

TUGAS
PERANCANGAN PABRIK KIMIA



PRARANCANGAN PABRIK ASETON DENGAN PROSES
DEHIDROGENASI ISOPROPANOL KAPASITAS PRODUKSI
60.000 TON/TH

Oleh :

Anak Agung Juwita Purnama Dewi

NIM. L2C 607 003

Chirilla Susilowati

NIM. L2C 607 015

JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2011

EXECUTIVE SUMMARY

JUDUL TUGAS	PRARANCANGAN PABRIK ASETON DENGAN PROSES DEHIDROGENASI ISOPROPANOL	
	KAPASITAS PRODUKSI	60,000 TON/TAHUN

I. STRATEGI PERANCANGAN

Latar belakang	<p>Perkembangan industri di Indonesia pada saat ini mengalami peningkatan di segala bidang, terutama industri yang bersifat padat modal dan teknologi Indonesia diharapkan mampu bersaing dengan negara-negara maju lainnya. Peningkatan yang pesat baik secara kualitatif maupun kuantitatif juga terjadi dalam industri kimia. Salah satu bahan industri kimia yang sangat diperlukan dalam industri kimia adalah Aseton.</p> <p>Pada umumnya aseton digunakan sebagai solven untuk beberapa polimer, Aseton digunakan untuk membuat plastik, serat, obat-obatan, dan senyawa-senyawa kimia lainnya. Selain dimanufaktur secara industri, aseton juga dapat ditemukan secara alami, termasuk pada tubuh manusia dalam kandungan kecil. Penggunaan yang bersifat komersial adalah penggunaan sebagai senyawa intermediate dalam pembuatan <i>methyl methacrylate</i>, <i>bisphenol A</i>, <i>diaseton alcohol</i> dan produk-produk lain. Kebutuhan Aseton di Indonesia semakin lama semakin meningkat tapi sampai saat ini masih belum ada perusahaan di Indonesia yang memproduksinya. Untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, Indonesia masih mendatangkan Aseton dari negara lain seperti : Amerika Serikat, Belanda, Cina, Korea, Jepang, dan Singapura berdasarkan data dari Biro Pusat Statistik,</p> <p>Sehubungan dengan hal ini maka sangatlah tepat jika pemerintah mengambil kebijakan yang pada hakekatnya mengurangi ketergantungan kepada negara lain dalam memenuhi kebutuhan masyarakat, yakni dengan membangun industri-industri sehingga pengeluaran untuk impor bisa dikurangi, Bahkan dengan adanya industri tidak menutup kemungkinan untuk mengekspor hasil produksinya sehingga akan menambah devisa negara,</p>
Dasar penetapan kapasitas produksi	<p>Penetapan kapasitas produksi didasarkan oleh 3 hal yaitu :</p> <ol style="list-style-type: none">1. Bahan baku pembuatan aseton adalah isopropanol. Sesuai dengan reaksi yang terjadi, maka diperkirakan aseton yang dihasilkan adalah 86% dari reaksi,2. Kebutuhan dunia akan Aseton pada tahun 2005 sebesar 4,95 juta ton/tahun.

	<p>Amerika dan Eropa Barat menggunakan sebanyak 60%, Jepang dan negara-negara Asia sekitar 27% dan sisanya dikonsumsi oleh Amerika. Kapasitas pabrik aseton yang menghasilkan produk sebesar 56,800 ton/tahun, maka dari hasil perhitungan, konsumsi isopropanol yang dibutuhkan sebesar 66,050 ton/tahun</p> <p>3. Pertumbuhan rata-rata Aseton dalam kurun waktu 2005-2014 diperkirakan sebesar 4,2%. Dengan asumsi permintaan Aseton stabil sampai 2014, diproyeksikan permintaan aseton dunia mencapai 7,17 juta ton/tahun. Sedangkan di tahun 2020, diproyeksikan permintaan aseton dunia mencapai 9,18 juta ton/tahun</p>
<p>Dasar penetapan lokasi pabrik</p>	<p>1. Sumber bahan baku</p> <p>Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan Aseton yaitu Isopropil Alkohol yang masih diimpor dari Belanda, oleh karena itu dipilih lokasi yang dekat dengan pelabuhan untuk mempermudah pengiriman. Lokasi Cilegon yang di daerah pantai karena dekat dengan Pelabuhan Merak akan memudahkan proses transportasi bahan baku yang dilakukan lewat laut.</p> <p>2. Letak pasar</p> <p>Sebagai produk Aseton banyak dibutuhkan oleh industri cat, vernish, selulosa, karet dan kosmetik. Oleh karena itu sangat menguntungkan bila pabrik Aseton ini didirikan di lokasi yang berdekatan dengan industri-industri tersebut. Cilegon merupakan kawasan industri dimana terdapat industri yang menggunakan <i>aseton</i> sebagai bahan baku, sehingga pemasaran produknya mudah dilakukan. Untuk pemasaran ke luar negeri juga mudah karena letak Cilegon dekat dengan Pelabuhan Merak</p> <p>3. Fasilitas transportasi</p> <p>Lokasi pabrik harus berdekatan dengan sarana perhubungan laut dan darat. Fasilitas jalan dan pelabuhan sangat mendukung sekali untuk kepentingan tersebut, yaitu dengan adanya jalan antar propinsi kelas 1, bahkan jalan tol. Dan juga pelabuhan yang ada sudah banyak disinggahi kapal-kapal besar. Sebagai kawasan Industri, sarana transportasi darat di Cilegon sudah memadai, dan letaknya yang dekat pelabuhan semakin memudahkan dalam pengiriman produk ke luar negeri.</p>

4. Tenaga kerja

Tenaga kerja mutlak diperlukan untuk menjalankan mesin-mesin produksi, pendirian pabrik diharapkan dapat menyerap tenaga kerja dan mengurangi pengangguran. Tenaga kerja ahli (*skilled labour*) tidak mudah didapatkan di setiap daerah tapi biasanya banyak berada di daerah yang dekat dengan pusat-pusat pendidikan. Cilegon merupakan kawasan industri dan lokasinya dekat dengan ibu kota negara sebagai pusat pendidikan sehingga mudah untuk memperoleh tenaga kerja ahli, Karena tingginya jumlah pengangguran maka tidaklah sulit untuk memperoleh tenaga kerja tanpa keahlian (*unskilled labour*).

5. Utilitas

Untuk kelancaran operasi pabrik, perlu diperhatikan sarana-sarana pendukung seperti air, listrik dan lain-lain, agar proses produksi dapat berjalan dengan baik. Sebagai kawasan industri, Cilegon sudah memiliki fasilitas penunjang beroperasinya suatu pabrik yaitu fasilitas akan listrik maupun air bersih, Penyediaan tenaga listrik diperoleh dari PLN dan generator set sebagai cadangan, Penyediaan air diperoleh dari air laut, sedang steam yang akan digunakan merupakan pemanfaatan dari WHB, Dengan demikian pembangunan pabrik baru tinggal menyewa fasilitas tersebut, karena hal ini lebih murah daripada membangun fasilitas baru.

6. Kedekatan dengan pusat industri

Cilegon merupakan daerah kawasan industri, sehingga utilitas dan persiapan bahan lebih mudah diusahakan sehingga pabrik baru lebih mudah didirikan.

7. Terdapatnya fasilitas pelayanan / service industri dan umum

Yang dimaksud dengan fasilitas service adalah bengkel industri dan fasilitas-fasilitas umum misalnya rumah sakit, sekolah sarana ibadah dan tempat rekreasi. Kawasan sekitar Cilegon sudah memiliki fasilitas – fasilitas tersebut, sehingga pabrik baru tidak perlu menyediakan fasilitas tersebut.

8. Terdapatnya fasilitas pembelian

Fasilitas pembelian adalah lembaga-lembaga keuangan seperti bursa atau pasar modal dan sumber yang potensial bagi permodalan perusahaan seperti bank – bank dan koperasi simpan pinjam. Lokasi Cilegon yang dekat

dengan Jakarta memberikan keuntungan yaitu dekat dengan fasilitas pembelanjaan tersebut.

9. Tinggi rendahnya tingkat pajak dan undang-undang perburuhan

Pendirian pabrik perlu memperhatikan beberapa faktor kepentingan yang terkait didalamnya, kebijaksanaan pengembangan industri, dan hubungannya dengan pemerataan kesempatan kerja, kesejahteraan, dan hasil-hasil pembangunan. Di samping itu, pabrik yang didirikan juga harus berwawasan lingkungan, artinya keberadaan pabrik tersebut tidak mengganggu atau merusak lingkungan sekitarnya. Bagi daerah yang ingin memajukan masyarakatnya biasanya memberlakukan keringanan-keringanan begitu pula di Indonesia, dan status Cilegon sebagai kawasan industri membuat lokasi tersebut menerapkan keringanan-keringanan tersebut sehingga hal ini mengurangi pengeluaran tetap yang harus dibayar (pajak). Sedangkan tentang undang-undang perburuhan untuk saat ini masih bisa diterima kalangan perusahaan.

10. Sikap masyarakat sekitar

Sikap masyarakat Cilegon sangat menghendaki didirikannya pabrik baru, karena dengan adanya pabrik – pabrik terdahulu telah membantu peningkatan kesejahteraan masyarakat. Hal ini memberikan keuntungan bagi perusahaan karena masyarakat sekitar merupakan sumber tenaga kerja yang potensial.

11. Keadaan tanah

Pendirian pabrik tidak bisa dilakukan disembarang tempat, kondisi tanah sangat menentukan apakah disana bisa didirikan pabrik atau tidak. Salah satu pertimbangan penetapan lokasi Cilegon sebagai kawasan industri adalah kondisi tanah yang stabil, sehingga kestabilan tanah bukanlah masalah bagi pendirian pabrik ini.

12. Iklim

Iklim sangat penting dalam penentuan lokasi pabrik. Iklim yang tidak pasti dapat menyebabkan korosi. Korosi biasanya terjadi pada sekitar plant dan dapat menambah biaya pemeliharaan.

13. Pembuangan sampah/limbah

Pembuangan sampah cair dan sampah produk merupakan masalah pula

	<p>untuk suatu pabrik kimia. Cilegon sebagai daerah pesisir tidak begitu kesulitan untuk membuang limbah cairnya karena dekat dengan laut.</p> <p>14. Perluasan areal pabrik</p> <p>Dengan melihat perkembangan kebutuhan masa mendatang yang terus meningkat, maka perlu dipertimbangkan faktor perluasan pabrik. Pemilihan lokasi berada pada daerah industri yang masih dapat memungkinkan adanya perluasan daerah industri. Sehingga tidak menghambat pendirian dan kelangsungan operasional dari pabrik,</p> <p>15. Biaya dari tanah dan gudang,</p> <p>Kawasan Cilegon yang merupakan kawasan industri telah mempunyai standar dalam masalah masalah seperti ini, sehingga jika harus menyewa gudang, hal ini masih lebih murah dibandingkan membuat gudang baru</p>
<p>Pemilihan proses</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Proses yang dipilih dalam produksi aseton ini adalah proses dehidrogenasi isopropanol yang termasuk reaksi heterogen katalitik yang melibatkan dua fase yaitu reaktan dalam fase gas dan katalis dalam fase padat 2. Tahapan reaksi pada reaksi heterogen katalitik fase gas padat adalah Adsorpsi isopropanol pada permukaan katalis, Aktivasi, Reaksi permukaan, Deaktivasi Produk, dan Desorpsi 3. Reaksi dehidrogenasi isopropanol menjadi aseton berlangsung dalam fase gas dan merupakan reaksi endothermis, Kondisi operasi dalam reaktor adalah tekanan 2 atm serta suhu 350^oC, Reaksi Pembentukan yang terjadi adalah : $\begin{array}{ccc} (\text{CH}_3)_2\text{CHOH}_{(g)} & \xrightarrow[\text{P}=2,3 \text{ atm}]{\text{T}=410^\circ\text{C}} & (\text{CH}_3)_2\text{CO}_{(g)} + \text{H}_2_{(g)} \dots\dots\dots(1) \\ \text{Isopropanol} & & \text{Aseton} \quad \text{Hidrogen} \end{array}$ <p>Selain itu, pada proses ini dihasilkan produk samping berupa propylene dan air yang berlangsung menurut reaksi :</p> $\begin{array}{ccc} (\text{CH}_3)_2\text{CHOH}_{(g)} & \longrightarrow & \text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2_{(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(g)} \dots\dots\dots(2) \\ \text{Isopropanol} & & \text{Propilene} \quad \text{Air} \end{array}$
BAHAN BAKU	
<p>Nama</p>	<p>Isopropanol</p>
<p>Spesifikasi</p>	<p>- Wujud : Cair</p> <p>- Bau : Bau khas alkohol</p>

	<ul style="list-style-type: none"> - Warna : Jernih - Kemurnian, persen berat : Min 88 - Impuritas, persen berat : Air (Mak 12) - Density (20°C), kg/l : 1,817 – 1,818
Asal	Pemasok Belanda
<u>Copper Oksida (CuO):</u>	
Nama	
Spesifikasi	<ul style="list-style-type: none"> - Bentuk : Powder - Wujud : Padat - Density, gr/cc : 6,32 - Diameter partikel, micron : 270 - Warna : Hitam - Kadar air,persen massa : mak 0,09
Kebutuhan	6,41 ton/hari
<u>Aluminium Oksida (Al₂O₃):</u>	
Nama	
Spesifikasi	<ul style="list-style-type: none"> - Bulk Density, gr/cc : 0,6 - Bentuk : Bola - Warna : White Powder - Diameter, mm : 3,4 – 4,0 - Sifat : tidak larut dalam air, asam dan alkali
PRODUK	
Jenis	<u>Aseton:</u>
Spesifikasi Produk	<ul style="list-style-type: none"> - Wujud (20°C) : Cair - Warna : Jernih

	- Kemurnian, persen berat : Min 99,5 - Impuritas : Air maks 0,3 : Isopropanol maks 0,2 - Density (20°C), kg/l : 0,790 – 0,792
Laju produksi	181,81 ton/hari
Daerah pemasaran	Di seluruh wilayah Indonesia dan ekspor ke luar negeri

II. DIAGRAM ALIR PROSES DAN PENERACAAN

(Terlampir)

III. PERALATAN PROSES DAN UTILITAS

A. Peralatan Proses

TANGKI PENYIMPANAN ISOPROPANOL		
Fungsi	Menyimpan bahan baku isopropyl Alkohol dalam bentuk cair	
Jumlah	2 unit	
Material	Carbon Steel SA 283 Grade C	
Kondisi Penyimpanan	Cair	
Waktu Penyimpanan	30 hari	
Suhu Penyimpanan	30°C	
Tekanan Operasi	1 atm	
Tekanan Design	1,1 atm	
Volume	7,608,29 m ³	
Diameter	60 ft	
Tebal shell	course 1	0,692 in
	course 2	0,619 in
	course 3	0,547 in
	course 4	0,475 in
	course 5	0,402 in
	course 6	0,330 in

	course 7	0,258 in
	course 8	0,185 in
Tebal Head	0,17 in	
Tinggi Head	10,09 ft	
MIXER (M-01)		
Fungsi	Tempat pencampuran freshfeed IPA dengan hasil recycle agar sesuai dengan spesifikasi bahan baku yang diinginkan,	
Tipe Pengaduk	Marine Propeler 3 Blade	
Volume Tangki	2,5219 m ³	
Diameter	4,8411 ft	
Tinggi silinder	1,4756 m	
Tebal dinding	3/16 in	
Tinggi tutup bawah	0,2563 m	
Tebal tutup bawah	4/16 in	
Jumlah Baffle	4	
Lebar Baffle	0,1613 ft	
Pengaduk	Kecepatan putar	28,0228 rpm
	Power	0,5 HP
	Power Pengaduk	11 HP
POMPA (P-02)		
Fungsi	Mengalirkan larutan IPA dari mixer ke vaporizer	
Jenis Pompa	Pompa Sentrifugal	
Kapasitas	0,131 ft ³ /s	
Power Pompa	1 HP	
Power Motor	1,5 HP	
Bahan Konstruksi	Carbon Steel SA-283 grade C	
Ukuran Pipa	D nominal	3 in
	OD	3,5 in
	ID	3,068 in
	Sch	40
	Flow Area	0,0513 in ²
REAKTOR (R-01)		

Fungsi	Tempat berlangsungnya reaksi dehidrogenasi Isopropanol menjadi aseton dengan katalis CuO		
Jenis Reaktor	Fluidized Bed		
Kondisi	Non Isothermal – Non Adiabatis		
Temperatur	In	410 °C (683 K)	
	Out	350 °C (623 K)	
Tekanan	2,3 atm		
Tinggi reaktor	12,07 m		
Diameter Reaktor	1,8721 m		
Tinggi Head Bawah	0,4680 m		
Tebal Reaktor	0,3268 in		
Dimensi Coil Pemanas	Bahan Konstruksi	Low alloy stell SA – 283 Grade C	
	D nominal	3 in	
	OD	3,5 in	
	ID	3,068 in	
	Flow area	7,38 in ²	
	Surface area	0,917 ft ² /ft	
	Jumlah lingkaran	9 lingkaran	
	Kebutuhan katalis	6415,8437 kg	
	MENARA DESTILASI (D-01)		
	Fungsi	Memisahkan aseton dari produk keluaran reaktor	
Tipe	Tray tower		
Jenis	Sieve tray		
Bahan	Carbon Stell SA – 283 grade C		
Jumlah Tray	25		
Lokasi Umpan	Antara tray 11 dan tray 12 dari dasar menara		
Tray spacing	0,75 m		
Dimensi	Tinggi menara	21,226 m	
	Diameter puncak	1,3282 m	
	Diameter bawah	1,9174 m	
	Tebal shell	0,5 inc	

B. Utilitas

AIR	
Air untuk keperluan umum (<i>service water</i>)	22,02 m ³ /hari
Air pendingin (<i>cooling water</i>)	Saat start-up : 35849,12 m ³ /hari
	Saat pabrik berjalan : 36107,61 m ³ /hari
Air umpan ketel (<i>boiler feed water</i>)	Saat start-up : 52446,04 m ³ /hari
	Saat pabrik berjalan : 52870,5 m ³ /hari
Total kebutuhan air	88295,16 m ³ /hari
	88,295 m ³ /ton produk
STEAM	
Kebutuhan steam	2770 ton/hari
Jenis boiler	Water Tube Boiler
LISTRIK	
Kebutuhan listrik	35,98 kilowatt
Dipenuhi dari	Pembangkit; PLN Kawasan Industri Cilegon
BAHAN BAKAR	
Jenis	Industrial Gas
Kebutuhan	41,52 m ³ /hari
Sumber dari	Perusahaan Gas Negara (PGN)

IV. PERHITUNGAN EKONOMI

Physical plant cost	US \$ 57652789,81	
Fixed capital	US \$ 103775021,67	
Working capital	US \$ 15898754,98	
Total capital investment	US \$ 123132944	
ANALISIS KELAYAKAN		
Return on Investment (ROI)	Before tax : 28,45 %	After tax : 21,34 %
Pay Out Time (POT)	Before tax : 2,74 tahun	After tax : 3,40 tahun
Break Even Point (BEP)	35,91 %	
Shut Down Point (SDP)	13,37 %	