

PRA RANCANGAN PABRIK ASAM ASETAT DARI ETIL ASETAT DENGAN KATALIS AMBERLYST-15 MELALUI PROSES HIDROLISIS KAPASITAS 33.000 TON/TAHUN

Anisa Fitri ^{*1}, Rahmah Isnaeni¹

Program Studi S-1 Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat

Jln. A.Yani KM 35, Kampus ULM Banjarbaru, Kalimantan Selatan

*Corresponding Author: rahmahisnaeni.isna@gmail.com

Abstrak

Asam asetat berperan menjadi bahan baku utama dalam pembuatan produk kimia, seperti pada industri tekstil, industri Purified Terephthalic Acid (PTA), industri asam cuka untuk penambah rasa pada makanan, dan industri etil asetat (ethyl acetate). Kebutuhan asam asetat di Indonesia selalu mengalami peningkatan yaitu rata-rata 2,87% pertahunnya pada tahun 2017-2020, hal ini mengacu pada data impor asam asetat dari Badan Pusat Statistik Indonesia. Dengan didirikannya pabrik asam asetat yang direncanakan berdiri pada tahun 2026 dengan kapasitas 33.000 ton/tahun, diharapkan angka impor di Indonesia berkurang. Pabrik akan dibangun di Desa Tanara Kecamatan Tirtayasa, Kabupaten Serang, Provinsi Banten. Keperluan utilitas diperoleh dari sungai yang berdekatan dengan pabrik yaitu Sungai Ci Ujung, Banten.

Proses pembuatan asam asetat menggunakan reaksi hidrolisis antara etil asetat dan air menggunakan katalis amberlyst-15. Proses reaksi terjadi dalam Continuous Stirrer Tank Reactor (CSTR), pada suhu kondisi operasi 70 °C dengan tekanan sebesar 1 atm selama 1 jam. Hasil keluaran dari reaktor berupa campuran asam asetat, etil asetat, etanol dan air selanjutnya dialirkan masuk ke dalam Rotary Drum Vacuum Filter (RDVF) untuk dipisahkan dari katalis. Setelah itu produk dialirkan menggunakan ke evaporator. Produk bawah dari evaporator dialirkan melewati heater untuk dipanaskan hingga sesuai dengan suhu masukan umpan pada menara distilasi. Hasil produk bawah menara distilasi berupa asam asetat dengan kemurnian mencapai 99,8% dialirkan menuju tangki asam asetat sebagai produk utama yang sebelumnya didinginkan menggunakan cooler.

Pemasaran asam asetat diprioritaskan untuk konsumsi dalam negeri. Bentuk hukum perusahaan adalah perseroan terbatas atau PT sementara bentuk organisasinya adalah garis dan staff. Sistem kerja karyawan berdasarkan pembagian menurut jam kerja yang terdiri dari shift dan non-shift. Jumlah karyawan yang diperlukan sebesar 130 orang. Return of Investment (ROI) pada pabrik ini sebelum dikenai pajak 43% dan Return of Investment (ROI) sesudah dikenai pajak sebanyak 28%. Pay Out Time (POT) sebelum pajak adalah 2 tahun dan Pay Out Time (POT) sesudah pajak adalah 2,8 tahun. Break Event Point (BEP) yang diperoleh sebesar 42% dan Shut Down Point (SDP) sebesar 26%. Menurut pertimbangan hasil evaluasi tersebut, maka pabrik asam asetat dengan kapasitas 33.000 ton/tahun ini layak untuk dikaji lebih lanjut.

Kata Kunci : Etil asetat, asam asetat, etanol, katalis, hidrolisis

1. Pendahuluan

Sektor industri berperan sebagai faktor penggerak perekonomian nasional. Salah satunya adalah industri hulu khususnya industri kimia dasar (petrokimia). Industri hulu akan menghasikan bahan baku untuk industri hilir di berbagai sektor. Asam asetat digunakan sebagai bahan baku penunjang pada industri. Industri asam asetat perlu dikembangkan karena asam asetat memiliki pasar yang luas penggunaannya sebagai bahan dasar dalam industri kimia. Contohnya digunakan dalam industri plastik, farmasi, industri cat, industri karet, industri Purified Terephthalic Acid (PTA) dan lain-lain. Kebutuhan asam asetat di Indonesia masih belum tercukupi disebabkan baru ada satu produsen lokal yaitu, PT. Indo Acidatama Chemical Industri. Sehingga masih mengandalkan impor untuk memenuhi kebutuhan akan asam asetat. Berdasarkan

data (BPS, 2020) Indonesia saat ini masih mengimpor asam asetat sebanyak 48.000 ton/tahun. Sedangkan keperluan asam asetat di beberapa Negara Asia Tenggara (Malaysia, Thailand, Vietnam) mencapai 530.000.000 ton/tahun (UNData, 2019).

Industri asam asetat masih sangat berprospek di Indonesia, sehingga pabrik asam asetat di Indonesia masih sangat strategis didirikan. Berikut adalah alasan mengapa industri asam asetat masih memiliki prospek yang baik:

- Dapat meningkatkan pendapatan negara. Adanya pabrik asam asetat di Indonesia dapat menurunkan nilai impor karena kebutuhan asam asetat di dalam negeri telah terpenuhi.
- Sebagai penunjang bahan baku industri hilir. Sehingga dapat memacu pertumbuhan industri lain dengan biaya produksi yang lebih murah.



c. Membuka lapangan kerja dan mengurangi tingkat pengangguran

Perancangan pabrik kimia diawali dengan menentukan kapasitas pabrik. Pemilihan kapasitas pabrik diperoleh dengan mempertimbangkan ketersediaan bahan baku, perkiraan kebutuhan produk di Indonesia berdasarkan data impor, kebutuhan impor produk di negara lain dan kapasitas minimum pabrik yang sudah berdiri. Data Impor Asam Asetat dapat disajikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Data Impor Asam Asetat (BPS, 2020)

Tahun	Impor Asam Asetat (ton)	Pertumbuhan (%)
2017	69.372,268	16,70
2018	70.963,870	2,29
2019	71.599,050	0,90
2020	48.115,656	-8,39
Total	198.839,325	11,50
	Rata-rata	2,87

Selain itu, penentuan kapasitas pabrik juga ditinjau dari nilai ekspor yang ada. Berikut data ekspor asam asetat di Indonesia dapat disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Ekspor Asam Asetat (BPS, 2020)

Tahun	Ekspor Asam Asetat (ton)	Pertumbuhan (%)
2016	66,737	16,30
2017	5,342	-0,92
2018	1,272	-0,76
2019	2,686	1,11
Total	79,894	15,73
	Rata-rata	3,93

Berdasarkan data di atas maka dapat diperhitungkan jumlah kebutuhan asam asetat pada tahun 2026 yang didapatkan dari perhitungan *discounted method* dengan rumus (Ulrich, 1984):

$$F = P (1+i)^n$$

Keterangan:

- n = Selisih tahun (tahun ke-n)
- i = Kenaikan data rata-rata
- P = Besarnya data tahun sekarang (ton/tahun)
- F = Nilai kebutuhan pada tahun-2026

Peluang kapasitas produksi pada tahun 2026 (m_3) dapat ditentukan dengan persamaan :

$$m_1 + m_2 + m_3 = m_4 + m_5$$

$$m_3 = (m_4 + m_5) - (m_1 + m_2)$$

Keterangan :

m_5 = nilai konsumsi tahun 2025 (ton/tahun)

m_4 = nilai ekspor tahun 2026 (ton/tahun)

m_3 = kapasitas pabrik yang akan berdiri pada tahun 2026 (ton/tahun)

m_2 = produksi pabrik dari dalam negeri (ton/tahun)

m_1 = nilai impor tahun 2026 (ton/tahun)

Dari perhitungan dapat diketahui peluang kapasitas produksi asam asetat pada tahun 2026 yaitu 30.000 ton/tahun. Kapasitas pabrik yang dibangun harus di atas kapasitas minimum pabrik, ataupun minimal sama dengan kapasitas pabrik yang telah berdiri. Sehingga disimpulkan kapasitas yang paling optimum untuk perancangan ini yaitu 33.000 ton/tahun.

2. Deskripsi Proses

2.1 Jenis-Jenis Proses

Terdapat empat proses yang berbeda supaya menghasilkan asam asetat diantaranya disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan Jenis Proses

Kriteria	Jenis Proses			
	Hidrolisis Etil Asetat	Karbonilasi Metanol (Mansanto)	Oksidasi n-Butana	Oksidasi Asetal-dehid
Yield	76-87%	90-99%	60-70%	88-95%
Bahan Baku	Etil Asetat dan air	Metanol dan CO	n-Butana	Asetal-dehid
Suhu	70 °C	180-220 °C	170 °C	70-90 °C
Waktu Reaksi	1 jam	2-3 jam	2 jam	1,5 jam
Tekanan	1 atm	30-40 atm	45 atm	10 atm
Katalis	Amberlyst 15	Rhodium	Kobalt	Mangan asetat
Produk Samping	Etanol dan air	Air dan asam propionik	Sisa n-Butana, metanol, CO, CO ₂ dan senyawa 20-4 karbon gugus alkohol dan keton.	Sisa asetal-dehid, gas nitrogen, air, asam format, asam propionat dan etil asetat



Proses reaksi yang digunakan pada perancangan ini adalah proses hidrolisis etil asetat yang memiliki kelebihan diantaranya:

- Dapat digunakan pada skala besar;
- Proses yang lebih sederhana dan mudah;
- Ditinjau dari segi ekonomi juga menguntungkan karena harga asam asetat sebagai produk jauh lebih mahal daripada etil asetat sebagai bahan baku.
- Jumlah ketersediaan bahan baku berupa etil asetat di Indonesia telah memenuhi untuk proses produksi asam asetat.
- Hasil samping berupa etanol dapat digunakan kembali dan tidak bersifat korosif.

Selain itu digunakan katalis *amberlyst-15* karena memiliki keunggulan dibandingkan asam sulfat yaitu (Ulfah, 2015):

- Katalis mudah dipisahkan dari produk;
- Memungkinkan untuk diaplikasikan pada reaksi kontinu menggunakan kolom;
- Kemurnian produk tinggi, karena reaksi samping dapat diminimalisir; dan
- Tidak menyebabkan korosi sehingga aman bagi lingkungan.

2.2 Uraian Proses

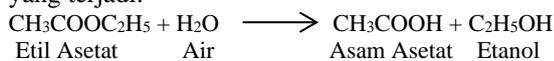
Proses produksi asam asetat yang menggunakan katalis *amberlyst-15* melalui tahapan proses hidrolisis etil asetat dengan dibagi menjadi 3 tahapan proses yaitu:

1. Persiapan Bahan Baku

Bahan baku pembuatan asam asetat pada proses ini adalah air, etil asetat, dan katalis *amberlyst-15*. Etil asetat kemurnian 98% disimpan pada sebuah tangki (F-110) dengan fase cair pada temperatur 30°C dan tekanan sebesar 1 atm. Sedangkan bahan baku air diambil dari unit utilitas. Katalis *amberlyst-15* disimpan dalam gudang penyimpanan katalis (F-130) yang diangkut dari gudang menggunakan *belt conveyor* (J-131) dan *bucket elevator* (J-132) masuk ke dalam *bin catalyst loading* (F-133) untuk mengumpulkan katalis yang diperlukan 6,4% (Ayyappan dkk., 2009). Etil asetat dan air dialirkan terlebih dahulu melewati *heater* (E-112 dan E-121) sampai suhu 70°C.

2. Pembentukan Produk

Pada tahap ini, bahan baku direaksikan dalam sebuah reaktor CSTR (R-120) kondisi operasi 70 °C dan tekanan sebesar 1 atm dengan waktu 1 jam. Pada reaksi ini terjadi konversi sebesar 87%. Reaksi yang terjadi:



Operasi berjalan dalam kondisi endothermic dimana reaktor memerlukan pemanas berupa steam dari unit utilitas dan digunakan pemanas untuk menjaga suhu agar konstan. Keluaran dari reaktor (R-120) berupa campuran dari asam asetat, etil asetat, etanol, air dan katalis *Amberlyst-15* di

alirkan masuk dalam *Rotary Drum Vacuum Filter* (H-310) pada suhu 67,4 °C dengan tekanan 1 atm untuk selanjutnya masuk dalam proses pemisahan. Produk yang keluar dari CSTR (R-210) dipompakan masuk ke dalam RDVF (H-310) yang berfungsi Memisahkan katalis dan produk. Katalis yang telah terpisah akan dialirkan menuju katalis regenerasi.

3. Pemurnian Produk

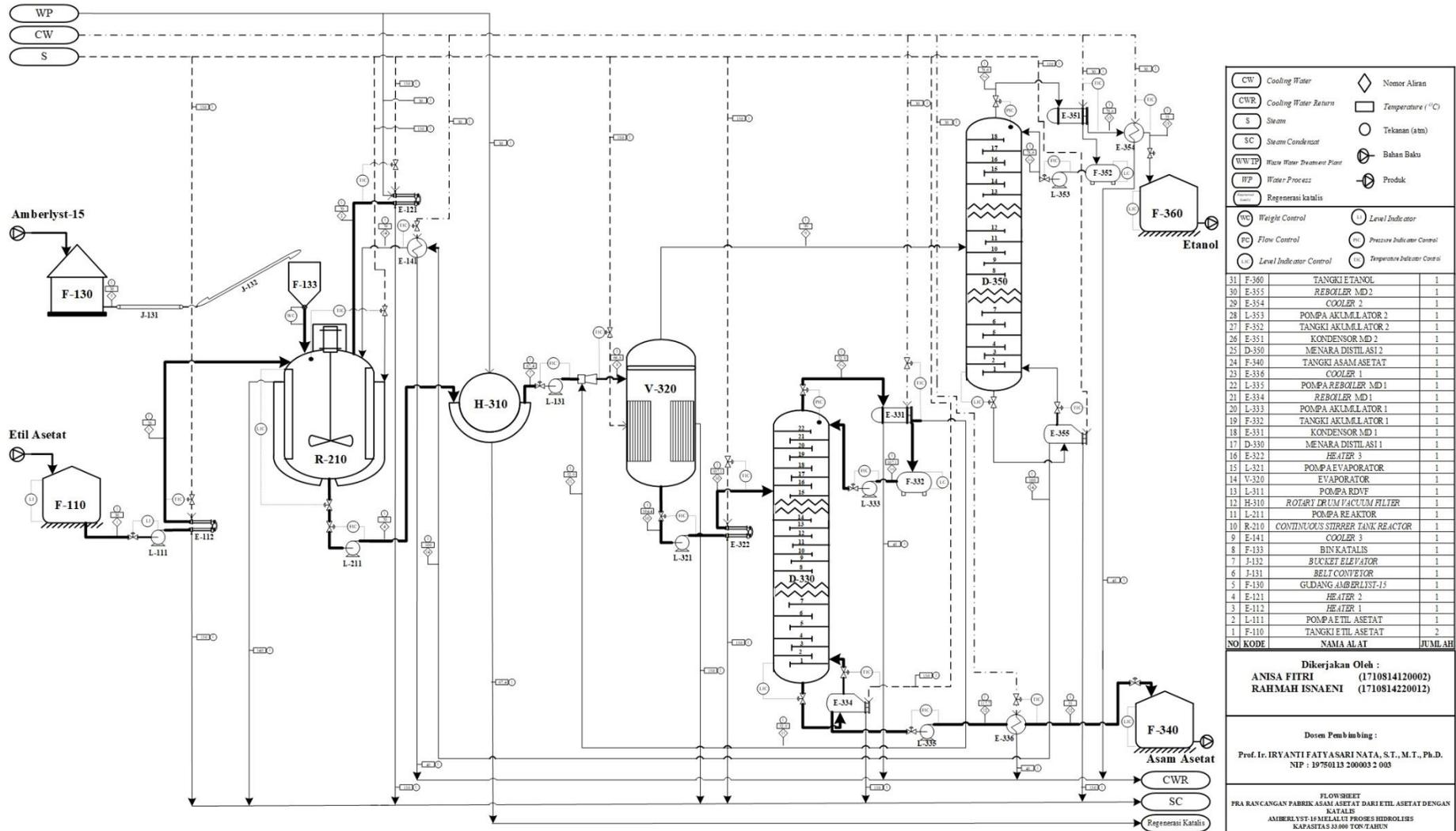
Produk yang telah terpisah dari katalis dialirkan menggunakan pompa (L-311) ke evaporator (V-320). Evaporator (V-320) berfungsi untuk menguapkan sebagian air yang ada pada campuran produk RDVF (H-310). Kondisi operasi pada evaporator (V-320) yaitu 99 °C dan 1 atm pada bagian distilat dan 104,4 °C dan 1 atm pada bagian bawah. Evaporator menghasilkan dua keluaran yaitu produk atas atau distilat yang berupa uap etanol, air dan etil asetat, sedangkan produk bawah berupa asam asetat, air, sedikit etanol dan etil asetat. Selanjutnya produk bawah dari evaporator (V-320) dialirkan melewati *heater* (E-322) untuk dipanaskan hingga sesuai dengan suhu masukan umpan pada menara distilasi yaitu 107,1 °C. Sedangkan untuk produk atas evaporator dialirkan ke menara distilasi 2 (D-350) agar memurnikan etanol yang sebagai produk samping.

Pada menara distilasi 1 (D-330), kondisi operasi pada *dew point* adalah 52,11 °C dan 1 atm, pada *bubble point* adalah 117,7 dan 1 atm. Menara distilasi berfungsi untuk pemurnian produk dimana komponen atas berupa etil asetat, etanol, asam asetat dan air (Caxiano, 2020). Produk atas akan di *recycle* pada umpan evaporator agar dapat digunakan kembali. Produk bawah berupa asam asetat dengan kemurnian mencapai 99,8% dialirkan menuju tangki asam asetat (F-340) sebagai produk utama yang diturunkan suhunya menggunakan *cooler* 1 (E-336) hingga mencapai suhu penyimpanan yaitu 35 °C.

Menara distilasi 2 (D-350), kondisi operasi pada *dew point* adalah 78,6 °C dan 1 atm, pada *bubble point* adalah 100 °C dan 1 atm. Menara distilasi 2 berfungsi untuk pemurnian produk samping. Produk atas berupa etanol dengan kemurnian mencapai 96% dialirkan menuju tangki etanol (F-360) sebagai produk utama yang diturunkan suhunya menggunakan *cooler* 2 (E-336) hingga mencapai suhu penyimpanan yaitu 35 °C. Produk atas akan di *recycle* pada umpan reaktor agar dapat digunakan kembali.



**PRA RANCANGAN PABRIK ASAM ASETAT DARI ETIL ASETAT DAN AIR DENGAN KATALIS
AMBERLYST-15 MELALUI PROSES HIDROLISIS KAPASITAS 33.000 TON/TAHUN**



Komponen	Arus (kg/jam)																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	11-a	11-b	12	13	13-a	13-b	14
Asam Asetat	-	-	-	4331.6146	-	173.2646	4158.3500	4166.6833	-	4166.6833	8.3500	26.3189	17.9689	4158.3333	-	-	-	-
Etanol	-	-	-	3446.7032	-	137.8681	3308.8350	3467.6563	3294.2735	173.3828	172.7995	544.6586	371.8591	0.5833	3157.4425	7016.8846	3859.4420	136.8309
Etil Asetat	6430.9662	-	-	885.2411	-	35.4096	849.8315	891.7409	847.1539	44.5870	44.0037	138.6983	138.6983	0.5833	0.0329	0.0731	0.0402	847.1210
H ₂ O	147.7199	2669.6548	-	15874.6346	-	634.9854	15239.6492	15994.4793	15194.7553	799.7240	792.5573	2498.1159	2498.1159	7.1667	131.5272	292.2971	160.7699	15063.2281
Amberlyst-15	-	-	463.2497	463.2497	-	463.2497	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Air Pencuci	-	-	-	-	1444.7774	1444.7774	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	6578.6861	2669.6548	463.2497	25001.4432	1444.7774	2889.5548	23556.6658	24520.5598	19336.1827	5184.3772	1017.7105	3207.7917	3026.6423	4166.6667	3289.0026	7309.2547	4020.2521	16047.1800

Gambar 1 Process Flow Diagram



PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU
2021

Dikerjakan Oleh :
ANISA FITRI (1710814120002)
RAHMAH ISNAENI (1710814220012)

Dosen Pembimbing :
Prof. Ir. IRYANTI FATYASARI NATA, S.T., M.T., Ph.D.
NIP : 19750113 200003 2 003

FLOW SHEET
PRA RANCANGAN PABRIK ASAM ASETAT DARI ETIL ASETAT DENGAN KATALIS AMBERLYST-15 MELALUI PROSES HIDROLISIS KAPASITAS 33.000 TON/TAHUN



3. Utilitas

Penyediaan air yang digunakan pada pabrik asam asetat diperoleh dari Sungai Ci Ujung. Air yang diperlukan sebesar 432.621,4694 kg/jam. Kebutuhan listrik pabrik disuplai oleh PLN dengan generator sebagai cadangan energi. Keperluan keseluruhan utilitas yang diperlukan untuk beroperasinya pabrik asam asetat dapat dilihat pada Tabel 4. sebagai berikut.

Tabel 4. Kebutuhan Utilitas Pabrik Asam Asetat

Kebutuhan	Jumlah
Steam	15.785,7561 kg/jam
Air untuk Cooler	389.852,4260 kg/jam
Listrik	2.531,2617 kW
Bahan Bakar	1226,7969 L/jam

4. Analisa Ekonomi

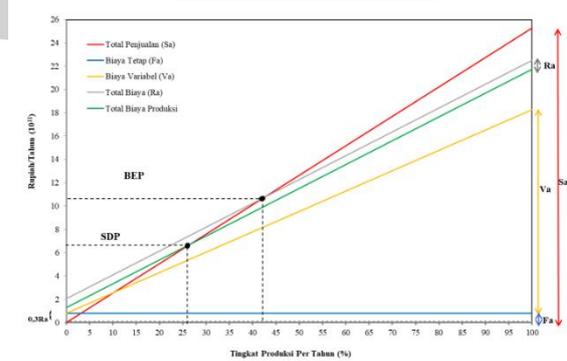
Analisa ekonomi harus dilakukan untuk mengetahui seberapa besar keuntungan yang diperoleh oleh pabrik ini sehingga dapat dikategorikan layak atau tidak layak untuk didirikan. Hasil analisis ekonomi pabrik asam asetat dapat dilihat pada Tabel 5. sebagai berikut:

Tabel 5. Analisa Ekonomi

Analisa	Nilai	Batasan	Keterangan
ROI	28%	Min. 11%	Layak
POT	2,8 tahun	Max. 5 tahun	Layak
BEP	42%	40-60%	Layak
SDP	26%	20-40%	Layak

(Aries dan Newton, 1955)

Return on Investment (ROI) adalah tingkat keuntungan yang diperoleh dari investasi yang dikeluarkan dibagi dengan pendapatan. *Pay Out Time* (POT) ialah *payback periode* atau waktu pengembalian modal (uang investasi) yang dihasilkan menurut profit yang dicapai. Sedangkan *Break Even Point* (BEP) merupakan titik yang menunjukkan tingkat biaya dan penghasilan sama. Titik atau saat penentuan suatu aktivitas produksi dihentikan disebut *Shut Down Point* (SDP). SDP terjadi umumnya karena *variable cost* yang terlalu tinggi dan keputusan manajemen akibat tidak ekonomis suatu aktivitas produksi (tidak menghasilkan laba). Grafik analisa kelayakan ekonomi pabrik asam asetat dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2. Grafik BEP dan SDP

5. Kesimpulan

Menurut hasil analisa teknis dan ekonomis pada Prarancangan Pabrik Asam Asetat dari Etil Asetat dengan Katalis Amberlyst-15 melalui Proses Hidrolisis Kapasitas 33.000 Ton/Tahun, maka dapat diambil kesimpulan bahwa pabrik akan didirikan di Desa Tanara Kecamatan Tirtayasa, Kabupaten Serang, Provinsi Banten pada tahun 2026 dengan kapasitas 33.000 ton/tahun. Bentuk hukum perusahaan adalah Perseroan Terbatas atau PT sementara bentuk organisasi berupa garis (*lines*) dan *staff*. Sedangkan total tenaga kerja yang diperlukan adalah 130 orang. Dari perhitungan ekonomi diperoleh nilai evaluasi ROI sebanyak 28% dan POT sebesar 2,8 tahun. Adapun untuk BEP diperoleh sebesar 42% dan SDP sebesar 26% sehingga berdasarkan hasil analisa yang diperoleh dapat disimpulkan pabrik asam asetat ini layak untuk didirikan di Indonesia.

Daftar Pustaka

Aries, R.S. dan Newton R.D. (1955): *Chemical Engineering Cost Estimation*, Mc. Graw Hill Book Company, New York.

Ayyappan, K. R., Toor, A. P., Gupta, R., Bansal, A., & Wanchoo, K. (2009): Catalytic hydrolysis of ethyl acetate using cation exchange resin (Amberlyst-15): a kinetic study. *Bulletin of Chemical Reaction Engineering & Catalysis*, 4(1), 16.

BPS. (2020): Buletin Statistik Perdagangan Luar Negeri Impor Desember 2020. <https://www.bps.go.id>

Ulfah, A. (2015): *Sintesis Gliserol Monopalmitat Dengan Katalis Amberlyst-15 Dalam Stirred Tank Reactor* (Doctoral Dissertation, Universitas Gadjah Mada).

Ulrich, G.D. (1984): *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economic: John Wiley and Sons Inc. New york.*

UNData, C. (2019): Acetic Acid. <http://comtrade.un.org/data/>

