

## PRARANCANGAN PABRIK ASETON DARI ACETYLENE DENGAN PROSES HIDRASI KAPASITAS 16.500 TON/TAHUN

Hilda Nur Fadhillah<sup>1\*</sup>, Hikmah<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi S-1 Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat

Jl. A. Yani Km. 36 Banjarbaru 70714

\*Email: hildanur540@gmail.com

### ABSTRAK

Aseton (2-propanon, dimetil keton,  $\text{CH}_3\text{COCH}_3$ ) adalah keton yang paling sederhana. Aseton digunakan dalam pembuatan berbagai pelapis dan plastik, dan sebagai bahan baku untuk sintesis kimia berbagai produk seperti keten, metil metakrilat, bisphenol a, alkohol diacetone, metil isobutyl keton, heksilen glikol (2-metil-2,4-pentanadiol), dan isopropone. Prarancangan pabrik aseton dari acetylene direncanakan akan didirikan pada tahun 2024 kapasitas 16.500 ton/tahun.

Proses yang digunakan pabrik ini dengan cara hidrasi acetylene yang terbagi atas dua tahap proses yaitu tahap sintesa dan tahap pemurnian. Bahan utama untuk pembuatan aseton adalah acetylene dengan kemurnian 99,8%. Proses sintesa adalah tahap pembentukan aseton terjadi dengan mereaksikan acetylene dan oksigen pada reaktor fix bed multitube dengan temperatur 250°C dan tekanan 1,8 atm selama 14 detik dengan katalis zinc oxide (ZnO). Gas keluaran reaktor berupa campuran aseton, acetylene dan air dalam fase uap dengan gas hydrogen dan karbon dioksida dialirkan ke cooler sehingga suhunya didinginkan menjadi 93°C. Selanjutnya gas dialirkan ke separator, hasil atas dari separator kemudian dialirkan menuju flare pada suhu 93°C untuk melepaskan hidrogen, acetylene, karbon dioksida ke udara. Hasil bawah separator diteruskan menggunakan pompa berupa aseton dan air kemudian masuk ke cooler 2 untuk menurunkan suhu uap sebelum masuk kedalam menara distilasi suhunya menjadi 57,71 °C dan dimurnikan dalam menara distilasi. Menara distilasi merupakan tempat pemurnian aseton dari acetylene dan air. Produk akhir berupa aseton dengan kemurnian 99,6% sebagai produk atas disimpan pada tangki penampung produk.

Nilai Return on Investment (ROI) sesudah pajak untuk pabrik ini adalah sebesar 52,46% dan waktu pengembalian modal (POT) sesudah pajak adalah 0,87 tahun. Sedangkan kapasitas Break Even Point (BEP) adalah sebesar 42,40% dan kapasitas Shut Down Point (SDP) adalah 33,27%. Nilai-nilai tersebut menunjukkan bahwa pabrik ini layak untuk dipertimbangkan pendiriannya dan dapat diteruskan ke tahap perencanaan pabrik.

**Kata kunci :** Aseton, acetylene, katalis ZnO, Break even point.

### 1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi yang menunjang periindustri kimia di Indonesia telah mengalami peningkatan. Salahsatu produk industri kimia yang banyak dibutuhkan dalam industri kimia adalah aseton. Kebutuhan aseton di Indonesia mengalami kenaikan dari tahun ke tahun, hal ini ditandai dengan data statistik impor aseton mengalami kenaikan rata-rata 2,84% hingga tahun 2018 (UNdata, 2013-2018). Aseton diimpor dari Amerika Serikat, Belanda, Cina, Korea, Jepang dan Singapura. Aseton digunakan sebagai dalam pembuatan berbagai pelapis dan plastik, dan bahan

baku untuk sintesis kimia berbagai produk seperti keton, metil metakrilat, bisphenol A, alkohol diacetone, metil isobutyl keton, heksilen glikol (2-metil-2,4-pentanadiol), dan isopropone (Kirk dan Othmer, 2004).

Bahan baku untuk produksi aseton adalah acetylene dan air. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Impor Aseton di Indonesia dari tahun 2013-2018 dapat dilihat pada tabel 1 sebagai berikut:



**Tabel 1** Data Impor Aseton di Indonesia

Tahun	Jumlah (ton)
2013	18.611,707
2014	17.711,076
2015	18.801,100
2016	18.807,346
2017	21.539,635
2018	22.351,788

Dari data Tabel 1.1 maka dapat diperkirakan jumlah kebutuhan aseton pada tahun 2024 yang didapatkan dari perhitungan metode *discounted* dengan rumus (Ulrich, 1984):

$$m_5 = P(1+i)^n \quad \dots(1.1)$$

$$m_3 = (m_4 + m_5) - (m_1 + m_2) \quad \dots(1.2)$$

Berdasarkan hasil perhitungan dari persamaan *discounted method* dan data aseton pada tahun 2013 sampai 2018 menunjukkan bahwa peluang kapasitas pabrik aseton yang akan didirikan pada tahun 2024 yaitu 20.800 ton/tahun.

Pabrik yang dibangun harus di atas kapasitas minimum pabrik atau kapasitas pabrik sama dengan kapasitas yang telah beroperasi atau berdiri. Kapasitas pabrik acetone yang telah didirikan dapat dilihat pada Tabel 1.5 berikut (Kirk dan Othmer, 2004):

**Tabel 2** Data Pabrik Aseton di Dunia

Negara	Kapasitas (ton/tahun)
Kanada	16.000
Argentina	18.000
China	126.000
India	36.000
Afrika Selatan	17.000
Taiwan Prosperity Chemical	60.000

Kapasitas produksi aseton yang akan didirikan yaitu 80% dari kebutuhan yang diproduksi yaitu sebesar 16.640 ton/tahun  $\approx$  16.500 ton/tahun untuk mencukupi kebutuhan dalam negeri. Akan tetapi, penentuan kapasitas pabrik tidak hanya berdasarkan kapasitas impor dan ekspor, tetapi juga harus memperhatikan kapasitas komersial pabrik yang sudah ada dan kebutuhan aseton di dunia.

## 2. Uraian Proses

Ada beberapa macam proses dalam pembuatan aseton secara komersial, antara lain Dehidrogenasi Isopropyl Alkohol, Hidrasi *Acetylene*, dan *Cumene* Hidroperoksida

**Tabel 3** Seleksi Proses Pembuatan Aseton

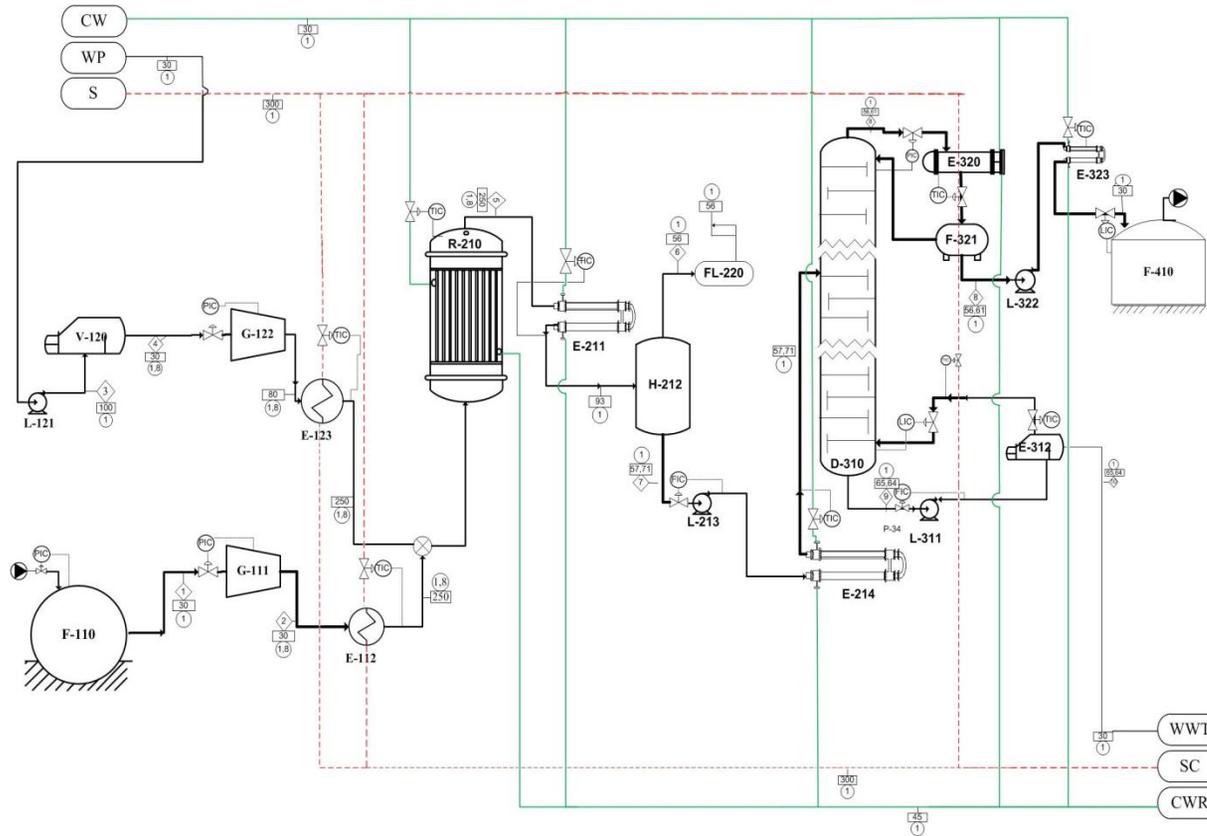
Kondisi	Proses		
	Dehidrogenasi Isopropyl Alkohol	Hidrasi <i>Acetylene</i>	<i>Cumene</i> Hidroperoksida
Bahan Baku	Isopropyl alcohol	<i>Acetylene</i>	Hidroperoksida
Suhu (°C)	420-550	250	80-130
Tekanan (atm)	3	1,8	6
Konversi (%)	75-95	88-99	75-85
Reaksi Samping	-	H <sub>2</sub> O	-
Waktu reaksi	30 detik	14 detik	3-6 jam
Katalis	kombinasi zine oksida-zirkonium oksida	Zinc oxide	Natrium Hidroksida

Dari beberapa proses pembuatan aseton tersebut, cara yang dipakai adalah cara hidrasi *acetylene*, yaitu dengan alasan :

1. Bahan utama yang digunakan berasal dari dalam negeri
2. Konversi yang diperoleh cukup tinggi yaitu berkisar antara 88-99%
3. Produk aseton diperoleh dalam kemurnian tinggi yaitu 99%.
4. Waktu tinggal reaksi dalam reaktor lebih singkat 14 detik.



**PRARANCANGAN PABRIK ASETON DARI ACETYLENE DENGAN PROSES HIDRASI  
KAPASITAS 16.500 TON/TAHUN**



KOMPONEN	NERACA MASSA (KG/JAM)								
	ARUS 1	ARUS 2	ARUS 3	ARUS 4	ARUS 5	ARUS 6	ARUS 7	ARUS 8	ARUS 9
C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	2.085,1635	2.085,1635	0,0000	0,0000	20,8516	20,8516	0,0000	0,0000	0,0000
H <sub>2</sub> O	21,0623	21,0623	2164,0038	2.164,0034	42,7023	0,0000	42,7023	8,4892	34,2131
H <sub>2</sub>	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	159,8300	159,8300	0,0000	0,0000	0,0000
CO <sub>2</sub>	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1.744,5766	1.744,5766	0,0000	0,0000	0,0000
C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	2.302,3126	0,0000	2.302,3126	2.074,8441	227,4685
<b>Total</b>	2.106,2257	2.106,2257	2164,0038	2.164,0034	4.270,2731	1.925,2582	4.270,2731	2.083,3333	261,6816

KETERANGAN			
Aliran Proses		Aliran Proses	
(S)	Steam	◇	Nomor Aliran
(WP)	Water Process	□	Temperature (°C)
(CW)	Cooling Water	○	Tekanan (atm)
(BW)	Brine Water	⊗	Bahan Baku
(WWT)	Waste Water Treatment	⊙	Produk
(SC)	Steam Condensat		
(CWR)	Cooling Water Return		
(FIC)	Flow Indicator Control	(LC)	Level Control
(TIC)	Temperature Indicator Control	(PIC)	Pressure Indicator Control
(LI)	Level Indicator		

21	F-410	TANGKI PENYIMPANAN ASETON	2
20	E-323	COOLER 3	1
19	L-322	POMPA ACCUMULATOR	1
18	F-321	ACCUMULATOR	1
17	E-320	CONDENSER	1
16	E-312	REBOILER	1
15	L-311	POMPA REBOILER	1
14	D-310	MENARA DISTILASI	1
13	FL-240	FLARE	1
12	E-214	COOLER 2	1
11	L-213	POMPA 2	1
10	H-212	SEPARATOR 1	1
9	E-211	COOLER 1	1
8	R-210	REAKTOR	1
7	E-123	HEATER 2	1
6	G-122	KOMPRESOR 2	1
5	L-121	POMPA 1	1
4	V-120	VAPORIZER	1
3	E-112	HAETER 1	1
2	G-111	KOMPRESOR 1	1
1	F-110	TANGKI PENYIMPANAN ACETYLENE	2
NO	KODE	NAMA ALAT	JUMLAH

Dikerjakan Oleh :		(1610814220011)
HILDA NUR FADHILLAH		(1610814320005)
HIKMAH		
Disen Pembimbing :		
Prof. IRYANTI FATYASARI NATA, S.T., M.T., Ph.D		(19750113 200003 2 003)

PRARANCANGAN PABRIK ASETON DARI ACETYLENE DENGAN PROSES HIDRASI KAPASITAS 16.500 TON/TAHUN	
	PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT BANJARBARU 2020

**Gambar 1 Process Flow Diagram**

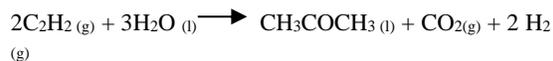
Proses pembuatan Aseton dengan proses hidrasi *acetylene* dapat diuraikan menjadi tiga tahap rangkaian proses utama, yaitu :

a. **Persiapan Bahan Baku**

Proses produksi acetone menggunakan Bahan baku yang digunakan yaitu acetylene dengan kemurnian 99,8% dan air. Acetylene dari tangki penyimpanan (F-110) mula-mula tekanan dinaikan sebesar 1,8 atm dengan menggunakan kompresor (G-111) kemudian suhunya dinaikkan menjadi 250°C dengan menggunakan heater (E-112). Air proses yang berasal dari unit utilitas dipompakan kedalam vaporizer untuk diubah fasenya menjadi gas kemudian suhunya dinaikkan menjadi 250°C. Selanjutnya dialirkan ke dalam reaktor *fix bed multitube* (R-210).

b. **Tahap Reaksi dalam Reaktor**

Tahap pembentukan aseton terjadi dengan mereaksikan acetylene dan air pada reaktor *fix bed multitube* (R-210). Kondisi operasi pada reaktor ditetapkan temperatur 250°C dan tekanan 1,8 atm selama 14 detik. Umpan berupa acetylene dan air masuk melalui *tube* reaktor yang berisi katalis zinc oxide, sedangkan media air pendingin masuk melalui *shell* reaktor. Reaksi ini bersifat eksotermis. Reaksi yang terjadi adalah:



c. **Tahap Pemurnian Produk**

Produk keluar reaktor terdiri dari campuran aseton, acetylene dan air dalam fase uap dengan gas hydrogen dan karbon dioksida. Campuran produk keluar reaktor didinginkan di *cooler* 1 (E-211). Campuran keluar *cooler* 1 (E-211) dipisahkan dalam *separator* (H-220) dengan suhu 93°C. Hasil atas dari *separator* (H-220) kemudian dialirkan menuju *flare* (FL-240) pada suhu 93°C untuk melepaskan hidrogen, acetylene, karbon dioksida ke udara. Hasil bawah *separator* (H-220) diteruskan menggunakan pompa (L-221) berupa aseton dan air kemudian masuk ke *cooler* 2 (E-231) untuk menurunkan suhu uap sebelum masuk kedalam menara distilasi (D-310) suhunya menjadi 57,71 °C dan dimurnikan dalam menara distilasi (D-310).

Menara distilasi (D-310) merupakan tempat pemurnian aseton dari acetylene dan air. Aseton dengan kemurnian 99% keluar sebagai

produk atas diembunkan dikondensor (E-320) pada suhu 56,61°C, kemudian masuk ke *accumulator* (F-321) pada suhu 56,61°C. Hasil keluaran produk atas dialirkan dengan pompa *accumulator* (L-322), selanjutnya didinginkan *dicooler* 3 (E-323) dari 56,61°C menjadi 30°C. Produk atas yaitu aseton 99% di simpan ditempat penyimpanan aseton (F-140). Hasil bawah dialirkan dengan pompa reboiler (L-311) menuju reboiler (E-312) untuk diuapkan dengan suhu masuk 57,71°C dan suhu keluar 65,64°C. Hasil bawah yang sebagian besar berupa air kemudian diolah di unit pengolahan air.

### 3. Utilitas

Utilitas adalah suatu unit penyediaan yang diperlukan untuk kebutuhan operasi yaitu *steam*, air dan kebutuhan listrik, serta untuk menunjang kegiatan proses operasi pabrik. Berikut merupakan data kebutuhan utilitas pada pabrik aseton.

**Tabel 4** Kebutuhan utilitas pada Pabrik Aseton

Kebutuhan	Jumlah
<i>Steam</i>	9.249,7218 kg/jam
Air Pendingin	46.582,8866 kg/jam
Listrik	447,602 kW
Bahan bakar	
- Generator	5,4352 liter/jam
- Boiler	64,0583 liter/jam

### 4. Analisa Ekonomi

Analisa ekonomi yaitu cara untuk mengetahui apakah pabrik yang direncanakan menguntungkan atau tidak. Dari segi ekonomi, pabrik yang layak didirikan dapat dikatakan yaitu memenuhi kewajiban finansial kedalam dan keluar serta dapat menguntungkan bagi perusahaan dan pemiliknya.

Data harga bahan baku dan produk pada pabrik Aseton dapat dilihat pada tabel 5.

**Tabel 5** Daftar Harga Bahan Utama dan Produk

Komponen	Harga (Rp/kg)
C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	51.202
ZnO	21.944
C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O	292.580





Biaya yang dibutuhkan untuk mendirikan pabrik Aseton dapat dilihat pada tabel 6 :

**Tabel 6** Total Biaya Pabrik Aseton

Jenis Biaya	Jumlah (Rp)
FCI	105.253.705.650,15
TPC	1.264.189.972.378,5
TCI	357.270.310.638
WCI	244.498.483.155,99

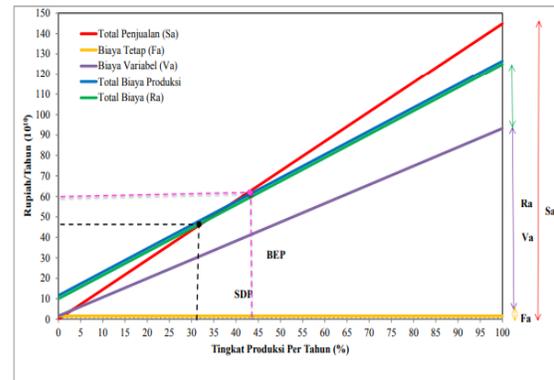
Adapun cara yang dapat digunakan untuk menyatakan kelayakan biaya ekonomi antara lain adalah *Return On Investment* (ROI), *Pay Out Time* (POT), *Interest Rate of Return* (IRR), *Break Even Point* (BEP), dan *Shut Down Point* (SDP). Hasil Analisa kelayakan ekonomi pada pabrik Aseton dapat dilihat pada tabel 7.

**Tabel 7** Analisa Ekonomi

Analisa Kelayakan	Nilai	Batasan	Ket
ROI	52,46%	Min 11%	Layak
POT	0,87 tahun	Max 5 th	Layak
IRR	18,17%	>13%	Layak
BEP	42,40%	40 - 60%	Layak
SDP	32,27%	20 - 40%	Layak

*Return on investment* (ROI) merupakan tingkat keuntungan yang diperoleh dari hasil tingkat pengeluaran investasi. *Pay out time* (POT) merupakan waktu pengembalian modal yang diperoleh dari hasil keuntungan yang dicapai. *Interest rate of return* (IRR) merupakan suatu tingkat bunga tertentu dimana seluruh penerimaan dimasa yang akan datang tepat menutup seluruh jumlah pengeluaran modal. Pabrik yang layak didirikan, dijadikan usaha dan memiliki keuntungan yang baik apabila nilai persenan IRR lebih besar dari bunga bank yang digunakan. *Break Event Point* (BEP) merupakan posisi titik yang menentukan pada tingkat berapa

biaya dan penghasilan jumlahnya sama. *Shut down point* (SDP) adalah merupakan posisi titik yang menentukan suatu aktivitas produksi harus dihentikan. Grafik analisa kelayakan ekonomi pabrik Aseton dapat dilihat pada gambar 1



**Gambar 1** Grafik BEP dan SDP Pabrik Aseton kapasitas 16.500 Ton/tahun

## 5. Kesimpulan

Prarancangan pabrik aseton dari *acetylene* dengan proses hidrasi direncanakan Pabrik terletak di kawasan industri Merak, Banten dengan luas tanah sebesar 33.528,8 m<sup>2</sup> dengan kapasitas 16.500 ton/tahun. Bentuk hukum perusahaan yang direncanakan adalah Perseroan Terbatas (PT). Bentuk organisasi yang direncanakan adalah garis dan staf dengan jumlah yang dibutuhkan 145 orang. Berdasarkan analisa ekonomi *Profit on Sales* (POS) sebesar 8%, *Return of Investment* (ROI) sebesar 52,46%, *Pay Out Time* (POT) sebesar 0,87 tahun, *Break Event Point* (BEP) sebesar 42,40%, *Shut Down Point* (SDP) sebesar 32,27%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa prarancangan pabrik aseton dari *acetylene* dengan proses hidrasi kapasitas 16.500 ton/tahun ini layak untuk didirikan.



## DAFTAR PUSTAKA

- Brownell, E. L. dan H.Y, E. (1959): Process Equipment Design Volume 6. . Butterworth-Heinemann. Department of Chemical Engineering.
- Coulson, J. M. dan Richardson, J. F. (1989): Chemical Engineering, Volume 6. Pergamon Press. Oxford.
- Geankoplis, C. J. (1997): Transportt Process and Unit Operations Third Edition. Prentice Hall. New Jersey.
- New Jersey. Kern, D. Q. (1950): Process Heat Transfer. Mc Graw Hill. New York
- Mc.Cabe, J. dan A., W. (1993): Applied Dental Material. Blackwell Publishing. Singapore.
- MSDS (2013): Material Safety Data Sheet Zinc Oxide. Science Lab.com.
- Peter, M. S. dan Timmerhaus, K. D. (1991): Plant Design Economics for Chemical Engineering 3ed. Mc. Graw – Hill. New York. .
- Smith,J. M., Nesss, H. C. V. dan Abbott, M. M. (2005): Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics Seventh Edition. Mc.Graw-Hill. North America.
- Treyball, R. E. (1968): Mass Transfer Operations, 2nd. Ed. Singapore. International Student Edition. Mc. Graw Hill.
- Ullmann (2005): Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry. Wiley-VCH Verlag GmbH & cO. kGaA. Weinheim.
- UNdata (2013-2018): Data Ekspor Impor Acetone di Indonesia.
- Yaws, C. L. (1999): Chemical Properties Handbook McGraw-Hill. New York

