

PRA RANCANGAN PABRIK BUTIL ASETAT DARI BUTANOL DAN ASAM ASETAT DENGAN KAPASITAS 35.000 TON/TAHUN

Rihhadatul 'Aisy¹, Fakhri Arkaan H^{1,*}, Zahwa Auliya Zahiya¹
Boy Arief Fachri¹, Bekti Palupi¹

¹Program Studi S-1 Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Jember Jl. Kalimantan No. 37,
Jember Jawa Timur, 68121

*E-mail: fakhriarka715@gmail.com

Abstrak

Desain pabrik butil asetat dari butanol dan asam asetat dengan kapasitas produksi 35.000 ton/tahun. Bahan baku yang digunakan adalah butanol dan asam asetat dengan dukungan katalis amberlyst 15. Pabrik ini akan didirikan di JIPE, Gresik, Jawa Timur dengan waktu produksi 330 hari/tahun. Proses produksi terdiri dari persiapan bahan baku, reaksi esterifikasi, dan pemurnian. Reaksi esterifikasi berlangsung dalam reaktor fluidized bed CSTR dengan kondisi operasi 90°C, tekanan 1 atm, dan waktu reaksi 90 menit. Pemurnian produk dilakukan dalam flash drum untuk mendapatkan kemurnian produk sebesar 99,5% butil asetat. Utilitas pendukung proses meliputi kebutuhan air 191,128 m³/hari, kebutuhan steam 1.364,796 kg/jam, kebutuhan brine 37.263,27 kg/jam, kebutuhan listrik 125.76 kWh dan bahan bakar 549,34 lb/jam. Bentuk perusahaan yang dipilih adalah Perseroan Terbatas (PT) dengan jumlah karyawan sebanyak 153 orang yang terdiri dari karyawan shift dan non shift. Berdasarkan evaluasi ekonomi, Annual Cash Flow (ACF) sebesar 45%, Pay Out Time (POT) sebesar 2,5 tahun, dan Break Event Point (BEP) sebesar 44,81%.

Kata kunci : asam asetat, butanol, butil asetat, esterifikasi, fluidized bed CSTR

1. Pendahuluan

Saat ini Indonesia sedang memasuki revolusi industri 4.0 yang mana memiliki target nasional yaitu membawa Indonesia menjadi 30 besar ekonomi dunia pada tahun 2030. Target ini direncanakan dengan memperkuat lima sektor manufaktur yang ada yaitu: industri tekstil, industri elektronik, industri makanan dan minuman, industri otomotif dan juga industri kimia. Beriringan dengan target revolusi industri, perkembangan pesat juga terjadi di industri kimia dan bidang ilmu pengetahuan dan teknologi. Peran penting industri kimia dalam kehidupan manusia dibuktikan dengan sebagian besar kebutuhan manusia dihasilkan oleh proses industri kimia.

Banyak produk yang dihasilkan melalui industri kimia. Butil asetat merupakan bahan kimia organik yang banyak digunakan sebagai pelarut pada industri kimia, salah satunya sebagai pelarut dalam industri cat (Mukhtarovna, 2021). Kegunaan butil asetat sendiri sangat luas dan penting dalam berbagai industri. Umumnya butil asetat digunakan sebagai pelarut dalam berbagai industri antara lain industri farmasi, industri plastik, industri tekstil dan industri oli. Selain itu butil asetat juga digunakan sebagai bahan baku dalam industri parfum (Al-Rabiah et al., 2022).

Saat ini, kebutuhan butil asetat di Indonesia sebanyak 26.975,03 ton/tahun dan hanya disuplai melalui kegiatan impor yang sebagian besar berasal dari China (Ramadan & Ramadhani, 2019). Melihat ketidaksesuaian kebutuhan dan ketersediaan dari butil asetat maka perlu adanya pendirian pabrik butil asetat yang baru agar dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri sekaligus mengurangi impor dari luar negeri. Pendirian pabrik butil asetat di Indonesia memiliki keuntungan yang cukup banyak, salah satunya pasar butil asetat di Indonesia dengan jumlah kurang lebih 20.000 ton pada tahun 2022 dan diperkirakan akan terus meningkat seiring bertambahnya tahun.

Kapasitas produksi pabrik dapat ditentukan dengan menganalisis ekspor, impor, produksi, dan konsumsi pasar dari tahun ke tahun sehingga didapatkan peluang kapasitas tersebut. Berdasarkan perkembangan kebutuhan senyawa tersebut, maka dapat diprediksi kebutuhan untuk tahun-tahun ke depannya. Selain itu, estimasi nilai edar produk pada tahun berdirinya pabrik dan persentase pertumbuhan rata-rata tiap tahun juga diperlukan. Pemilihan kapasitas produksi digunakan sebagai dasar pertimbangan dalam mengetahui perhitungan kebutuhan dari butil asetat (Kusnarjo, 2010). Pada saat ini Indonesia tidak memiliki pabrik yang memproduksi butil asetat sehingga hanya didapatkan data konsumsi, impor, dan ekspor, sedangkan data produksi tidak ditemukan. Data tersebut dapat dilihat pada Tabel 1 berikut:



Tabel 1. Data Butil Asetat di Indonesia (Badan Pusat Statistik, 2021)

| Tahun | Produksi (ton) | Konsumsi (ton) | Impor (ton) | Ekspor (ton) |
|-------|----------------|----------------|-------------|--------------|
| 2011 | 25.000 | - | 4.640,85 | 2.373 |
| 2012 | 25.000 | 24.331 | 6.304,77 | 4.878 |
| 2013 | 25.000 | 34.500 | 6.490,8 | 4.504 |
| 2014 | 25.000 | 69.842 | 4.962,43 | 1.000 |
| 2015 | 25.000 | 74.751 | 11.455,2 | 72 |
| 2016 | 25.000 | 80.342 | 12.098 | 144,2 |
| 2017 | 25.000 | 89.927 | 13.987 | 176,8 |

Kapasitas produksi butil asetat dibuat berdasarkan pertumbuhan jumlah impor, ekspor, produksi, serta konsumsi dalam negeri. Diperkirakan pabrik akan didirikan pada tahun 2027. Metode perhitungan secara discounted akan digunakan untuk memproyeksikan kebutuhan pasar pada tahun 2027. Persamaan 1 adalah sebagai berikut (Kusnarjo, 2010).

$$F = F_0(1 + i)^n \quad (1.1)$$

Dengan :

F : Jumlah produk pada akhir tahun (ton)

F₀ : Jumlah produk pada tahun pertama (ton)

i : Pertumbuhan rata-rata per tahun (%)

n : Selisih tahun yang diperhitungkan

Tabel 2. Proyeksi Pasar Butil Asetat di Indonesia Tahun 2027

| Proyeksi pada Tahun 2027 | Berat (ton) |
|--------------------------|-------------|
| Produksi | - |
| Konsumsi | 215.641,656 |
| Impor | 73.778,497 |
| Ekspor | 9.756,917 |

Berdasarkan perhitungan di atas didapatkan data proyeksi peluang kapasitas pabrik baru pada tahun 2027 sebesar 151.620,076 ton/tahun. Dengan beberapa pertimbangan, direncanakan pabrik butil asetat dibangun dengan kapasitas 35.000 ton/tahun pada tahun 2027 atau sebesar 23% dari peluang kapasitas. Berikut pertimbangan penentuan kapasitas:

1. Dapat memenuhi 50% kebutuhan butil asetat dalam negeri
2. Membuka lapangan pekerjaan baru
3. Mempertimbangkan bahan baku dalam negeri sehingga tidak perlu impor
4. Mengurangi kebutuhan impor dari butil asetat

2. Uraian Proses

Perancangan Pabrik butil asetat (C₆H₁₀O₂) ini berbahan baku dari n-butanol (C₄H₉OH) dan asam asetat (CH₃COOH) yang direaksikan dengan katalis amberlyst 15 (C₁₈H₁₈O₃S) yang berlangsung pada suhu 93°C pada reaktor. Pembuatan butil asetat ini melalui tiga tahapan proses yaitu:

1. Unit persiapan bahan baku (A-100)

a. Butanol (C₄H₉OH)

Butanol (C₄H₉OH) yang digunakan memiliki kemurnian 99%. Bahan baku butanol disimpan dalam tangki penyimpanan (1-F-110). Butanol (C₄H₉OH) dialirkan ke dalam *mixer* (1-M-210) dengan menggunakan pompa (1-L-111) untuk proses pencampuran dengan asam asetat.

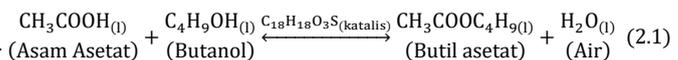
a. Asam Asetat (CH₃COOH)

Asam asetat (CH₃COOH) yang digunakan memiliki kemurnian 99% yang disimpan pada tangki penyimpanan (1-F-120). Asam asetat (CH₃COOH) dialirkan ke dalam *mixer* (1-M-210) dengan menggunakan pompa (1-L-121) untuk proses pencampuran dengan butanol.

2. Unit Reaksi (A-200)

Butanol (C₄H₉OH) dan asam asetat (CH₃COOH) dengan rasio umpan 5 mol butanol per mol asam asetat dicampurkan di dalam *mixer* (1-M-210) sebelum direaksikan dengan katalis amberlyst 15 di dalam reaktor (1-R-220). Perbandingan mol tersebut merupakan kondisi optimal dimana reaksi dapat menghasilkan konversi yang paling maksimal dengan nilai 95% dengan waktu reaksi selama 90 menit (Toor et al., 2011). Selanjutnya, hasil pencampuran dialirkan ke reaktor (1-R-220). 93°C dan tekanan 1 atm selama 90 menit dengan konversi 95%. Reaksi berlangsung secara eksotermis dalam fase cair-cair.

Adapun reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut: Katalis amberlyst 15 diumpankan dalam reaktor (1-R-220) jenis *Fluidized Bed CSTR*. Reaksi dalam reaktor terjadi pada kondisi eksotermis.



Produk keluar dari reaktor (1-R-220) kemudian dialirkan menuju unit distilasi (A-300).

3. Unit Distilasi (A-300)

Produk hasil reaksi dari reaktor (1-R-220) yang sudah dipanaskan suhunya dari 93°C menjadi 114°C oleh *heater* (1-E-222) kemudian masuk ke *flash drum* I (1-F-310) untuk dipisahkan. Kondisi operasi *flash drum* I yaitu pada tekanan 0,98 atm dan suhu 114°C. Hasil kolom atas *flash drum* I (1-F-310) dikondensasi menggunakan kondensor (1-E-311) kemudian dipisahkan kembali di *flash drum* II. Pemisahan di *flash drum* II (1-F-320) bertujuan untuk memisahkan air dari campuran butanol dan Asam asetat. Kondisi operasi *flash drum* II yaitu pada tekanan 0,76 atm dan suhu 112°C. Hasil kolom atas *flash drum* II (1-F-320) dikondensasi menggunakan kondensor (1-E-321) dan dialirkan menuju unit pengolahan limbah dengan menggunakan pompa (1-L-323). Sedangkan hasil kolom bawah *flash drum* II (1-F-320) yang merupakan butanol, asam asetat dan air kemudian dialirkan menuju *mixing point* 2. Aliran *recycle* didinginkan



dari suhu 112°C menjadi 31°C menggunakan cooler (1-E-325).

3. Utilitas

Utilitas berperan penting dalam membantu kelancaran proses produksi. Unit utilitas terdiri dari beberapa unit yaitu:

1. Unit pengadaan steam
2. Unit pengadaan air
3. Unit pengadaan listrik
4. Unit bahan bakar

Jumlah Steam yang dibutuhkan untuk proses produksi sebesar 1.364,796 kg/ jam. Sedangkan total kebutuhan air sebesar 191m³/hari. Untuk total kebutuhan pendingin brine sebesar 37.263,270 kg/jam. Untuk kebutuhan listrik sebesar 96,58 kWh dan kebutuhan bahan bakar berupa solar adalah sebesar 549,338 lb/jam.

4. Evaluasi Ekonomi

Evaluasi ekonomi pada prancangan pabrik merupakan aspek penting untuk mempertimbangkan kelayakan dan keuntungan dari pendirian suatu pabrik. Dalam hal ini, ada beberapa aspek yang harus dipertimbangkan terkait kelayakan suatu pabrik yaitu:

- a. Keuntungan
- b. Lama waktu pengembalian (*Pay Out Time*)
- c. Total modal akhir (*Total Capital Investment*)
- d. Laju pengembalian modal (*Rate of Return*)
- e. Titik impas (*Break Event Point/BEP*)

Hasil evaluasi kelayakan ekonomi pabrik butil asetat dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Rangkuman Evaluasi Ekonomi Pabrik

| No | Nama Parameter | Nilai | Kesimpulan |
|----|---|-----------------|--|
| 1. | <i>Annual Cash Flow (ACF)</i> | 45% | ACF > 8,77%, pabrik layak |
| 2. | <i>Pay Out Time (POT)</i> | 2,5 tahun | POT < 5 tahun, pabrik layak didirikan |
| 3. | <i>Net Profit Over Total Life of the Project (NPOTLP)</i> | Rp 1,85 Trilyun | NPOTLP > TCI + Jumlah Bunga Pinjaman, pabrik layak didirikan |
| 4. | <i>Total Capital Sink (TCS)</i> | Rp 1,67 Trilyun | TCS > TCI, pabrik layak didirikan |

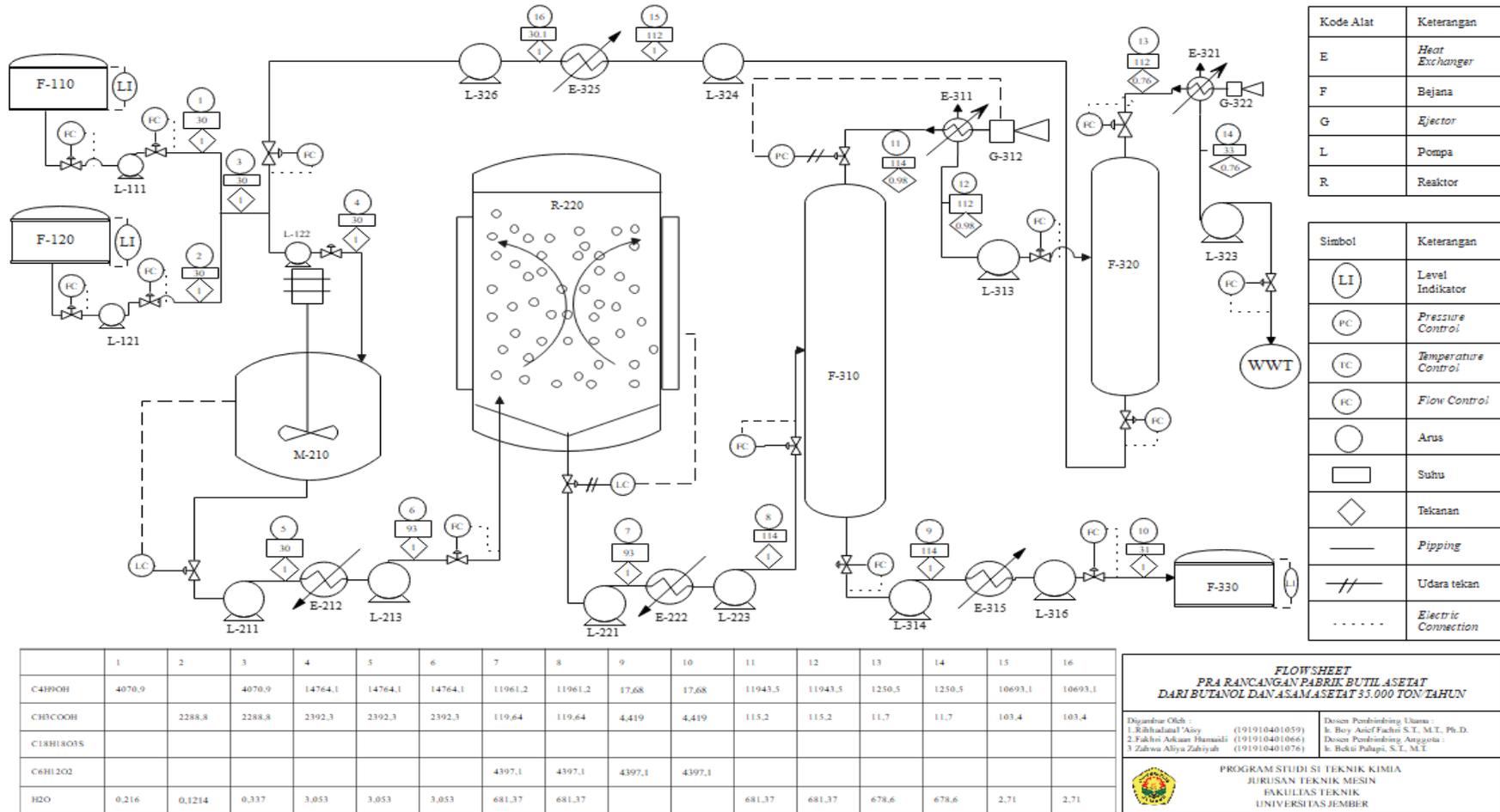
5. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dan perhitungan yang terdapat pada bab sebelumnya, dapat dibuat kesimpulan sebagai berikut :

1. Pabrik butil asetat dari butanol dan asam asetat direncanakan akan dibangun di JIPE, Manyar, Kabupaten Gresik dengan total luas lahan seluas 4 hektar;
2. Pabrik butil asetat yang dirancang memiliki kapasitas produksi sebesar 35.000 ton/tahun;
3. Pabrik direncanakan beroperasi secara kontinyu selama 330 hari/tahun dan 24 jam/hari;
4. Bahan baku berupa butanol dan asam asetat didapat dari dalam negeri dengan perbandingan mol 5:1, sedangkan katalis yang digunakan berasal dari china.
5. Bentuk badan usaha yang diterapkan pada pabrik ini adalah perseroan terbatas dengan jumlah karyawan 153 orang;
6. Evaluasi ekonomi diperoleh :
 - *Annual cash flow (ACF)* : Rp 220.960.375.201 (45%)
 - *Pay out time (POT)* : 2,5 tahun
 - *Net profit over total lifetime of the project (NPOTLP)* : Rp 1.852.829.090.042,69
 - *Total capital sink (TCS)*: Rp 1.607.184.668.664,40
 - *Rate of return (ROR)* : 35,71%
 - *Discounted cash flow rate of return (DCF-ROR)* : 43,63%
 - *Break event point (BEP)* : 44,81%
7. Berdasarkan evaluasi ekonomi dapat disimpulkan bahwa pabrik butil asetat dari butanol dan asam asetat dengan kapasitas produksi 35.000 ton/tahun ini layak didirikan.



**PRA RANCANGAN PABRIK BUTIL ASETAT DARI BUTANOL DAN ASAM ASETAT
DENGAN KAPASITAS PRODUKSI 35.000 TON/TAHUN**



Gambar 1. *Process Flow Diagram* Pabrik Butil Asetat

Daftar Pustaka

- Al-Rabiah, A. A., Alqahtani, A. E., Al Darwish, R. K., & Bin Naqyah, A. S. (2022). Novel Process for Butyl Acetate Production via Membrane Reactor: A Comparative Study with the Conventional and Reactive Distillation Processes. *Processes*, 10(9), 1801. <https://doi.org/10.3390/pr10091801>
- Brownell, L.E. and Young, E.H. (1959). *Process Equipment Design*. John Willey and Sons Inc., New York.9
- Geankoplis, C.J., (1997). *Transport Processes and Unit Operation*, 4th ed, Prentice Hall Inc., New York.
- Kern, D.Q., (1965). *Process Heat Transfer*, Mc.Graw Hill Book Company Inc., New York.
- Kusnarjo. (2010). *Desain Bejana Bertekanan*. ITS Press.
- McCabe, W.L., dkk., (1986). *Unit Operation of Chemical Engineering*, 5th Ed., Mc.Graw Hill Book Company Inc., Singapore.
- Mukhtarovna, N. R. (2021). Obtaining Butyl Acetate by the Method of Hydrolysis. *April*, 4–6.
- Perry, R. H., Green, D. W. dan Maloney, J. O. (1997). *Perry's Chemical Engineers' Handbook*. 7ed. McGraw-Hill. New York
- Peters, M. S. dan Timmerhaus, K. D. (1991). *Plant Design and Economics For Chemical Engineers*. 4. McGraw-Hill. New York
- Ramadan, L., & Ramadhani, M. R. (2019). Prarancangan Pabrik Butil Asetat dari Butanol dan Asam Asetat Menggunakan Proses Esterifikasi. *Jurnal Tugas Akhir Teknik Kimia*, 2(1).
- Smith, J.M., and Van Ness, H.C. (2005). *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics*, 7 rd. Ed. Mc. Graw Hill, New York.
- Toor, A. P., Sharma, M., Kumar, G., & Wanchoo, R. K. (2011). Kinetic study of Esterification of acetic acid with n-butanol and isobutanol catalyzed by ion exchange resin. *Bulletin of Chemical Reaction Engineering and Catalysis*, 6(1).
- Treyball, R.E. (1968). “*Mass Transfer Operations*“, 2nd. Ed. Mc. Graw Hill, International Student Edition, Singapore.
- Ulrich, G.D. (1984). *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*, John Willey and Sons, New York.
- Walas, S.M. (1990). *Chemical Process Equipment (Selection and Design)*, Buterworth Heineman, USA.
- Yaws, Carl. L., (1999). *Chemical Properties Handbook*, Mc Graw Hill, New York.

