

## PRAPERANCANGAN PABRIK DIMETIL FORMAMIDA DARI METIL FORMAT DAN DIMETILAMINA KAPASITAS 14.500 TON/TAHUN

Rifqi Hidayat<sup>1</sup>, Aina Christalia Rinastiti<sup>1\*</sup>, Zata Shafandy Nugroho<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi S1 Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Jember,  
Jl. Kalimantan No. 37, Jember

\*Corresponding Author: ainachrst@gmail.com

### Abstrak

Pabrik dimetil formamida dengan bahan baku metil format dan dimetilamina dirancang dengan kapasitas 14.500 ton/tahun akan didirikan di Kecamatan Manyar, Kabupaten Gresik dengan luas lahan 7,74 hektar. Waktu operasi pabrik selama 330 hari/tahun. Proses pembuatan dimetil formamida terdiri dari 3 tahapan, yaitu proses persiapan bahan baku, proses reaksi, dan proses pemisahan. Bahan yang digunakan dalam pembuatan dimetil formamida adalah metil format dengan kemurnian 97% dan dimetil amin yang menggunakan proses kontinyu. Proses reaksi yang terjadi antara metil format dan dimetilamin bersifat eksotermis dan irreversible. Pada proses reaksi digunakan Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) yang bekerja pada suhu 110°C dan tekanan 3,46 atm dengan konversi reaksi sebesar 90%. Pemisahan dilakukan sebanyak 2 kali, dimana yang pertama untuk mendapatkan produk samping berupa metanol dengan sisa bahan metil format, dan yang kedua untuk menghasilkan produk utama Dimetil formamide dengan kemurnian 99,7%. Total karyawan yang dibutuhkan untuk mengoperasikan pabrik ini berjumlah 219 orang dengan tiga shift. Berdasarkan Analisa ekonomi didapat laju pengembalian modal atau Pay Out Time (POT) selama 2,52 tahun dengan presentase Break Even Point (BEP) sebesar 40%.

Kata kunci Dimetil Formamida, Metil Format, Dimetilamina.

### 1. Pendahuluan

Indonesia melakukan perkembangan pembangunan secara bertahap, salah satunya di bidang Industri. Salah satu perkembangan industri kimia adalah dimetil formamida, dimana dimetil formamida merupakan salah satu produksi kimia yang dibutuhkan di Indonesia.

Dimetil formamida adalah pelarut polar yang biasanya dimanfaatkan dalam produksi pestisida, plastik, serat akrilik, kulit sintesis, pembuatan perekat dan industri elektronik. Dalam industri plastik, dimetil formamide dapat membuatnya menggelembung, sehingga cocok untuk sintesis peptida fase padat.

Menurut Badan Pusat Statistika (BPS), kebutuhan dimetil formamide meningkat setiap tahunnya. Impor Dimetil Formamida pada tahun 2022 mencapai 3.431 ton/tahun. Impor tertinggi 10 tahun terakhir yaitu pada tahun 2016 yang mencapai 6.134

ton/tahun. Indonesia dalam mencukupi kebutuhan lokal dimetil formamida saat ini masih melakukan impor, karena belum terdapat pabrik dimetil formamida di Indonesia.

**Tabel 1** Parameter kelayakan pendirian pabrik

Tahun	Impor (ton)	Pertumbuhan Impor
2015	3.145	-
2016	6.134	95,04%
2017	3.264	-46,79%
2018	2.091	-35,94%
2019	3.433	64,18%
2020	2.841	-17,24%
2021	3.613	27,17%
2022	3.431	-5,04%
<b>Rata-rata</b>		<b>11,626%</b>

Diperkirakan pabrik akan didirikan pada tahun 2027. Metode perhitungan yang digunakan adalah



metode discounted untuk memproyeksikan kebutuhan pasar pada tahun 2027. Persamaannya ditunjukkan sebagai berikut (Kusnarjo, 2010) :

$$m = P x ((1 + i)^n)$$

Keterangan :

- m = Jumlah produk pada tahun 2027 (ton)
- P = data besarnya impor pada tahun 2022 (ton)
- i = pertumbuhan rata – rata per tahun (%)
- n = Selisih tahun

Diperkirakan jumlah impor pada tahun 2027 yaitu:

$$m = P x ((1 + i)^n)$$

$$m = 3.341 x ((1 + 0,11626)^5)$$

$$m = 3.341 x ((1,11626)^5)$$

$$m = 5.790,3 \text{ ton}$$

Penentuan kapasitas pabrik dimetilformamida dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut (Kusnarjo, 2010)

$$m1 + m2 + m3 = m4 + m5$$

Keterangan :

- m1 = nilai impor
- m2 = kapasitas pabrik lama dalam negeri
- m3 = kapasitas pabrik baru
- m4 = jumlah ekspor (diasumsikan 60%)
- m5 = konsumsi dalam negeri

Kapasitas pabrik yang baru adalah :

$$m1 + m2 + m3 = m4 + m5$$

$$m3 = (0,6 m3 + 5.790,3) - (0 + 0)$$

$$0,4 m3 = 5.790,3$$

$$m3 = \frac{5.790,3}{0,4}$$

$$m3 = 14.475,75 \frac{\text{ton}}{\text{tahun}}$$

Berdasarkan perhitungan didapatkan peluang kapasitas pabrik baru yang akan didirikan pada tahun 2027 yaitu sebesar 14.475,75 ton/tahun. Kapasitas pabrik dimetil formamida yang akan didirikan diambil peluang sebesar 100% dari peluang kapasitas. Hal ini bertujuan untuk memenuhi kebutuhan lokal, mengurangi kegiatan impor dimetil formamida. Pabrik dimetil formamida ini akan didirikan dengan kapasitas sebesar 14.500 ton/tahun

## 2. Deskripsi Proses

Dalam pembuatan asam formiat terdapat beberapa macam proses yang dapat dipilih. Setiap

proses memiliki kekurangan dan kelebihan masing masing, serta memerlukan bahan baku yang berbeda.

**Tabel 2** Kondisi Operasi, Kelebihan dan Kekurangan Proses

Parameter	Jenis Proses	
	Metil Format + DMA	Karbon Monoksida + DMA
Bahan Baku	Metil Format dan Dimetilamina	Karbon Monoksida dan Dimetilamina
Kondisi Operasi	P = 3,46 atm T = 110°C – 120°C	P = 48 atm T = 120°C
Kemurnian	99,5%	99,9%
Konversi	99,7%	98%
	90%	N/A
Sisa	dimetilamina dan metil format yang tidak di refluks	Garam dari reaksi katalis dan produk samping
Limbah	Metanol	Garam Padat
Produk Samping	Tidak Ada	Natrium Metoksida

Berdasarkan kedua jenis proses, dipilih proses dengan menggunakan bahan baku Metil Format dan Dimetilamina. Jenis proses tersebut dipilih karena dapat menghasilkan kemurnian yang mendekati 100%. Selain itu proses dengan bahan baku Metil Format dan Dimetilamina menghasilkan produk samping yaitu berupa metanol yang dapat dijual kembali. Jenis proses ini juga lebih hemat karena tidak perlu menggunakan katalis yang dapat menghasilkan garam padat, garam padat tersebut dapat menumpuk pada reaktor sehingga harus dibersihkan secara berkala.

Terdapat beberapa proses pembuatan dimetilformamida dari metil format dan dimetilamina yaitu:

### 1. Persiapan Bahan Baku

Bahan yang digunakan dalam pembuatan dimetil formamida adalah metil format dan dimetil amin yang menggunakan proses kontinyu. Bahan baku metil format dengan kemurnian 97% disimpan dalam tangki (F-101) dan dimetilamin disimpan pada tangka (F-102) dengan suhu 30°C dan tekanan 1 atm dengan masa simpan selama 30 hari. Kedua bahan dialirkan menuju reaktor (R-110) dengan menggunakan pompa (L-103).

### 2. Proses Reaksi

Reaktor yang digunakan pada proses pembuatan Dimetil formamida adalah Reaktor Akir Tangki





Berpengaduk (RATB) yang bekerja pada suhu  $110^{\circ}\text{C}$  dan tekanan 3,46 atm. Konversi reaksi dalam reaktor mencapai 90%. Reaksi yang terjadi antara metil format dan dimetil amin bersifat eksotermis dan tidak dapat balik (*irreversible*), sehingga suhu dalam reaksi harus dipertahankan untuk menghindari terjadinya reaksi samping. Oleh karena itu, Reaktor (R-110) dilengkapi dengan koil pendingin untuk menjaga suhu reaksi. Hasil keluaran dari reaktor yaitu produk utama dimetilformamida, produk samping metanol, sisa bahan baku metil format, serta sedikit air. Sedangkan untuk Dimetilamin di recycle agar tidak ada gas yang terbuang.

### 3. Proses Pemisahan

Semua larutan yang keluar dari reaktor (R-110) kemudian dialirkan menuju flash drum (V-210) dengan menggunakan pompa (L-111) untuk memisahkan produk utama DMF dan produk samping metanol. Pada flash drum (V-210) memiliki hasil produk atas dan produk bawah. Pada produk atas berupa produk samping methanol dengan sedikit air dan sedikit sisa metil format yang kemudian disimpan dalam tangki penyimpanan produk samping pada suhu  $30^{\circ}\text{C}$  dan tekanan 1 atm dan pada produk bawah berupa produk utama yaitu DMF dan air. Pada flash drum (V-220) proses pemisahan antara produk utama yaitu DMF dan air. Produk utama DMF memiliki nilai kemurnian sebesar 99,7% yang selanjutnya disimpan dalam tangki penyimpanan pada suhu  $30^{\circ}\text{C}$  dan tekanan 1 atm. Flash drum (V-220) menghasilkan produk atas berupa air dan bawah berupa DMF. Air yang telah dipisahkan akan di *recycle* sebagai air umpan steam.

### 3. Utilitas

Utilitas berperan penting dalam kelancaran proses produksi. Utilitas pabrik Dimetil Formamida terdiri dari

1. Unit Pengolahan Air
2. Unit Pengadaan Steam
3. Unit Pengadaan Listrik
4. Unit Pengadaan Bahan Bakar
5. Unit Pengolahan Limbah

Kebutuhan air pendingin pada Pabrik Dimetil Formamida sebesar 265.130,13 kg/jam dengan 20% berlebih untuk faktor keamanan. Kebutuhan air boiler sebesar 70,28 kg/jam. Kebutuhan air bersih Pabrik Dimetil Formamida adalah 1050 kg/jam. Kebutuhan steam sebesar 70,28 kg/jam dan kebutuhan listrik yaitu sebesar 215,83 kW/jam. Bahan bakar yang digunakan yaitu solar untuk diesel sebesar 87,30 kg/jam dan Anthracite Coal yang digunakan untuk memanaskan boiler sebesar 26,80 kg/jam. Limbah

yang dihasilkan pabrik dimetil formamida adalah limbah cair yang berasal dari air sanitasi.

Kebutuhan listrik yang diperlukan pada pabrik yaitu kebutuhan listrik alat proses, listrik penerangan, serta listrik fasilitas lainnya. perhitungan kebutuhan listrik ditambahkan faktor keamanan sebanyak 20%. Listrik didapatkan dari PLN dengan generator set sebagai cadangan.

### 4. Analisis Ekonomi

Layak atau tidaknya suatu pabrik untuk didirikan dapat dilihat dari evaluasi ekonominya. Perhitungan ekonomi pabrik berdasarkan buku tahun 1991 milik timmerhaus dan buku tahun 2010 milik Kusnarjo. Evaluasi ekonomi pabrik 5-HMF dapat dilihat pada tabel 1.

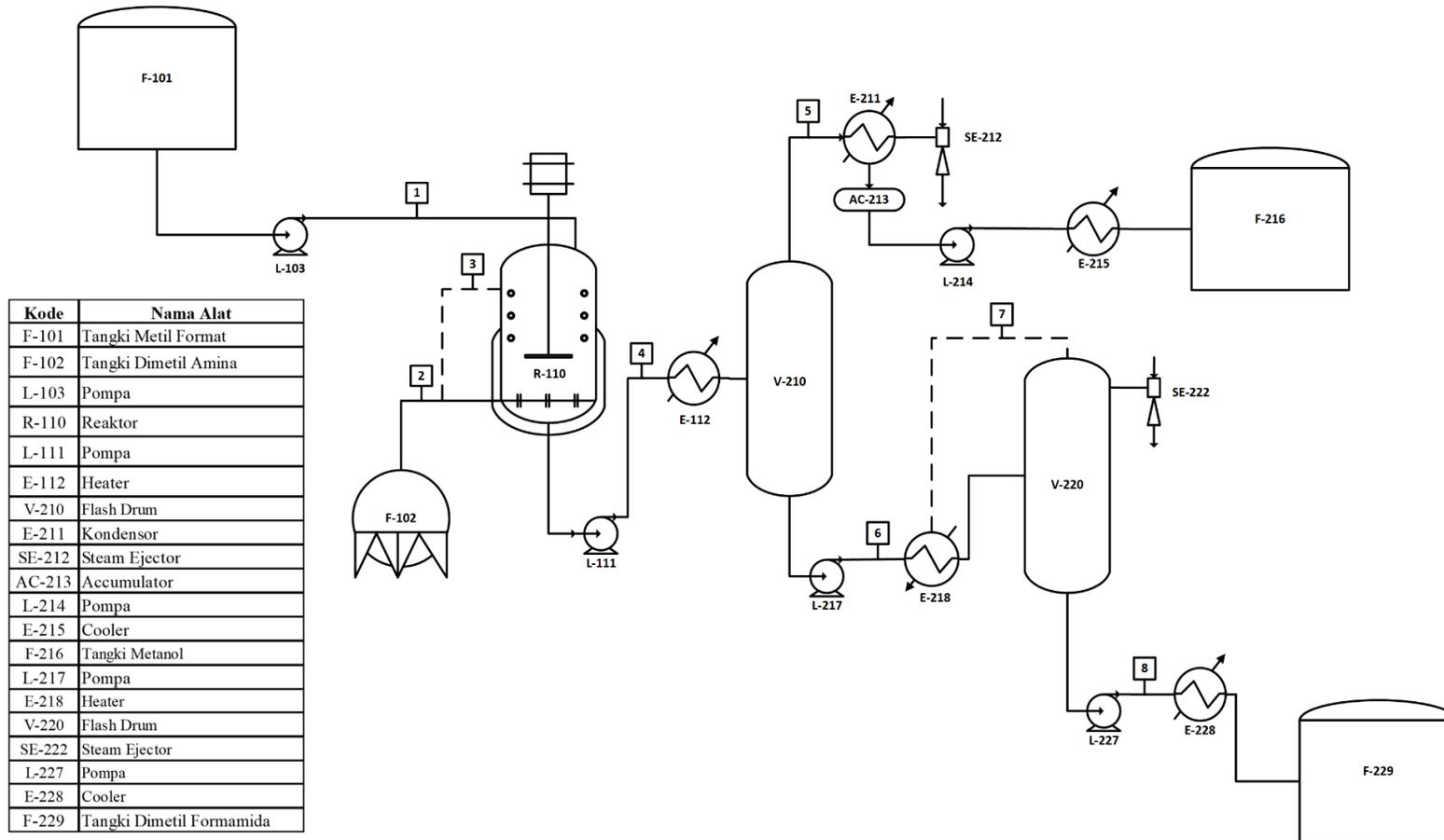
Pabrik dapat dikatakan layak didirikan apabila nilai BEP tidak terlalu besar maupun terlalu kecil. Menurut Kusnarjo, 2010 nilai BEP yang dapat diterima yaitu  $40\% < \text{BEP} < 50\%$ . Berdasarkan perhitungan nilai BEP yang diperoleh yaitu 42,47% dimana nilai tersebut telah memenuhi syarat sehingga Pabrik 5-HMF dari Umbi Dahlia layak untuk didirikan. Gambar 4 menunjukkan nilai BEP dari perpotongan antara garis total penjualan (SP) dengan total biaya produksi (TPC).

Evaluasi ekonomi pada perancangan pabrik Dimetil Formamida ini memiliki tujuan untuk menganalisa kelayakan pendirian pabrik dan mengetahui keuntungan yang dihasilkan oleh pabrik. Terdapat beberapa aspek yang harus dipertimbangkan terkait kelayakan suatu pabrik dapat dilihat pada tabel 3.

**Tabel 3** Parameter kelayakan pendirian pabrik

Analisa	Nilai	Range	Ket
ACF	42%	8,42%	Layak
POT	2,52	5 tahun	Layak
ROR	33%	8,42%	Layak
DCF	40%	8,42%	Layak
BEP	40%	40-50%	Layak



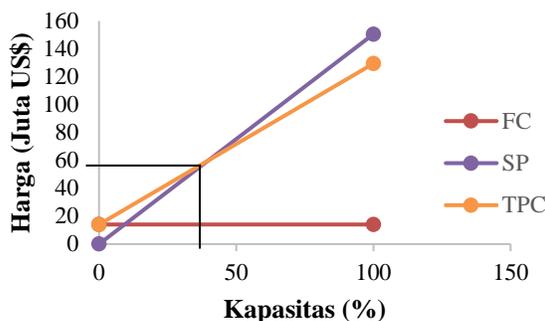


Kode	Nama Alat
F-101	Tangki Metil Format
F-102	Tangki Dimetil Amina
L-103	Pompa
R-110	Reaktor
L-111	Pompa
E-112	Heater
V-210	Flash Drum
E-211	Kondensor
SE-212	Steam Ejector
AC-213	Accumulator
L-214	Pompa
E-215	Cooler
F-216	Tangki Metanol
L-217	Pompa
E-218	Heater
V-220	Flash Drum
SE-222	Steam Ejector
L-227	Pompa
E-228	Cooler
F-229	Tangki Dimetil Formamida


**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA**  
**JURUSAN TEKNIK MESIN**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS JEMBER**  
**DIAGRAM ALIR PROSES**  
**PROSES RANCANGAN PABRIK, IDEE, TB. FORMAMIDA DARI METIL, FORMAN DAN DIMETIL AMIN**  
**DENGAN KAPASITAS 14.500 TON/TAHUN**  
**DISENIN OLEH:**  
 Rifki Hidarati (091904401015)  
 Aina Chandra Rizwan (091904401020)  
 Zara Shadady Nugroho (091904401102)  
**DOSEN PEMBIMBING UTAMA:**  
 Dr. Boy Asep Pradiat, S.T., M.T., Ph.D., I.P.M.  
**DOSEN PEMBIMBING ANGGOTA:**  
 Zahrah Murnah, S.S., M.S.

Komponen	1	2	3	4	5	6	7	8
HCOOCH <sub>3</sub>	1671,3			167,13	167,13			
(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> NH		1254,6	125,47					
HCON(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>				1830,8		1830,8		1830,8
CH <sub>3</sub> OH				802,56	802,56			
H <sub>2</sub> O	50,14			50,14	15,11	35,02	29,53	5,49

**Gambar 1.** Flow Diagram Process Produksi Dimetil Formamida.



**Gambar 4.** BEP dan SDP Pabrik 5-HMF Kapasitas 3.000 Ton/Tahun

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil Analisa Pra Perancangan Pabrik Dimetil Formamida dari Metil Format dan Dimetilamina Kapasitas 14.500 ton/tahun dapat disimpulkan bahwa pabrik dirancang pada tahun 2027 dan didirikan di Kecamatan Manyar, kabupaten Gresik. Bentuk perusahaan Perseroan Terbatas (PT) dengan struktur organisasi line and staff. Jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan sebanyak 219 orang. Evaluasi Ekonomi diperoleh POT 2,52 tahun, ROR 33%, DCF 40% dan BEP 40%, hal tersebut menunjukkan bahwa Pabrik Dimetil Formamida layak didirikan.

## Daftar Pustaka

- API Standart 650, 1998, "*Welded Steel Tanks For Oil Storage. Tenth Edition*", American Petroleum Institute.
- Arifatul Chabibah, R., Rizky, D. M., Kartika Sari, E., Habiba, S., Chumaidi Jurusan Teknik Kimia, A., Negeri Malang, P., & Soekarno Hatta No, J., 2021, "*Analisa Ekonomi Pra Rancangan Pabrik Kimia DPR (Disproportionated Rosin) Dengan Kapasitas 2000 Ton/Tahun*", 2, 436–442.
- Basma, N., Cullen, P. L., Clancy, A. J., Shaffer, M. S. P., Skipper, N. T., Headen, T. F., & Howard, C. A., 2019, "The Liquid Structure Of The Solvents Dimethylformamide (DMF) And Dimethylacetamide (DMAc)", *Molecular Physics*, 117(22), 3353–3363.
- Brownell, L. E., & Young, E. H., 1979, "*Equipment Vessel Design*".
- Coulson J. M., & Richardson J.F., 1999, "*Chemical Engineering Design. Third Edition Vol. 6*".

- Geneva., 1990, "*Dimethyl Formamide (DMF) Health And Safety Guide*".
- Himmelblau, D. M., & Riggs, J. B., 2003, "*Basic Principles And Calculations In Chemical Engineering (7th Ed.)*".
- Kern, D. Q., 1965, "*Process Heat Transfer*". Mcgraw-Hill International.
- Kirk, R. E., & Othmer, D. F. (1978). "*Encyclopedia Of Chemical Technology*".
- Kusnarjo. (2010). "*Desain Pabrik Kimia*".
- Manuho, P., Makalare, Z., Mamangkey, T., & Swandari Budiarto, N., 2021, "Analisis Break Even Point (BEP)", *Jurnal Ipteks Akuntansi Bagi Masyarakat*, 5(1), 21–28.
- Perry, R. H., & Green, D. W., 1999, "*Perry's Chemical Engineers' Handbook (7th Ed.)*".
- Peters, M. S., & Timmerhaus, K. D., 1991, "Plant Design And Economics For Chemical Engineering. In *Mcgraw Hill International (4th Ed.)*", Mcgraw-Hill Internatinnal.
- Sari, N., 2011, "*Ekonomi Teknik. Yayasan Humaniora*".
- Sebastianus, B. H., 2015, "*Manajemen Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Sebagai Peranan Pencegahan Kecelakaan Kerja Di Bidang Kontruksi*", hal. 301–308.
- Situmeang, L., 2022, "Manajemen Resiko K3. In Afridon (Ed.), *Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3)*" (1st Ed., Pp. 154–156), Pt. Global Eksekutif Teknologi.
- Tanjung, R., 2022, "Alat Pelindung Diri. In Afridon (Ed.), *Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3)*", (1st Ed., Pp. 84–98). Pt. Global Eksekutif Teknologi.
- Timmerhaus, K., Peters, M., & West, R., 2002, "*Plant Design And Economics For Chemical Engineers*". Mcgraw-Hill International.
- Ulrich, G. D., 1984, "*A Guide To Chemical Engineering Process Design And Economics*".
- Wahyuningsih, U., Sulisty, E., Rusjdi, H., Alfalah, W., Sudirmanto, S., & Prabowo, E., 2021, "Pengenalan Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Di Pt Cita Rasa Palembang", *Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat Menerangi Negeri*, 3(2), 155–162.
- Walas, S. M. (1990). "*Chemical Process Equipment Selection And Design*".
- Yaws, C. L. (1999). "*Chemical Properties Handbook*". Mcgraw-Hill.

