

**NASKAH PUBLIKASI**

**PRARANCANGAN PABRIK**

**METIL METAKRILAT DARI ASETON SIANOHIDRIN**

**KAPASITAS 63.000 TON/TAHUN**



Disusun guna Memenuhi Persyaratan Meraih Gelar Sarjana Teknik  
Strata Satu pada Program Studi Teknik Kimia  
Universitas Muhammadiyah Surakarta

**Disusun Oleh:**

**Wahyu Nugroho**

**D 500 090 013**

**Dosen Pembimbing:**

**Ir. Herry Purnama, M.T., Ph.D.**

**Eni Budiyati, S.T., M.Eng.**

**JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

**2016**

## Surat Persetujuan Publikasi Karya Ilmiah

Yang bertanda tangan di bawah ini pembimbing skripsi/ tugas akhir:

Nama : Ir. Herry Purnama, M.T., Ph.D.

NIK : 664

Telah membaca dan mencermati naskah artikel publikasi ilmiah, yang merupakan ringkasan skripsi/ tugas akhir dari mahasiswa:

Nama : Wahyu Nugroho

NIM : D 500 090 013

Program studi : Teknik Kimia

Judul skripsi : Prarancangan Pabrik Metil Metakrilat dari Aseton Sianohidrin  
Kapasitas 63.000 Ton/ Tahun.

Naskah artikel tersebut layak dan disetujui untuk dapat dipublikasikan.

Demikian persetujuan ini dibuat, semoga dapat dipergunakan seperlunya.

Surakarta, Februari 2016

Dosen pembimbing



**Ir. Herry Purnama, M.T., Ph.D.**

NIK. 664

## INTISARI

Metil metakrilat merupakan bahan kimia dalam industri yang berasal dari turunan ester dan salah satu bentuk monomer dari resin akrilik. Metil metakrilat banyak digunakan dalam industri cat, resin, peralatan rumah tangga, kosmetik, dan polimer. Kebutuhan metil metakrilat di Indonesia sampai saat ini masih didatangkan dari luar negeri (impor) dan cenderung mengalami peningkatan tiap tahunnya. Oleh sebab itu pendirian pabrik metil metakrilat di Indonesia sangat penting untuk mengurangi impor. Pabrik metil metakrilat ini diharapkan dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri dan tidak menutup kemungkinan untuk diekspor.

Proses pembuatan metil metakrilat melalui reaksi hidrolisis aseton sianohidrin dan asam sulfat menjadi metakrilamid sulfat. Kemudian metakrilamid sulfat diesterifikasi dengan metanol menghasilkan metil metakrilat dengan produk samping amonium bisulfat. Kedua reaksi tersebut dilakukan di dalam reaktor alir tangki berpengaduk (RATB) dan reaksi berlangsung pada fase cair. Reaksi hidrolisis dijalankan pada suhu 130°C dan tekanan 1 atm, sedangkan reaksi esterifikasi pada suhu 150°C dan tekanan 7 atm. Pemurnian produk metil metakrilat dilakukan dengan proses destilasi dan dekantasi, sehingga diperoleh produk dengan kemurnian 99,8%.

Pabrik metil metakrilat dirancang dengan kapasitas 63.000 ton/tahun yang beroperasi selama 330 hari/tahun. Pabrik dengan jumlah karyawan sebanyak 160 pekerja ini, membutuhkan bahan baku aseton sianohidrin sebanyak 61.177,32 ton/tahun, asam sulfat sebanyak 67.073,05 ton/tahun, dan metanol sebanyak 21.645,35 ton/tahun. Unit utilitas sebagai penunjang proses produksi membutuhkan air sebanyak 47.779,68 kg/jam yang diambil dari sungai Bengawan Solo, *saturated steam* sebanyak 51.599.901,73 kJ/jam diperoleh dari *boiler* dengan bahan bakar *fuel oil* sebanyak 640,49 liter/jam, kebutuhan listrik sebesar 750 kW listrik dipasok dari PLN serta *generator set* sebagai cadangan, dan kebutuhan udara tekan sebesar 91,37 m<sup>3</sup>/jam.

Dari analisis ekonomi, pabrik metil metakrilat ini membutuhkan modal tetap (*fixed capital*) sebesar Rp. 768.667.006.796,33 dan modal kerja (*working capital*) sebesar Rp. 522.362.960.248,84. Keuntungan yang diperoleh sebelum pajak sebesar Rp. 532.161.308.204,95 tiap tahun. Keuntungan sesudah pajak sebesar Rp. 334.193.727.030,00 tiap tahun. Hasil analisis kelayakan menyatakan bahwa *percent return on investment* (ROI) sebelum pajak sebesar 62,11 % dan setelah pajak sebesar 43,48%. *Pay out time* (POT) sebelum pajak 1,4 tahun sedangkan setelah pajak sebesar 1,9 tahun. *Break even point* (BEP) sebesar 58,61% kapasitas, dan *shut down point* (SDP) sebesar 31,89% kapasitas. *Discounted cash flow* (DCF) sebesar 38,06%. Berdasarkan hasil analisa dengan parameter tersebut, maka pabrik metil metakrilat ini layak untuk didirikan di Indonesia.

Kata kunci : metil metakrilat, aseton sianohidrin, asam sulfat, metanol, RATB

## SUMMARY

Methyl methacrylate is a chemical in the industry are derived from ester derivative and one form of acrylic resin monomer. Methyl methacrylate is widely used in the industries of paint, resin, household appliances, cosmetics, and polymers. Needs methyl methacrylate in Indonesia is still imported from abroad (imports) and tended to increase each year. Therefore, the establishment of methyl methacrylate plant in Indonesia is very important to reduce imports. Factory methyl methacrylate is expected to meet domestic demand and the possibility to be exported.

The process manufacture of methyl methacrylate by the hydrolysis reaction of acetone cyanohydrin and sulfuric acid into metakrilamid sulfate. Then metakrilamid sulfate esterification with methanol to produce methyl methacrylate with byproduct ammonium bisulfate. Both of these processes is reacted in the continuous flow stirred tank reactor (CSTR) and reacted in the liquid phase conditions. The hydrolysis reaction is set at a temperature of 130°C and a pressure of 1 atm, while the esterification reaction is set at a temperature of 150°C and a pressure of 7 atm. Methyl methacrylate product purification using distillation and decantation process, so that the resulting product with a purity of 99.8%.

Factory methyl methacrylate is designed with a capacity of 63,000 tons/year in operation for 330 days/year. The factory employed about 160 workers, require raw materials acetone cyanohydrin as much as 61,177.32 tons/year, as much sulfuric acid 67,073.05 tons/year, and methanol as much as 21,645.35 tons/year. Unit utility as supporting the production process requires as much water 47,779.68 kg/hour supplied from the Bengawan Solo river, saturated steam as much as 51,599,901.73 kJ/hour supplied from fuel boiler with fuel oil as much as 640.49 liters/hour, needs 750 kW electric power is supplied from PLN and generator set as a backup, and the compressed air requirement of 91.37 m<sup>3</sup>/hour.

Based on economic analysis, methyl methacrylate plant requires a fixed capital of Rp. 768,667,006,796.33 and working capital of Rp.522,362,960,248.84. Profits earned before tax of Rp. 532,161,308,204.95 annually. Profits after tax of Rp. 334,193,727,030.00 annually. The results of the feasibility analysis states that the percent return on investment (ROI) before tax amounted to 62.11% and after tax of 43.48%. Pay out time (POT) before taxes of 1.4 years, while after tax of 1.9 years. Break even point (BEP) amounted to 58.61% of capacity, and shut down point (SDP) amounted to 31.89% of capacity. Discounted cash flow (DCF) of 38.06%. Based on the analysis with these parameters, so the factory methyl methacrylate can be declared eligible to set up in Indonesian.

Keywords: methyl methacrylate, acetone cyanohydrin, sulfuric acid, methanol, CSTR

## **A. PENDAHULUAN**

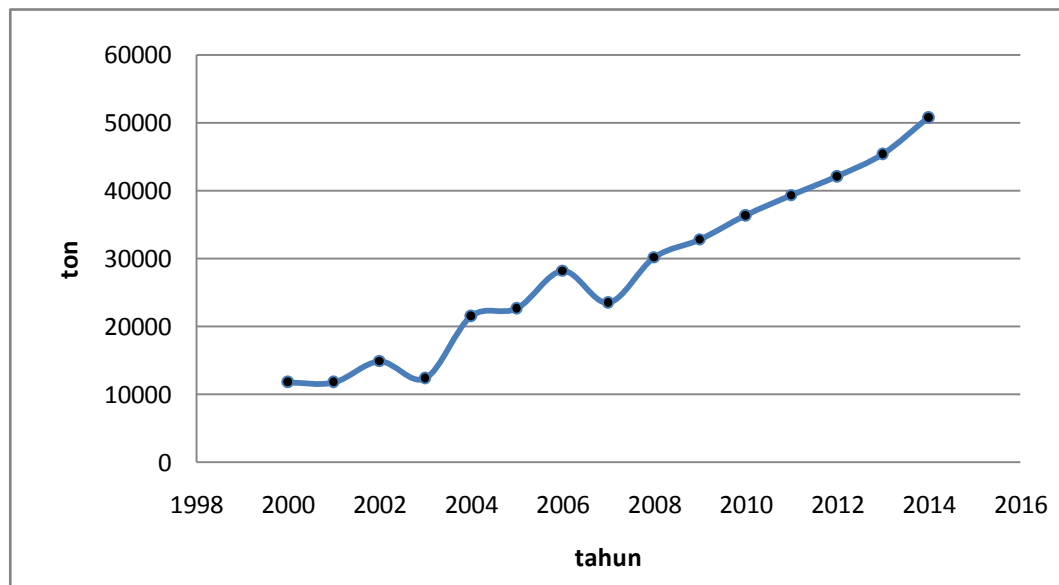
Metil metakrilat ( $C_5H_8O_2$ ) merupakan bahan kimia berupa senyawa turunan ester dan salah satu monomer dari resin akrilik. Metil metakrilat digunakan sebagai bahan baku dalam industri cat, resin, alat-alat rumah tangga, kosmetik dan industri polimer. Bahan ini berbentuk cairan tidak berwarna, mendidih pada suhu  $101^\circ C$ , sedikit larut dalam air dan beberapa pelarut organik lainnya. Bahan baku pembuatan metil metakrilat adalah aseton sianohidrin, asam sulfat dan metanol.

Pabrik metil metakrilat didirikan atas dasar melakukan usaha yang memiliki potensi secara sosial dan ekonomi sangat menguntungkan dimasa mendatang. Pertimbangan lainnya, diharapkan dengan pabrik ini dapat memenuhi kebutuhan metil metakrilat dalam negeri, yang selama ini metil metakrilat harus diimpor dari beberapa negara di asia (China) dan Amerika. Pabrik metil metakrilat juga dapat memacu tumbuhnya industri-industri yang bahan bakunya memerlukan metil metakrilat, meningkatkan devisa negara, dan menciptakan lapangan kerja yang dapat mengurangi masalah pengangguran di Indonesia.

Pertimbangan di atas menjadi landasan yang cukup untuk mengkaji pendirian pabrik metil metakrilat di Indonesia sebagai investasi dimasa mendatang. Pabrik ini akan beroperasi secara optimal dengan adanya dukungan kemampuan modal yang memadai.

## **B. PERANCANGAN KAPASITAS**

Penentuan kapasitas perancangan ini didasarkan pada kebutuhan metil metakrilat di Indonesia. Di Indonesia sekarang ini banyak pabrik yang menggunakan metil metakrilat sebagai bahan baku produksinya, diantaranya industri cat, industri resin, industri kosmetik dan industri polimer. Kebutuhan metil metakrilat di Indonesia cenderung terus meningkat setiap tahunnya dan sampai saat ini di Indonesia belum ada pabrik yang memproduksinya. Indonesia selalu mengimpor metil metakrilat untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri. Berdasarkan data dari Biro Pusat Statistik (BPS) diketahui bahwa impor metil metakrilat di Indonesia pada tahun 2000-2014 selalu meningkat, ditunjukkan pada gambar 1 berikut (BPS, 2015):



Gambar 1. Grafik data impor metil metakrilat di Indonesia

Dari data di atas, maka dapat ditentukan kapasitas produksi pabrik metil metakrilat ini adalah sebesar 63.000 ton/tahun yang akan didirikan pada tahun 2019 dan dengan perhitungan regresi linear. Kapasitas perancangan pabrik metil metakrilat ini sengaja ditetapkan sebesar itu dengan harapan:

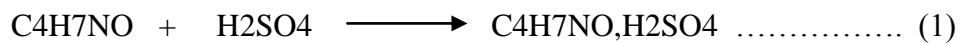
1. Dapat memenuhi kebutuhan metil metakrilat dalam negeri yang terus meningkat setiap tahun.
2. Dapat menghemat devisa negara yang cukup besar karena berkurangnya impor akan metil metakrilat serta dapat mengurangi ketergantungan pada negara lain.
3. Dapat memberikan kesempatan bagi berdirinya industri-industri lain yang menggunakan metil metakrilat sebagai bahan baku.
4. Dampak positif dari berkembangnya industri-industri baru tersebut adalah terciptanya lapangan kerja baru yang dapat menyerap banyak tenaga kerja.

### **C. PROSES PEMBUATAN**

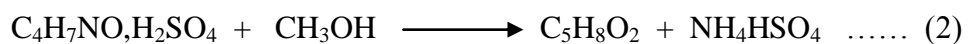
Proses produksi metil metakrilat yang paling aman dilakukan dengan proses aseton sianohidrin. Proses ini dilakukan dengan cara menghidrolisa aseton sianohidrin untuk menghasilkan metakrilamit sulfat. Aseton sianohidrin ( $C_4H_7NO$ ) direaksikan dengan asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) berlebih pada kondisi operasi suhu  $130^{\circ}C$  dan tekanan 1 atm di reaktor tangki alir berpengaduk. Kemudian metakrilamit sulfat diesterifikasi dengan metanol berlebih di dalam reaktor tangki

alir berpengaduk pada kondisi operasi suhu 150°C dan tekanan 7 atm untuk mendapatkan produk metil metakrilat. Reaksi-reaksi yang terjadi pada proses produksi metil metakrilat sebagai berikut (Kirk dan Othmer, 1995):

Proses hidrolisis:



Proses esterifikasi:



Pada proses hidrolisis aseton sianohidrin terkonversi menjadi metakrilamit sulfat sebanyak 98%. Reaksi pembentukan metakrilamit sulfat adalah reaksi eksotermis, panas yang dihasilkan sangat besar.  $\Delta H_R = -52,00$  kJ/kmol untuk mempertahankan kondisi reaktor, maka panas harus diserap oleh fluida pendingin. Sedangkan pada proses esterifikasi, metakrilamit sulfat terkonversi menjadi metil metakrilat sebanyak 97%. Reaksi pembentukan metil metakrilat juga reaksi eksotermis dengan  $\Delta H_R$  sebesar -269,00 kJ/kmol.

Kedua proses tersebut bersifat eksotermis, sehingga dibutuhkan pendingin untuk mempertahankan kondisi reaktor. Pendingin yang digunakan pada kedua proses ini adalah pendingin jenis koil dengan fluida pendingin air dingin.

#### D. TINJAUAN KINETIKA

Tinjauan kinetika digunakan untuk menentukan nilai kecepatan laju reaksi, agar dapat digunakan untuk merancang reaktor. Laju reaksi kimia sangat dipengaruhi oleh besarnya konsentrasi reaktan. Semakin besar konsentrasi reaktan yang digunakan, laju reaksi akan meningkat. Laju reaksi juga dipengaruhi oleh nilai konstanta laju reaksi (k). Konstanta laju reaksi (k) adalah perbandingan antara laju reaksi dengan konsentrasi reaktan (Fogler, 1992).

Ditinjau dari kinetiknya, reaksi hidrolisis maupun reaksi esterifikasi termasuk reaksi orde 2 (Kirk dan Othmer, 1995):



Persamaan kecepatan Reaksi :

$$(-r_A) = k.CA.CB$$

$$CA = \frac{FA}{v} = \frac{FA_0}{v} (1-X) \quad \text{atau} \quad CA = CA_0(1-X)$$

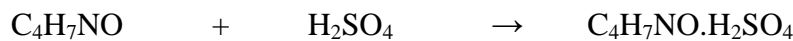
$$C_B = \frac{F_B}{v} = F_{B0} - \left(\frac{b}{a}\right) F_{A0} \cdot X \quad \text{atau} \quad C_B = C_{A0} \left(\Theta_B - \frac{b}{a} X\right)$$

$$\Theta_B = \frac{F_{B0}}{F_{A0}} = \frac{C_{B0}}{C_{A0}}$$

Dimana:	$(-r_A)$	= Laju kecepatan reaksi
	$k$	= Konstanta kecepatan reaksi
	$C_A, C_B$	= Konsentrasi reaktan
	$C_{A0}, C_{B0}$	= Konsentrasi reaktan mula-mula
	$F_A, F_B$	= Laju alir molar reaktan
	$F_{A0}, F_{B0}$	= Laju alir molar reaktan mula-mula
	$X$	= konversi
	$v$	= Laju alir volumetric

Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:

Reaksi Hidrolisis:



Dari data kondisi operasi Croom (1937), diperoleh harga konstanta kecepatan reaksi  $k = 2,18 \text{ m}^3/\text{kmol} \cdot \text{jam}$  (Adu dkk, 2007).

Reaksi Esterifikasi:



Dari data kondisi operasi Rohm dan Haas (1968), diperoleh harga konstanta kecepatan reaksi  $k = 1,28 \text{ m}^3/\text{kmol} \cdot \text{jam}$  (Adu dkk, 2007).

## E. DESKRIPSI PROSES

Produksi metil metakrilat dengan bahan baku aseton sianohidrin melalui beberapa tahapan, dari tahap persiapan bahan baku, tahap reaksi pembentukan produk hingga tahap pemisahan dan pemurnian produk dari pengotornya.

Tahap persiapan bahan baku bertujuan untuk mengkondisikan bahan baku sehingga sesuai dengan kondisi operasi reaktor. Bahan baku aseton sianohidrin, asam sulfat dan metanol, mula-mula disimpan dalam fase cair pada suhu  $30^\circ\text{C}$  dan tekanan 1 atm di tangki penyimpanan bahan. Bahan aseton sianohidrin dan asam sulfat yang digunakan sebagai umpan ke reaktor hidrolisis dipanaskan dengan *heater* hingga suhu  $130^\circ\text{C}$  dan tekanan 1 atm. Sedangkan metanol sebagai umpan



reaktor esterifikasi dipanaskan dengan *heater* sampai suhu 150°C dan dinaikkan tekanannya dengan pompa sampai tekanan 7 atm.

Tahap reaksi pembentukan metil metakrilat berlangsung melalui proses hidrolisis dan proses esterifikasi. Proses hidrolisis bertujuan untuk menghasilkan bahan metakrilamit sulfat. Proses hidrolisis berlangsung pada reaktor tangki alir berpengaduk yang dirancang seri (R-1A, R-1B, R-1C) dan dilengkapi dengan koil pendingin. Kondisi operasi berlangsung pada suhu 130°C dan tekanan 1 atm. Pada reaksi ini aseton sianohidrin sebagai bahan bakunya, sedangkan asam sulfat berfungsi sebagai reaktan, pelarut, dan katalis. Reaksi yang terjadi merupakan reaksi eksotermis, untuk itu agar reaksi dapat dijaga tetap pada suhu operasi 130°C, maka reaktor dilengkapi dengan koil pendingin.

Proses esterifikasi bertujuan untuk menghasilkan produk metil metakrilat. Proses ini berlangsung pada reaktor tangki alir berpengaduk yang dirangkai seri (R-2A, R-2B, R-2C). Kondisi operasi berlangsung pada suhu 150°C dan tekanan 7 atm. Umpan reaktor dari hasil reaktor hidrolisis (metakrilamit sulfat) yang direaksikan dengan metanol, dengan perbandingan mol metakrilamit sulfat dan metanol adalah 1 : 1,8. Reaksi yang terjadi pada reaktor esterifikasi, merupakan reaksi metanolisis dan juga merupakan reaksi eksotermis, sehingga digunakan coil pendingin.

Tahap pemisahan dan pemurnian produk bertujuan untuk memperoleh produk metil metakrilat hingga mencapai kemurnian 99,8%. Produk reaktor esterifikasi dialirkan menuju kolom stripper (ST) untuk memisahkan metil metakrilat dari asam-asamnya. Umpan masuk stripper ini dirancang pada suhu 85°C tekanan 1 atm, oleh karena itu hasil keluaran reaktor esterifikasi perlu diturunkan tekanan dan suhunya dengan menggunakan *valve* dan *cooler* sampai sesuai kondisi operasi yang dikehendaki. Hasil atas (*light product*) stripper adalah metil metakrilat, aseton sianohidrin, metakrilamit sulfat, metanol dan air. Hasil bawah (*heavy product*) terdiri dari ammonium bisulfat dan asam sulfat. Hasil bawah akan diproses kembali sebagai produk samping dan sebagian asam sulfat yang terkandung akan di-*recycle* sebagai umpan reaktor hidrolisis. Hasil atas akan diumpankan ke kolom distilasi (MD-01) pada suhu 75°C tekanan 1 atm. Pada

kolom distilasi (MD-01) metanol diambil atau dipisahkan sebagai hasil atas yang di-recycle kembali sebagai umpan reaktor esterifikasi. Hasil bawah berupa MMA, ACH, MS, air dan sisa metanol diumpankan ke kolom distilasi (MD-02) pada suhu 99,66°C tekanan 1 atm. Pada kolom distilasi (MD-02) sebagai hasil bawah diperoleh sedikit ACH, MS dan MMA yang dibuang ke unit pengolahan limbah untuk dinetralkan. Hasil atas berupa MMA, air, sedikit MS dan metanol diumpankan ke dekanter (DC) pada suhu 35°C dan tekanan 1 atm. Dari dekanter (DC) ini diperoleh hasil akhir metil metakrilat yang kemudian dimasukkan ke tangki penyimpan produk (T-04).

## F. SPESIFIKASI ALAT UTAMA PROSES

Alat-alat yang digunakan dalam proses produksi metil metakrilat harus disesuaikan dengan kapasitas perancangan dan standar internasional yang umum digunakan. Dari hasil perhitungan data spesifikasi alat proses pabrik metil metakrilat dengan kapasitas 63.000 ton/ tahun adalah sebagai berikut:

### 1. Reaktor Hidrolisis

Kode	: R-1A, R-1B, R-1C
Fungsi	: Mereaksikan aseton sianohidrin dengan asam sulfat menjadi metakrilamit sulfat
Jenis	: Reaktor Alir Tangki Berpengaduk
Bahan konstruksi	: <i>Stainless steel</i>
Jumlah	: 3 buah
Kondisi operasi	: 130°C (1 atm)
Konversi	
• R-1A	: 76%
• R-1B	: 93%
• R-1C	: 98%
Tinggi	: 3,1109 m
Diameter	: 2,2243 m
Volume	: 10,8974 m <sup>3</sup>
Jenis <i>Head</i>	: <i>Torispherical head</i>

#### Pengaduk

- Jenis : Turbin
- Kecepatan : 300 rpm
- Diameter : 0,7414 m
- Motor : *Variable-speed belt*
- Daya motor : 35 hp

#### Pendingin

- Jenis : Koil
- Medium : Air pendingin
- Luas penampang : 27,9415 m<sup>2</sup>
- Tebal koil : 0,0635 m

## 2. Reaktor Esterifikasi

- Kode : R-2A, R-2B, R-2C
- Fungsi : Mereaksikan metakrilamid sulfat dengan metanol menjadi metil metakrilat dan amonium bisulfat
- Jenis : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk
- Bahan konstruksi : *Stainless steel*
- Jumlah : 3 buah
- Kondisi operasi : 150<sup>0</sup>C (7 atm)
- Konversi
- R-2A : 70%
  - R-2B : 91%
  - R-2C : 97%
- Tinggi : 3,6427 m
- Diameter : 2,5838 m
- Volume : 11,2846 m<sup>3</sup>
- Jenis *Head* : *Torispherical head*
- Pengaduk
- Jenis : Turbin
  - Kecepatan : 300 rpm

- Diameter : 0,8613 m
- Motor : *Variable-speed belt*
- Daya motor : 35 hp

#### Pendingin

- Jenis : Koil
- Medium : Air pendingin
- Luas penampang : 65,5411 m<sup>2</sup>
- Tebal koil : 0,0731 m

### 3. *Stripper*

- Kode : ST
- Fungsi : Memisahkan asam sulfat dan amonium bisulfat dari campuran
- Jenis : *Plate Sieve Tray*
- Bahan konstruksi : *Stainless steel*
- Jumlah : 1 buah
- Kondisi operasi
  - a. Umpan masuk : 85,00<sup>0</sup>C (1 atm)
  - b. Atas : 94,00<sup>0</sup>C (1 atm)
  - c. Bawah : 240,00<sup>0</sup>C (1 atm)
- Tinggi : 18,0259 m
- Tinggi *head* : 0,4157 m
- Diameter : 2,7612 m
- Tebal *shell* : 0,1875 in (0,0048 m)
- Tebal *head* : 0,1875 in (0,0048 m)
- Jenis *head* : *Torispherical head*
- Plat*
  - Jumlah : 68 *stage*
  - Umpan masuk : *Tray no.3* (dari atas)

#### 4. Menara Distilasi 1

Kode	: MD-01
Fungsi	: Memisahkan methanol dari campuran untuk digunakan kembali di reaktor esterifikasi
Jenis	: <i>Plate Sieve Tray</i>
Bahan konstruksi	: <i>Stainless steel</i>
Jumlah	: 1 buah
Kondisi operasi	
a. Umpan masuk	: 75,00 <sup>0</sup> C (1 atm)
b. Atas	: 67,00 <sup>0</sup> C (1 atm)
c. Bawah	: 99,66 <sup>0</sup> C (1 atm)
Tinggi	: 8,7738 m
Tinggi <i>head</i>	: 0,2353 m
Diameter	: 1,3116 m
Tebal <i>shell</i>	: 0,1875 in (0,0048 m)
Tebal <i>head</i>	: 0,1875 in (0,0048 m)
Jenis <i>head</i>	: <i>Torispherical head</i>
Plat	
• Jumlah	: 18 <i>stage</i>
• Umpan masuk	: <i>Tray no.11</i> (dari bawah)

#### 5. Menara Distilasi 2

Kode	: MD-02
Fungsi	: Memisahkan metil metakrilat dari pengotornya seperti aseton sianohidrin, metakrilamid sulfat, dan amonium bisulfat
Jenis	: <i>Plate Sieve Tray</i>
Bahan konstruksi	: <i>Stainless steel</i>
Jumlah	: 1 buah
Kondisi operasi	
a. Umpan masuk	: 99,66 <sup>0</sup> C (1 atm)

b. Atas	: 100,05 <sup>0</sup> C (1 atm)
c. Bawah	: 154,00 <sup>0</sup> C (1 atm)
Tinggi	: 14,4045 m
Tinggi <i>head</i>	: 0,2353 m
Diameter	: 1,3540 m
Tebal <i>shell</i>	: 0,1875 in (0,0048 m)
Tebal <i>head</i>	: 0,1875 in (0,0048 m)
Jenis <i>head</i>	: <i>Torispherical head</i>
Plat	
• Jumlah	: 38 <i>stage</i>
• Umpan masuk	: <i>Tray no.8</i> (dari bawah)

### 6. Menara Distilasi 3

Kode	: MD-03
Fungsi	: Memisahkan produk samping ammonium bisulfat dengan kadar 98% dan mengambil asam sulfat untuk digunakan kembali sebagai umpan reaktor hidrolisis
Jenis	: <i>Plate Sieve Tray</i>
Bahan konstruksi	: <i>Stainless steel</i>
Jumlah	: 1 buah
Kondisi operasi	
a. Umpan masuk	: 240,00 <sup>0</sup> C (1 atm)
b. Atas	: 226,55 <sup>0</sup> C (1 atm)
c. Bawah	: 273,52 <sup>0</sup> C (1 atm)
Tinggi	: 12,9404 m
Tinggi <i>head</i>	: 0,2614 m
Diameter	: 1,8289 m
Tebal <i>shell</i>	: 0,1875 in (0,0048 m)
Tebal <i>head</i>	: 0,1875 in (0,0048 m)
Jenis <i>head</i>	: <i>Torispherical head</i>

Plat

- Jumlah : 49 *stage*
- Umpan masuk : *Tray no.25* (dari bawah)

## 7. Dekanter

Kode : DC

Fungsi : Memurnikan produk metil metakrilat dengan kadar kemurnian 99,8%

Jenis : *Continuous gravity decanter silinder horizontal*

Bahan konstruksi : *Carbon steel*

Jumlah : 1 buah

Kondisi operasi

- Suhu : 35<sup>0</sup>C
- Tekanan : 1 atm
- Waktu tinggal : 50 menit

Volume : 9,5459 m<sup>3</sup>

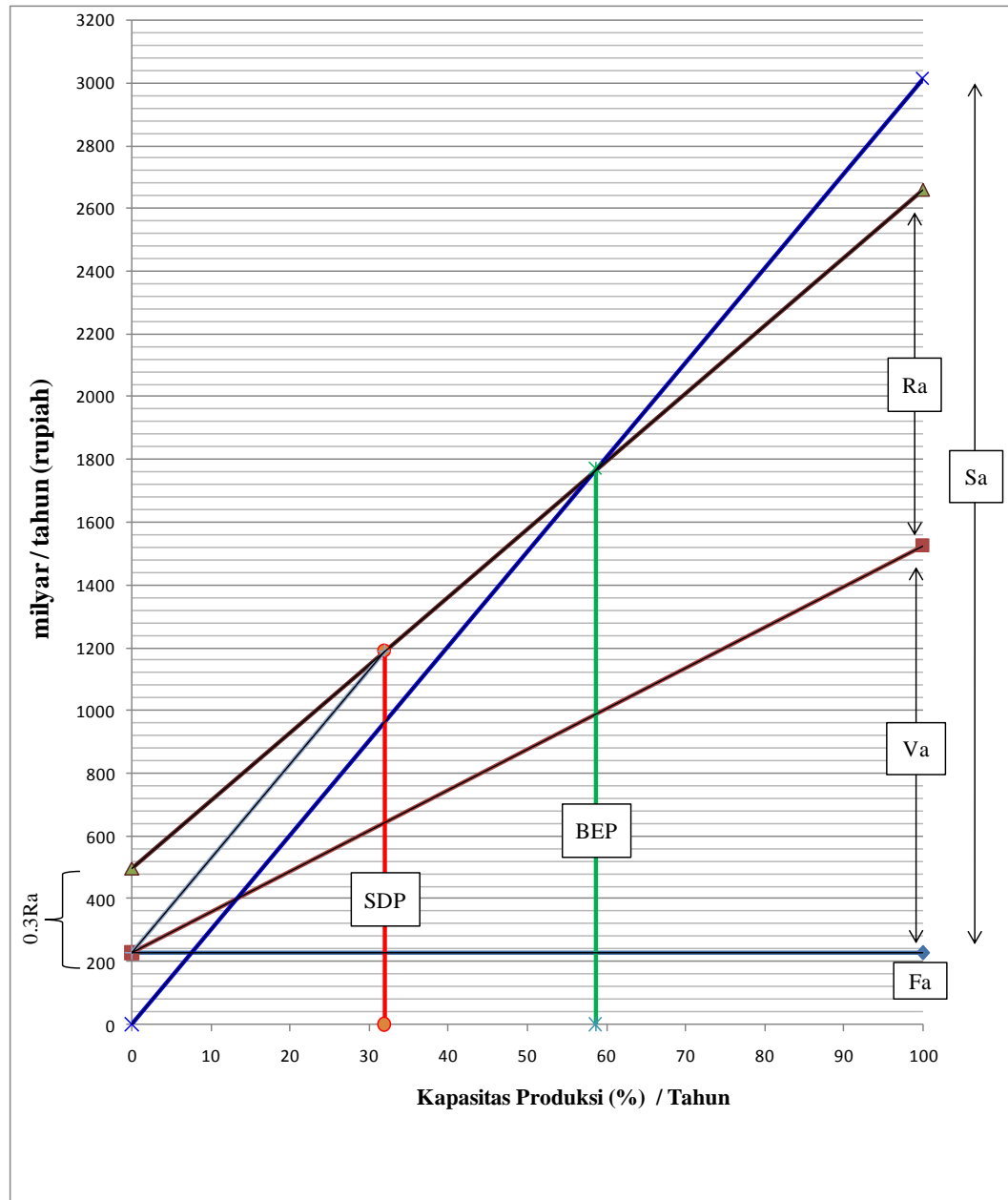
Diameter : 1,8237 m

Panjang : 4,4267 m

## G. ANALISIS EKONOMI

Analisis ekonomi dalam suatu perancangan pabrik diperlukan untuk memperkiraan besarnya keuntungan (laba) yang diperoleh, lamanya pengembalian modal investasi, kelayakan investasi dan terjadinya titik impas. Analisis ekonomi juga digunakan untuk mengetahui apakah pabrik yang akan didirikan dapat menguntungkan dan layak didirikan atau tidak (Aries dan Newton, 1995). Berdasarkan evaluasi ekonomi yang telah dilakukan, pabrik direncanakan beroperasi selama 330 hari pertahun dengan modal tetap sebesar Rp.768.667.006.796,33 pertahun. Modal kerja sebesar Rp.532.161.308.204,95 pertahun. Keuntungan yang didapat setelah dipotong pajak mencapai Rp.334.193.727.030,0059 pertahun. Hasil analisis kelayakan menyatakan bahwa *percent return on investment* sebelum pajak sebesar 62,11% dan setelah pajak sebesar 43,48%. *Pay out time* sebelum pajak 1,4 tahun sedangkan setelah pajak

sebesar 1,9 tahun. *Break even point* sebesar 58,61% kapasitas, dan *shut down point* (SDP) sebesar 31,89% kapasitas. *Discounted cash flow* (DCF) sebesar 38,06%. Hasil analisa ini dapat ditunjukkan dalam gambar 2 berikut:



Gambar 2. Grafik Parameter Analisis Ekonomi



## H. KESIMPULAN

Pabrik metil metakrilat menggunakan bahan baku aseton sianohidrin, asam sulfat dan metanol dengan kapasitas 63.000 ton/tahun yang akan didirikan di Gresik, Jawa Timur, layak untuk dipertimbangkan. Hal ini ditunjukkan dengan hasil analisa kelayakan ekonomi sebagai berikut:

1. Keuntungan sebelum pajak sebesar Rp. 477.419.610.042,86  
Keuntungan sesudah pajak sebesar Rp. 334.193.727.030,00
2. *ROI (Return On Investment)* sebelum pajak adalah 62,11%.  
*ROI (Return On Investment)* sesudah pajak adalah 43,48%.  
*ROI (Return On Investment)* sebelum pajak untuk pabrik beresiko rendah minimal 11% (Aries dan Newton, 1995).
3. *POT (Pay Out Time)* sebelum pajak adalah 1,4 tahun  
*POT (Pay Out Time)* sesudah pajak adalah 1,9 tahun  
*POT (Pay Out Time)* sebelum pajak untuk pabrik beresiko rendah maksimal 5 tahun (Aries dan Newton, 1995).
4. *BEP (Break Event Point)* adalah 58,61%  
*SDP (Shut Down Point)* adalah 31,89%  
*BEP* untuk pabrik kimia pada umumnya berkisar antara 40% -60%.
5. *DCF (Discounted Cash Flow)* adalah 38,06%  
*DCF* yang dapat diterima harus lebih besar dari bunga pinjaman di bank. Besarnya *DCF* untuk pabrik beresiko rendah minimal 1,5 kali besarnya bunga bank.

Hasil analisis kelayakan ekonomi menyatakan bahwa pabrik metil metakrilat layak dipertimbangkan untuk didirikan dan dikaji lebih lanjut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adu, I. K., dkk, 2007, "*Comparison of methods for assessing environmental, health and safety (EHS) hazards in early phases of chemical process design*", Institute for Chemical and Bioengineering, ETH Zurich, Witzerland.
- Aries, R, S, dan Newton, R.D, 1955, "*Chemical Engineering Cost Estimation*", Mc Graw Book Company, New York.
- Biro Pusat Statistik, 2014, "*Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia*", Import Menurut Jenis Barang dan Negara Asal, Jakarta, <http://www.bps.go.id>, diakses Jum'at, 7 Maret 2014, pukul 08.30 WIB.
- Brownell, L.E., dan Young, E.H., 1979, "*Process Engineering Design*", 3<sup>rd</sup> ed, Willey Eastern Ltd. New Delhi.
- Coulson, J.H., dan Richardson, J.F., 1983, "*Chemical Engineering Design*", vol. 6, Pergason Press, Oxford.
- Fogler, 1992, "*Elements of Chemical Reaction Engineering* ", 4th edition, Prentice-Hall International, Inc, Amerika.
- Kern, D. Q., 1965, "*Process Heat Transfer*", Mc. Graw-Hill BookCompany Inc., Singapura.
- Kirk, R. E., dan Othmer, D. F., 1995, "*Encyclopedia of Chemical Technology*", 4<sup>th</sup> edition, vol. 16, John Wiley and Sons Company Inc., New York.
- Perry, R. H., dan Green, D., 1999, "*Perry's Chemical Engineer's Hand Book*", 7<sup>th</sup> ed, Mc Graw Hill Book Company Inc., New York.
- Peters, M. S., dan Timmerhaus, E. D., 1980, "*Plant Design and Economy for Chemical Engineer's*", 3<sup>rd</sup> ed, Mc Graw Hill Book Company Inc., Singapore.
- Ullmann's, 1989, "*Encyclopedia of Industrial Chemistry*", Weiihim Fifth Completely Revised Edition, John Wiley and Sons Company Inc., Jerman
- Yaws, 1999, "*Thermodynamic and Physical Properties Data*", Mc.Graw-Hill Book Company Inc., Singapura.