

PRARANCANGAN PABRIK *ACRYLAMIDE* DARI *ACRYLONITRILE* DAN ASAM SULFAT DENGAN PROSES HIDRASI KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN

Ayu Ratma Sari^{1*}, Istiqomah Kamaliyah¹

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

*Corresponding Author: ayuratmasaris@gmail.com

Abstrak

Kebutuhan impor produk maupun bahan baku kimia di Indonesia masih begitu tinggi. Sehingga sektor industri kimia di Indonesia baik industri yang menghasilkan produk jadi maupun setengah jadi perlu lebih dikembangkan lagi. Prarancangan pabrik *Acrylamide* direncanakan didirikan dengan kapasitas sebesar 20.000 ton/tahun dan rencana didirikan pada tahun 2024. di Gresik, Jawa Timur dengan luas tanah 8.690 m². Direncanakan pabrik ini beroperasi selama 330 hari/tahun dengan jumlah karyawan 135 orang.

Proses yang digunakan untuk pembuatan *acrylamide* adalah metode hidrasi dengan asam sulfat pada suhu 90°C dan tekanan 1,5 atm dimana reaktor yang digunakan adalah Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB). Produk yang keluar dari reaktor selanjutnya dialirkan menuju *netralizer*. Selanjutnya produk keluaran *netralizer* dipisahkan dengan *rotary drum vacuum filter* (RDVF). Hasil pemisahan berupa CaSO₄ dikirim ke unit limbah sedangkan larutan *acrylamide* dipompa ke dalam evaporator untuk dipekatkan dan kemudian dipisahkan *mother liquor* di *centrifuges*. *Acrylamide* dikristalkan dalam *crystalizer*. Untuk menyeragamkan ukuran produk, *acrylamide* disaring menggunakan *screener* selanjutnya disimpan sementara dalam gudang sebelum proses pengepakan. Sedangkan *acrylamide liquid* dan sisa air di teruskan ke limbah. Unit utilitas sebagai unit pendukung dalam proses produksi pada pabrik ini meliputi air, *steam*, listrik, bahan bakar dan pengolahan limbah. Kebutuhan air sebesar 47656.6389 kg/jam diperoleh dari sungai yang terdapat di wilayah sekitar pabrik, sedangkan kebutuhan listrik yang diperlukan sebesar 153,06 kW disuplai dari PLN setempat dan memiliki cadangan energi dari generator.

Hasil analisis ekonomi menunjukkan bahwa pabrik ini membutuhkan modal investasi sebesar Rp 3.519.506.250.432,- dengan keuntungan rata-rata selama 10 tahun sebelum pajak sebesar Rp 616.546.986.933,- dan keuntungan sesudah pajak sebesar Rp 400.755.541.506,-. Berdasarkan analisis tersebut didapatkan nilai *Percent Return On Investment* (ROI) sebelum pajak sebesar 23% dan ROI setelah pajak sebesar 15%. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak selama 3,20 tahun dan sesudah pajak selama 4,32 tahun. Nilai *Break Even Point* (BEP) sebesar 46% Dan *Shut Down Point* (SDP) sebesar 20%. Dari hasil analisis ekonomi tersebut menunjukkan bahwa pabrik ini layak untuk didirikan.

Kata kunci: *Acrylamide*, *Acrylonitrile*, Asam Sulfat, Hidrasi.

1. Pendahuluan

Kebutuhan impor produk maupun bahan baku kimia di Indonesia masih begitu tinggi. Sehingga sektor industri kimia di Indonesia baik industri yang menghasilkan produk jadi maupun setengah jadi perlu lebih dikembangkan lagi. Salah satu diantaranya yaitu *acrylamide*, bahan ini sangat dibutuhkan sebagai bahan dasar untuk berbagai jenis industri karena sifatnya yang mudah dipolimerisasi, diantaranya industri *polyacrylamide* yang berguna sebagai flokulan pada proses pemisahan padatan halus dalam larutan tersuspensi. Selain itu *polyacrylamide* juga dapat berfungsi sebagai *thickening agent* bagi air dan sebagai bahan

pembantu penyerapan zat warna pada proses pembuatan kertas dan lain sebagainya.

Acrylamide (sinonim: 2-propenamida) merupakan senyawa kristalin bening hingga putih. *Acrylamide* memiliki rumus molekul yaitu C₃H₅NO. *Acrylamide* mempunyai bobot molekul 71,09; tidak berbau; larut dalam air, metanol, etanol, dimetil eter dan aseton; serta tidak larut dalam benzene dan heptan. *Acrylamide* akan meleleh pada suhu 87,5°C dan mendidih pada suhu 125°C (Otles, 2004). *Acrylamide* dikenal sebagai senyawa antara dalam pembuatan poliakrilamida. Suatu polimer *acrylamide* juga digunakan sebagai flokulan dan koagulan dalam



proses pengolahan air minum dan limbah; pengatur viskositas pada pemrosesan minyak mentah; bahan pengikat pada pabrik kertas; memproduksi perekat, tape serta gel pada kosmetik. Kegunaan yang lainnya yang cukup penting yakni sebagai pupuk dan *thickening agent* untuk memperbaiki saluran air (Matthaus, 2009).

Adapun perusahaan yang memproduksi *acrylamide* di dunia dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1 Produksi *Acrylamide* di Dunia

Perusahaan <i>Acrylamide</i>	Kapasitas Produksi (ton/tahun)
Tridomain Chemical (Cilegon, Indonesia)	15.000
Ciba (Suffolk, Virginia)	33.000
Nalco (Garyville, Louisiana)	35.000
Kemira Water Solutions (Fortier, Louisiana)	90.000
SNF Chemtall (Riceboro, Georgia)	143.000

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik, jumlah impor *acrylamide* di Indonesia dari tahun 2015 sampai 2018 dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2 Data Impor *Acrylamide* (Badan Pusat Statistik)

Tahun	Jumlah (ton)
2015	10.787,390
2016	11.819,319
2017	16.164,942
2018	18.301,436

Berdasarkan data di atas, perkiraan jumlah kebutuhan *acrylamide* pada tahun 2024 dapat diperkirakan menggunakan perhitungan *discounted method* dengan rumus sebagai berikut (Peters, 1991) :

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

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan persamaan *discounted method* menunjukkan peluang kapasitas *acrylamide* yang akan didirikan tahun 2024 yaitu sebesar 34.000 ton/tahun. Data impor *acrylamide* pada tahun 2015 sampai 2018 mengalami kenaikan. Sehingga berdasarkan data impor *acrylamide* tersebut serta pertimbangan adanya pabrik *acrylamide* yang berdiri maka ditetapkan kapasitas prarancangan pabrik *acrylamide* yang akan didirikan pada tahun 2024 adalah sebesar 20.000 ton/tahun.

2. Deskripsi Proses

Pembuatan *acrylamide* dapat dilakukan dengan dua cara yaitu dengan proses hidrasi asam sulfat dan hidrasi katalis. Adapun perbandingannya dapat dilihat pada table berikut:

Tabel 3 Jenis-jenis Proses Pengolahan *Acrylamide*

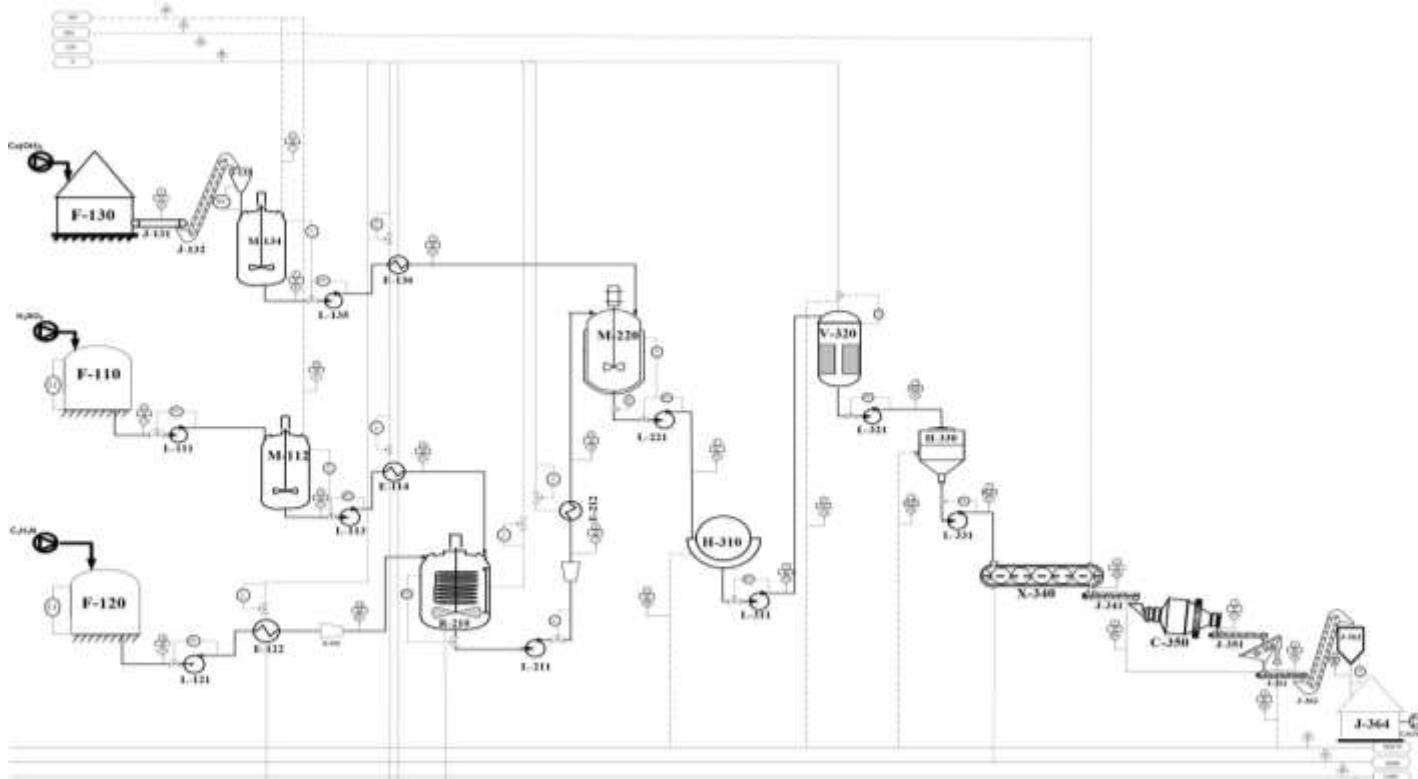
Parameter	Hidrasi Asam Sulfat	Hidrasi Katalis
Bahan	<i>acrylonitrile</i> , asam sulfat dan penetral	<i>acrylonitrile</i> dan katalis
Suhu	90 °C	150 °C
Waktu Reaksi	30 menit	60 menit
Konversi	80 %	78 %
Aspek Ekonomi	- <i>acrylonitrile</i> (7\$/kg) - asam sulfat (2\$/kg) - penetral (1\$/kg)	- <i>acrylonitrile</i> (7\$/kg) - katalis (14\$/kg)

Berdasarkan dari data diatas, beberapa pertimbangan dipilihnya proses asam sulfat adalah sebagai berikut:

- Suhu yang digunakan lebih kecil.
- Waktu reaksi yang digunakan lebih cepat.
- Harga bahan dari segi ekonomi relatif lebih murah.



**PRARANCANGAN PABRIK ACRYLAMIDE DARI ACRYLONITRIL DAN ASAM SULFAT
DENGAN PROSES HIDRASI KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN**



LEGENDA	
Abjad Panas	Abjad Dingin
① Kompresor	◇ Reaktor
② Kolom Distilasi	◇ Temperatur (°C)
③ Separator	○ Silinder Dinding Tebal
④ Mixer	● Silinder Dinding Lembut
⑤ Pemanas	○ Reaktor
⑥ Heat Exchanger	⑧ Produk
⑦ Water Pemanas	

①-100 Tangkai Sulfat Control	①-200 Reaktor Control
①-110 Valve Control	①-210 Level Indikator
①-120 Level Indikator Control	①-220 Reaktor Indikator Control

No	Uraian	Unit
1	... (unreadable)	1
2	...	1
3	...	1
4	...	1
5	...	1
6	...	1
7	...	1
8	...	1
9	...	1
10	...	1
11	...	1
12	...	1
13	...	1
14	...	1
15	...	1
16	...	1
17	...	1
18	...	1
19	...	1
20	...	1
21	...	1
22	...	1
23	...	1
24	...	1
25	...	1
26	...	1
27	...	1
28	...	1
29	...	1
30	...	1
31	...	1
32	...	1
33	...	1
34	...	1
35	...	1
36	...	1
37	...	1
38	...	1
39	...	1
40	...	1
41	...	1
42	...	1
43	...	1
44	...	1
45	...	1
46	...	1
47	...	1
48	...	1
49	...	1
50	...	1

Komponen	Stream Mass (kg/jam)														
	Stream 1	Stream 2	Stream 3	Stream 4	Stream 5	Stream 6	Stream 7	Stream 8	Stream 9	Stream 10	Stream 11	Stream 12	Stream 13	Stream 14	Stream 15
...

Ditawarkan kepada : (unreadable)
 Ayu Rulma Sari (unreadable)
 Dosen Pengantar :
 Dr. Ayu Herwan, S.T., M.Eng. (unreadable)
FAKULTAS
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK KIMIA
FABRIKAS TERBUKA
UNIVERSITAS LAHENDONG MANGRUKAB
BUNDAREGGU

Gambar 1 Process Flow Diagram



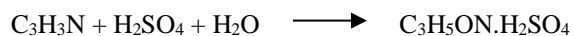
Proses pembuatan *Acrylamide* ini dilakukan dengan beberapa tahap, yaitu :

a. Persiapan Bahan Baku

Asam sulfat 98 % pada tekanan 1 atm dan suhu 30 °C diencerkan sampai asam sulfat 50 % dengan air dalam *mixer*. Diinginkan suhu keluar *mixer* 90 °C pada tekanan 1,5 atm sebelum masuk reaktor sehingga perlu dipanaskan terlebih dahulu di dalam pemanas. Sedangkan *acrylonitrile* 98 % pada tekanan 1 atm dan suhu 30 °C dipanaskan terlebih dahulu didalam pemanas menjadi 90 °C dan tekanan 1,5 atm sebelum diumpankan ke reaktor.

b. Pembentukan Produk

Reaksi *acrylonitrile* menjadi *acrylamide* sulfat dilakukan dengan cara mencampurkan *acrylonitrile* dengan asam sulfat sebagai pereaktan sehingga terbentuk *acrylamide* sulfat.



Reaksi akan dilakukan dalam Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB), Reaktor beroperasi pada suhu tetap, yaitu 90 °C dan pada tekanan tetap, yaitu 1,5 atm. Reaksi ini sangat endotermis, sehingga untuk menjaga suhu reaksi diperlukan pendingin air dan menggunakan jacket.

Setelah *acrylamide* sulfat terbentuk didalam reaktor, kemudian *acrylamide* sulfat ini dikeluarkan dari reaktor untuk diumpankan ke dalam netraliser. *Acrylamide* sulfat dinetralisasi dengan $Ca(OH)_2$, yang sebelumnya $Ca(OH)_2$ di encerkan sampai 50 % dalam *mixer* yang dilakukan pada suhu 30 °C dan tekanan 1 atm. Adapun proses netralisasi ini dilakukan pada suhu 50 °C dan tekanan 1 atm, sehingga untuk menjaga kondisi tersebut digunakan pendingin air.

c. Pemurnian Produk

Hasil netralisasi berupa $CaSO_4$ dan *acrylamide* dipisahkan pada *rotary drum vacum filter*. Hasil pemisahan berupa $CaSO_4$ (Gypsum) dikirim ke unit pengolahan limbah, sedangkan larutan *acrylamide* dipompa ke dalam evaporator untuk dipekatkan dan kemudian dipisahkan *mother liquor* di *centrifuges*. *Acrylamide* dikristalkan dalam *crystalizer*. Untuk menyeragamkan ukuran produk, *acrylamide* disaring menggunakan *screener* selanjutnya disimpan sementara dalam gudang sebelum proses pengepakan. Sedangkan *acrylamide liquid* dan sisa air di teruskan ke limbah.

3. Utilitas

Sumber air untuk pabrik *acrylamide* diperoleh dari sungai yang terdapat di wilayah sekitar pabrik dengan debit air sebesar 47656.6389 kg/jam. Pembangkit listrik disuplai dari PLN setempat dan memiliki cadangan energi dari generator. Kebutuhan total utilitas yang diperlukan pada operasi pabrik *acrylamide* dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. Kebutuhan Utilitas Pabrik *Acrylamide*

Kebutuhan	Jumlah
Steam	3079.5694 kg/jam
Air	7849.5833 kg/jam
Listrik	153.0600 kW
Bahan Bakar	99.8123 liter/jam

4. Analisis Ekonomi

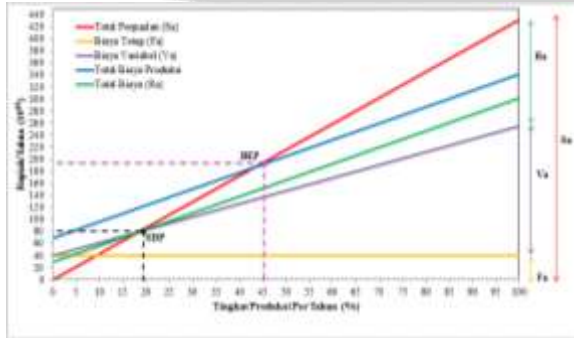
Untuk dapat mengetahui keuntungan yang diperoleh tergolong besar atau kecil dan pabrik tersebut dapat dikategorikan layak atau tidak untuk didirikan perlu dilakukannya analisis ekonomi. Adapun hasil analisis ekonomi pabrik *acrylamide* dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 5. Analisa Ekonomi

Analisa	Nilai	Batasan	Ket
ROI	15%	Min. 11%	Layak
POT	4.32 thn	Max. 5 thn	Layak
BEP	46%	40-60%	Layak
SDP	20%	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 *acrylamide* dapat dilihat pada gambar berikut:





Gambar 2. Grafik BEP dan SDP

5. Kesimpulan

Prarancangan Pabrik *Acrylamide* dari *Acrylonitrile* dan Asam Sulfat dengan Proses Hidrasi akan berdiri di daerah Gresik, Jawa Timur pada tahun 2024 dengan kapasitas 20.000 ton/tahun. Bentuk perusahaan yang direncanakan yaitu Perseroan Terbatas (PT) dan bentuk organisasi yaitu garis dan staf dengan jumlah tenaga kerja yang diperlukan yaitu 135 orang. Dari analisa ekonomi didapatkan nilai ROI sebesar 15%, POT sebesar 4.32 tahun, BEP sebesar 46% dan SDP sebesar 20%. Sehingga pabrik *acrylamide* 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.
- Kirk and Othmer. 1982. *Encyclopedia of Chemical Technology*. John Willey and Sons Inc. New York.
- Peters and Timmerhouse. 1991. *Plants Design and Economics for Chemical Engineering 4th Edition*. McGraw-Hill Inc. Singapore.
- Ullmann. 1996. *Ullmann's Encyclopedia og Industry Chemistry 5th Edition*. Weinhem Willey-Vch Verlag GmbH & co KgaA. Germany.
- Yaws, Carl. 1999. *Chemical Properties Hand Book*. Lamar University Beaumont. Texas.



