

# PRARANCANGAN PABRIK DIMETIL ADIPAT DARI ASAM ADIPAT DAN METANOL DENGAN KATALIS AMBERLYST 35 WET MENGGUNAKAN PROSES ESTERIFIKASI KAPASITAS 300.000 TON/TAHUN

Yanti Mawaddah<sup>\*1</sup>, Linda Suci Wati<sup>1</sup>

Program Studi S-1 Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat  
Jln. A. Yani KM 35, Kampus ULM Banjarbaru, Kalimantan Selatan

\*Corresponding Author: [yantimawaddah231@gmail.com](mailto:yantimawaddah231@gmail.com)

## Abstrak

Prarancangan pabrik dimetil adipat dari asam adipat dan metanol dengan katalis amberlyst 35 wet menggunakan proses esterifikasi kapasitas 300.000 ton/tahun bertujuan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, meningkatkan perekonomian Indonesia serta membuka lapangan pekerjaan. Dimetil adipat digunakan sebagai senyawa intermediet dalam pembuatan polimer, plasticizer dan kertas. Pabrik ini direncanakan akan berdiri pada tahun 2026 dengan kapasitas 300.000 ton/tahun di Bontang, Kalimantan Timur dengan luas tanah  $\pm 50.144 \text{ m}^2$ . Pabrik beroperasi selama 330 hari dalam setahun dengan jumlah tenaga kerja 170 orang.

Pembuatan dimetil adipat menggunakan proses esterifikasi, dimana proses ini dilakukan dengan mereaksikan asam adipat dan metanol di dalam reaktor tangki berpengaduk dengan bantuan katalis amberlyst 35 wet. Reaktor beroperasi pada kondisi temperatur  $60 \text{ }^\circ\text{C}$  dan tekanan 1 atm. Konversi yang dihasilkan adalah 99,6%. Produk keluaran dari reaktor akan masuk kedalam rotary drum vacuum filter untuk memisahkan produk dari katalis. Produk yang telah dipisah dari katalis dialirkan menuju dekanter untuk memisahkan komponen berdasarkan berat jenisnya. Produk bawah dari dekanter berupa air dan dimetil adipat akan dialirkan menuju menara distilasi-01 untuk memurnikan produk utama berupa dimetil adipat 99%. Kemudian produk dialirkan ke tangki penyimpanan produk. Sedangkan produk atas dekanter berupa metanol, air, dimetil adipat, monometil adipat dan asam adipat akan dialirkan masuk ke menara distilasi-02 untuk dilakukan pemurnian kembali. Dimana produk atas dari menara distilasi-02 berupa metanol 99,85% akan di recycle 50% menuju arus pemasukan metanol di reaktor dan 50% lagi dialirkan menuju tangki penyimpanan produk metanol jual.

Hasil analisa ekonomi didapat modal investasi sebesar Rp. 3.096.072.129.713,45 dan diperoleh hasil penjualan yaitu sebesar Rp. 15.679.133.957.170,30. Selain itu diperoleh juga Return of Investment (ROI) sebelum pajak sebesar 38,30% dan Return of Investment (ROI) sesudah pajak sebesar 24,90%. Pay Out Time (POT) sebelum pajak 2,07 tahun dan Pay Out Time (POT) sesudah pajak sebesar 2,87 tahun. Sehingga diperoleh Break Event Point (BEP) sebesar 55% dan Shut Down Point (SDP) sebesar 39%. Berdasarkan pertimbangan hasil evaluasi tersebut, maka pabrik dimetil adipat dengan kapasitas 300.000 ton/tahun ini layak untuk didirikan.

Kata kunci: Amberlyst 35 wet, asam adipat, dimetil adipat, esterifikasi, methanol

## 1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara berkembang yang sedang melakukan pembangunan di bidang industri. Industri di Indonesia masih dalam tahap pengembangan, dengan adanya teknologi yang semakin baik dari tahun ke tahun mengakibatkan pesatnya perkembangan industri. Sektor industri mampu mengatasi permasalahan perekonomian negara, karena dapat memimpin sektor-sektor perekonomian lainnya menuju pembangunan ekonomi. Industri bisa menjadi jalan keluar untuk meningkatkan perekonomian Indonesia dan dapat bersaing dengan negara lainnya (Nauw, 2019). Salah satu contoh sektor

industri yang dikembangkan di Indonesia adalah industri kimia, dengan kebutuhan industri-industri kimia saat ini, maka kebutuhan bahan baku industri kimia pun semakin meningkat. Industri Dimetil adipat adalah salah satu contohnya. Dimetil adipat adalah senyawa yang didapatkan melalui proses esterifikasi asam adipat dan methanol. Dimetil adipat digunakan dalam berbagai bidang industri kimia, seperti produksi plasticizer. Pabrik plasticizer menggunakan dimetil adipat sebagai pelunak dalam plastik dan minyak sintesis (Chen dkk., 2019).

Perkiraan besar kecilnya kapasitas suatu pabrik dimetil adipat yang akan didirikan, dapat dilihat dari permintaan impor dan besarnya kebutuhan dimetil



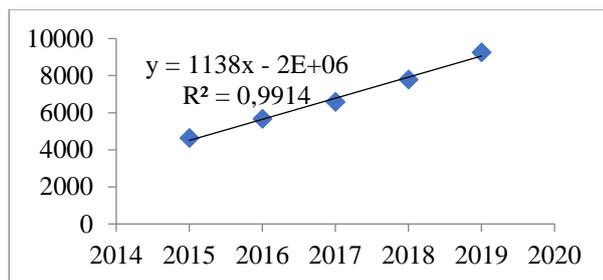


adipat di Indonesia. Berdasarkan data impor dimetil adipat di Indonesia menurut UN Comtrade dari tahun 2015-2019 dapat dilihat pada Tabel 1. sebagai berikut.

**Tabel 1.** Data Impor Dimetil Adipat di Indonesia (Comtrade, 2020)

Tahun	Impor (Ton/Tahun)	Pertumbuhan (i)
2015	4.626	0
2016	5.661	0,22
2017	6.578	0,16
2018	7.785	0,18
2019	9.254	0,19
TOTAL	33.903,97	0,76
Rata-Rata	6.780,795	0,15

Berdasarkan data tersebut maka didapatkan besarnya impor dimetil adipat pada tahun 2026 di Indonesia menggunakan perhitungan regresi linear. Dari Tabel 1. data impor dimetil adipat di Indonesia diperoleh Gambar 1.



**Gambar 1.** Kebutuhan Import Dimeti Adipat di Indonesia

Dari Gambar 1. dapat diperkirakan kebutuhan impor dimetil adipat pada tahun 2026 yang didapatkan berdasarkan regresi linear sebagai berikut.

$$y = 1138(x) - 2000000$$

$$y = 1138(2026) - 2000000$$

$$y = 305.588 \text{ ton}$$

Keterangan: y = Besarnya data pada tahun tertentu  
x = tahun pabrik yang akan didirikan

Berdasarkan hasil perhitungan di atas maka dirancang pabrik dimetil adipat pada tahun 2026 sebesar 300.000 ton/tahun.

## 2. Deskripsi Proses

### 2.1 Jenis-Jenis Proses

Proses pembuatan dimetil adipat dalam skala industri dibedakan berdasarkan bahan baku, yaitu

proses hidrogenasi dari hidrogen dan dimetil hex-3-endoate serta proses esterifikasi dari asam adipat dan metanol. Dari kedua macam proses maka dipilih proses esterifikasi asam adipat dan metanol, pertimbangan pemilihan proses tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Perbandingan Proses Dimetil Adipat

Parameter	Proses	
	Esterifikasi (Chan dkk., 2010b)	Hidrogenasi (Kesling dkk., 1980)
Bahan baku	asam adipat & metanol	dimetil hex-3-endoat & H <sub>2</sub>
Katalis	<i>amberlyst 35 wet</i>	logam platina
Suhu operasi (°C)	60	150
Tekanan operasi (atm)	1	3,4-17,1
Fase bahan baku	padat - cair	cair-gas
Konversi (%)	99,6	90
Jenis reaktor	tangki berpengaduk	<i>fluidized bed</i>
Panas reaksi	Endotermis	Eksotermis
Biaya (Rp/Kg) (Alibaba.com, 2021)	AA: 14.535 Me: 5.193 <i>amberlyst</i> : 28.000	AF: 30.000 H <sub>2</sub> : 50.000 platina: 1.300.000

### 2.2 Proses Pembuatan Dimetil Adipat

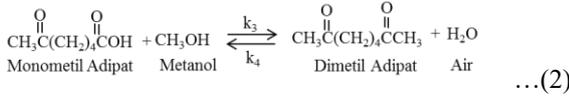
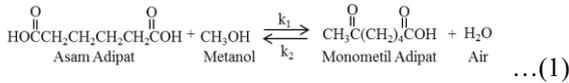
#### 2.2.1 Persiapan Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan pada proses ini adalah asam adipat, metanol dan katalis *amberlyst-35wet*. Asam adipat berbentuk kristal yang disimpan dalam gudang penyimpanan dengan suhu penyimpanan 30 °C dan tekanan 1 atm yang diangkut dari gudang menggunakan *screw conveyor* dan *bucket elevator* masuk ke dalam bin asam adipat untuk mengumpulkan asam adipat ke reaktor. Sedangkan metanol disimpan pada tangki penyimpanan suhu 30 °C dan tekanan 1 atm. Rasio molar yang digunakan pada asam adipat: metanol: *amberlyst 35 wet*: sebesar 1: 20: 0,155 (Chan dkk., 2010b).

#### 2.2.2 Pembentukan Produk

Pada tahap ini, bahan baku direaksikan dalam sebuah reaktor tangki berpengaduk dan ditambahkan katalis *amberlyst 35 wet* menghasilkan dimetil adipat, monometil adipat, air, asam adipat dan metanol yang tidak bereaksi. Reaktor beroperasi pada kondisi temperatur 60 °C dan tekanan 1 atm. Konversi yang dihasilkan adalah 99,6%. Berikut reaksi yang terjadi:





2.2.3 Pemurnian Produk

Produk keluaran dari reaktor akan dipompakan masuk kedalam *rotary drum vacuum filter* untuk memisahkan produk dari katalis. Katalis yang telah dipisahkan akan dialirkan menuju katalis regenerasi. Produk yang telah dipisah dari katalis dialirkan menuju dekanter untuk memisahkan komponen berdasarkan berat jenisnya. Produk bawah dari dekanter berupa air dan dimetil adipat akan dialirkan menuju menara distilasi-01. Menara distilasi berfungsi untuk pemurnian larutan berdasarkan perbedaan titik didihnya, dimana produk bawah dari menara distilasi-01 yang berupa produk utama dimetil adipat 99% akan dialirkan menuju tangki penyimpanan produk dan produk atas berupa air dan sedikit dimetil adipat akan dialirkan menuju *water treatment process*. Sedangkan produk atas dekanter berupa metanol, air, dimetil adipat, monometil adipat dan asam adipat akan dialirkan masuk ke menara distilasi-02 untuk dilakukan pemurnian kembali. Dimana produk atas dari menara distilasi-02 berupa metanol 99,85% akan di *recycle* 50% menuju arus pemasukan metanol di reaktor dan 50% lagi dialirkan menuju tangki penyimpanan produk metanol jual. Kemudian produk bawah menara distilasi-02 yang mengandung sedikit metanol, air, dimetil adipat, monometil adipat dan asam adipat akan dialirkan menuju *water treatment process*.

3. Utilitas

Penyediaan air untuk unit utilitas di *supply* dari air sungai Bontang, Kalimantan Timur. Air digunakan sebagai air sanitasi, hydran dan air proses sebesar 3.665.801,84 kg/jam. Listrik disuplai dari Pembangkit Listrik Tenaga Gas Uap (PLTGU) Tanjung Batu sebesar 50 MW dan *dibackup* oleh Pembangkit Listrik Tenaga Gas Uap yang dimiliki oleh Bontang dengan pasokan kapasitas sebesar 25 MW. Jika terjadi pemadaman listrik, listrik disuplai menggunakan 37 buah generator. Kebutuhan unit utilitas dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kebutuhan Unit Utilitas

Unit Utilitas	Kebutuhan
Steam	1.167.918,68 kg/jam
Tenaga listrik	46.408,25 kW
Bahan bakar	1.521,14 liter/jam
Limbah	12.221,24 liter/jam

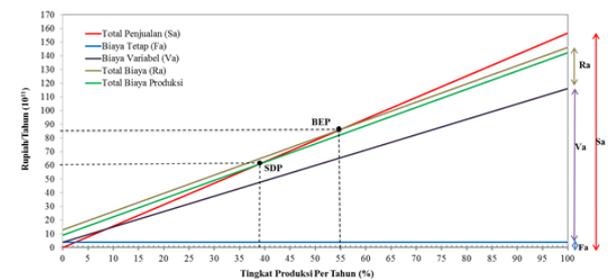
4. Analisa Ekonomi

Analisa ekonomi bertujuan untuk mengetahui apakah pabrik yang dirancang dapat menguntungkan atau tidak. Untuk itu pada perancangan pabrik dimetil adipat dibuat evaluasi atau penilaian yang ditinjau dengan beberapa aspek, sebagai berikut.

Tabel 4. Analisa Ekonomi (Aries dan Newton, 1955)

Analisa	Nilai	Batasan	Keterangan
ROI	24,90%	Min. 11%	Layak
POT	2,87 tahun	Max. 5 tahun	Layak
BEP	55%	40-60%	Layak
SDP	39%	20-40%	Layak

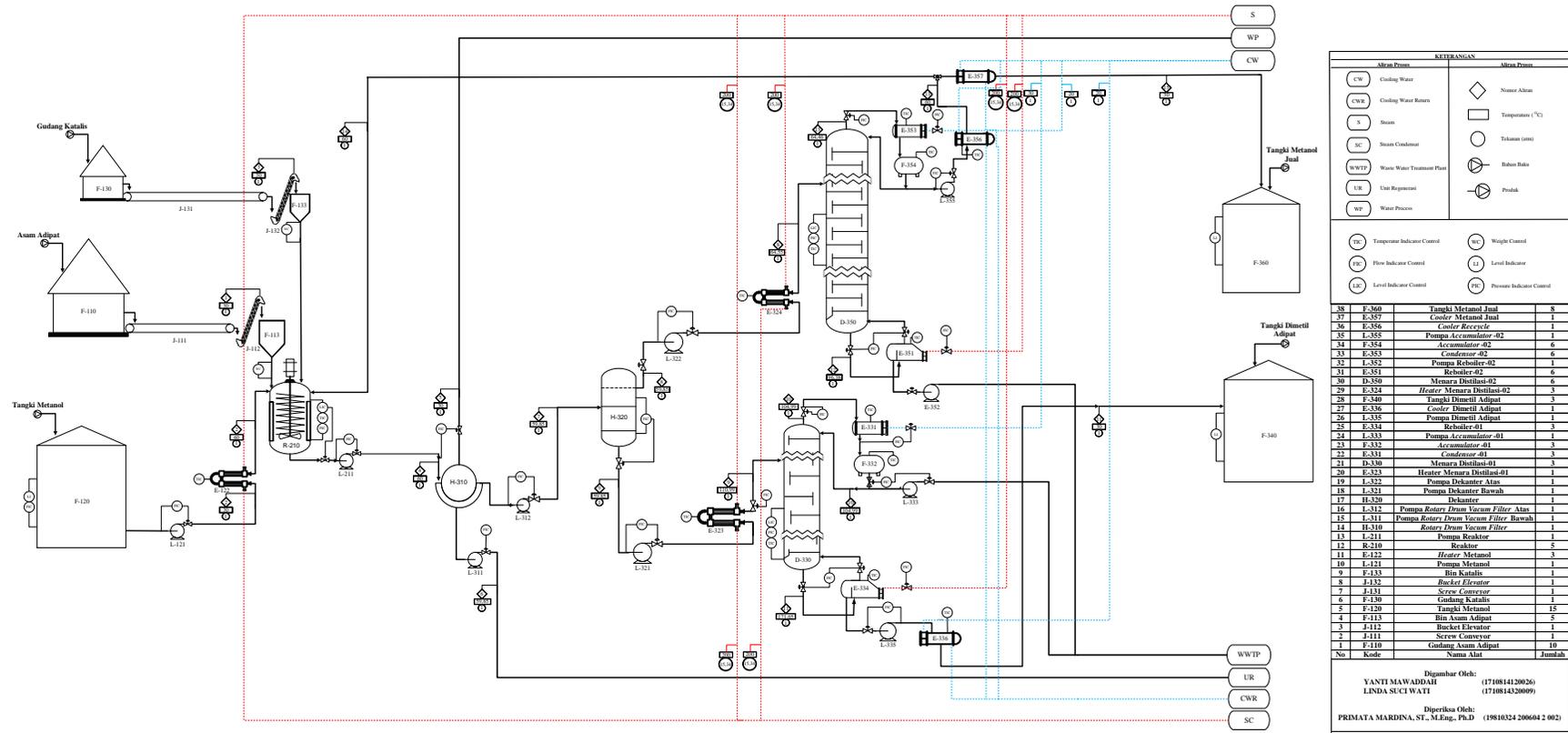
Berdasarkan data tersebut maka didapatkan grafik *Break Event Point* dan *Shut Down Point* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik *Break Event Point* dan *Shut Down Point* pada Analisa Ekonomi



**DIAGRAM ALIR PROSES**  
**PRARANCANGAN PABRIK DIMETIL ADIPAT DARI ASAM ADIPAT DAN METANOL DENGAN KATALIS AMBERLYST 35 WET**  
**MENGGUNAKAN PROSES ESTERIFIKASI KAPASITAS 300.000 TON/TAHUN**



No	Komposisi	Neraca Massa (kg/jam)														
		Aliran														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Asam Adipat	33892.09	-	-	135.57	-	0.01	135.56	-	135.56	-	-	135.56	-	-	-
2	Metanol	-	148568.05	-	134140.60	-	11.14	134129.46	-	134129.46	-	-	201.19	133928.27	66964.13	66964.13
3	Monometil Adipat	-	-	-	1849.67	-	0.15	1849.52	-	1849.52	-	-	1849.52	-	-	-
4	Dimetil Adipat	-	-	-	38218.85	-	3.17	38215.68	38177.46	38.22	381.77	37795.69	38.22	-	-	-
5	Air	67.92	223.19	-	8406.54	528.47	529.17	8405.85	8310.12	95.73	8227.01	83.10	95.59	0.14	0.007	0.007
6	Katalis	-	-	1509.93	1509.93	-	1509.93	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>Total</b>	<b>33960.01</b>	<b>148791.23</b>	<b>1509.93</b>	<b>184261.17</b>	<b>528.47</b>	<b>2053.58</b>	<b>182736.06</b>	<b>46487.58</b>	<b>136248.48</b>	<b>8608.79</b>	<b>37878.79</b>	<b>2320.07</b>	<b>133928.41</b>	<b>66964.21</b>	<b>66964.21</b>

**Gambar 2.** Diagram Alir Proses Prarancangan Pabrik Dimetil Adipat Kapasitas 300.000 ton/tahun



PROGRAM STUDI S1 TEKNIK KIMIA  
 FAKULTAS TEKNIK  
 UNIVERSITAS LAMBOUNG MANGKURAT  
 BANJARBARU  
 2021

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa maupun perhitungan maka pabrik dimetil adipat akan beroperasi pada kapasitas 300.000 ton/tahun. Pabrik ini direncanakan akan didirikan di Bontang Kalimantan Timur dengan luas tanah sebesar 50.144 m<sup>2</sup>. Bentuk perusahaan yang direncanakan adalah Perseroan Terbatas (PT) dengan sistem organisasi *line and staff* dan jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan sebanyak 170 orang. Berdasarkan analisa ekonomi didapat BEP dan SDP sebesar 55% dan 39%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pabrik ini layak untuk didirikan.

## Daftar Pustaka

- Alibaba.com. (2021): *Alibaba.com Official Site-Online Wholesale Supplier*.
- Aries, R.S. and Newton, R.D., 1955, “*Chemical Engineering Cost Estimation*”, Mc.Graw Hill Book Company Inc., New York.
- Comtrade, U. (2020): *Database Import Ekspor*.
- Chan, K. W., Tsai, Y. T., Lin, H. M. dan Lee, M. J. (2010b): Esterrification of Adipic Acid with Methanol Over Amberlyst 35. *Taiwan Institute of Chemical Engineering*. 41. 414-420
- Chen, H., Zhang, L., Huang, Y., Lu, J., Zhao, Z. dan Wang, X. (2019): Isobaric Vapor–Liquid Equilibrium of Three Binary Systems Containing Dimethyl Succinate, Dimethyl Glutarate and Dimethyl Adipate At 2, 5.2 And 8.3 Kpa. *The Journal of Chemical Thermodynamics*. 133. 100-110
- Coulson, J. M. and Richardson, J. F., 1983, “*Chemical Engineering*”, Volume 6, Pergamon Press, Oxford.
- Kern, D.Q., 1965, “*Process Heat Transfer*”, Mc.Graw Hill Book Company Inc., New York.
- Kesling, H. S., Jr., D. H., Lee, P. dan R. Zehner, D., Ohio (1980): *Preparation of Dimethyl Adipate by The Hydrogenation Of dimethyl Hex-3. End Oate*. Atlantic Richfield Company, Los Angeles, Calif. US
- Perry, R.H. and Green, D.W., 1984, “*Perry’s Chemical Engineers Hand Book*”, 7 ed., Mc.Graw Hill Book Company Inc., Singapore.
- Yaws, Carl. L., 1999, “*Chemical Properties Handbook*” Mc Graw Hill, New York.
- Brownell, L.E. and Young, E.H., 1959, “*Process Equipment Design*”, John Willey and Sons Inc., N

