X_2 = \frac{(1 + 2D_{a2}) - \sqrt{1 + 4D_{a2}}}{2D_{a2}}$$

$$= \frac{(1+2 \times 1,540) - \sqrt{1+4 \times 1,540}}{2 \times 1,540}$$

$$= 0,456$$

$$Ca_2 = Ca_1 (1-X_2)$$

$$= 2,613 \times (1-0,456)$$

$$= 1,422 \text{ kmol/m}^3$$

Reaktor 3 :

$$Da_3 = \frac{V}{Fv} k Ca_2$$

$$= \frac{4,285}{11,56} \times 1,59 \times 1,422$$

$$= 0,838 \text{ kmol.jam/m}^3$$

$$X_3 = \frac{(1+2Da_3) - \sqrt{1+4Da_3}}{2Da_3}$$

$$= \frac{(1+2 \times 0,838) - \sqrt{1+4 \times 0,838}}{2 \times 0,838}$$

$$= 0,352$$

$$Ca_3 = Ca_2 (1-X_3)$$

$$= 1,422 \times (1-0,352)$$

$$= 0,921$$

$$Da_4 = \frac{V}{Fv} k Ca_3$$

$$= \frac{4,285}{11,56} \times 1,59 \times 0,921$$

$$= 0,543 \text{ kmol.jam/m}^3$$

$$X_4 = \frac{(1+2Da_4) - \sqrt{1+4Da_4}}{2Da_4}$$

$$= \frac{(1+2 \times 0,543) - \sqrt{1+4 \times 0,543}}{2 \times 0,543}$$

$$= 0,281$$

$$\begin{aligned} Ca,4 &= Ca3 (1-X_4) \\ &= 0,921 \times (1- 0,281) \\ &= 0,663 \text{ kmol/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_{total} &= 1 - \frac{Ca,4}{Ca0} \\ &= 1 - \frac{0,663}{6,639} \\ &= 0,9 \end{aligned}$$

Estimasi harga reaktor, berdasarkan (Timerhaus Fig. 14-56, P.539, Index Tahun 1990) dengan menggunakan metode six tenth factor:

$$Eb = Ea \left(\frac{Cb}{Ca}\right)^{0,6}$$

Dimana,

Ea = Harga alat a

Eb = Harga alat b

Ca = Kapasitas alat a

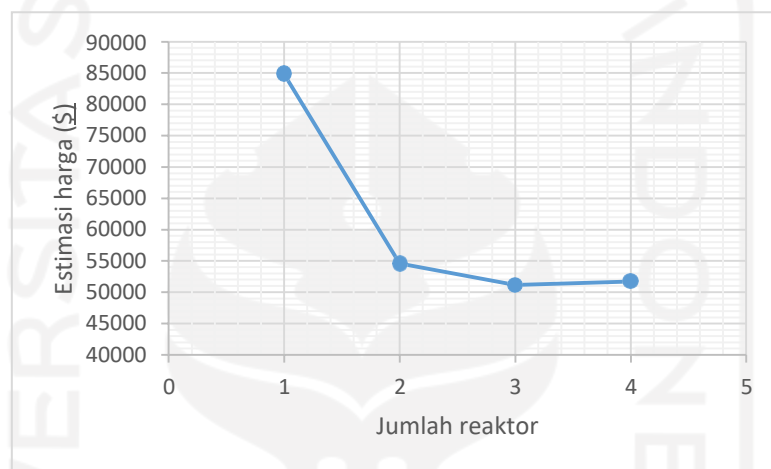
Cb = Kapasitas alat b

Ca = 1000 gallon

Ea = 12000 dollars

Tabel A.8 Total harga reaktor

| No | Volume reaktor (m <sup>3</sup> ) | Volume reaktor (gallon) | Volume total (gallon) | Harga/reaktor USD | Harga total USD |
|----|----------------------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------|-----------------|
| 1  | 98,6                             | 26035                   | 26035                 | 84823             | 84823           |
| 2  | 14,9                             | 3929                    | 7859                  | 27275             | 54551           |
| 3  | 6,8                              | 1794                    | 5382                  | 17041             | 51122           |
| 4  | 4,3                              | 1132                    | 4528                  | 12927             | 51708           |



Gambar A.2 Hubungan jumlah reaktor dan harga

Berdasarkan optimasi yang telah dilakukan, maka jumlah reaktor yang paling optimum yaitu sebanyak 3 sehingga dipilih menggunakan 3 reaktor.

c. Dimensi Reaktor

a. Menghitung Diameter Reaktor (D)

Volume reaktor design

Overdesign = 10% (Peters and  
Timmerhause, 1990)

$$\begin{aligned}
 \text{Volume Overdesign} &= 110\% \times \text{Volume reaktor} \\
 &= 110\% \times 6,88 \text{ m}^3 \\
 &= 7,6 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Asumsi, diameter = tinggi shell

$$D = H_s$$

V reaktor = V shell + V bottom + V head

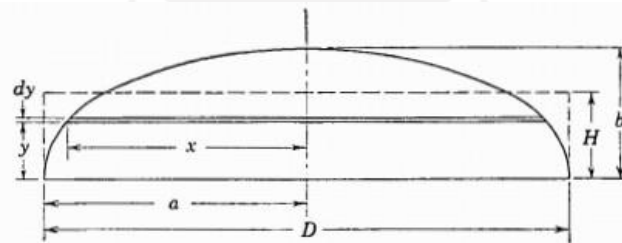
V bottom = V head

V reaktor = V shell + (2 x V head)

$$V_{\text{shell}} = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times H_s$$

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

V head:



Gambar A.3 Dimensi tutup ellipsoidal 2:1

(Lloyd E. Brownell and Edwin H. Young 1959)

Dipilih tutup reactor ellipsoidal dengan ratio 2:1

$$a = 2b$$

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

Apabila,

$$a = \frac{1}{2} D$$

maka,

$$V = \frac{1}{24} \times \pi \times D^3$$

Volume equivalen shell

$$V \text{ shell} = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times Hh$$

$$\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times Hh = \frac{1}{4} \times \pi \times D^3$$

Jadi,

$$Hh = 1/6 D$$

$$V \text{ total reaktor} = \left(\frac{1}{4} \times \pi \times D^3\right) + 2 \times \left(\frac{1}{24} \times \pi \times D^3\right)$$

$$D^3 = \frac{3 \times V_{reaktor}}{\pi}$$

$$D^3 = \frac{3 \times 7,6 m^3}{3,14}$$

$$D = 1,934 \text{ m}$$

$$Hs = 1,934 \text{ m}$$

Berdasarkan Lloyd E. Brownell and Edwin H. Young, 1959

dipilih diameter standar :

$$D = 78 \text{ in} = 2 \text{ m}$$

$$Hs = 78 \text{ in} = 2 \text{ m}$$

b. Menghitung Tekanan Design

Tinggi Cairan:

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

Dimana,  $V = \text{Volume reactor}$

$$\pi = 3,14$$

$D = \text{diameter reactor}$

$h = \text{tinggi cairan}$

$$h = \frac{4 \times V}{\pi \times D^2}$$
$$= \frac{4 \times 7,6 m^3}{3,14 \times (2m)^2}$$

$$= 2,457 \text{ m}$$

- Tekanan Hidrostatik (Ph):

$$Ph = \rho \times g \times h$$

Dimana, Ph = tekanan hidrostatik (Ph)

$$\rho = \text{massa jenis (kg/m}^3\text{)}$$

$$g = \text{percepatan gravitasi (m/s}^2\text{)}$$

$$h = \text{tinggi cairan (m)}$$

$$Ph = 699,512 \times 9,8 \times 2,457$$

$$= 16.840 \text{ Pa}$$

- Tekanan total reaktor:

$$P \text{ total} = P \text{ reaktor} + P \text{ hidrostatik}$$

$$= 3,46 \text{ atm} + 16.840 \text{ Pa}$$

$$= 350 \text{ kPa} + 17 \text{ kPa}$$

$$= 367 \text{ kPa}$$

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

$$P \text{ overdesign} = 120\% \times P \text{ total}$$

$$= 120\% \times 367 \text{ kPa}$$

$$= 441 \text{ kPa}$$

$$= 64 \text{ psia}$$

$$= 4,351 \text{ atm}$$

### c. Menghitung Tebal dan Tinggi Shell

- Tipe material penyusun reaktor:

Carbon Steel SA-283 grade C.

- Tebal shell (ts):

Pers 14.34 Brownell, 1959:275

$$ts = \frac{P \times ri}{f \times E - 0,6 \times P} + C$$

dimana, P = tekanan design (psia)

ri = inside radius shell (in)



f = allowable stress (psia)

E = joint efficiency

C = corrosion allowance (in/10tahun)

$$ts = \frac{63,949 \times \left(\frac{78}{2}\right)}{12650 \times 0,8 - 0,6 \times 63,949} + 0,125$$
$$= 0,372 \text{ in}$$

Dipilih tebal shell standar:

$$ts = 0,375 \text{ in} \quad ts = 0,010 \text{ m}$$

- Diameter luar (OD):

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

Dimana, ID = inside diameter (in)

ts = tebal shell (in)

$$OD = 78 + (2 \times 0,375)$$
$$= 78,75 \text{ in}$$

Dipilih OD standar:

$$OD = 84 \text{ in}$$

- Tebal head (th):

Tutup yang digunakan yaitu jenis ellipsoidal dengan material carbon steel SA-283 grade C. Persamaan tebal head untuk ellipsoidal berdasarkan Brownell, 1959:

$$V = \frac{1}{6} \times (2 + k^2)$$

(pers 7.56 Brownell, 1959:133)

Dimana, V = stress intensification factor

k = axis ratio

$$V = \frac{1}{6} \times (2 + 2^2)$$

$$= 1$$

$$th = \frac{P \times d \times V}{2 \times f \times E - 0,2 \times P} + C$$

(pers 7.57 Brownell, 1959:133)

Dimana, th = tebal head (in)

P = tekanan design (psia)

d = inside diameter (in)

V = stress intensification factor

f = allowable stress (psia)

E = joint efficiency

C = corrosion allowance (in/10tahun)

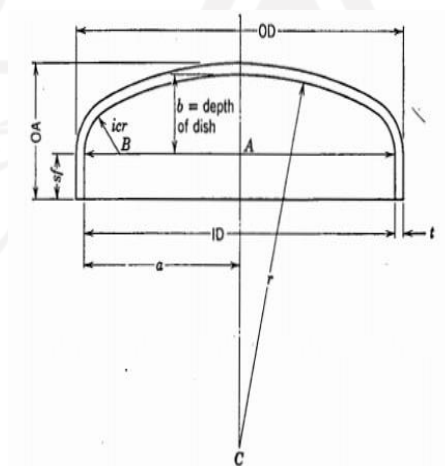
$$th = \frac{63,949 \times 78 \times 1}{2 \times 12.650 \times 0,8 - 0,2 \times 63,949} + 0,125$$

$$= 0,372 \text{ in}$$

Dipilih tebal head standar:

$$th = 0,375 \text{ in} \quad th = 0,010 \text{ m}$$

- Tinggi total reactor:



Gambar A.4 Hubungan flanged dan dished pada tutup ellipsoidal

Untuk  $th = 0,375 \text{ in}$

Dipilih,  $sf = 3,5$  in  
 (table 5.6 Brownell, 1959: 88)

Untuk  $OD = 84$  in  
 $ts = 4,75$  in  
 (table 5.7 Brownell, 1959: 91)

$$icr = 4,75 \text{ in}$$

$$rc = 78 \text{ in}$$

$$\begin{aligned} AB &= \frac{ID}{2} - icr \\ &= \frac{78 \text{ in}}{2} - 4,75 \text{ in} \\ &= 34,25 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} BC &= rc - icr \\ &= 78 \text{ in} - 4,75 \text{ in} \\ &= 73,25 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b &= rc - \sqrt{BC^2 - AB^2} \\ &= 78 - \sqrt{73,25^2 - 34,25^2} \\ &= 13,25 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} OA &= th + b + sf \\ &= 0,375 + 13,25 + 3,5 \\ &= 17,125 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\text{Tinggi head} = 17,125 \text{ in} = 0,435 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Tinggi cairan di shell} &= \text{Tinggi cairan reaktor} - \text{tinggi head} \\ &= 2,457 - 0,435 \text{ m} \\ &= 2,022 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tinggi total reaktor} &= \text{Tinggi shell} + (2 \times \text{Tinggi Head}) \\ &= 2,022 \text{ m} + (2 \times 0,435 \text{ m}) \\ &= 2,851 \text{ m} \end{aligned}$$

d. Menentukan Pengaduk

- Jenis pengaduk :

Mencari viskositas campuran pada suhu 333 K:

| Komponen     | Fm (kg/jam) | xi    | A        | B          | C       | D        | $\mu_i$ (cp) | $\mu$ campuran (cp) |
|--------------|-------------|-------|----------|------------|---------|----------|--------------|---------------------|
| Metil Format | 4604,474    | 0,569 | -8,0637  | 1013,7000  | 0,0209  | 0,0000   | 0,162        | 0,092               |
| Dimetilamin  | 3453,355    | 0,427 | -11,5558 | 1212,6000  | 0,0350  | 0,0000   | 0,092        | 0,039               |
| Metanol      | 0,000       | 0,000 | -9,05620 | 1254,20000 | 0,02238 | -0,00002 | 0,218        | 0,000               |
| Air          | 27,906      | 0,003 | -10,2158 | 1792,5000  | 0,0177  | 0,0000   | 11,740       | 0,041               |
| TOTAL        | 8085,735    | 1,000 |          |            |         |          |              | 0,172               |

$$\text{Log} \mu = A + \frac{B}{T} + CT + DT^2$$

Dimana,  $\mu$  = viskositas (cp)

T = suhu (K)

Tabel A.9 Viskositas masing- masing komponen di reaktor 101

Dipilih pengaduk jenis six blade turbine:

- Dimensi pengaduk:

Proporsi geometri pengaduk standar (table 3.4-1

Geankoplis,1993:144):

$$D_i = 0,3 D_t$$

$$Z_i = D_i$$

$$w = 0,17 D_i$$

$$L = 0,25 D_i$$

$$\text{Offset 1} = 0,5 D_i$$

$$\text{Offset 2} = 1/6 w$$

$$D_d = 2/3 D_i$$

$$W = 0,2 D_i$$

|                |                                                   |           |
|----------------|---------------------------------------------------|-----------|
| Panjang Baffle | = $H_{I,s} - (\text{offset 1} + \text{offset 2})$ |           |
| $H_{I,s}$      | = tinggi cairan di shell                          | = 2,02 m  |
| $D_t$          | = diameter tangki                                 | = 1,981 m |
| $D_i$          | = diameter impeller                               | = 0,594 m |
| $Z_i$          | = tinggi impeller dari dasar tangki               | = 0,594 m |
| $W$            | = lebar baffle                                    | = 0,101 m |
| $L$            | = Panjang impeller blade                          | = 0,149 m |
| Offset 1       | = jarak baffle dari dasar tangki                  | = 0,297 m |
| Offset 2       | = jarak baffle dari permukaan cairan              | = 0,016 m |
| $D_d$          | = diameter batang penyangga impeller              | = 0,396 m |
| $W$            | = tebal baffle                                    | = 0,118 m |
| Panjang baffle |                                                   | = 1,708 m |
| Jumlah baffle  |                                                   | = 4       |

- Kebutuhan daya teoritis:

$$P = N_p \times \rho \times N^3 \times D_i^3$$

(pers 3.4-2 geankoplis, 1993:145)

|         |        |                                         |
|---------|--------|-----------------------------------------|
| Dimana, | $P$    | = kebutuhan daya (J/s)                  |
|         | $N_p$  | = power number                          |
|         | $\rho$ | = densitas campuran ( $\text{kg/m}^3$ ) |
|         | $N$    | = kecepatan rotasi (rev/s)              |
|         | $D_i$  | = diameter impeller (m)                 |

Untuk mencari kebutuhan daya, sebelumnya harus dicari kecepatan rotasi dan power number dengan persamaan berikut:

Kecepatan rotasi:

$$N = \frac{600}{\rho \times D_i} \times \sqrt{\frac{WELH}{2 K D_i}}$$

(pers 8.8 Rase, 1997:145)

$$WELH = H_{I,s} \times sg$$

Dimana,  $WELH = \text{water equivalent liquid height (m)}$

$H_{I,s}$  = tinggi cairan pada shell (m)

$sg$  = specific gravity

$$\begin{aligned}
 WELH &= 1,9 \times 0,3 \\
 &= 0,6 \text{ m} \\
 N &= \frac{600}{3,14 \times 0,594} \times \sqrt{\frac{0,6}{2 \times 0,594}} \\
 &= 232,6 \text{ rpm} \\
 &= 3,877 \text{ rev/s}
 \end{aligned}$$

Power number:

Power number dilihat dari fig. 3.4-4 geankoplis,1993 berdasarkan nilai bilangan Reynold ( $N_{Re}$ ).

$$\begin{aligned}
 N_{Re} &= \frac{D_i^2 \times N \times \rho}{\pi} \\
 &= \frac{(0,594\text{m})^2 \times 3,8 \text{ m} \times 307 \text{ kg/m}^3}{0,000171 \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}}} \\
 &= 2.454.452 \text{ (aliran turbulen)}
 \end{aligned}$$

Sehingga,  $N_p = 3$

$$\begin{aligned}
 P &= 3 \times 307,8 \times (3,8)^3 \times (0,594)^5 \\
 &= 3.991 \text{ J/s} \\
 &= 5 \text{ Hp}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 N &= \text{jumlah pengaduk} = \frac{WELH}{Dt} \\
 &= \frac{0,6}{2} \\
 &= 0,3 \\
 &= 1
 \end{aligned}$$

- Daya yang hilang:

$$\begin{aligned}
 \text{Daya yang hilang} &= 10\% \times \text{Daya teoritis} \\
 &= 10\% \times 5 \text{ Hp} \\
 &= 0,5 \text{ Hp}
 \end{aligned}$$

- Daya input:

$$\begin{aligned}
 \text{Daya input} &= \text{daya kebutuhan teoritis} + \text{daya yang hilang} \\
 &= 5 + 0,5 \\
 &= 5,5 \text{ Hp}
 \end{aligned}$$

- Daya motor:

Efisiensi motor = 80%

Daya motor = 7 Hp

e. Menentukan Jacket Pendingin

Penggunaan jaket pendingin bertujuan untuk mempertahankan suhu reaktor agar konstan 60°C.

- $\Delta T$  LMTD

Perbedaan temperatur logaritmik rata-rata:

| Fluida Panas | Temperatur (F)     | Fluida Dingin | $\Delta T$ |
|--------------|--------------------|---------------|------------|
| 230          | Temperature tinggi | 131           | 99         |
| 230          | Temperature rendah | 86            | 144        |

$\Delta T_2$

$\Delta T_1$

$$\Delta T \text{ LMTD} = \frac{\Delta T_2 - \Delta T_1}{\ln\left(\frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}\right)}$$
$$= 120^\circ\text{F}$$

- Luas Perpindahan Panas yang Tersedia

A = Luas selimut reaktor + Luas penampang reaktor

$$A = (\pi \times D_o \times Hl, s) + \left(\frac{1}{4} \times \pi \times D_o^2\right)$$

Dimana, A = luas permukaan tersedia (m<sup>2</sup>)

Do = outside diameter (m)

$$A = (3,14 \times 2,134 \times 2,022) + \left(\frac{1}{4} \times 3,14 \times 2,134^2\right)$$
$$= 17 \text{ m}^2 \qquad = 184 \text{ ft}^2$$

- Luas Perpindahan Panas yang Dibutuhkan

$$A = \frac{Q}{UD \times \Delta T \times LMTD}$$

Dimana,

$$\begin{aligned}
 A &= \text{luas perpindahan panas yang dibutuhkan (ft}^2\text{)} \\
 U_d &= 350 \text{ Btu/J.ft}^2\text{.}^{\circ}\text{F} \\
 Q &= \text{Panas reaksi (Btu/jam)} \\
 A &= \frac{2.930.247}{350 \times 120} \\
 &= 66 \text{ ft}^2
 \end{aligned}$$

A kebutuhan < A tersedia, sehingga jaket pendingin dapat digunakan

- Diameter dalam jaket pendingin

$$\text{Massa kebutuhan air pendingin} = 230 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Volume air pendingin} = 0,230 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$D_i = D_o + (2 \times \text{jarak})$$

Dimana,

D1 = diameter dalam jaket pendingin (m)

D0 = diameter luar tangki (m)

$$\text{Asumsi jarak jaket dan tangki} = 5 \text{ in} = 0,127 \text{ m}$$

$$D1 = 2,134 + (2 \times 0,127)$$

$$= 2,38 \text{ m} = 94 \text{ in}$$

- Tinggi jaket pendingin

$$H_j = H_s + H_h$$

Dimana,

Hj = tinggi jaket (m)

Hs = tinggi shell (m)

Hh = tinggi head (m)

$$H_j = 1,981 + 0,435$$

$$= 2,416 \text{ m}$$

- Tekanan design jaket pendingin

Material jaket pendingin: Carbon steel SA- 283 grade C

$$P_h = \frac{H_i - 1}{144} \times \rho_{air}$$

Dimana,

Ph = tekanan hidrostatik (psia)



$\rho$  = densitas air (62,428 lb/ft<sup>2</sup>)

Hj = tinggi jaket (ft)

$$\begin{aligned} Ph &= \frac{7,9-1}{144} \times 62,4 \\ &= 3 \text{ psia} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P \text{ design} &= P \text{ reaktor} + Ph \\ &= 64 \text{ psia} + 3 \text{ psia} \\ &= 67 \text{ psia} \end{aligned}$$

- Tebal shell jaket pendingin

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

Dimana, tj = tebal jaket (in)

P = tekanan design (psia)

ri = jari- jari dalam jaket (in)

f = *allowable stress* (psia)

E = *joint efficiency*

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

$$\begin{aligned} tj &= \frac{67 \times 47}{12.650 \times 0,8 - 0,6 \times 67} + 0,125 \\ &= 0,437 \text{ in} \end{aligned}$$

Dipilih tebal shell standar:

$$Tj = 0,438 \text{ in} = 0,011 \text{ m}$$

- Diameter luar jaket pendingin

$$\begin{aligned} D2 &= D1 + (2 \times tj) \\ &= 2,38 \text{ m} + (2 \times 0,011 \text{ m}) \\ &= 2,4 \text{ m} \end{aligned}$$

- Luas yang dilalui air pendingin

$$\begin{aligned} A &= \frac{\pi}{4} \times (D_2^2 - D_1^2) \\ &= \frac{3,14}{4} \times ((2,4 \text{ m})^2 - (2,38)^2) \\ &= 0,084 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

- Kecepatan air pendingin

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

Dimana,  $v$  = kecepatan air pendingin (m/jam)

$V$  = kecepatan volumetric (m<sup>3</sup>/jam)

$$v = \frac{0,23}{0,083}$$

$$= 2,75 \text{ m/jam}$$

f. Menghitung Pemipaan Reaktor

$$\rho = A \times B^{-\left(1 - \frac{T}{T_c}\right)^n}$$

$$T = 110^0\text{C} = 383 \text{ K}$$

Tabel A.10 Data densitas masing- masing komponen

| Komponen          | A       | B       | n       | Tc     | $\rho_i$<br>(g/cm <sup>3</sup> ) |
|-------------------|---------|---------|---------|--------|----------------------------------|
| Metil format      | 0,34143 | 0,25838 | 0,2768  | 487,2  | 0,370                            |
| Dimetilamin       | 0,2411  | 0,26785 | 0,248   | 437,65 | 0,251                            |
| Dimetil formamida | 0,27376 | 0,23013 | 0,2763  | 647,13 | 0,323                            |
| Metanol           | 0,27197 | 0,27192 | 0,2331  | 512,58 | 0,294                            |
| Air               | 0,3471  | 0,274   | 0,28571 | 647,13 | 0,404                            |

- Pipa Masuk Reaktor

Tabel A.11 Densitas campuran komponen masuk reaktor

| Komponen          | Fm<br>(kg/jam) | f <sub>i</sub> | $\rho_i$<br>(kg/m <sup>3</sup> ) | f <sub>i</sub> / $\rho_i$ | $\rho$ campuran<br>(kg/m <sup>3</sup> ) |
|-------------------|----------------|----------------|----------------------------------|---------------------------|-----------------------------------------|
| Metil format      | 4604,474       | 0,569          | 369,910                          | 0,001539445               | 307,8234579                             |
| Dimetilamin       | 3453,355       | 0,427          | 251,139                          | 0,001700621               |                                         |
| Dimetil formamida | 0,000          | 0,000          | 323,089                          | 0                         |                                         |
| Metanol           | 0,000          | 0,000          | 293,662                          | 0                         |                                         |
| Air               | 27,906         | 0,003          | 403,665                          | 8,54979E-06               |                                         |
| TOTAL             | 8085,735       | 1,000          |                                  | 0,003248615               |                                         |

Mencari diameter optimum dengan persamaan:

$$D_{i, \text{optimum}} = 260 \times G^{0,52} \times \rho^{-37}$$

(pers 5.15 Coulson, 1983:221)

Dimana,  $D_i$  = diameter optimum (mm)

$G$  = laju alir massa (kg/jam)

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

$$D_{i, \text{optimum}} = 260 \times 8.085^{0,52} \times 307,823^{-37}$$

$$= 47,538 \text{ mm}$$

$$= 0,048 \text{ m}$$

$$= 1,872 \text{ in}$$

Spesifikasi pipa (Table 11 Kern, 1965:844) :

NPS = Normal Pipe Size = 2 in

Schedule Number = 40 (standard)

ID = inside diameter = 2,067 in

OD = outside diameter = 2,38 in

A = flow area per pipe = 3,55 in<sup>2</sup>

- Pipa Keluar Reaktor

Tabel A.12 Densitas campuran komponen keluar reaktor

| Komponen          | Fm (kg/jam) | f <sub>i</sub> | ρ <sub>i</sub> (kg/m <sup>3</sup> ) | f <sub>i</sub> /ρ <sub>i</sub> | ρ campuran (kg/m <sup>3</sup> ) |
|-------------------|-------------|----------------|-------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| Metil format      | 1506,625    | 0,186          | 369,910                             | 0,00050372                     | 311,7901703                     |
| Dimetilamin       | 1129,969    | 0,140          | 251,139                             | 0,000556458                    |                                 |
| Dimetil formamida | 3769,049    | 0,466          | 323,089                             | 0,001442746                    |                                 |

|         |          |           |             |                 |
|---------|----------|-----------|-------------|-----------------|
| Metanol | 1652,186 | 0,20<br>4 | 293,66<br>2 | 0,00069581<br>1 |
| Air     | 27,906   | 0,00<br>3 | 403,66<br>5 | 8,54979E-<br>06 |
| TOTAL   | 8085,735 | 1,00<br>0 |             | 0,00320728<br>5 |

Mencari diameter optimum dengan persamaan:

$$D_{i, \text{optimum}} = 260 \times G^{0,52} \times \rho^{-37}$$

(pers 5.15 Coulson, 1983:221)

Dimana,  $D_i$  = diameter optimum (mm)

$G$  = laju alir massa (kg/jam)

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

$$\begin{aligned} D_{i, \text{optimum}} &= 260 \times 8.085^{0,52} \times 311,790^{-37} \\ &= 47,313 \text{ mm} \\ &= 0,047 \text{ m} \\ &= 1,863 \text{ in} \end{aligned}$$

Spesifikasi pipa (Table 11 Kern, 1965:844) :

NPS = Normal Pipe Size = 2 in

Schedule Number = 40 (standard)

ID = inside diameter = 2,067 in

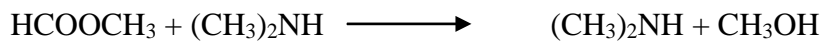
OD = outside diameter = 2,38 in

A = flow area per pipe = 3,35 in<sup>2</sup>

## 2. Neraca Massa R-101

### A. Neraca Massa R- 101

Reaksi di reaktor :



Bahan baku diumpankan secara equimolal

Mol umpan Dimetil Amin = Mol umpan Metil Format

Konversi reaktor pada reaktor 101 = 67%

a. Perhitungan Arus Masuk Reaktor 101

- Arus 1

Arus massa pada arus 1 yaitu:

Metil format = 4.604 kg/jam

Air = 13 kg/jam

- Arus 2

Arus massa pada arus 2 yaitu:

Dimetil amin = 3.453 kg/jam

Air = 13 kg/jam

b. Perhitungan Arus Keluar Reaktor 101

- Arus 3

– Metil Format = mol masuk – mol konsumsi

$$= 76 - (0,67 \times 76) \text{ kmol/jam}$$

$$= 25,11 \text{ kmol/jam}$$

$$= 1.506 \text{ kg/jam}$$

– Dimetil amin = mol masuk – mol konsumsi

$$= 76 - (0,67 \times 76)$$

$$= 25,11 \text{ kmol/jam}$$

$$= 1.130 \text{ kg/jam}$$

– Dimetil formamida = mol masuk + mol generasi

$$= (0 + 0) + ((1/1) \times 0,67 \times 76)$$

$$= 51,63 \text{ kmol/jam}$$

$$= 3769 \text{ kg/jam}$$

– Metanol = mol masuk + mol generasi

$$= (0 + 0) + ((1/1) \times 0,67 \times 76)$$

$$= 51,63 \text{ kmol/jam}$$

$$= 1652 \text{ kg/jam}$$

$$\text{– Air} = \text{mol masuk} - \text{mol konsumsi}$$

$$= 0,775 + 0,775$$

$$= 1,55 \text{ kmol/jam}$$

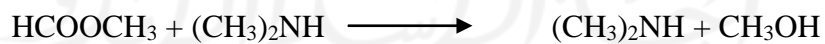
$$= 27,91 \text{ kg/jam}$$

Tabel A.1 Neraca Massa Reaktor Total

| Komponen          | Arus Masuk (kg/jam) |          | Arus Keluar (kg/jam) |
|-------------------|---------------------|----------|----------------------|
|                   | Arus 1              | Arus 2   | Arus 3               |
| Metil format      | 4604,474            | 0,000    | 1506,63              |
| Dimetil amin      | 0,000               | 3453,355 | 1129,97              |
| Dimetil formamida | 0,000               | 0,000    | 3769,05              |
| Metanol           | 0,000               | 0,000    | 1652,19              |
| Air               | 13,953              | 13,953   | 27,91                |
| Subtotal          | 4618,427            | 3467,308 | 8085,74              |
| Total             | 8085,735            |          | 8085,735             |

#### B. Neraca Massa R-102

Reaksi di reaktor :



Konversi reaktor pada reaktor 102 = 50%

#### c. Perhitungan Arus Masuk Reaktor 102

- Arus 3

Arus 3 merupakan keluaran dari R-101, yaitu:

$$\text{Metil format} = 1.506 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Dimetil amin} = 1.129 \text{ kg/jam}$$

Dimetil formamida = 3.769 kg/jam

Metanol = 1.652 kg/jam

Air = 28 kg/jam

d. Perhitungan Arus Keluar Reaktor 102

• Arus 4

- Metil Format = mol masuk – mol konsumsi  
= 25 – (0,50 x 25) kmol/jam  
= 13 kmol/jam  
= 748 kg/jam

- Dimetil amin = mol masuk – mol konsumsi  
= 25 – (0,50 x 25)  
= 13 kmol/jam  
= 748 kg/jam

- Dimetil formamida = mol masuk + mol generasi  
= 52 + ((1/1) x 0,50 x 25)  
= 64 kmol/jam  
= 4692 kg/jam

- Metanol = mol masuk + mol generasi  
= 52 + ((1/1) x 0,50 x 25)  
= 64 kmol/jam  
= 2057 kg/jam

Air = mol masuk – mol konsumsi  
= 1,55 - 0  
= 1,55 kmol/jam  
= 27,91 kg/jam

Tabel A.2 Neraca Massa Reaktor 102

| Komponen | Arus Masuk<br>(kg/jam) | Arus Keluar<br>(kg/jam) |
|----------|------------------------|-------------------------|
|          |                        |                         |

|                   | Arus 3   | Arus 4   |
|-------------------|----------|----------|
| Metil format      | 1506,625 | 747,941  |
| Dimetil amin      | 1129,969 | 560,955  |
| Dimetil formamida | 3769,049 | 4692,116 |
| Metanol           | 1652,186 | 2056,818 |
| Air               | 27,906   | 27,906   |
| Total             | 8085,735 | 8085,735 |

C. Neraca Massa R-103

Reaksi di reaktor:



Konversi reaktor pada reaktor 102 = 38%

e. Perhitungan Arus Masuk Reaktor 103

• Arus 4

|                   |                |
|-------------------|----------------|
| Metil format      | = 748 kg/jam   |
| Dimetil amin      | = 561 kg/jam   |
| Dimetil formamida | = 4.692 kg/jam |
| Metanol           | = 2.057 kg/jam |
| Air               | = 28 kg/jam    |

f. Perhitungan Arus Keluar Reaktor 103

• Arus 5

|                |                             |
|----------------|-----------------------------|
| – Metil Format | = mol masuk – mol konsumsi  |
|                | = 13 – (0,38 x 13) kmol/jam |
|                | = 7,67 kmol/jam             |
|                | = 460 kg/jam                |
| – Dimetil amin | = mol masuk – mol konsumsi  |
|                | = 13 – (0,38 x 13)          |
|                | = 7,67 kmol/jam             |
|                | = 345 kg/jam                |



- Dimetil formamida = mol masuk + mol generasi  
 $= 64 + ((1/1) \times 0,38 \times 13)$   
 $= 69 \text{ kmol/jam}$   
 $= 5.042 \text{ kg/jam}$

- Metanol = mol masuk + mol generasi  
 $= 64 + ((1/1) \times 0,38 \times 13)$   
 $= 69 \text{ kmol/jam}$   
 $= 2.210 \text{ kg/jam}$

- Air = mol masuk – mol konsumsi  
 $= 1,55 - 0$   
 $= 1,55 \text{ kmol/jam}$   
 $= 27,91 \text{ kg/jam}$

Tabel A.3 Neraca Massa Reaktor 103

| Komponen          | Arus Masuk | Arus Keluar |
|-------------------|------------|-------------|
|                   | (kg/jam)   | (kg/jam)    |
|                   | Arus 4     | Arus 5      |
| Metil format      | 747,941    | 460,447     |
| Dimetil amin      | 560,955    | 345,336     |
| Dimetil formamida | 4692,116   | 5041,899    |
| Metanol           | 2056,818   | 2210,147    |
| Air               | 27,906     | 27,906      |
| Total             | 8085,735   | 8085,735    |

### C. Neraca Massa Reaktor Total

#### a. Perhitungan Arus Masuk Reaktor 101

Arus massa pada arus 1 yaitu:

- Arus 1

Arus massa pada arus 1 yaitu:

$$\text{Metil format} = 4.604 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Air} = 13 \text{ kg/jam}$$

- Arus 2

Arus massa pada arus 2 yaitu:

$$\text{Dimetil amin} = 3.453 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Air} = 13 \text{ kg/jam}$$

b. Perhitungan Arus Keluar Reaktor 101

- Arus 5

$$\begin{aligned} - \text{Metil Format} &= \text{mol masuk} - \text{mol konsumsi} \\ &= 76 - (0,90 \times 76) \text{ kmol/jam} \\ &= 7,67 \text{ kmol/jam} \\ &= 460 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - \text{Dimetil amin} &= \text{mol masuk} - \text{mol konsumsi} \\ &= 76 - (0,90 \times 76) \\ &= 7,67 \text{ kmol/jam} \\ &= 345 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - \text{Dimetil formamida} &= \text{mol masuk} + \text{mol generasi} \\ &= (1/1) \times (0,90 \times 76) \\ &= 69 \text{ kmol/jam} \\ &= 5.042 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - \text{Metanol} &= \text{mol masuk} + \text{mol generasi} \\ &= (1/1) \times (0,90 \times 76) \\ &= 69 \text{ kmol/jam} \\ &= 2.210 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$- \text{Air} = \text{mol masuk} - \text{mol konsumsi}$$

$$= 1,55 - 0$$

$$= 1,55 \text{ kmol/jam}$$

$$= 27,91 \text{ kg/jam}$$

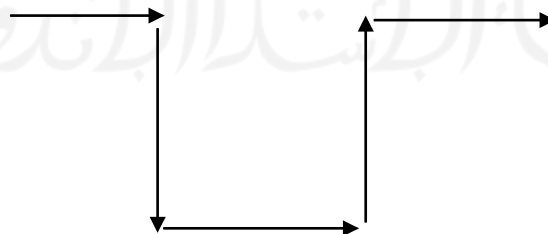
Tabel A.4 Neraca Massa Reaktor Total

| Komponen          | Arus Masuk<br>(kg/jam) | Arus Keluar<br>(kg/jam) |
|-------------------|------------------------|-------------------------|
|                   | Arus 1                 | Arus 5                  |
| Metil format      | 4604,474               | 460,447                 |
| Dimetil amin      | 3453,355               | 345,336                 |
| Dimetil formamida | 0,000                  | 5041,899                |
| Metanol           | 0,000                  | 2210,147                |
| Air               | 27,906                 | 27,906                  |
| Subtotal          | 4618,427               | 8085,735                |
| Total             | 8085,735               | 8085,735                |

#### D. Neraca Panas di Reaktor

##### A. Neraca Panas R-101

Profil neraca panas reaktor:



- a. Kapasitas panas masing- masing komponen

Tabel A.5 Kofisien kapasitas panas komponen

| KOMPONEN | FORMULA | A | B | C | D |
|----------|---------|---|---|---|---|
|----------|---------|---|---|---|---|

|                   |                                     |        |             |             |            |
|-------------------|-------------------------------------|--------|-------------|-------------|------------|
| Metil format      | HCOOCH <sub>3</sub>                 | 42,381 | 5,7064E-01  | -1,9227E-03 | 2,8945E-06 |
| Dimetil amin      | (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> NH  | 36,962 | 9,5817E-01  | -3,5846E-03 | 5,3990E-06 |
| Metanol           | CH <sub>3</sub> OH                  | 40,152 | 3,1046E-01  | -1,0291E-03 | 1,4598E-06 |
| Air               | H <sub>2</sub> O                    | 92,053 | -3,9953E-02 | -2,1103E-04 | 5,3469E-07 |
| Dimetil formamida | HCON(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> | 63,727 | 6,0708E-01  | -1,6163E-03 | 1,8560E-06 |

b. Mencari Entalpi Keadaan Standar ( $\Delta H^0_{298}$ )

Tabel A.6 Entalpi pembentukan masing- masing komponen

| KOMPONEN          | FORMULA                             | $\Delta H$ (kj/mol) | $\Delta H$ (kj/kmol) |
|-------------------|-------------------------------------|---------------------|----------------------|
| Metil format      | HCOOCH <sub>3</sub>                 | -391                | -391000              |
| Dimetil amin      | (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> NH  | -49,8               | -49800               |
| Metanol           | CH <sub>3</sub> OH                  | -238,66             | -238660              |
| Dimetil formamida | HCON(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> | -240,6              | -240600              |

$$\begin{aligned}
 (\Delta H^0_{298}) &= \Delta H_f \text{ Produk} - \Delta H_f \text{ Reaktan} \\
 &= (51.952 + 70.226) - (99.712 + 179.355) \\
 &= - 195.349 \text{ kj/kmol} \quad (\text{reaksi eksotermis})
 \end{aligned}$$

c. Mencari Entalpi reaktan ( $\Delta H_R$ )



Tabel A.3 Panas masuk masing- masing komponen

| KOMPONEN     | FORMULA             | Mol Komponen (kmol/jam) | cpdT (j/mol) | cpdT (kj/kmol) | $\Delta H$ (kj/jam) |
|--------------|---------------------|-------------------------|--------------|----------------|---------------------|
| Metil format | HCOOCH <sub>3</sub> | 76,741                  | 99712,709    | 99712,709      | 7652076,013         |

|              |                                    |       |            |            |              |
|--------------|------------------------------------|-------|------------|------------|--------------|
| Dimetil amin | (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> NH | 76,74 | 179355,542 | 179355,542 | 13763965,097 |
| Metanol      | CH <sub>3</sub> OH                 | 0,00  | 51952,247  | 51952,247  | 0,000        |
| Air          | H <sub>2</sub> O                   | 1,55  | 22799,265  | 22799,265  | 35346,336    |
| Total        |                                    |       | 353819,763 | 353819,763 | 21451387,447 |

$$\begin{aligned}
 (\Delta H^0_R) &= \Delta H \text{ dimetil amin} + \Delta H \text{ metil format} \\
 &= 179.356 + 99.712 \\
 &= 279.068 \text{ kJ/kmol}
 \end{aligned}$$

d. Mencari entalpi produk ( $\Delta H^0_P$ )

Tabel A.4 Panas keluar masing- masing komponen

| KOMPONEN             | FORMULA                             | Massa<br>Komponen<br>(kg/jam) | Mol<br>Komponen<br>(kmol/jam) | cpdT<br>(j/mol) | cpdT<br>(kJ/kmol) | $\Delta H$ (kJ/jam) |
|----------------------|-------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------|-------------------|---------------------|
| Metil format         | HCOOCH <sub>3</sub>                 | 1506,63                       | 25,11                         | 99712,709       | 99712,709         | 2503828,217         |
| Dimetil amin         | (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> NH  | 1129,97                       | 25,11                         | 179355,542      | 179355,542        | 4503693,393         |
| Metanol              | CH <sub>3</sub> OH                  | 1652,19                       | 51,63                         | 51952,247       | 51952,247         | 2682336,522         |
| Air                  | H <sub>2</sub> O                    | 27,91                         | 1,55                          | 22799,265       | 22799,265         | 35346,336           |
| Dimetil<br>formamida | HCON(CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> | 3769,05                       | 51,63                         | 70226,198       | 70226,198         | 3625835,409         |
| Total                |                                     | 8085,74                       |                               | 424045,961      | 424045,961        | 13351039,877        |

$$\begin{aligned}
 \Delta H^0_P &= \Delta H \text{ dimetil formamide} + \Delta H \text{ metanol} \\
 &= 70.226 + 51.952 \\
 &= 122.178 \text{ kJ/kmol}
 \end{aligned}$$

e. Mencari entalpi pada kondisi operasi ( $\Delta H^0_R$ )

$$\begin{aligned}
 \Delta H^0_{\text{Reaksi}} &= \Delta H^0_{298} + (\Delta H^0_p - \Delta H^0_R) \\
 &= -195.349 + 122.178 - 279.068 \\
 &= -352.239 \text{ kJ/kmol}
 \end{aligned}$$

f. Panas Reaksi

$$\text{Jumlah mol umpan mula- mula (Fa}_0) = 16,667 \text{ kmol/jam}$$

$$\text{Konversi (X)} = 90\%$$

$$\text{Panas Reaksi (Q}_{\text{Reaksi}}) = \Delta H_{\text{Reaksi}} \times \text{Fa}_0 \times X$$

$$= - 352.239 \times 16,667 \times 90\%$$

$$= 2.930.247 \text{ kJ/jam}$$

g. Menghitung massa air pendingin

$$Q \text{ air pendingin} = Q_{cw} = \text{Total Panas Masuk} - \text{Total Panas Keluar} + Q_{\text{Reaksi}}$$

$$= 21.451.387 - 13.351.039 + 2.930.247$$

$$= 11.030.594 \text{ kJ/jam}$$

Air pendingin yang digunakan yaitu (Geankoplis, CJ 1997):

$$\text{Tin Air pendingin} = 25 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$C_p = 3.190 \text{ kJ/kg.K}$$

$$\Delta H_{\text{in}} = 0 \text{ kJ/kg}$$

$$\text{Tout Air Pendingin} = 400\text{C}$$

$$C_p = 3.190 \text{ kJ/kg.K}$$

$$\Delta H_{\text{out}} = 47.855 \text{ kJ/kg}$$

$$\Delta H_{\text{total}} = 47.855 \text{ kJ/kg}$$

$$\text{Kebutuhan Air Pendingin (} m_{cw} \text{)} = Q_{cw} / \Delta H_{\text{total}}$$

$$= 11.030.594 / 47.855$$

$$= 230 \text{ kg/jam}$$

$$Q_{cw} \text{ masuk} = m_{cw} \times \Delta H_{\text{in}}$$

$$= 230 \times 0$$

$$= 0 \text{ kJ/jam}$$

$$Q_{cw} \text{ keluar} = m_{cw} \times \Delta H_{\text{out}}$$

$$= 230 \times 47.855$$

$$= 11.030.594 \text{ kJ/jam}$$

Tabel A.5 Neraca Panas R-101

| KOMPONEN     | Panas Masuk (kJ/jam) | Panas Generasi (kJ/jam) | Panas Keluar (kJ/jam) |
|--------------|----------------------|-------------------------|-----------------------|
| Metil format | 7652076,013          | 2930247,092             | 2503828,217           |
| Dimetil amin | 13763965,097         |                         | 4503693,393           |
| Metanol      | 0,000                |                         | 2682336,522           |

|                   |              |             |              |
|-------------------|--------------|-------------|--------------|
| Air               | 35346,336    |             | 35346,336    |
| Dimetil formamida |              |             | 3625835,409  |
| Air Pendingin     | 0            |             | 11030594,66  |
| Total             | 21451387,447 | 2930247,092 | 24381634,539 |
|                   | 24381634,539 |             | 24381634,539 |

#### B. Neraca Panas di R-102 dan R-102

Untuk neraca panas di sekitar R-102 dan R-103 menggunakan perhitungan yang sama seperti pada R-101 dengan menggunakan laju alir massa maupun mol pada setiap reaktor.



**LAMPIRAN B**  
**KARTU KONSULTASI BIMBINGAN**  
**PERANCANGAN PABRIK**





## LAMPIRAN B

### KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN



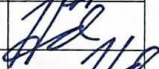
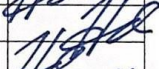
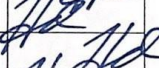
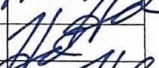

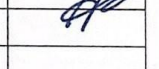
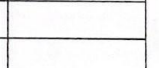
1. Nama Mahasiswa : Khotami Qirrotu H  
No. MHS : 17521059
2. Nama Mahasiswa : Vivin Atiyatul Maula  
No. MHS : 17521091

Judul Prarancangan \*) :

**PRA RANCANGAN PABRIK DIMETIL FORMAMIDA DARI METIL FORMAT  
DAN DIMETIL AMIN KAPASITA 40.000 TON/TAHUN**

Mulai Masa Bimbingan : 9 November 2020

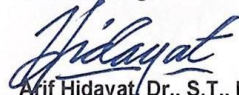
Batas Akhir Bimbingan : 5 November 2021

| No | Tanggal    | Materi Bimbingan                                        | Paraf Dosen                                                                           |
|----|------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 13-11-2021 | Pengarahan dalam pembuatan skripsi                      |   |
| 2  | 23-11-2021 | Bimbingan mengenai kapasitas dan flow diagram           |  |
| 3  | 15-01-2021 | Pengecekan kapasitas, pemilihan proses dan diagram alir |  |
| 4  | 19-01-2021 | Persamaan antoine                                       |  |
| 5  | 29-03-2021 | Kapasitas produk                                        |  |
| 6  | 22-06-2021 | Pembahasan mengenai reactor                             |  |
| 7  | 25-06-2021 | Pembahasan mengenai pompa                               |  |
| 8  | 29-06-2021 | Utilitas                                                |  |
| 9  | 01-08-2021 | Pengecekan naskah dan PEFD                              |  |
|    |            |                                                         |                                                                                       |
|    |            |                                                         |                                                                                       |
|    |            |                                                         |                                                                                       |

Disetujui Draft Penulisan:

Yogyakarta, 03 Agustus 2021

Pembimbing,

  
Arif Hidayat, Dr., S.T., M.T.

- \*) **Judul PraRancangan** Ditulis dengan Huruf Balok
- Kartu Konsultasi Bimbingan dilampirkan pada Laporan PraRancangan
  - Kartu Konsultasi Bimbingan dapat difotocopy

### KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN

1. Nama Mahasiswa : Khotami Qirrotu H  
No. MHS : 17521059
2. Nama Mahasiswa : Vivin Atiyatul Maula  
No. MHS : 17521091

Judul Prarancangan \*) :

**PRA RANCANGAN PABRIK DIMETIL FORMAMIDA DARI METIL FORMAT  
DAN DIMETIL AMIN KAPASITA 40.000 TON/TAHUN**

Mulai Masa Bimbingan : 9 November 2020

Batas Akhir Bimbingan : 5 November 2021

| No | Tanggal    | Materi Bimbingan                                        | Paraf Dosen                           |
|----|------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| 1  | 13-11-2020 | Pengarahan dalam pengerjaan skripsi                     | <i>[Signature]</i>                    |
| 2  | 24-12-2020 | Pengecekan kapasitas, pemilihan proses dan diagram alir | <i>[Signature]</i> <i>[Signature]</i> |
| 3. | 09-04-2021 | Laju alir                                               | <i>[Signature]</i>                    |
| 3  | 03-06-2021 | Pengecekan hasil perhitungan rancangan alat besar       | <i>[Signature]</i>                    |
| 4  | 03-07-2021 | Pengecekan revisi alat besar<br>Pengecekan alat kecil   | <i>[Signature]</i> <i>[Signature]</i> |
| 5. | 16-07-2021 | Pengecekan naskah dan PEFD                              | <i>[Signature]</i>                    |
|    |            |                                                         |                                       |
|    |            |                                                         |                                       |
|    |            |                                                         |                                       |

Disetujui Draft Penulisan:

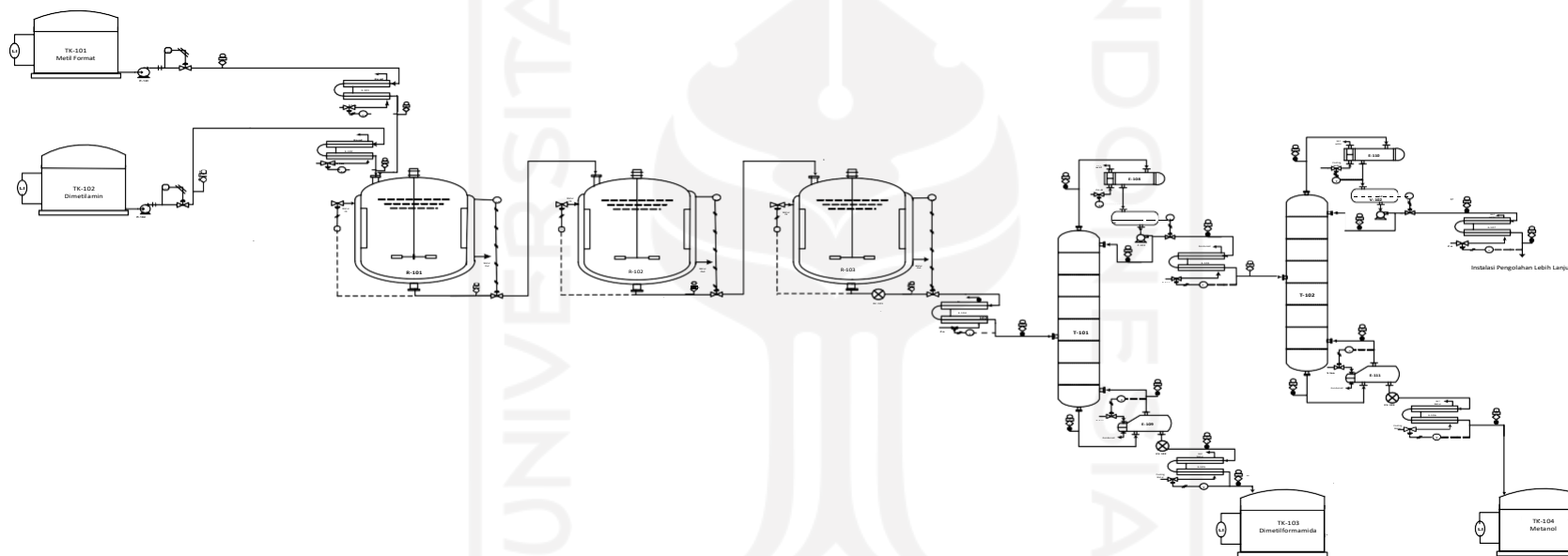
Yogyakarta, 03 Agustus 2021



Tintin Mutiara, S.T., M.Eng.

- \*) **Judul PraRancangan Ditulis dengan Huruf Balok**
- Kartu Konsultasi Bimbingan dilampirkan pada Laporan PraRancangan
  - Kartu Konsultasi Bimbingan dapat difotocopy

**LAMPIRAN C**  
**PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM**  
**PABRIK DIMETIL FORMAMIDA DARI METIL FORMAT DAN DIMETILAMIN**  
**KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN**



| Nomeor Arus              | Satuan | 1    | 1a   | 2    | 2a   | 3    | 4    | 5    | 5a   | 6    | 7    | 8    | 9     | 10    | 11   | 12  | 13  | 14  | 15    | 16    | 17   |  |
|--------------------------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|------|-----|-----|-----|-------|-------|------|--|
| Suhu                     | °C     | 30   | 110  | 30   | 110  | 110  | 110  | 110  | 93   | 83   | 83   | 83   | 194   | 194   | 194  | 49  | 49  | 30  | 38    | 38    | 30   |  |
| Tekanan                  | atm    | 1,1  | 3,5  | 2,5  | 3,5  | 3,5  | 3,5  | 3,5  | 2,3  | 2,3  | 2,3  | 2,3  | 2,3   | 2,5   | 1,1  | 2,3 | 2,3 | 2,3 | 2,5   | 2,5   | 1,1  |  |
| Laju Alir Massa Total    | kg/jam | 4618 | 4618 | 3467 | 3467 | 8086 | 8086 | 8086 | 8086 | 3535 | 455  | 3081 | 16145 | 11140 | 5005 | 753 | 44  | 709 | 16499 | 14127 | 2372 |  |
| Laju Alir Massa Komponen |        |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |      |     |     |     |       |       |      |  |
| Metil Formate            | kg/jam | 4604 | 4604 | 0    | 0    | 1507 | 748  | 460  | 460  | 528  | 68   | 460  | 4197  | 4197  | 0    | 364 | 21  | 343 | 4352  | 4234  | 118  |  |
| Dimetilamin              | kg/jam | 0    | 0    | 3453 | 3453 | 1130 | 561  | 345  | 345  | 398  | 51   | 345  | 3148  | 3148  | 0    | 366 | 22  | 344 | 3299  | 3268  | 1    |  |
| Dimetil Formamida        | kg/jam | 0    | 0    | 0    | 0    | 3769 | 4692 | 5042 | 5042 | 52   | 7    | 45   | 5030  | 34    | 4997 | 0   | 0   | 0   | 5208  | 5223  | 45   |  |
| Metanol                  | kg/jam | 0    | 0    | 0    | 0    | 1624 | 3397 | 2410 | 2410 | 2410 | 2531 | 326  | 2928  | 2928  | 4    | 44  | 1   | 24  | 2311  | 187   | 2184 |  |
| Air                      | kg/jam | 14   | 14   | 14   | 14   | 28   | 28   | 28   | 28   | 27   | 4    | 24   | 1232  | 1232  | 4    | 0   | 0   | 0   | 1299  | 1275  | 24   |  |
| Total                    |        | 4618 | 4618 | 3467 | 3467 | 8086 | 8086 | 8086 | 8086 | 3535 | 455  | 3081 | 16145 | 11140 | 5005 | 753 | 44  | 709 | 16499 | 14127 | 2372 |  |

**KETERANGAN**

|  |                     |
|--|---------------------|
|  | Temperature Control |
|  | Level Control       |
|  | Level Indicator     |
|  | Nomor Arus          |
|  | Temperature ( °C )  |
|  | Tekanan (atm)       |
|  | Control Valve       |
|  | Electric Conection  |
|  | Pneumatic           |
|  | Piping              |

|                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                 | <b>JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS<br/>TEKNOLOGI INDUSTRI UNIVERSITAS ISLAM<br/>INDONESIA YOGYAKARTA</b>                                 |
|                                                                                                                                                                                                                 | <b>PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM PABRIK DIMETIL FORMAMIDA<br/>DARI METIL FORMAT<br/>DAN DIMETIL AMEN KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN</b> |
| <p>Dikerjakan Oleh :</p> <p>1. KHOTIMAH ORHOTUL HAYU 17521409</p> <p>2. IN ATYATUL MAULA 17521491</p> <p>Dosen Pembimbing :</p> <p>1. Arief Hidayat, Dr., S.T., M.T.</p> <p>2. Tirtha Mutiara, S.T., M.Eng.</p> |                                                                                                                                        |