

PRARANCANGAN PABRIK ASETAT ANHIDRAT DARI ASETON DAN ASAM ASETAT DENGAN PROSES DEKOMPOSISI ASETON DENGAN KAPASITAS 60.000 TON/TAHUN

Galacaesar Anugerah Khambali¹, Sigit Ariwibowo¹

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

*Corresponding Author: gakhambali@gmail.com

Abstrak

Asetat anhidrat ((CH₃CO)₂O) merupakan larutan aktif, tidak berwarna, serta memiliki bau yang tajam. Asetat anhidrat memiliki kegunaan yang sangat bervariasi seperti pembuatan selulosa asetat, serat asetat, obat-obatan, aspirin, dan berperan sebagai pelarut dalam penyiapan senyawa organik. Sehingga peluang berkembangnya industri asetat anhidrat cukup besar, maka perlu direncanakan perancangan pabrik kimia dengan produk asetat anhidrat. Pabrik ini direncanakan beroperasi selama 330 hari/tahun dengan kapasitas produk asetat anhidrat sebesar 60.000 ton/tahun dan rencana didirikan pada tahun 2024. Bahan baku utama yang diperlukan adalah aseton dan asam asetat. Pabrik direncanakan akan didirikan di Karanganyar, Jawa Tengah

Asetat anhidrat diproduksi dengan mendekomposisi aseton menjadi ketena menggunakan reaktor alir pipa didalam furnace (vertical cylindrical fired heater) pada suhu 706 °C dan tekanan 1 atm. Kemudian mereaksi ketena dengan asam asetat pada reaktor-2 yang merupakan packed tower dengan jenis packing rasching ring menghasilkan crude product (campuran asam asetat-asetat anhidrat). Crude product kemudian diproses lebih lanjut untuk menghasilkan produk asetat anhidrat.

Pemasaran asetat anhidrat diutamakan untuk konsumsi keluar negeri. Bentuk perusahaan berupa Perseroan Terbatas (PT) dengan sistem organisasi line and staff. Sistem kerja karyawan berdasarkan pembagian menurut jam kerja yang terdiri dari shift and non shift dengan tenaga kerja yang dibutuhkan sebanyak 176 orang. Adapun hasil analisa ekonomi memberikan hasil Total Capital Investment (TCI) adalah sebesar Rp 22.212.209.882.591 dan diperoleh hasil penjualan yaitu sebesar Rp 112.150.775.167.200 Selain itu diperoleh juga Return of Investment (ROI) sebelum pajak sebesar 29% dan Return of Investment (ROI) sesudah pajak sebesar 19%. Pay Out Time (POT) sebelum pajak yaitu 2,7 tahun dan Pay Out Time (POT) sesudah pajak sebesar 3,7 tahun. Sehingga diperoleh Break Event Point (BEP) sebesar 46% dan Shut down point (SDP) sebesar 23%. Berdasarkan pertimbangan hasil evaluasi tersebut, maka pabrik asetat anhidrat dengan kapasitas 60.000 ton/tahun ini layak untuk didirikan.

Kata kunci: Asetat anhidrat, Ketena, Dekomposisi Aseton, Asam asetat, Vertical cylindrical fired heater

1. Pendahuluan

Banyak sekali industri yang berkembang di seluruh dunia di era modern ini. Tidak dapat dipungkiri, kegiatan industri memang melekat pada kebutuhan masyarakat dunia khususnya Indonesia. Salah satu kegiatan industri yang berkembang pesat di Indonesia yaitu industri kimia. Industri kimia mencakup berbagai produk zat kimia seperti petrokimia, agrokimia, farmasi, polimer, cat dan oleokimia.

Kita telah banyak mengetahui berbagai macam industri kimia yang telah berdiri di Indonesia. Industri kimia, seperti namanya menggunakan proses kimia. Proses yang digunakan antara lain, membentuk zat baru, pemisahan berdasarkan kelarutan atau muatan ion, transformasi oleh panas distilasi, serta metode-metode lainnya. Berkembangnya industri kimia di Indonesia, ternyata masih belum bias memenuhi kebutuhan bahan kimia. Salah satunya ialah industri kimia asetat anhidrat. Asetat anhidrat biasa digunakan



sebagai bahan baku pembantu. Asetat anhidrat ((CH₃CO)₂O) merupakan larutan aktif, tidak berwarna, serta memiliki bau yang tajam (Kirk et al. 2004).

Ketidakterersediaan industri asetat anhidrat di dalam negeri mengharuskan Indonesia melakukan impor ke berbagai negara lain penghasil asetat anhidrat. Hal ini tentu saja sangat tidak efektif dilihat dari perlunya biaya akomodasi yang tidak murah dan beberapa faktor lainnya. Beberapa perusahaan yang memproduksi asetat anhidrat di dunia dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Produksi Asetat Anhidrat di Dunia

Perusahaan Asetat Anhidrat	Kapasitas Produksi (10 ³ Ton/tahun)
Celanese (Narrows, VA)	118.000
Celanese (Edmonton, Alberta)	25.000
Celanese (Cangrejera, Mexico)	41.000
Eastman (Kingsport, Tenn)	1.160.000
Celanese (Pampa, Tex)	113.000
Celanese (Rock Hill, S.C.)	816.000
Total	2.273.000

Berdasarkan data diatas, perkiraan jumlah kebutuhan asetat anhidrat pada tahun 2024 dapat diperkirakan menggunakan perhitungan discounted method dengan rumus sebagai berikut (Peters and Timmerhaus 1991):

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

Hasil perhitungan dari persamaan *discounted method* menunjukkan bahwa peluang kapasitas pabrik asetat anhidrat yang akan didirikan pada tahun 2024 yaitu 120.957 ton/tahun. Dengan perhitungan kebutuhan diatas, maka diputuskan untuk membangun pabrik yang dapat memenuhi 50% dari kebutuhan asetat anhidrat dengan kapasitas sebesar 60.000 ton/tahun. Kapasitas yang ditentukan tersebut masuk dalam kapasitas pabrik yang sudah berproduksi di seluruh dunia.

2. Deskripsi Proses

a. Pemilihan Proses

Asetat anhidrat dapat diproduksi secara massal (skala industri) dari beberapa macam proses, diantaranya proses karbonilasi metil asetat dan metode ketena (dekomposisi asam asetat atau

dekomposisi aseton). Berikut adalah perbandingan dari ke-tiga proses pembuatan asetat anhidrat:

Tabel 2 Pemilihan Proses

Proses Aspek	Karbonilasi Metil Asetat	Dekomposisi Asam Asetat	Dekomposisi Aseton
Katalis	Rhodium Iodine	Trietil Fosfat	Tidak diperlukan
Fase Reaksi Suhu Reaksi	Gas-cair 180 °C	Gas-cair 700-750 °C	Gas-cair 705°C
Konversi	100%	85-90%	85-90%

Berdasarkan tabel diatas dipilih pembuatan asetat anhidrat dengan proses ketena dari dekomposisi aseton. Alasan pemilihan proses ini adalah karena proses ini tidak perlu menggunakan katalis. Penggunaan katalis *rhodium iodine* pada proses karbonilasi metil asetat membuat *capital cost* menjadi lebih besar dikarenakan kehadiran unsur halogen selama reaksi mengharuskan reaktor dibuat menggunakan bahan titanium (Kirk et al. 2004). Selain tidak menggunakan katalis proses ini juga menghasilkan asetat anhidrat dengan tingkat kemurnian yang tinggi dan dengan proses ini juga dapat dihasil produk samping berupa metana yang *inert* sehingga mudah dipisahkan. Selain itu metana yang dihasilkan dapat digunakan sebagai bahan bakar untuk proses dekomposisi aseton.

b. Uraian Proses

Pada proses produksi asetat anhidrat dengan menggunakan proses dekomposisi aseton terbagi menjadi beberapa tahap yaitu (Nicolai and Daroux 1950):

- Tahap Persiapan Bahan Baku

Tahap pertama yaitu persiapan bahan baku, dimana tahap persiapan bahan baku ini digunakan untuk menyimpan bahan baku yang berupa aseton dan asam asetat sebelum dilanjutkan pada tahap proses produksi. Bahan baku tersebut disimpan didalam tangki penyimpanan pada suhu 30 °C dan tekanan 1 atm. Proses ini dimulai dari aseton cair dengan suhu 30 °C dan tekanan 1 atm dari tangki penyimpanan





aseton (F-110) dialirkan menggunakan pompa aseton (F-111) kedalam vaporizer aseton (V-130) untuk diuapkan. Aseton yang telah menguap akan dialirkan kedalam preheater furnace (Q-140) untuk meningkatkan suhu aseton(g) menjadi 621 °C sebelum diumpungkan ke dalam furnace (R-210). Selanjutnya untuk aseton(l) yang tidak teruapkan akan dikembalikan ke mixing-point 01 untuk dicampurkan dengan fresh feed aseton lalu diuapkan lagi di vaporizer aseton (V-130). Bahan selanjutnya yaitu asam asetat(l) dengan suhu 30 °C dan tekanan 1 atm dari tangki asam asetat (F-120) dialirkan hingga bercampur dengan asam asetat hasil recycle. Kemudian dialirkan ke dalam cooler asam asetat (E-232) untuk diturunkan suhunya menjadi 30 °C sebelum diumpungkan kedalam reaktor-2 (R-230).

- Tahap Dekomposisi Aseton

Dekomposisi aseton terjadi dalam reaktor alir pipa yang beroperasi dalam sebuah furnace (R-210) sebagai pemanas, reaksi dekomposisi berjalan secara nonisothermal dan non-adiabatis. Gas ketena, metana, etilen dan karbon monoksida yang terbentuk dalam furnace (R-210). Produk gas sintesa ini keluar dari furnace (R-210) pada suhu 706 °C. Untuk mencegah polimerisasi ketena, gas-gas dari furnace segera didinginkan hingga suhu 120 °C dengan menggunakan venturi mixer (M-213) dan waste heat boiler (E-220). Campuran asam asetat-asetat anhidrida disuntikkan ke dalam gas panas yang memberikan tingkat turbulensi yang tinggi sehingga menghasilkan pencampuran yang menyeluruh dan penyerapan ketena.

- Tahap Pembentukan Asetat Anhidrat

Keluaran dari waste heat boiler (E-220) kemudian dimasukkan kedalam reaktor-2 yang merupakan packed tower (R-230) untuk direaksikan dengan asam asetat untuk menghasilkan asetat anhidrat. Berikut ini adalah reaksi pembentukan asetat anhidrat:



Reaksi tersebut berlangsung pada suhu 80 °C dan tekanan 1 atm dan bersifat eksotermis. Pada packed tower (R-230) terjadi reaksi heterogen gas-cair. Gas-gas hasil dari waste heat boiler (E-220) masuk dari inlet bagian bawah packed tower sedangkan asam asetat yang merupakan reaktan cair sekaligus pelarut

masuk melalui inlet bagian atas. Produk bawah dari packed tower merupakan campuran asam asetat-asetat anhidrat (crude product). Sedangkan produk atas merupakan campuran aseton dan fixed gas (metana, etilen dan karbon monoksida).

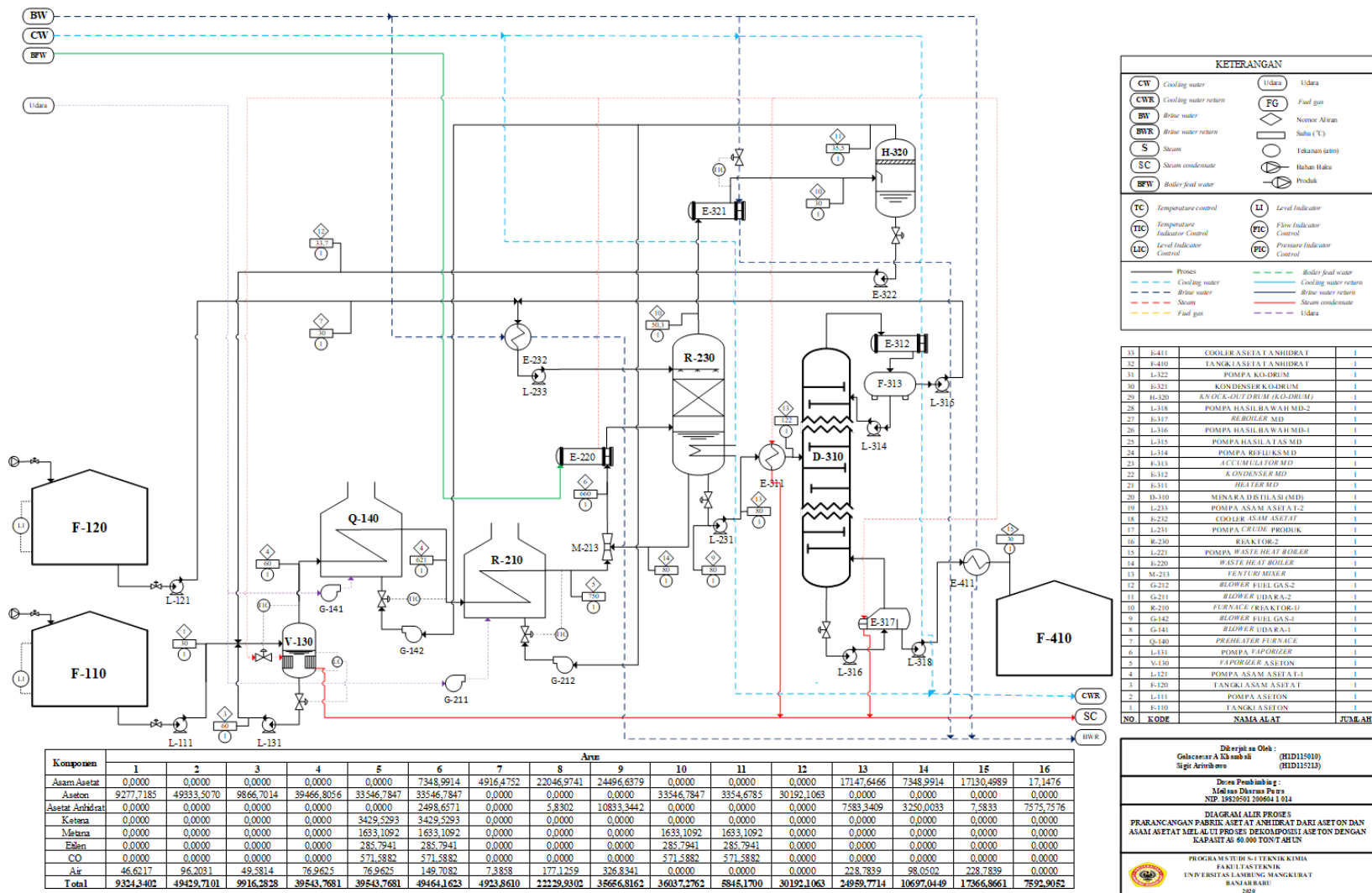
- Tahap Pemisahan dan Pemurnian

Crude product dari packed tower (R-230) dialirkan menuju menara distilasi (D-310) dan venturi mixer (M-213). Sebelum dialirkan ke dalam menara distilasi pertama-tama crude product dialirkan ke heater MD (E-311) untuk panaskan hingga 122 oC. Pada menara distilasi (D-310) terjadi pemisahan antara asam asetat dan asetat anhidrat. Hasil bawah yang dari menara distilasi merupakan asetat anhidrat(l) dialirkan menuju reboiler MD (E-317) untuk memanaskan dan mensirkulasi kembali sebagian hasil bawah kembali ke menara distilasi. Sebagian lain dari hasil bawah MD dialirkan menuju cooler asetat anhidrat (E-411) untuk didinginkan hingga suhu 30 oC sebelum dialirkan tangki penyimpanan asetat anhidrat (F-410). Sedangkan hasil atas yang merupakan sebagian besar asam asetat(g) dialirkan menuju kondenser MD (E-312) untuk dikondensasi menjadi asam asetat (l). Hasil kondensasi dari kondenser MD (E-312) kemudian dialirkan menuju akumulator (F-313). Sebagian asam asetat(l) dari akumulator (F-313) akan dialirkan kembali ke menara distilasi (D-310) dan sebagian lainnya dialirkan kembali menuju cooler asam asetat (E-232).

Hasil atas dari packed tower (R-230) yang merupakan aseton dan fixed gas di alirkan menuju knock-out drum(KO drum) (H-320) untuk memisahkan aseton dan fixed gas. Sebelum masuk ke dalam KO drum aseton dan fixed gas alirkan menuju kondenser KO drum (E-321) untuk mengkondensasi aseton sebelum dipisahkan pada KO drum (H-320). Hasil bawah dari KO drum yang merupakan aseton dialirkan kembali menuju vaporizer aseton (V-130) untuk di uapkan kembali. Sedangkan hasil atas KO drum yang merupakan fixed gas yang terdiri dari metana, etilen dan karbon monoksida dialirkan ke dalam preheater furnace (Q-140) dan furnace (R-210) untuk digunakan sebagai bahan bakar.



PRARANCANGAN PABRIK ASETAT ANHIDRAT DARI ASETON DAN ASAM ASETAT MELALUI PROSES DEKOMPOSISI ASETON DENGAN KAPASITAS 60.000 TON/TAHUN



Gambar 1. Flow Diagram Process



3. Utilitas

Utilitas merupakan unit penunjang utama untuk memperlancar jalannya proses produksi pada suatu pabrik. Sumber air untuk pabrik asetat anhidrat diperoleh dari Sungai Bengawan Solo. Air yang digunakan sebesar 591.020,2553 kg/jam. Kebutuhan total utilitas yang diperlukan pada operasi pabrik asetat anhidrat dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3. Kebutuhan Utilitas Pabrik Asam Fenil Asetat

Kebutuhan	Jumlah
Steam	20.442,4377 kg/jam
Cooling Water	290.177,028 kg/jam
Brine Water	276.979,1233 kg/jam
Air Sanitasi	3.421,6667 kg/jam
Listrik	128,14 kWh

4. Analisis Ekonomi

Analisa ekonomi dilakukan untuk mengetahui apakah pabrik yang dirancang akan menguntungkan atau tidak. Dari segi ekonomi, suatu pabrik dikatakan sehat jika dapat memenuhi kewajiban finansial kedalam dan keluar serta dapat mendatangkan keuntungan yang layak bagi perusahaan dan pemiliknya. Prarancangan pabrik ini memiliki *total capital investment* Rp 22.800.035.517.017 dengan laba setelah pajak sebesar Rp 492.910.692.605

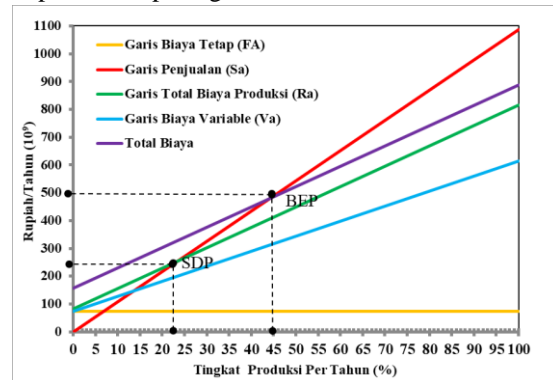
Kelayakan suata pabrik dapat diketahui dengan adanya analisis ekonomi. Adapun hasil analisis ekonomi pabrik asetat anhidrat dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. Analisis Ekonomi

Analisa	Nilai	Batasan	Ket
ROI	25%	Min. 11%	Layak
POT	3 thn	Max. 5 thn	Layak
BEP	45%	40-60%	Layak
SDP	22%	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 asam fenil asetat dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2. BEP dan SDP Pabrik Asetat Anhidrat Kapasitas 60.000 Ton/Tahun

5. Kesimpulan

Prarancangan pabrik asetat anhidrat dari aseton dan asam asetat melalui proses dekomposisi aseton dengan kapasitas 60.0000 ton/tahun akan berdiri di Kecamatan Cilincing, Jakarta Utara dengan luas pabrik yang direncanakan sebesar 32.304 m² yang didirikan pada tahun 2024 dengan kapasitas 4.500 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 26%, POT selama 2,8 tahun, BEP sebesar 44% dan SDP sebesar 23%. Sehingga pabrik asam fenil asetat ini layak untuk didirikan dan dapat diteruskan ke tahap perencanaan pabrik.

Daftar Pustaka

Kirk, R. E., D. F. Othmer, M. Grayson, and D. Eckroth. 2004. *Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology*. New York: John Wiley & Sons.

Nicolai, L. A., and W. G. Daroux. 1950. *Process for Preparing Acetic Anhydride*. United States: Standard Oil Development Co.

Peters, M. S., and K. D. Timmerhaus. 1991. *Plant Design and Economics for Chemical Engineers*. New York: McGraw-Hill.

