

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan industri kimia sebagai bagian dari usaha pembangunan ekonomi jangka panjang diarahkan untuk menciptakan struktur ekonomi yang lebih kokoh dan seimbang yaitu struktur ekonomi dengan titik berat industri maju yang didukung oleh sektor – sektor lain yang tangguh. Seiring dengan perkembangan industri tersebut, terjadi pula peningkatan pada kebutuhan bahan baku dan bahan pembantu. Pembangunan dan pengembangan industri kimia di Indonesia merupakan salah satu dari usaha pembangunan nasional jangka panjang. Pembangunan ini diarahkan untuk mencapai struktur ekonomi yang lebih kuat, meningkatkan kemampuan nasional dalam memenuhi kebutuhan bahan kimia dalam negeri, serta dapat memecahkan masalah ketenaga kerjaan. Selain itu, upaya ini juga dapat mengurangi pengeluaran devisa negara yang digunakan untuk mengimpor bahan-bahan kimia khususnya industri kimia terus meningkat baik industri yang menghasilkan bahan jadi maupun bahan baku untuk industri lain.

Salah satu jenis produk kimia yang dibutuhkan dalam jumlah yang terus meningkat adalah industri n-butanol. Dengan rumus molekul $C_4H_{10}O$, n-butanol merupakan senyawa organik alkohol yang banyak diperlukan oleh berbagai industri digunakan sebagai solven dan sintesis organik. Produksi n-butanol sebagian besar digunakan pada pembuatan resin urea formaldehid dan plasticizer. Karena sifat fisiknya mendekati gasoline atau bensin premium, n-butanol belum luas dipromosikan sebagai gasohol atau bio-gasoline, artinya 100% n-butanol menggantikan biogasolin untuk mesin pembakaran dalam. Karena titik nyalanya yang tinggi $37^{\circ}C$ sehingga aman dalam pemakaian.n-Butanol bersifat non-polar karena memiliki rantai hidrokarbon panjang, sehingga kecil penyerapannya terhadap air (kelarutan dalam air hanya 7,7 %) menyerupai gasoline hal ini yang dapat memudahkan n-butanol dicampur dengan gasoline (Admowisastro,2007).

1.2 Rumusan Masalah

Dari data yang diterima Biro Pusat Statistik (BPS) impor untuk n-butanol masih mengalami kekurangan. Mengingat industri di Indonesia belum mampu memenuhi kebutuhan sendiri dan dengan mempertimbangkan adanya bahan baku yang tersedia maka memungkinkan untuk didirikan pabrik n-butanol di Indonesia. Pertimbangan lain yang mendukung kelayakan pendirian pabrik n-butanol adalah menciptakan lapangan kerja baru serta diharapkan dapat memacu berdirinya pabrik-pabrik lain yang menggunakan n-butanol, sehingga terciptanya diverifikasi produk yang mempunyai nilai ekonomis lebih tinggi yang berarti akan menunjang peningkatan pendapatan negara.

1.3 Tujuan Perancangan Pabrik

Tujuan perancangan pabrik pembuatan Butanol ini adalah menerapkan ilmu disiplin teknik kimia khususnya dibidang perancangan, proses, dan operasi teknik kimia sehingga akan memberikan gambaran kelayakan prarancangan pendirian suatu pabrik. Pertimbangan lain yang mendukung kelayakan pendirian pabrik n-butanol adalah menciptakan lapangan kerja baru serta diharapkan dapat memacu berdirinya pabrik-pabrik lain yang menggunakan n-butanol, sehingga terciptanya diversifikasi produk yang mempunyai nilai ekonomis lebih tinggi yang berarti akan menunjang peningkatan pendapatan negara.

1.4 Manfaat Perancangan

Pabrik pembuatan butanol dari butil butirat bermanfaat sebagai informasi awal bagi para investor dalam pendirian pabrik butanol. Di samping itu juga untuk memanfaatkan sumber daya alam dan memberikan nilai ekonomis pada bahan baku agar menjadi produk yang lebih bermanfaat. Manfaat lain yang ingin dicapai dengan didirikannya pabrik ini adalah akan terbukanya lapangan pekerjaan dan memacu masyarakat untuk meningkatkan produksi dalam negeri dan akhirnya meningkatkan kesejahteraan. Selain itu dengan adanya pra perancangan butanol dapat menghemat devisa negara.

1.5 Batasan Masalah

Prarancangan pabrik butanol ini, dibatasi dengan bahan baku utama yaitu butil butirat dan hidrogen menggunakan **proses hidrogenasi**. Adapun pembuatan pabrik ini dibatasi menggunakan *software aspen hysys*.

1.6 Kapasitas Pabrik

Kapasitas pabrik merupakan faktor yang sangat penting dalam pendirian pabrik karena akan mempengaruhi perhitungan teknis dan ekonomis. Semakin besar kapasitas pabrik kemungkinan keuntungan yang diperoleh akan semakin besar.

Kapasitas produksi suatu pabrik akan mempengaruhi tingkat perhitungan Teknik dan nilai keuntungan yang dihasilkan oleh pabrik. Pendirian pabrik dengan kapasitas tertentu antara lain bertujuan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, membantu perkembangan industri lain menggunakan produk tersebut.

Berikut ini adalah beberapa industri yang menggunakan n-butanol serta kapasitas produksinya di dunia ditunjukkan pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Data Pabrik Produksi n-Butanol Dunia

Produsen	Kapasitas	Lokasi
BASF	240.000 ton/tahun	Texas, Amerika Serikat
	450.000 ton/tahun	Ludwigshafen, Jerman
DOW CHEMICAL	255.000 ton/tahun	Texas, Amerika Serikat
	270.000 ton/tahun	Taft, Amerika Serikat
EASTMEN	130.000 ton/tahun	Texas, Amerika Serikat
OXEA	130.000 ton/tahun	Oberhausen, Jerman
	230.000 ton/tahun	Bay City, Amerika Serikat
Perstorp Oxo	100.000 ton/tahun	Stenungsund, Swedia
Oxochime	150.000 ton/tahun	Lavera, Prancis
Texmark Chemical	10.000 ton/tahun	Huston, Amerika Serikat

Sumber: ICIS, 2024

Berikut data Impor kebutuhan n-Butanol di Luar Negeri dapat dilihat pada Tabel 1.2.

Tabel 1.2 Data Impor n-Butanol di Luar Negeri

No.	Negara	Kebutuhan (Ton/Tahun)
1.	China	6.360,20
2.	Jepang	2.491,23
3.	Malaysia	2.396,40
4.	Filipina	3.282,35
5.	Thailand	3.156,59
6.	Singapura	1.079,79
7.	Vietnam	1.267,54
8.	Jerman	450.000
9.	Amerika Serikat	270.000
10.	Prancis	150.000
Jumlah		1.016.034

Sumber: UNdata, 2023

Kapasitas Produksi n-Butanol di Indonesia dapat dilihat pada Tabel 1.3.

Tabel 1.3 Kapasitas Produksi Pabrik n-Butanol di Dalam Negeri

Produsen	Kapasitas	Lokasi
PT. Petro Oxo Nusantara	14.500 Ton/Tahun	Gresik, Jawa Timur

Sumber: PT. PON, 2024

Pabrik n-Butanol perlu didirikan di Indonesia guna memenuhi kebutuhan dalam negeri, dan juga dapat mendorong berdirinya pabrik-pabrik baru yang menggunakan bahan baku tersebut. Pabrik-pabrik pembeli butanol di Indonesia dapat dilihat pada Tabel 1.4.

Tabel 1.4 Data Pabrik yang Membutuhkan Butanol di Indonesia

Pabrik Pembeli	Kapasitas (Ton/Tahun)
PT. Indo Acidatama <i>Chemical Industry</i>	36.000
PT. Nippon Shokubai	40.000

Sumber: ICIS, 2024

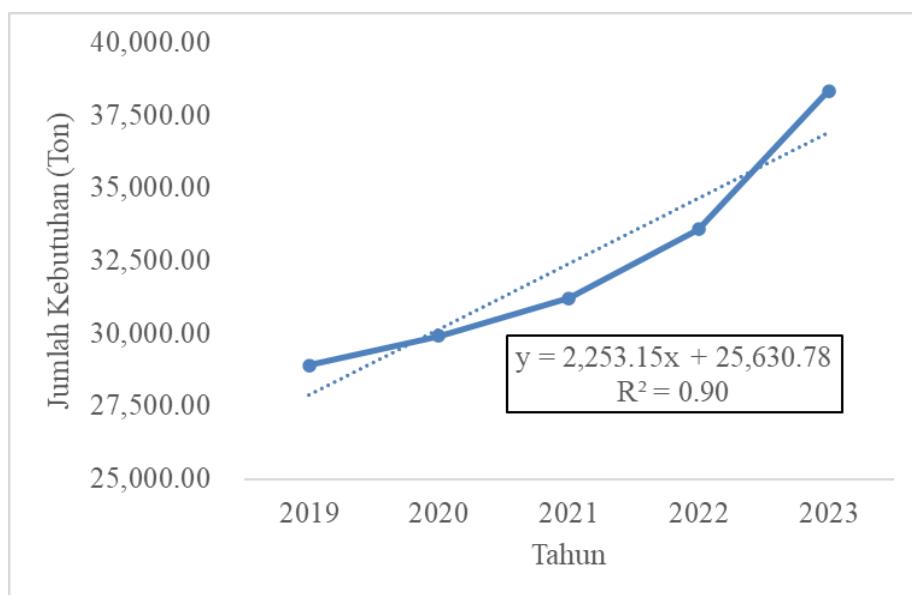
Data kebutuhan n-butanol di Indonesia dari tahun 2019-2023 dapat dilihat pada Tabel 1.4.

Tabel 1.4 Data Kebutuhan Butanol di Indonesia

No	Tahun	Jumlah (Ton/Tahun)
1.	2019	28.896,94
2.	2020	29.923,90
3.	2021	31.212,28
4.	2022	33.586,86
5.	2023	38.331,22

Sumber: Badan Pusat Statistik, 2023

Kebutuhan konsumen akan n-butanol akan terus meningkat tiap tahunnya. Hal ini tentu menyebabkan kebutuhan akan n-Butanol pada masa yang akan datang juga terus akan meningkat sejalan dengan laju pertumbuhan industri yang menggunakan bahan baku n-butanol. Untuk menghitung kebutuhan pada Tahun berikutnya, maka dapat menggunakan metode ekstrapolasi. Adapun grafik kebutuhan butanol di Indonesia dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Grafik Kebutuhan n-Butanol Dari Tahun 2019 – 2023

Berdasarkan dari Gambar 1.1, dapat diperoleh hubungan antara jumlah kebutuhan impor dengan tahun dari n-Butanol yang dinyatakan dalam persamaan regresi linear sebagai berikut:

$$y = 2.253,15x - 25.630,78$$

$$R^2 = 0,90$$

Keterangan: y = Jumlah kebutuhan n-Butanol (ton)

x = Tahun kebutuhan n-Butanol

Untuk memprediksi nilai kebutuhan n-Butanol pada tahun berikutnya, dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan regresi linear. Berikut perhitungan prediksi kebutuhan n-Butanol di Indonesia pada tahun 2033:

$$y = 2.253,15x - 25.630,78$$

$$y = 2.253,15(2033) - 25.630,78$$

$$y = 59.428,03 \text{ ton}$$

Adapun hasil prediksi nilai kebutuhan n-Butanol pada tahun berikutnya dapat dilihat pada Tabel 1.5.

Tabel 1.5 Data Tingkat Pertumbuhan Kebutuhan n-Butanol Tahun 2024-2033

No	Tahun	Jumlah (Ton/Tahun)
1.	2024	39.149,68
2.	2025	41.402,83
3.	2026	43.655,98
4.	2027	45.909,13
5.	2028	48.162,28
6.	2029	50.415,43
7.	2030	52.668,58
8.	2031	54.921,73
9.	2032	57.174,88
10.	2033	59.428,03

Berdasarkan dari Tabel 1.5 dapat dilihat bahwa permintaan n-Butanol setiap tahun semakin meningkat seiring dibutuhkannya bahan baku industri hilir dalam industri tekstil, polimer, plastik, cat, *surface coating* dan bidang farmasi. Kebutuhan n-Butanol pada Tahun 2033 dapat diperkirakan nilainya sebesar 59.428,03 ton/tahun sehingga dapat menentukan kapasitas produksi sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Kapasitas Produksi} &= \text{Data Kebutuhan Produksi} + \text{Kapasitas Dalam Negeri} \\ &= 59.428,03 + 14.500 \text{ ton/tahun} \\ &= 73.928,03 \text{ ton/tahun}\end{aligned}$$

Direncanakan 10% dari kapasitas tersebut ditambahkan untuk dapat memenuhi kebutuhan ekspor ke negara lain seperti China dan Jepang. Sehingga ditetapkan kapasitas produksi prarancangan pabrik n-Butanol ini beroperasi dengan kapasitas 80.000 ton/tahun dengan pertimbangan sebagai berikut:

1. Sasaran utama kapasitas produksi untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri sehingga dapat mengurangi ketergantungan impor dari negara lain.
2. Sebesar 10% dapat mengekspor kebutuhan ke negara lain sehingga dapat menumbuhkan perluasan pasar domestik, investasi dan devisa negara.

1.7 Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku merupakan kebutuhan utama bagi kelangsungan suatu pabrik sehingga penyediaan bahan baku sangat diprioritaskan. Bahan baku butil butirat akan diimpor dari luar negeri, oleh karena itu pabrik diusahakan dekat dengan pelabuhan laut dan daerah dengan infrastruktur penunjang yang telah bagus.

Pabrik sangat bergantung dengan keberadaan bahan bakunya. Bahan baku butil butirat di Impor PT Yixing Zhonggung Fine Chem dari China dan untuk bahan baku hidrogen diperoleh dari PT. Air Liquid Indonesia, Cilegon, Banten.

1.8 Pemilihan Proses

Proses pembuatan Butanol ada beberapa jenis, yaitu dapat diuraikan sebagai berikut ini:

1. Proses Fermentasi
2. Proses Reppe
3. Proses Hidrogenasi Butil Butirat

1.8.1 Proses Fermentasi

1. Persiapan Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan untuk menghasilkan n-butanol pada proses fermentasi adalah molase. Molase merupakan hasil samping dari industri gula yang

diperoleh setelah sakarosa dikristalisasi dan disentrifusi dari sari gula tebu. Proses fermentasi molase menggunakan kultur bakteri. Bakteri ini dapat mengubah glukosa menjadi n-butanol dan gas CO_2 . Selain n-butanol, proses ini juga menghasilkan aseton dan etanol.

2. Proses Produksi

Proses fermentasi molase menggunakan kultur bakteri. Bakteri ini dapat mengubah glukosa menjadi n-butanol dan gas CO₂. Reaksi fermentasi dapat dituliskan sebagai berikut :

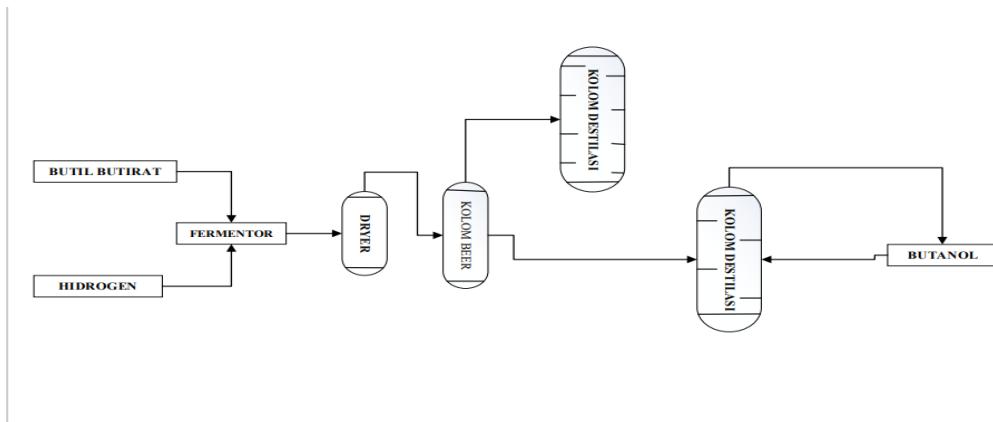


Fermentasi merupakan proses komersial yang pertama kali untuk memproduksi butanol. Dalam proses ini butanol, aseton, etil alkohol diperoleh dengan fermentasi bahan yang mengandung karbohidrat. Reaksi dilakukan pada suhu 35 °C dan tekanan 1 atm dan bakteri yang digunakan untuk fermentasi di antaranya adalah *Clostridium*, *Acetobutylum*, dan *Butyribacterium Methylotrophicum*.

3. Proses Purifikasi

Setelah proses produksi langkah berikutnya adalah proses purifikasi yang menghasilkan aseton dan etanol. Tiap 1 galon (3,7854 liter) molase mengandung 2,7216 kg gula yang akan menghasilkan 0,6577 kg n-butanol, 0,1844 kg aseton, 0,032 kg campuran etanol, CO₂, dan hidrogen (Mc. Ketta, 1957).

Konversi pembentukan butanol mencapai 70%, proses ini kurang di sukai terutama di industri-industri, karena jumlah konversi reaksi cukup kecil dari pada menggunakan proses hidrogenasi yang konversi reaksinya cukup besar. Butilalkohol (butanol), aseton dan etil alkohol diproduksi dengan proses fermentasi seleksi bakteri yang terkandung dalam karbohidrat itu sendiri seperti molases dan padi. Proses fermentasi kini sudah jarang digunakan karena semakin berkurangnya hasil pertanian yang dipakai sebagai bahan baku (Mc. Ketta, 1983).



Gambar 1.2 Flowsheet Dasar Pembuatan Butanol dengan menggunakan Proses Fermentasi

4. Uji Ekonomi Awal Proses Fermentasi

Bahan Baku	Berat Molekul (gr/mol)	Harga (Rp/Kg)
C ₆ H ₁₀ O ₅	162,141	1.454,93/kg
CO ₂	44,01	7.277,45/kg
Butanol	74,121	131.200/kg

(Sumber: Sigmaaldrich, 2023)

Berdasarkan data di atas, maka dihitung perhitungan ekonomi (PE) awal sebagai berikut :

$$PE = \text{Harga Produk} - \text{Harga bahan baku}$$

$$\begin{aligned} PE &= (\text{BM Butanol} \times \text{Harga}) - ((\text{BM C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5 \times \text{Harga}) + (\text{BM CO}_2 \times \text{Harga})) \\ &= (74,121 \times \text{Rp. } 150.000) - ((162,141 \times 1.454,93) + (44,01 \times 7.277,45)) \\ &= (\text{Rp. } 11.118.150) - (\text{Rp. } 235.903,80 + \text{Rp. } 320.280,57) \\ &= \text{Rp. } 11.202.526,77/\text{kg}. \end{aligned}$$

1.8.2 Proses Reppe

1. Persiapan Bahan Baku

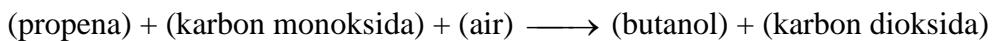
Proses Reppe adalah sintesis alkohol dari olefin, karbonmonoksida, dan air. Adapun bahan baku dalam proses Reppe adalah CO₂, Alkohol dan Propena.

2. Proses Produksi

Reaksi dilakukan pada suhu 100 °C dan tekanan 15 atm dengan katalis *iron hydrocarbonyl*. Penggunaan proses ini masih lebih sedikit dibanding dengan

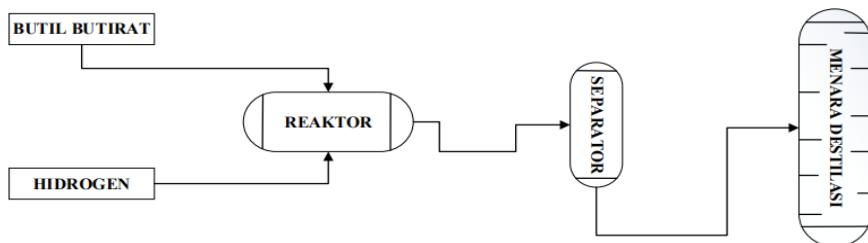
oxo-process. (McKetta, 1977). Katalis yang digunakan adalah iron hydrocarbonil dari iron pentacarbonyl, N-alkylpyrrolidine, dan air. Yield alkohol kurang dari 90 %.

Reaksi yang terjadi adalah:



3. Proses Purifikasi

Gas produksi dari reaktor diturunkan suhu nyamenjadi 180 °C di dalam HE dan didinginkan lagi di dalam cooler hingga suhu nya menjadi 77 °C, kemudian di masukan ke destilasi untuk memisahkan produk utama dengan pruduk samping dengan suhu 139,2 °C. Kemudian produk utama di alirkan ke separator untuk merubah fasa air ke gas yang selanjutnya di alirkan ke HE untuk di dingginkasn Kembali produk utama. Kemudian produk utama di kirim menuju tangki penyimpanan.



Gambar 1.3 Flowsheet Dasar Pembuatan Butanol dengan menggunakan Proses Reppe

4. Uji Ekonomi Awal Proses Reppe

Bahan Baku	Berat Molekul (gr/mol)	Harga (Rp/Kg)
Alkohol	74,123	75.103,90/kg
Karbon Dioksida	44,01	7.277,45/kg
Propena	42,08	58.219,6/kg
Butanol	74,121	150.000/kg

(Sumber: BPS, 2024)

Berdasarkan data di atas, maka dihitung perhitungan ekonomi (PE) awal sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 PE &= \text{Harga Produk} - \text{Harga bahan baku} \\
 PE &= (\text{BM Butanol} \times \text{Harga}) - (\text{BM Alkohol} \times \text{Harga}) + ((\text{BM CO}_2 \times \text{Harga}) + \\
 &\quad (\text{BM Propena} \times \text{Harga}) + (\text{BM CO} \times \text{Harga})) \\
 &= \{(74,121 \times \text{Rp. } 150.000) - (75.103,90 \times 74,123) + (7.277,45 \times 44,01)\} \\
 &\quad + \{(58.219,6 \times 42,08)\} \\
 &= 11.118.150 - 4.225.855,15 \\
 &= \text{Rp. } 2.783.262,8
 \end{aligned}$$

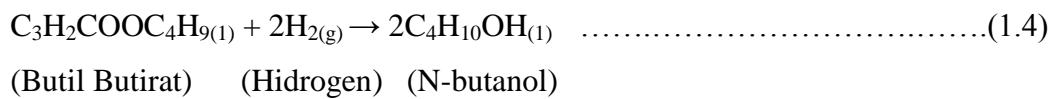
1.8.3 Hidrogenasi Butil Butirat

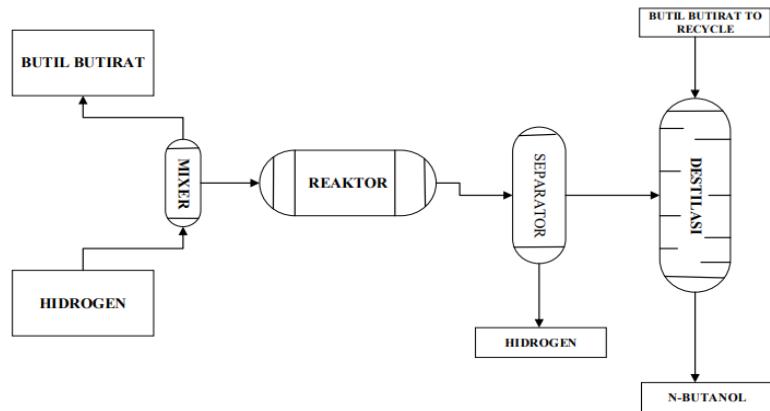
1. Proses Produksi

Butil butirat cair yang terdiri dari 99,8% n-butil butirat dan 0,2% air, diuapkan di vaporizer dan dikontakkan dengan gas hydrogen dengan kemurnian 100% dalam suatu reactor hidrogenasi. Reaktor hidrogenasi ini merupakan fixed bed multi tube reactor. Pada reactor terjadi reaksi hidrogenasi antar butil butirat dan hidrogen. Untuk mempercepat reaksi digunakan katalis CuO. Reaktor bekerja pada tekanan 7 atm, termeratur 292 °C. Didapat konversi 98% (Ju et al, 2010).

Produk yang dihasilkan kemudian melalui proses pemurnian yang dilakukan dalam kolom distilasi pada tekanan 1 atm dan suhu puncak 120-746 °C dan suhu bawah 156,8 °C. Sehingga dihasilkan produk n-butanol dengan kemurnian 99,5%

Reaksi yang terjadi adalah adalah:





Gambar 1.4 Flowsheet Dasar Pembuatan Butanol dengan menggunakan Proses Hidrogenasi

2. Analisa Ekonomi Awal Proses Hidrogenasi

	Bahan Baku		Katalis	Produk
	Butil butirat	Hidrogen	Tembaga	n-Butanol
Berat Molekul	144,121 gr/mol	2,02 gr/mol	79,55 gr/mol	74,121 gr/mol
Harga/ kg	Rp.19.300,00/kg (Sumber: Sigmaaldrich)	Rp. 2.000,04/kg (Sumber: BPS)	Rp. 36.057/kg (Sumber: BPS)	Rp. 40.000 /kg (Sumber: BPS)
Kebutuhan	$1 \text{ mol} \times 144,121 \text{ gr/mol} = 144,121 \text{ gr} = 0,144121 \text{ kg}$	$2 \text{ mol} \times 2,02 \text{ gr/mol} = 4,04 \text{ gr} = 0,00404 \text{ kg}$	$1 \text{ mol} \times 79,55 \text{ gr/mol} = 79,55 \text{ gr} = 0,07955 \text{ kg}$	$2 \text{ mol} \times 74,121 \text{ gr/mol} = 148,242 \text{ gr} = 0,148242 \text{ kg}$
Harga Total	Rp. 19.300 × 0,144121 kg = Rp. 2.781,53	Rp. 2.000,04 × 0,00404 kg = Rp. 8,08	Rp. 36.057 × 0,07955 kg = Rp. 2.868,33	Rp.40.000 × 0,148242 kg = Rp. 5.929,68
Analisa Ekonomi	Perhitungan Analisa Ekonomi Awal (PE) $PE = \text{Harga produk} - (\text{Harga bahan baku} + \text{Harga Katalis})$			

Awal	$PE = Rp. 22.892,30 - (Rp. 2.781,53 + Rp. 8,08 + Rp. 5.929,68)$
	$PE = Rp. 22.892,30 - Rp. 8.719,29$
	$PE = Rp. 14.173,01/kg$

Sumber: Badan Pusat Statistik, 2024

Berdasarkan dari hasil analisa ekonomi awal didapatkan keuntungan sebesar Rp. 14.173,01/kg n-Butanol dari harga bahan baku sebesar Rp. 5.929,68 butil butirat dan hidrogen beserta katalis dimana total harga produk lebih besar dari harga bahan baku maka pabrik ini layak untuk didirikan.

1.9 Perbandingan Proses

Dari proses yang telah diuraikan sebelumnya dapat dilihat pada tabel perbandingan dari macam – macam proses. Adapun perbandingan proses pembuatan Butanol dapat dilihat pada Tabel 1.9.

Tabel 1.9 Perbandingan Proses Pembuatan Butanol dari n-Butil Butirat dan Hidrogen

Kriteria	Hidrogenasi Butil Butirat	Proses Reppe	Fermentasi
Reaktor	Fixed Bed Multi Tube Reactor	RATB	Batch
Fase Reaksi	Gas-gas	Cair-cair	Cair-cair
Suhu (°C)	290 – 370 °C	100°C	30-37°C
Tekanan	7 atm	15 atm	1 atm
Katalis	Tembaga	<i>iron</i> <i>hydrocarbonyl</i>	Bakteri <i>Clostridium</i> <i>Acetobutyrum</i> dan <i>Butyribacterium</i> <i>Methylotrophicum</i>
Konversi	98%	90%	70%
Waktu reaksi	Cepat	Lama	Lama
Hasil samping	Tidak Ada	Ada	Ada

Berdasarkan beberapa proses tersebut maka dapat dibandingkan dari segi bahan baku maupun kondisi operasi yang digunakan berhubungan dengan proses pembuatan butanol tersebut, maka dipilih proses butanol dari butil butirat dengan proses hidrogenasi, dengan pertimbangan sebagai berikut:

1. Proses hidrogenasi tidak membutuhkan pemisahan yang rumit, sehingga peralatan yang digunakan relatif lebih sederhana.
2. Waktu reaksi jauh lebih cepat daripada proses yang lainnya.
2. Kemurnian produk yang dihasilkan cukup tinggi
3. Tidak memiliki Produk Samping.

1.10 Pemilihan Lokasi Pabrik

Lokasi suatu pabrik dapat mempengaruhi posisi pabrik dalam persaingan dan kontinuitas produksinya. Lokasi pabrik yang tepat akan memberikan keuntungan bagi pabrik tersebut dan lingkungan sekitarnya dengan memperhatikan faktor keamanan lingkungan. Hal ini dikarenakan lokasi pabrik sangat mempengaruhi dan menentukan keberhasilan serta kelangsungan hidup suatu pabrik. Pemilihan lokasi yang tepat, ekonomis dan menguntungkan dipengaruhi oleh banyak faktor, sehingga sebelum pabrik didirikan perlu dilakukan pertimbangan-pertimbangan. Berdasarkan beberapa pertimbangan maka pembuatan pabrik dilihat dari beberapa aspek yaitu :

1. Letak daerah

Pabrik direncanakan didirikan di kawasan industri yang cukup jauh dari kepadatan penduduk, tersedianya tanah yang luas dan fasilitas yang cukup memadai. Untuk pembuatan pabrik Butanol akan dibangun di Cilegon, Banten.



Gambar 1.5 Lokasi Pendirian Pabrik Butanol

2. Utilitas

Hal lain yang mendukung pemilihan pabrik di daerah Cilegon ini adalah dekat dengan sumber air. Untuk kebutuhan air pendingin, pemadam kebakaran dan air sanitasi dapat diperoleh dari Sungai Cimanok dengan debit 111,13 m³ per detik yang diolah atau diproses pada pabrik di unit utilitas. Perlu diperhatikan sarana-sarana pendukung seperti tersedianya listrik dan sarana pendukung lainnya. Untuk kebutuhan listrik dapat dipenuhi dengan adanya jaringan PLN dan generator. Sedang kebutuhan air dapat dipenuhi oleh pihak pengelola kawasan industri.

Sebagai suatu kawasan industri yang telah direncanakan dengan baik dan tempat industri berskala besar (PT. Krakatau Steel dan PT. Chandra Asri Petrochemical Center), Cilegon telah mempunyai sarana-sarana pendukung yang memadai. Serta kebutuhan listrik didapatkan dari generator dan PLN Surabaya sebagai cadangan energi listrik apabila generatoriya mengalami gangguan.

3. Pemasaran

Lokasi pabrik harus mempertimbangkan tempat produk akan dipasarkan. Orientasi pemasaran ditujukan pada pemenuhan kebutuhan Butanol dalam negeri dan untuk ekspor. Faktor yang perlu diperhatikan adalah letak wilayah pabrik yang membutuhkan butanol dan jumlah kebutuhannya. Daerah Cilegon merupakan daerah yang strategis untuk pendirian suatu pabrik karena dekat dengan Jakarta sebagai pusat perdagangan Indonesia.

4. Transportasi

Transportasi sangat penting bagi suatu industri. Didaerah Batam tersedia sarana transportasi yang cukup memadai, baik darat maupun laut, untuk keperluan transportasi impor dan ekspor sehingga memudahkan pengangkutan bahan baku, bahan pembantu, dan produk.

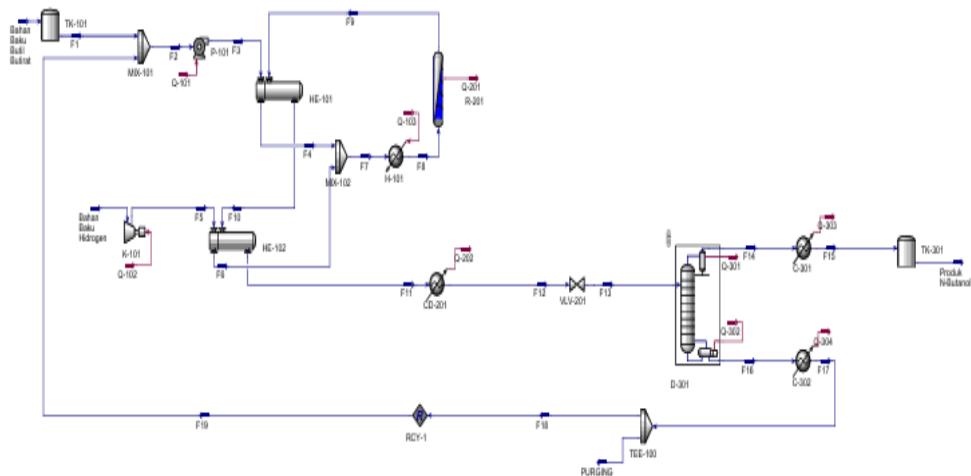
Pada perancangan pabrik n-butanol ini dipilih lokasi pabrik di Cilegon, Banten. Hal-hal yang menjadi pertimbangan dalam pemilihan lokasi pabrik ini adalah sebagai berikut:

1. Kota Ciligon dekat dengan pelabuhan, sehingga akan mempermudah pengimporan bahan baku.
2. Sumber energi, utilitas air dan listrik cukup tersedia.
3. Sarana telekomunikasi dan transportasi mudah.
4. Berdekatan dengan kawasan industri Cilegon, sehingga memudahkan pemasaran produk.

1.11 Uraian Proses

Pembuatan butanol dengan proses hidrogenasi dapat dibagi menjadi tiga tahap:

1. Tahap Persiapan Bahan Baku
2. Tahap Penggolahan
3. Tahap Permurnian Produk



Gambar 1.6 Uraian Proses Hidrogenasi N-Butanol

1.11.1. Tahap Persiapan Bahan Baku

Pada perancangan butanol ini menggunakan proses hidrogenasi dengan menggunakan dua bahan baku yaitu butil butirat cair dengan komposisi 99,8% butil butirat, dan 0,2% air dan hidrogen dengan kemurniaan 100%. Hidrogen dengan suhu 30 °C dan tekanan 1 atm disimpan dalam tangki (TK-102) setelah itu dinaikkan tekanan menjadi 7 atm menggunakan *compressor* (K-101) . Selanjutnya keluaran dari *compressor* (K-101) dialirkan menuju *Heat Exchanger* (HE-102)

untuk menaikkan suhu menjadi 298 °C. Ketika kondisi operasi bahan baku sudah sesuai selanjutnya dialirkan ke reaktor PFR (R-201) . Sementara untuk butil butirat dengan suhu 30 °C dan tekanan 1 atm disimpan pada tangki (TK-101) kemudian dialirkan menuju pompa (P-101) untuk menaikkan tekanan menjadi 7 atm. Kemudian keluaran pompa (P-101) akan dialirkan menuju *Heat Exchanger* (HE-101) untuk mengubah fasa menjadi gas dengan suhu 298 °C dengan pemanfaatan panas dari keluaran reaktor PFR (R-201). Ketika kondisi bahan baku sudah sesuai dengan kondisi operasi maka bahan baku akan dialirkan menuju reaktor PFR (R-201).

1.11.2. Tahap Pembentukan Produk

Butil butirat cair yang terdiri dari 99,8% butil butirat dan 0,2% air, dinaikkan temperaturnya menggunakan *Heat Exchanger* (HE-101), dan dikontakkan dengan gas hidrogen dengan kemurnian 100% dalam suatu reaktor hidrogenasi. Reaktor hidrogenasi ini merupakan *fixed bed multi tube reactor*. Pada reaktor terjadi reaksi hidrogenasi antara n- butil butirat dan hidrogen. Untuk mempercepat reaksi digunakan katalis Cu. Reaktor berkerja pada tekanan 7atm, dengan temperatur 298 °C. Didapat konversi 98% (Ju et al, 2010).

Reaksi yang terjadi adalah:



(Mc. Ketta,1957)

1.11.3 Tahap Pemurnian Produk

Keluaran dari reaktor, panas yang terkandung dimanfaatkan sebagai fluida panas untuk dialirkan ke *Heat Exchanger* (HE-101) dan (HE-102) setelah itu dialikan menuju *Condenser* (CD-201) untuk mengkondensasi serta menurunkan temperatur nya menjadi 100°C setelah itu tekanannya diturunkan menggunakan valve (VLV-201) menjadi 1 atm serta temperaturnya menjadi 97°C dan dipisahkan melalui Distilasi (D-301) untuk dilakukan proses pemurnian. .

Pada Distilasi (D-301) terjadi proses pemisahan produk berupa butanol dan sisa bahan baku yang tidak ikut bereaksi yaitu butil butirat. Sisa bahan baku

akan keluar melalui bagian bawah Distilasi (D-301) sedangkan produk berupa butanol akan keluar melalui bagian atas Distilasi (D-301). Untuk keluaran bawah Distilasi (D-301) yang berisi sisa bahan baku butil butirat kemudian akan dialirkan menuju ke *Cooler* (C-302) untuk diturunkan suhu nya ke 30°C yang setelahnya akan *direcycle* menuju aliran butil butirat untuk dimanfaatkan kembali dengan adanya *mixer* (MIX-101). Untuk keluaran atas Distilasi (D-301) yang berupa produk akhir yaitu n-Butanol akan dialirkan menuju ke *Cooler* (C-301) untuk diturunkan suhu nya ke 30°C setelah itu dialirkan menuju ke Tangki Penyimpanan Produk (TK-301).