

# PRARANCANGAN PABRIK AMIL ALKOHOL DARI AMIL KLORIDA DAN NATRIUM HIDROKSIDA DENGAN KATALIS SODIUM OLEAT MELALUI PROSES HIDROLISIS KAPASITAS 10.000 TON/TAHUN

Riska Fitriani\*, Muhammad Dody Isnaini

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

\*Corresponding Author: rizkaffitri@gmail.com

## Abstrak

Saat ini industri kimia di Indonesia semakin berkembang. Namun masih banyak bahan kimia yang harus diimpor dari negara lain salah satunya Amil Alkohol. Sedangkan kebutuhan Amil Alkohol di Indonesia sangat besar. Prarancangan pabrik Amil Alkohol direncanakan didirikan dengan kapasitas 10.000 ton/tahun di Tangerang, Banten dengan luas tanah 8.690 m<sup>2</sup>. Direncanakan pabrik ini akan beroperasi selama 330 hari/tahun dan jumlah karyawan 135 orang.

Proses yang digunakan pada pembuatan pabrik ini yaitu proses hidrolisis dengan mereaksikan amil klorida dengan natrium hidroksida dan sodium oleat sebagai katalis. Reaktor yang digunakan berupa *Continuous Stirred Tank Reactor* (CSTR) dengan konversi 95% pada kondisi operasi 100°C dan tekanan 1 atm. Proses pemurnian menggunakan alat *vaporizer* dengan hasil produk utama Amil Alkohol dengan kemurnian 96% dan produk samping Amilen 99,99%. Unit utilitas sebagai unit pendukung dalam proses produksi pada pabrik ini meliputi air, *steam*, listrik, bahan bakar dan pengolahan limbah.

Hasil analisis ekonomi menunjukkan bahwa pabrik ini membutuhkan modal tetap sebesar Rp 357.492.265.265,- dan modal kerja sebesar Rp 656.309.560.301,- keuntungan rata-rata selama 10 tahun sebelum pajak sebesar Rp 194.732.678.467,- dan keuntungan sesudah pajak sebesar Rp 126.576.241.004,-. Analisa untuk kelayakan berupa *Percent Return On Investment* (ROI) sesudah pajak sebesar 35% dan ROI sebelum pajak sebesar 54%. *Pay Out Time* (POT) setelah pajak selama 2,11 tahun dan sebelum pajak 1,5 Tahun. Nilai *Break Even Point* (BEP) sebesar 47% Dan *Shut Down Point* (SDP) sebesar 29%. Dari hasil analisis ekonomi tersebut menunjukkan bahwa paabrik ini layak untuk didirikan.

Kata kunci: Amil Alkohol, Amilen, Hidrolisis, Konversi.

## 1. Pendahuluan

Indonesia saat ini merupakan negara berkembang, sehingga perlu dilakukan usaha-usaha baru untuk meningkatkan perekonomian. Salah satunya yaitu industri kimia. Industri kimia merupakan salah satu industri yang mempunyai prospek yang cukup bagus. Sampai saat ini bahan kimia yang masih diimpor dari negara lain adalah amil alkohol. Mengingat kebutuhan amil alkohol yang besar karena amil alkohol sangat potensial untuk di produksi di Indonesia terkait kegunaannya sebagai pelarut dan bahan baku antara pada berbagai industri kimia, seperti industri cat, kosmetik, dan lain-lain sedangkan pabrik yang menghasilkan amil alkohol saat ini belum ada di Indonesia.

Tabel 1. Kebutuhan Import C<sub>5</sub>H<sub>10</sub>OH di Indonesia

| No.                   | Tahun | Jumlah (ton) | Pertumbuhan (%) |
|-----------------------|-------|--------------|-----------------|
| 1                     | 2011  | 6.570,010    | 0               |
| 2                     | 2012  | 6.954,347    | 5,526           |
| 3                     | 2013  | 7.010,550    | 0,802           |
| 4                     | 2014  | 7.565,375    | 7,334           |
| 5                     | 2015  | 7.754,129    | 2,434           |
| 6                     | 2016  | 7.942,883    | 2,376           |
| Pertumbuhan Rata-rata |       |              | 3,079           |

Dengan menggunakan metode persamaan garis lurus, didapatkan persamaan:  $y = 280,53x - 557547$  dengan nilai  $R^2 = 0,9657$

Sehingga, dapat dihitung kebutuhan amil alkohol dalam negeri pada tahun 2023 sebesar:

$$y = (280,53 \times 2023) - 557547$$

$$y = 9.965,19 \text{ ton/tahun}$$



Berdasarkan perhitungan yang didapat, Pabrik Amil Alkohol direncanakan didirikan dengan kapasitas 10.000 ton/tahun di Tangerang, Banten.

## 2. Deskripsi Proses

### 2.1 Jenis-Jenis Proses

Proses pembuatan amil alkohol secara komersil dapat melalui beberapa cara yaitu:

- A. Proses Fermentasi
- B. Proses Oxo
- C. Proses Hidrolisis

Berdasarkan ketiga uraian proses di atas dipilih proses hidrolisis dengan pertimbangan sebagai berikut:

1. Proses hidrolisis menghasilkan amil alkohol dengan jumlah yang optimal.

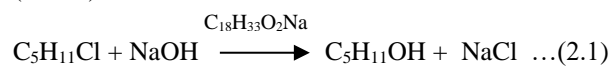
| Komponen        | Jenis Proses  |   |   |
|-----------------|---|---|---|
|                 | Fermentasi  | Oxo   | Hidrolisis  |
| Kondisi Operasi | ▪ 20-35 °C  | ▪ 150-180 °C  | ▪ 90-180 °C   |
| ▪ Suhu          | ▪ 1 atm   | ▪ 340 atm   | ▪ 1 atm   |
| ▪ Tekanan       |   |   |   |
| Katalis         |   | ▪ Ni<br>▪ Co<br>▪ Cu-ZnO                                    | ▪ C <sub>18</sub> H <sub>33</sub> NaO <sub>2</sub>  |
| Konversi        | 60%   | 95%   | 95%   |
| Waktu reaksi    | 28-72 jam   |   | 1 jam   |
| Keuntungan      | ▪ Bahan baku relatif murah dan mudah didapat<br>▪ Proses sederhana<br>▪ Lahan yang dibutuhkan relatif kecil | ▪ Konversi besar  | ▪ Konversi besar<br>▪ Proses sederhana<br>▪ Kondisi operasi tidak ekstrim<br>▪ Peralatan yang dipakai relatif murah |
| Kerugian        | ▪ Sulit untuk menjaga konsistensi produk<br>▪ Kemurniannya sangat rendah                                    | ▪ Kondisi operasi ekstrim<br>▪ Bahan yang digunakan korosif | ▪ Bahan baku amil klorida harus di impor  |

2. Kondisi operasi rendah karena proses berjalan pada tekanan 1 atm dan suhu 100 °C sehingga memiliki tingkat risiko yang lebih rendah.
3. Harga bahan baku berupa amil klorida \$ 2.800/ton, NaOH \$ 1.402/ton dan produk berupa amil alkohol \$ 11.500/ton, sehingga memiliki potensial ekonomi yang tinggi.
4. Peralatan yang digunakan relatif lebih murah karena tekanan operasi yang rendah, yaitu 1 atm.

### 2.2 Uraian Proses

Amil klorida 98% disimpan dalam tangki (F-110) pada suhu 30 °C dan tekanan 1 atm dialirkan dengan pompa (L-111) ke dalam Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) (R-210) yang sebelumnya dipanaskan dengan *heater* (E-112) sampai suhu 100 °C. Bahan baku natrium hidroksida 40% yang disimpan dalam tangki (F-130) diumpankan dengan pompa (L-131) ke dalam RATB (R-210) yang dipanaskan terlebih dahulu menggunakan *heater* (E-132) hingga mencapai suhu reaksi 100 °C. Kemudian katalis sodium oleat 90% sebanyak 0,085 v/v dari tangki (F-120) diumpankan dengan pompa (L-121) menuju reaktor (R-210).

Reaksi berlangsung secara isothermal, suhu 100 °C, 1 atm, selama 1 jam dan menghasilkan panas (eksotermis) dengan konversi 95%. Reaksi yang terjadi dalam reaktor (R-210) adalah:



Amil klorida yang tidak bereaksi terdekomposisi menjadi amilen (C<sub>5</sub>H<sub>10</sub>) pada kondisi yang sama, dengan penguraian:



Sebelum masuk ke dalam dekanter (H-310), produk dimasukkan terlebih dahulu ke dalam *mixer* (M-220) dan ditambahkan air yang bertujuan mencegah terjadinya penggumpalan atau pengkristalan natrium klorida yang akan keluar dari dekanter (H-310).

Produk yang keluar dari *mixer* (M-220) dialirkan ke dekanter (H-310). Di dalam dekanter (H-310) terjadi pemisahan antara fase ringan dan fase berat, karena adanya perbedaan densitas antara fase berat dan fase ringan. Fase ringan berupa amilen, amil klorida dan amil alkohol dan fase berat berupa air, natrium klorida, natrium hidroksida, sodium oleat, amilen, amil klorida dan amil alkohol. Fase berat selanjutnya dialirkan dalam unit pengolahan limbah sebagai produk bawah dan fase ringan dilanjutkan untuk proses pemurnian. Produk atas dekanter yang berupa fase ringan dipanaskan dengan



heater (E-312) untuk mencapai suhu pada kondisi cair jenuh sebagai umpan *vaporizer* (V-320). Produk atas *vaporizer* (V-320) yaitu amilen dengan kemurnian 99,99%, selanjutnya didinginkan dengan *cooler* (E-321) dan disimpan dalam tangki penyimpanan produk (F-322) dengan kondisi 30 °C dan tekanan 1 atm. Hasil bawah *vaporizer* (V-320) berupa produk akhir amil alkohol didinginkan hingga suhu 30 °C dengan *cooler* (E-324)

dan disimpan dalam tangki penyimpanan amil alkohol (F-325) dengan kemurnian 96%.

Reaksi pembentukan amil alkohol bersifat eksotermis yang ditandai dengan  $\Delta H_f$  bernilai negatif. Berikut tinjauan termodinamika, dapat diketahui suatu reaksi eksotermis atau endotermis dengan data dan perhitungan ditunjukkan Tabel 2-4 (Coulson, 2005).

Tabel 2. Entalpi pembentukan reaktan pada 298 K

| Komponen                          | Massa<br>(kg/jam) | n<br>(mol) | Hf<br>(kJ/mol) | Hf<br>(kJ)      |
|-----------------------------------|-------------------|------------|----------------|-----------------|
| C <sub>5</sub> H <sub>11</sub> Cl | 1609.476          | 15.100     | -174.89        | -2640.83        |
| NaOH                              | 603.968           | 15.100     | -425.60        | -6426.55        |
| <b>Total</b>                      | <b>2213.445</b>   |            |                | <b>-9067.38</b> |

Tabel 3. Entalpi pembentukan reaktan reaksi samping pada 298 K

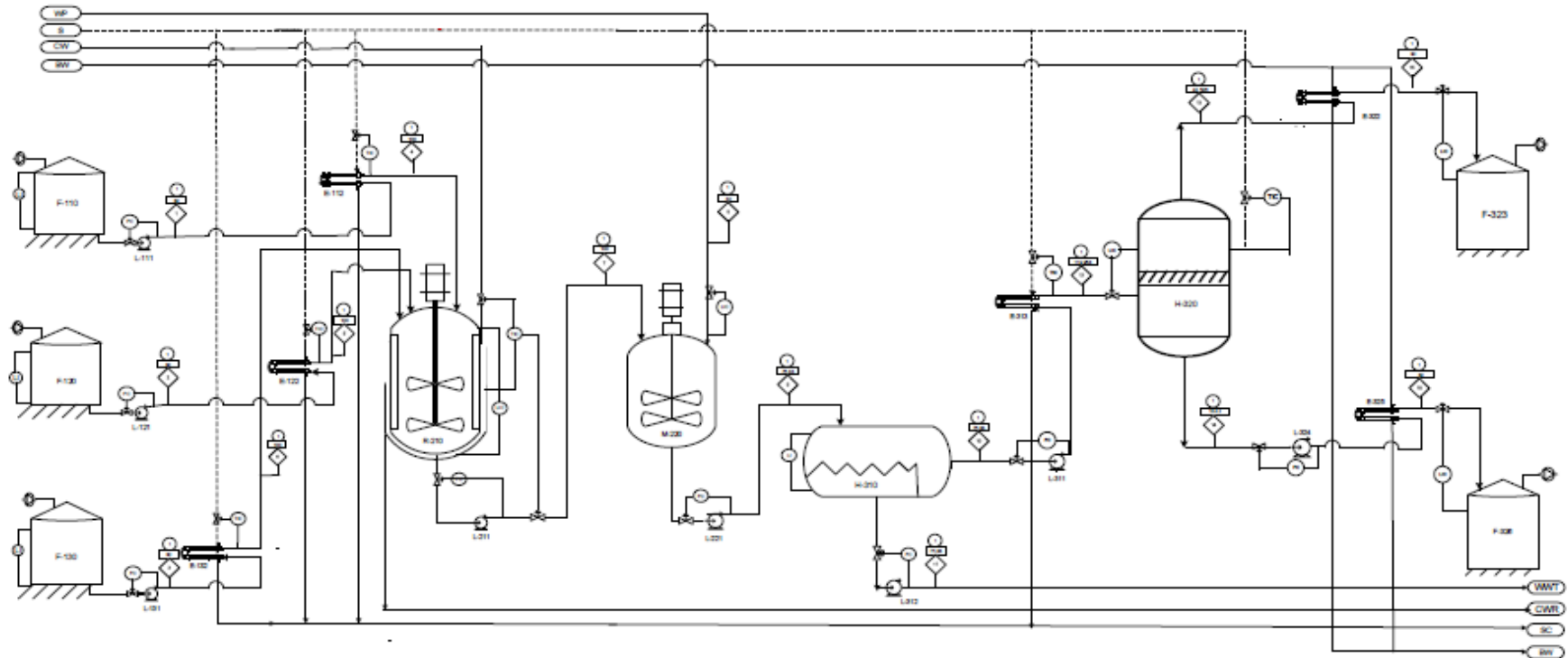
| Komponen                          | Massa<br>(kg/jam) | n<br>(mol) | Hf<br>(kJ/mol) | Hf<br>(kJ)     |
|-----------------------------------|-------------------|------------|----------------|----------------|
| C <sub>5</sub> H <sub>11</sub> Cl | 80.4738           | 0.7550     | -174.89        | -132.04        |
| <b>Total</b>                      |                   |            |                | <b>-132.04</b> |

Tabel 4. Entalpi pembentukan produk pada 298 K

| Komponen                          | Massa<br>(kg/jam) | n<br>(mol) | Hf<br>(kJ/mol) | Hf<br>(kJ)    |
|-----------------------------------|-------------------|------------|----------------|---------------|
| C <sub>5</sub> H <sub>11</sub> OH | 1264.4526         | 14.345     | -302.380       | -4337.6       |
| NaCl                              | 838.3206          | 14.345     | -411.200       | -5898.6       |
| C <sub>5</sub> H <sub>10</sub>    | 50.301            | 0.7172     | -20.920        | -15.00        |
| <b>Total</b>                      |                   |            |                | <b>-10251</b> |



**PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM**  
**PRARANCANGAN PABRIK AMIL ALKOHOL DARI AMIL KLORIDA DAN NATRIUM HIDROKSIDA DENGAN**  
**KATALIS SODIUM OLEAT DENGAN PROSES HIDROLISIS KAPASITAS 10.000 TON/TAHUN**



| Komponen            | NERACA MASSA (KILOGRAM) |               |                  |                  |               |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                |                  |                |                  |
|---------------------|-------------------------|---------------|------------------|------------------|---------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|----------------|------------------|----------------|------------------|
|                     | Araa 1                  | Araa 2        | Araa 3           | Araa 4           | Araa 5        | Araa 6           | Araa 7           | Araa 8           | Araa 9           | Araa 10          | Araa 11          | Araa 12          | Araa 13        | Araa 14          | Araa 15        | Araa 16          |
| $C_2H_5Cl$          | 1482,2777               |               |                  | 1482,2777        |               |                  | 4,2207           |                  | 4,2207           | 4,2207           | 4,2207           | 4,2207           | 4,2207         | 4,2207           | 4,2207         | 4,2207           |
| $C_2H_5OH$          | 32,8219                 |               |                  | 32,8219          |               |                  | 32,8219          |                  | 32,8219          | 32,8219          | 32,8219          | 32,8219          | 32,8219        | 32,8219          | 32,8219        | 32,8219          |
| $NaOH$              |                         |               | 256,4263         |                  |               | 256,4263         | 81,2962          |                  | 81,2962          | 81,2962          | 81,2962          | 81,2962          | 81,2962        | 81,2962          | 81,2962        | 81,2962          |
| $H_2O$              |                         |               | 994,2574         |                  |               | 994,2574         | 994,2574         | 1234,3999        | 2219,2573        | 2219,2573        | 2219,2573        | 2219,2573        | 2219,2573      | 2219,2573        | 2219,2573      | 2219,2573        |
| $C_{18}H_{33}NaO_2$ |                         | 0,1408        |                  |                  | 0,1408        |                  | 0,1408           |                  | 0,1408           | 0,1408           | 0,1408           | 0,1408           | 0,1408         | 0,1408           | 0,1408         | 0,1408           |
| $C_{18}H_{33}NaO_2$ |                         | 0,2179        |                  |                  | 0,2179        |                  | 0,2179           |                  | 0,2179           | 0,2179           | 0,2179           | 0,2179           | 0,2179         | 0,2179           | 0,2179         | 0,2179           |
| $C_2H_5OH$          |                         |               |                  |                  |               |                  | 130,2076         |                  | 130,2076         | 1215,7911        | 45,7962          | 1215,7911        | 1215,7911      | 1215,7911        | 1215,7911      | 1215,7911        |
| $NaCl$              |                         |               |                  |                  |               |                  | 827,6941         |                  | 827,6941         | 827,6941         | 827,6941         | 827,6941         | 827,6941       | 827,6941         | 827,6941       | 827,6941         |
| $C_2H_5Cl$          |                         |               |                  |                  |               |                  | 30,2631          |                  | 30,2631          | 30,2631          | 30,2631          | 30,2631          | 48,2105        | 18,2105          | 48,2105        | 18,2105          |
| $H_2O$              |                         |               |                  |                  |               |                  | 36,1299          |                  | 36,1299          | 36,1299          | 36,1299          | 36,1299          | 36,1299        | 36,1299          | 36,1299        | 36,1299          |
| <b>Total</b>        | <b>1482,2777</b>        | <b>0,1787</b> | <b>1441,8987</b> | <b>1441,8987</b> | <b>0,1787</b> | <b>1441,8987</b> | <b>2282,2796</b> | <b>1234,3999</b> | <b>4514,7699</b> | <b>1302,8268</b> | <b>2223,3031</b> | <b>1302,8268</b> | <b>48,2105</b> | <b>1262,6262</b> | <b>48,2105</b> | <b>1262,6262</b> |

Gambar 1. Process Flow Diagram

### 3. Utilitas

Dalam suatu pabrik utilitas merupakan suatu hal penting yang berfungsi menyediakan kebutuhan steam, bahan bakar, listrik, dan air. Sumber air pabrik Amil Alkohol diperoleh dari Sungai Cisadane yang Pembangkit listrik utama pabrik menggunakan suplai listrik dari PLTU Tangerang sebesar 153,06 kWh. Selain itu sebagai cadangan disediakan Generator untuk memenuhi kebutuhan listrik. Kebutuhan utilitas pabrik dapat dilihat di tabel 5.

Tabel 5. Kebutuhan Utilitas

| Kebutuhan   | Jumlah (Kg/Jam) |
|-------------|-----------------|
| Steam       | 3.079,5694      |
| Air Total   | 7.849,0150      |
| Bahan Bakar | 378,2233        |

### 4. Analisis Ekonomi

Berdasarkan perhitungan yang didapatkan untuk mendirikan Pabrik Amil Alkohol biaya yang dibutuhkan dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Tota Biaya Pendirian Pabrik

| Jenis Biaya | Jumlah (Rp)       |
|-------------|-------------------|
| FCI         | 357.492.265.265   |
| TCI         | 656.309.560.301   |
| TPC         | 1.458.841.113.006 |
| WCI         | 273.641.783.398   |

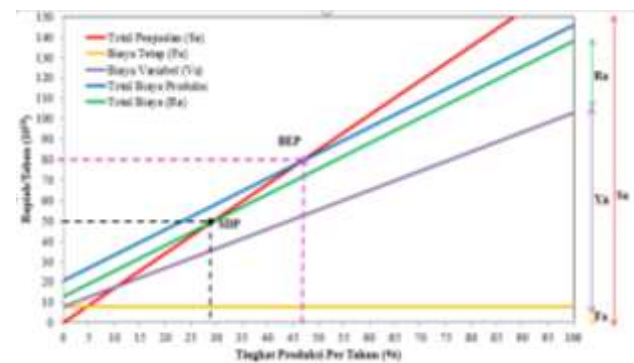
Untuk dapat mengetahui besar keuntungan yang diperoleh, agar dapat dikategorikan apakah pabrik tersebut berpotensi untuk didirikan atau tidak maka dilakukan analisa atau evaluasi kelayakan ekonominya. Beberapa faktor yang digunakan untuk menyatakan kelayakan ekonomi dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Analisis Ekonomi

| Analisa Kelayakan | Nilai   | Batasan        | Ket   |
|-------------------|---------|----------------|-------|
| ROI               | 35%     | Minimal 11%    | Layak |
| POT               | 2,1 thn | Maksimal 5 thn | Layak |
| IRR               | 18,10%  | >12%           | Layak |
| BEP               | 47%     | 40%-60%        | Layak |
| SDP               | 29%     | 20%-40%        | Layak |

*Return on investment* merupakan tingkat keuntungan yang diperoleh dari nilai investasi yang akan dikeluarkan. Semakin besar nilai yang diperoleh, maka keadaan perusahaan akan semakin baik. POT adalah pengembalian modal yang diinvestasikan. IRR adalah tingkat bunga yang dapat mempengaruhi *net*

*present value* (NPV) sama dengan nol. Pabrik layak didirikan dan akan untung jika IRR yang didapat lebih besar dari bunga bank. Dari hasil perhitungan, nilai bunga bank yang didapat untuk melunasi modal pinjaman bank dalam waktu 10 tahun adalah 18,10%. SDP merupakan titik penentuan kegiatan produksi lebih baik dihentikan daripada diteruskan beroperasi. BEP adalah dimana dalam suatu kondisi di mana suatu pabrik tidak untung ataupun rugi. Grafik analisis ekonomi pabrik Amil Alkohol dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik BEP dan SDP

### 5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa ekonomi dapat disimpulkan bahwa pabrik Amil Alkohol dari Amil Klorida dan Natrium Hidroksida dengan Katalis Sodium Oleat melalui Proses Hidrolisis Kapasitas 10.000 ton/tahun ini layak untuk didirikan.

### Ucapan Terimakasih

- Terima Kasih Kepada Iryanti Fatyasari Nata., S.T., M.T., Ph.D sebagai Dosen Pembimbing.
- Terima Kasih Kepada seluruh Dosen dan Staff Teknik Kimia UNLAM.
- Terima Kasih kepada teman-teman angkatan 2014.
- Terima Kasih kepada seluruh pihak yang membantu selama pengerjaan tugas akhir ini.





## Daftar Pustaka

- Ayres, E. Eugene. 1929, "Amyl Alcohols from the Pentanes", Industrial and Engineering Chemistry. The Sharples Solvent Corporation, Philadelphia, PA.
- Badan Pusat Statistik Indonesia. 2016. *Data Ekspor-Impor Menurut Komoditi*. [www.bps.go.id](http://www.bps.go.id)  
Diakses pada tanggal 5 Februari 2018
- Brownell, Llyod E and Edwin H.Y. 1959. *Process Equipment Design*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Faith, W.L., Keyes, D.B and Clark, R.L., 1975, "Industrial Chemistry", John Wiley and Sons, London.
- Kern, D.Q. 1965. *Process Heat Transfer*. New York: Mc.Graw Hill.
- Ketta, John, 1990. *Encyclopedia Chemical Process and Design*. Marchell Dekker Inc., New York.
- Kirk-Othmer. 1981. *Encyclopedia of Chemical Technology Vol.19*. John Wiley & Sons inc. New York.
- Mc.Cabe. JF. Walls. A. 1993. *Applied Dental Material*. Singapore: Blackwell Publishing.
- Perry, R.H. & Don Green. 1984. *Chemical Engineer's Hand Book, 6<sup>th</sup>ed*. McGraw-Hill Book Co. Tokyo.
- Smith, J.M, H.C Van Ness and M.M Abbott. 2005. *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics Seventh Edition*. New York: Mc Graw Hill.
- Treybal, R.E. 1981. *Mass Transfer Operation Third Edition*. Singapore: McGraw Hill Book Company.
- Ulrich, G.D. 1984. *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*. New York: John Willey and Sons.
- Walas, S.M., 1990, "Chemical Process Equipment (Selection and Design)", Buterworth-Heineman, USA.
- Yaws, Carl L., 1999, "Chemical Properties Handbook" Mc Graw Hill, New York.
- [www.chemnet.com](http://www.chemnet.com)
- [www.engineeringtoolbox.com](http://www.engineeringtoolbox.com)
- [www.molbase.com](http://www.molbase.com)
- [www.sciencelab.com](http://www.sciencelab.com)
- [www.sigmaaldrich.com](http://www.sigmaaldrich.com)



