

# PRARANCANGAN PABRIK DIMETHYL PHTHALATE DARI PHTHALIC ANHYDRIDE DAN METANOL KATALIS ASAM SULFAT DENGAN PROSES ESTERIFIKASI KAPASITAS 35.000 TON/TAHUN

Norlian Ledyana Sari<sup>1</sup>, Siti Saskia Zulaikha\*<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat  
Jalan A. Yani KM 35, Kampus Unlam Banjarbaru, Kalimantan Selatan

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

## Abstrak

*Dimethyl phthalate* dengan rumus  $C_{10}H_{10}O_4$  merupakan senyawa organik yang memiliki fase cair yang biasa digunakan sebagai zat pelunak, pelarut industri cat, dan perekat. Saat ini Indonesia masih meimpor *dimethyl phthalate*, hal ini dikarenakan belum ada pabrik *dimethyl phthalate* di Indonesia. Prarancangan pabrik *dimethyl phthalate* direncanakan di dirikan dengan kapasitas sebesar 35.000 ton/tahun dan rencana akan di dirikan pada tahun 2024 di lokasi Bontang, Kalimantan Timur dengan luas tanah 16.296 m<sup>2</sup>. Direncanakan pabrik ini beroperasi selama 330 hari/tahun dengan jumlah karyawan 167 orang.

Proses yang digunakan untuk pembuatan *dimethyl phthalate* adalah proses esterifikasi *phthalic anhydride* dan metanol dengan bantuan katalis asam sulfat. Reaktor yang digunakan merupakan Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) dengan kondisi operasi suhu 130 °C dan tekanan 3 atm yang bersifat endotermis (memerlukan panas). Keluaran dari reaktor kemudian dinetralkan dengan NaOH di netralizer kemudian dialirkan ke filter press untuk pemisahan filtrat dari *slurry*. dimana produk distilat dialirkan menuju *waste water treatment*, sedangkan produk *bottom* berupa *dimethyl phthalate* dengan kemurnian 99,95%. Unit utilitas merupakan unit pendukung dalam proses produksi pada pabrik ini meliputi air, *steam*, listrik, bahan bakar dan pengolahan limbah. Kebutuhan air sebesar 88.211,458 kg/jam diperoleh dari Sungai Guntung Bontang yang memiliki debit 400.680 m<sup>3</sup>/jam ([www.klikbontang.com](http://www.klikbontang.com)), sedangkan kebutuhan listrik yang diperlukan sebesar 644,868 kW disuplai dari PLN setempat dan memiliki cadangan energi dari generator.

Pabrik ini direncanakan sebagai perusahaan Perseroan Terbatas (PT). Berdasarkan hasil analisis ekonomi, pabrik ini membutuhkan modal investasi sebesar Rp 1.168.460.299.909,00,-. *Percent Return On Investment (ROI)* sebelum pajak sebesar 58% dan ROI sesudah pajak sebesar 38%. *Pay Out Time (POT)* sebelum pajak selama 1,5 tahun dan sesudah pajak 2,2 Tahun. Nilai *Break Even Point (BEP)* sebesar 48% dan *Shut Down Point (SDP)* sebesar 36%. Berdasarkan hasil analisis ekonomi tersebut menunjukkan bahwa pabrik *dimethyl phthalate* layak untuk didirikan.

**Kata kunci:** *Phthalic Anhydride*, Metanol, *Dimethyl Phthalate*, Asam Sulfat, Esterifikasi

## 1. Pendahuluan

Kebutuhan impor bidang kimia di Indonesia semakin meningkat seiring dengan bertambahnya waktu. Sehingga sektor industri kimia di Indonesia baik industri yang menghasilkan produk jadi maupun setengah jadi perlu lebih dikembangkan. Salah satu diantaranya yaitu *dimethyl phthalate*, senyawa organik yang memiliki fase cair yang biasa digunakan sebagai zat pelunak, pelarut industri cat, dan perekat. Diperkirakan kebutuhan *dimethyl phthalate* akan terus meningkat sedangkan pabrik yang memproduksi *dimethyl phthalate* di Indonesia belum ada hingga saat ini.

Bahan baku untuk produksi *dimethyl phthalate* adalah *phthalic anhydride* yang dapat dipenuhi oleh

PT. Petro Widada dan metanol oleh PT. Kaltim Metanol Indonesia.

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik, jumlah impor *dimethyl phthalate* di Indonesia dari tahun 2013-2018 dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 1** Data Impor *Dimethyl Phthalate*

| Tahun | Jumlah (Ton) |
|-------|--------------|
| 2013  | 2.354        |
| 2014  | 1.005        |
| 2015  | 1.149        |
| 2016  | 1.142        |
| 2017  | 1.390        |
| 2018  | 6.681        |





Berdasarkan data di atas, perkiraan jumlah kebutuhan *dimethyl phthalate* pada tahun 2024 dapat diperkirakan menggunakan perhitungan *discounted method* dengan rumus sebagai berikut (Peters, 1999) :

$$F = P (1+i)^n \quad \dots(1.1)$$

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan persamaan *discounted method* menunjukkan peluang kapasitas *dimethyl phthalate* yang akan didirikan tahun 2024 yaitu sebesar 35.000 ton/tahun.

## 2. Deskripsi Proses

### 2.1 Jenis-jenis Proses

Proses produksi *dimethyl phthalate* dapat dilakukan dengan 2 cara, yaitu esterifikasi dengan katalis homogeny dan esterifikasi dengan katalis heterogen. Perbandingan proses produksi *dimethyl phthalate* dapat dilihat pada tabel 2.

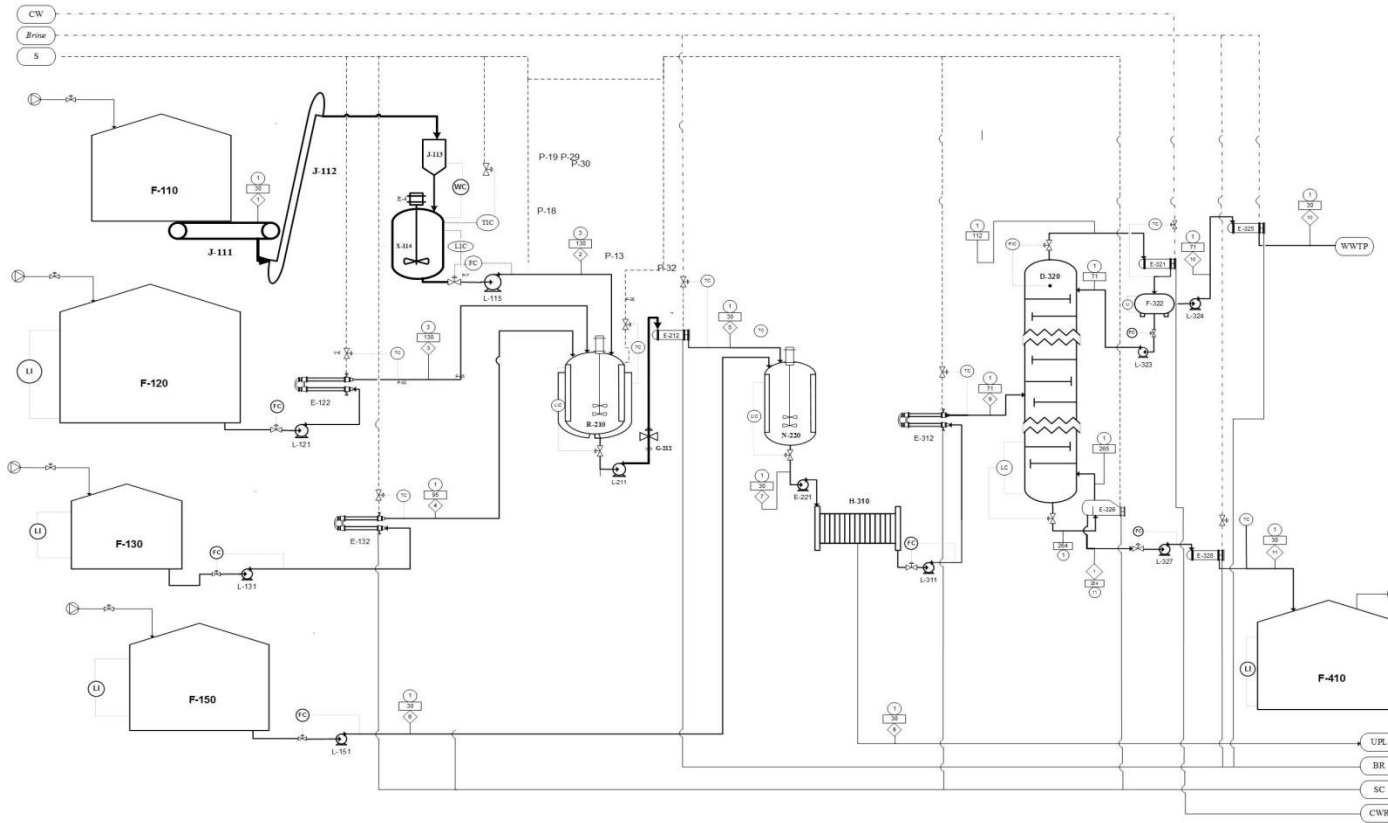
Tabel 2 Perbandingan Proses Produksi

| Parameter          | Homogen                           | Heterogen             |
|--------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| Jenis Katalis fase | Asam Sulfat cair                  | Sodium Bisulfat Padat |
| Suhu operasi       | 130 °C                            | 150-200 °C            |
| Konversi           | 95%                               | 90%                   |
| Waktu Reaksi       | 2.3 jam                           | 6 jam                 |
| Kelebihan          | Bahan di tersedia di dalam negeri | Bahan harus impor     |
| Kekurangan         | Korosif                           | Kurang ekonomis       |

Berdasarkan uraian Tabel 2 di atas, maka proses yang dipilih untuk produksi *dimethyl phthalate* adalah esterifikasi dengan katalis homogen yaitu asam sulfat



**PRARANCANGAN PABRIK DIMETHYL PHTHALATE DARI PHTHALIC ANHYDRIDE DAN METANOL DENGAN KATALIS ASAM SULFAT MELALUI PROSES ESTERIFIKASI KAPASITAS 35.000 TON/TAHUN**



| KOMPONEN                                      | NERACA MASSA (KG/JAM) |           |           |          |            |          |            |          |            |           |           |
|---|-----------------------|-----------|-----------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|-----------|-----------|
|   | Aliran 1              | Aliran 2  | Aliran 3  | Aliran 4 | Aliran 5   | Aliran 6 | Aliran 7   | Aliran 8 | Aliran 9   | Aliran 10 | Aliran 11 |
| C <sub>8</sub> H <sub>6</sub> O <sub>3</sub>  | 3622.4116             | 3622.4116 |           |          | 181.1206   |          | 181.1206   |          |            |           |           |
| CH <sub>3</sub> OH                            |                       |           | 7124.8638 |          | 5635.9647  |          | 5635.9647  | 112.7193 | 5523.2455  | 5521.0362 | 2.2092982 |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                |                       |           |           | 210.6466 | 210.6466   |          |            |          |            |           |           |
| C <sub>10</sub> H <sub>8</sub> O <sub>4</sub> |                       |           |           |          | 4511.6353  |          | 4511.6353  | 90.2327  | 4421.4026  | 2.2107    | 4419.1919 |
| H <sub>2</sub> O                              |                       |           | 145.4054  | 4.3571   | 568.3172   | 257.7085 | 903.4092   | 18.0682  | 885.3410   | 885.25249 | 0.0885341 |
| C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>  | 3.5000                | 3.5000    |           |          | 3.5000     |          | 3.5000     |          |            |           |           |
| NaOH  |                       |           |           |          |            | 171.8057 |            |          |            |           |           |
| Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>               |                       |           |           |          |            |          | 305.0687   | 305.0687 |            |           |           |
| Total   | 3625.9116             | 3625.9116 | 7270.2692 | 215.0037 | 11111.1845 | 429.5141 | 11540.6986 | 526.0889 | 10829.9891 | 6408.4993 | 4421.4898 |

| KETERANGAN |                               |  |                 |
|------------|-------------------------------|--|-----------------|
|            | Brine Water                   |  | Nama Aliran     |
|            | Brine Water Return            |  | Temperatur (°C) |
|            | Steam                         |  | Tekanan (atm)   |
|            | Stream Condensat              |  | Bahan Baku      |
|            | Cooling Water                 |  | Produk          |
|            | Waste Water Treatment Plant   |  |                 |
|            | Temperature Indicator Control |  | Level Control   |
|            | Pressure Indicator Control    |  | Level Indicate  |
|            | Flow Control                  |  | Weight Control  |

|          |           |                           |        |
|----------|-----------|---------------------------|--------|
| 32       | F-328     | TANGKI DIMETHYL PHTHALATE | 1      |
| 31       | E-327     | COOLER-02                 | 1      |
| 30       | L-326     | POMPA BOTTOM              | 1      |
| 29       | E-325     | REBOILER                  | 1      |
| 28       | L-324     | POMPA DISTILAT            | 1      |
| 27       | L-323     | POMPA ACCUMULATOR         | 1      |
| 26       | F-322     | ACCUMULATOR               | 1      |
| 25       | E-321     | KONDENSOR                 | 1      |
| 24       | D-320     | MENARA DISTILASI          | 1      |
| 23       | E-312     | HEATER-03                 | 1      |
| 22       | L-311     | POMPA FILTER PRESS        | 1      |
| 21       | H-210     | FILTER PRESS              | 1      |
| 20       | L-221     | POMPA NETRALIZER          | 1      |
| 19       | N-220     | NETRALIZER                | 1      |
| 18       | E-213     | COOLER-01                 | 1      |
| 17       | G-212     | EXPANDER                  | 1      |
| 16       | L-211     | POMPA REAKTOR             | 1      |
| 15       | R-210     | REAKTOR                   | 1      |
| 14       | L-151     | POMPA NATRIUM HIDROKSIDA  | 1      |
| 13       | F-150     | TANGKI NATRIUM HIDROKSIDA | 1      |
| 12       | E-142     | HEATER-02                 | 1      |
| 11       | L-141     | POMPA ASAM SULFAT         | 1      |
| 10       | F-140     | TANGKI ASAM SULFAT        | 1      |
| 9        | E-132     | HEATER-01                 | 1      |
| 8        | L-121     | POMPA METANOL             | 1      |
| 7        | F-120     | TANGKI METANOL            | 1      |
| 6        | L-115     | POMPA MELTER              | 1      |
| 5        | X-114     | MELTER                    | 1      |
| 4        | J-113     | HOPPER                    | 1      |
| 3        | J-112     | BUCKET ELEVATOR           | 1      |
| 2        | J-111     | BELT CONVEYOR             | 1      |
| 1        | F-110     | GUDANG PHTHALIC ANHYDRIDE | 1      |
| NO. KODE | NAMA ALAT |                           | JUMLAH |

Digambar Oleh :  
**NORLIAN LEDYANA SARI (H1D115208)**  
**SETI SASKIA ZULAIKHA (H1D115214)**

Dosen Pembimbing :  
**HESTI WIDAYANTI, ST., M.Eng., Ph.D (H1D115214)**  
 NIP. 1980052920080121003

**FLOW SHEET**  
 PRARANCANGAN PABRIK DIMETHYL PHTHALATE DARI PHTHALIC ANHYDRIDE DAN METANOL DENGAN KATALIS ASAM SULFAT MELALUI PROSES ESTERIFIKASI KAPASITAS 35.000 TON/TAHUN

PROGRAM STUDI TEKNIK kimia  
 FAKULTAS TEKNIK  
 UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
 SURABAYA  
 2020

Gambar 1 Process Flow Diagram



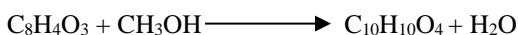
Proses pembuatan *dimethyl phthalate* ini dilakukan dengan beberapa tahap, yaitu :

a. Persiapan Bahan Baku

*Phthalic anhydride* dari gudang penyimpanan (F-110) yang berfase padat terlebih dahulu dilelehkan ke dalam *melter* (X-114) kondisi tekanan 1 atm dan suhu 130 °C. Kemudian lelehan dari *phthalic anhydride* dipompa untuk dinaikkan tekanan menjadi 3 atm menuju reaktor. Metanol dari tangki penyimpanan (F-120) yang berfase cair juga dipompa untuk dinaikkan tekanan menjadi 3 atm kemudian dipanaskan *heater* E-132) hingga mencapai suhu reaksi yaitu 130 °C yang kemudian menuju reaktor. Asam sulfat sebagai katalis dari tangki penyimpanan (F-140) yang semula kondisi atmosferis dipompa menuju reaktor yang sebelumnya tekanan dan suhunya dinaikkan terlebih dahulu menjadi 3 atm dan 130 °C.

b. Reaksi Pembentukan

Reaksi pembuatan *dimethyl phthalate* dalam reaktor ada fase cair-cair. Reaktor yang digunakan adalah reaktor alir tangki berpengaduk (R-210). Reaktor beroperasi dengan kondisi operasi tekanan 3 atm dan suhu 130 °C. Bahan baku *phthalic anhydride* dan metanol diumpangkan menuju reaktor dengan perbandingan mol 1:2. Katalis yang digunakan adalah asam sulfat. Konversi yang dihasilkan adalah 95 %..



c. Pemurnian Produk

Produk keluaran reaktor dialirkan menuju netralizer (N-220). Netralizer berfungsi untuk menetralkan asam sulfat dengan menggunakan NaOH sebagai penetral. NaOH dipompa dari tangki penyimpanan (F-150) pada suhu 30 °C dan tekanan 1 atm menuju netralizer. Reaksi yang terjadi di netralizer adalah sebagai berikut:



Hasil produk netralizer yang terdiri dari *dimethyl phthalate*, air, metanol, *maleic anhydride*, *phthalic anhydride* dan natrium sulfat diumpangkan ke *filter press* (H-310). Fungsi *filter press* adalah untuk memisahkan produk dari garam-garamnya (natrium sulfat, *phthalic anhydride* dan *maleic anhydride*). Hasil dari *filter press* diumpangkan ke Menara distilasi (D-320). Sedangkan hasil *cake* dari *filter press* dikirim ke Unit Pengolahan Limbah (UPL). Menara distilasi bertujuan untuk memurnikan produk *dimethyl phthalate* sehingga memiliki kemurnian yang lebih tinggi (97%). Produk bawah Menara

distilasi berupa *dimethyl phthalate* kemudian didinginkan terlebih dahulu sebelum disimpan ke dalam tangki penyimpanan produk (F-410). Produk atas menara distilasi yaitu metanol, air dan sebagian kecil *dimethyl phthalate* dialirkan menuju *Waste Water Treatment Plant*

### 3. Utilitas

Sumber air untuk pabrik *dimethyl phthalate* diperoleh dari Sungai Guntung Bontang yang memiliki debit 400.68 m<sup>3</sup>/jam ([www.klikbontang.com](http://www.klikbontang.com)). Air yang digunakan sebesar 88.211.458 kg/jam. Pembangkit listrik disuplai dari PLN setempat dan memiliki cadangan energi dari generator. Kebutuhan total utilitas yang diperlukan pada operasi pabrik *dimethyl phthalate* dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 3.** Kebutuhan Utilitas Pabrik *Dimethyl Phthalate*

| Kebutuhan     | Jumlah             |
|---------------|--------------------|
| Steam         | 6163,528 kg/jam    |
| Brine Water   | 70038,6593 kg/jam  |
| Air Pendingin | 7,4556 kg/jam      |
| Listrik       | 644,868 kW         |
| Bahan Bakar   | 100,5573 liter/jam |

### 4. Analisis Ekonomi

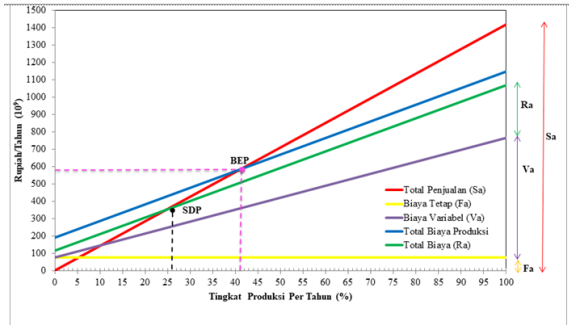
Mengetahui keuntungan yang diperoleh tergolong besar atau kecil dan pabrik tersebut dapat dikategorikan layak atau tidak untuk didirikan perlu dilakukannya analisis ekonomi. Adapun hasil analisis ekonomi pabrik *Dimethyl Phthalate* dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 4.** Analisa Ekonomi

| Analisa | Nilai   | Batasan    | Ket   |
|---------|---------|------------|-------|
| ROI     | 36%     | Min. 11%   | Layak |
| POT     | 2,2 thn | Max. 5 thn | Layak |
| BEP     | 48%     | 40-60%     | Layak |
| SDP     | 36%     | 20-40%     | Layak |

*Return On Investment* (ROI) adalah keuntungan yang dihasilkan dari investasi yang dikeluarkan. *Pay Out Time* (POT) adalah waktu pengembalian modal yang dihasilkan berdasarkan keuntungan yang dicapai. *Break Even Point* (BEP) adalah titik impas atau suatu kondisi dimana pabrik menunjukkan biaya dan penghasilan jumlahnya sama atau tidak untung dan tidak rugi. *Shut Down Point* (SDP) adalah saat dimana penentuan suatu aktivitas produksi harus dihentikan karena lebih murah untuk menutup pabrik dan membayar *Fixed Expense* (Fa) dibandingkan harus produksi. Grafik analisa kelayakan ekonomi pabrik *dimethyl phthalate* dapat dilihat pada gambar berikut:





**Gambar 2.** Grafik BEP dan SDP

## 5. Kesimpulan

Prarancangan Pabrik *Dimethyl Phthalate* dari *Phthalic Anhydride* dan Metanol Katalis Asam Sulfat dengan Proses Esterifikasi akan berdiri di daerah Bontang, Provinsi Kalimantan Timur, didirikan pada tahun 2024 dengan kapasitas 35.000 ton/tahun. Bentuk perusahaan yang direncanakan yaitu Perseroan Terbatas (PT) dan bentuk organisasi yaitu garis dan staf dengan jumlah tenaga kerja yang diperlukan yaitu 167 orang. Dari analisa ekonomi didapatkan nilai ROI sebesar 26%, POT sebesar 2,2 tahun, BEP sebesar 48% dan SDP sebesar 36%. Sehingga pabrik *dimethyl phthalate* ini layak untuk didirikan dan dapat diteruskan ke tahap perencanaan pabrik.

## Daftar Pustaka

- Badan Pusat Statistika Indonesia. 2018. *Data Ekspor-Impor*. <http://www/bps.go.id>. Diakses tanggal 10 Desember 2018.
- Perry, R. H. 1999. *Perry's Chemical Engineers Handbook*, edited by D. W. Green and J. O. H. Maloney. New York: The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Peters and Timmerhouse. 1991. *Plants Design and Economics for Chemical Engineering 4<sup>th</sup> Edition*. McGraw-Hill Inc. Singapore.
- Ullmann. 1996. *Ullmann's Encyclopedia og Industry Chemistry 5<sup>th</sup> Edition*. Weinhem Willey-Vch Verlag GmbH & co KgaA. Germany.
- Yaws, Carl. 1999. *Chemical Properties Hand Book*. Lamar University Beaumont. Texas.

