

# PENENTUAN KAPASITAS PRODUKSI DAN SELEKSI PROSES PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA BIOETANOL GEL KAPASITAS 5000 TON/TAHUN

Auliyah Choirunnisa, Asalil Mustain

Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang, Indonesia  
ica02auliyah@gmail.com, [asalil89@polinema.ac.id]

## ABSTRAK

Pertumbuhan penduduk yang sangat cepat menyebabkan terjadinya peningkatan akan kebutuhan energi berupa bahan bakar. Bioetanol gel merupakan salah satu bahan bakar alternatif yang berpotensi untuk dikembangkan. Dalam merancang pabrik bioetanol gel, terdapat beberapa aspek penting diantaranya adalah perhitungan kapasitas produksi dan pertimbangan terhadap berbagai jenis proses pembuatan bioetanol gel agar didapat proses yang paling efisien untuk diterapkan pada pabrik. Pada penelitian ini, perhitungan kapasitas produksi dilakukan dengan metode pertumbuhan rata-rata per tahun. Bioetanol gel dibuat dengan menggunakan proses distilasi dan *mixing*. Oleh karena itu, seleksi proses dilakukan terhadap jenis, sistem serta bentuk alat untuk proses pembuatan bioetanol gel tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan kapasitas produksi pabrik bioetanol gel yang akan didirikan pada tahun 2022 dan melakukan seleksi proses dari beberapa jenis proses pembuatan bioetanol gel untuk mengetahui proses yang terbaik. Hasil penelitian menunjukkan pabrik bioetanol gel yang didirikan pada tahun 2022 memiliki kapasitas 5000 ton/tahun dan menggunakan proses distilasi fraksinasi dengan sistem kontinyu serta proses *mixing* sistem *batch* dengan bentuk baling-baling *helical ribbon*.

**Kata kunci:** Bioetanol Gel, Kapasitas Produksi, Seleksi Proses

## ABSTRACT

*The very fast population growth causes an increase in the need for energy in the form of fuel. Bioethanol gel is an alternative fuel that has the potential to be developed. In designing a bioethanol gel plant, there are several important aspects, including the calculation of production capacity and consideration of various types of bioethanol gel manufacturing processes in order to obtain the most efficient process to be applied to the plant. In this study, the calculation of production capacity using the average growth method per year was carried out. Bioethanol gel is made using a distillation and mixing process, therefore the selection process is carried out on the type, system and shape of the tool for the process of making the bioethanol gel. The purpose of this research is to determine the production capacity of the bioethanol gel factory, which will be established in 2022 and to select the process of several types of bioethanol gel manufacturing processes to determine the best process. The results showed that the bioethanol gel factory, which was established in 2022, has a capacity of 5000 tons/year and uses a fractionated distillation process with a continuous system and a batch system mixing process with a helical ribbon propeller.*

**Keywords:** Bioethanol Gel, Production Capacity, Process Selection

## 1. PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk yang sangat cepat menyebabkan permintaan akan energi semakin bertambah. Bahan Bakar Minyak (BBM) menjadi kebutuhan yang sangat penting dan

paling dicari oleh masyarakat. Berdasarkan Rencana Strategis Kementerian ESDM Tahun 2015–2019, cadangan minyak bumi Indonesia diperkirakan akan habis dalam 13 tahun mendatang sehingga perlu adanya pengembangan bahan bakar alternatif yang aman digunakan dan mudah diperbaharui. Salah satu bahan bakar alternatif yang berpotensi adalah bioetanol [1].

Bioetanol berfase gel memiliki kelebihan jika dibanding dengan fase cairnya yaitu tidak mudah menguap, lebih aman dan praktis. Bioetanol gel juga merupakan bahan bakar yang ramah lingkungan karena selama pembakaran bioetanol gel tidak berasap, tidak berjelaga, tidak menghasilkan zat emisi gas berbahaya, non karsinogenik dan non korosif [2]. Bioetanol gel terbuat dari campuran bioetanol cair dengan bahan pengental [3].

Kebutuhan bioetanol gel belum dapat terpenuhi oleh produksi dalam negeri sehingga pabrik bioetanol gel perlu dibangun. Pendirian suatu pabrik perlu mempertimbangkan beberapa aspek penting, diantaranya adalah kapasitas produksi. Kapasitas produksi merupakan jumlah maksimum dari output yang diproduksi dalam satuan waktu tertentu. Kapasitas produksi suatu pabrik yang diperhitungkan dengan tepat dapat membantu memenuhi kebutuhan masyarakat [4].

Bioetanol gel dibuat dengan menggunakan proses distilasi atau pemurnian dan proses *mixing* untuk pencampuran bioetanol dengan bahan pengental. Adanya proses distilasi berguna untuk menaikkan kadar etanol agar sesuai dengan yang ditargetkan pada pembuatan bioetanol gel yaitu sekitar 85%. Terdapat beberapa macam proses distilasi yang digunakan untuk memurnikan bioetanol seperti distilasi fraksinasi dan distilasi ekstraktif. Sedangkan pada proses *mixing*, terdapat berbagai jenis pengaduk dan beberapa sistem kerja yang dapat digunakan. Oleh karena itu, seleksi perlu dilakukan terhadap proses-proses tersebut. Seleksi proses merupakan cakupan keputusan mengenai jenis proses produksi dan tipe peralatan tertentu yang digunakan untuk menentukan proses yang paling baik digunakan agar pabrik berjalan dengan optimal [5].

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan kapasitas produksi pabrik bioetanol gel yang akan didirikan pada tahun 2022 dan melakukan seleksi proses dari beberapa jenis proses pembuatan bioetanol gel untuk mengetahui proses yang terbaik.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1. Kapasitas produksi

Penentuan jumlah kapasitas produksi didapat dari data pendukung seperti data pertumbuhan produksi, konsumsi, ekspor dan impor suatu produk. Terdapat 4 tahapan perhitungan kapasitas produksi yaitu mengumpulkan data pendukung, menghitung prediksi data, menghitung peluang kapasitas dan menentukan kapasitas produksi. Kapasitas produksi pabrik bioetanol gel yang akan didirikan pada tahun 2022 dihitung dengan metode pertumbuhan rata-rata pertahun dengan rumus sebagai berikut:

1. Pertumbuhan rata-rata per tahun

$$i = \frac{\sum \%P}{n} \quad (1)$$

2. Prediksi data produksi, konsumsi, ekspor dan impor

$$m_{\text{tahun yang dicari}} = m_{\text{tahun terakhir dari data}} * (1 + i)^a \quad (2)$$

## 3. Peluang kapasitas produksi

$$m_{2022} = (m_{k2022} + m_{e2022}) - (m_{p2022} + m_{i2022}) \quad (3)$$

## 4. Kapasitas produksi

Sudah ada pabrik serupa di dalam negeri, maka:

$$\text{kapasitas produksi} = 0,6 * m_{2022} \quad (4)$$

Belum ada pabrik serupa dalam negeri, maka:

$$\text{kapasitas produksi} = 1,5 * m_{2022} \quad (5)$$

Dimana:

$i$  = pertumbuhan rata-rata per tahun

%P = persen pertumbuhan per tahun

$n$  = jumlah data %P

$a$  = selisih tahun

$m$  = peluang kapasitas

$m_p$  = prediksi data produksi

$m_k$  = prediksi data konsumsi

$m_e$  = prediksi data ekspor

$m_i$  = prediksi data impor

Data pendukung yang digunakan untuk menghitung kapasitas produksi adalah data dari produk berupa bioetanol gel. Data pendukung dari produk bioetanol gel tidak ditemukan karena industri bioetanol gel yang sudah berdiri masih dalam skala kecil sehingga tidak terdapat data resmi mengenai jumlah produksi, konsumsi, ekspor dan impor. Oleh karena itu, digunakan data pendukung produk berupa bioetanol sebagai acuan perhitungan kapasitas produksi. Data yang digunakan adalah data jumlah produksi, konsumsi, ekspor dan impor bioetanol pada tahun 2015-2019 di Indonesia seperti yang tertera pada Tabel 2.1 dan 2.2.

**Tabel 2. 1** Data jumlah produksi dan konsumsi bioetanol di Indonesia

Tahun	Jumlah (ton/tahun)	
	Produksi	Konsumsi
2015	161745	107304
2016	161745	108093
2017	153855	108093
2018	157800	108882
2019	153855	109671

(Sumber : USDA Gain Reports)

**Tabel 2. 2** Data jumlah ekspor dan impor bioetanol di Indonesia

Tahun	Jumlah (ton/tahun)	
	Ekspor	Impor
2011	63606,076	492,728
2012	46800,036	121,413
2013	67993,751	358,957
2014	73943,346	1291,414
2015	52654,444	134,976

(Sumber : USDA Gain Reports)

Dari data jumlah produksi, konsumsi, ekspor dan impor produk bioetanol di Indonesia, nilai pertumbuhan rata-rata pertahun dapat dihitung sesuai dengan rumus (1), seperti yang tertera pada Tabel 2.3 dan 2.4.

**Tabel 2. 3** Pertumbuhan produksi dan konsumsi bioetanol di Indonesia

Tahun	Jumlah (ton/tahun)		%P	
	Produksi	Konsumsi	Produksi	Konsumsi
2015	161745	107304	-	-
2016	161745	108093	0%	0,74%
2017	153855	108093	-5%	0,00%
2018	157800	108882	3%	0,73%
2019	153855	109671	-3%	0,72%
	<b>i</b>		<b>-1,203%</b>	<b>0,5475%</b>

**Tabel 2. 4** Pertumbuhan ekspor dan impor bioetanol di Indonesia

Tahun	Jumlah (ton/tahun)		%P	
	Ekspor	Impor	Ekspor	Impor
2011	63606,076	492,728	-	-
2012	46800,036	121,413	-26%	-75,36%
2013	67993,751	358,957	45%	195,65%
2014	73943,346	1291,414	9%	259,77%
2015	52654,444	134,976	-29%	-89,55%
	<b>i</b>		<b>0%</b>	<b>72,6277%</b>

Nilai prediksi data produksi, konsumsi, ekspor dan impor pada tahun 2022 dapat dicari dari data pertumbuhan rata-rata pertahun menggunakan rumus (2) dengan hasil yang tertera pada Tabel 2.5

**Tabel 2. 5** Prediksi data produksi, konsumsi, ekspor dan impor

Jumlah (ton/tahun)	
$m_{p2022}$	148366,7112
$m_{k2022}$	111482,1091
$m_{e2022}$	51579,4156
$m_{i2022}$	6166,3737

Dari hasil prediksi data produksi, konsumsi, ekspor dan impor, peluang kapasitas pabrik pada tahun 2022 dapat dihitung sesuai dengan rumus (3), maka didapat hasil peluang kapasitas pabrik pada tahun 2022 sebesar 8528,4397 ton/tahun. Karena pabrik serupa sudah ada di Indonesia, maka penentuan kapasitas produksi untuk pabrik bioetanol gel yang akan didirikan pada tahun 2022 sesuai dengan rumus (4) sehingga diperoleh kapasitas produksi sebesar 5117,063864 ton/tahun

## 2.2. Seleksi Proses

Seleksi proses dilakukan dengan studi literatur dari penelitian terdahulu. Pada tahap ini dilakukan pemilihan terhadap jenis proses produksi dan tipe peralatan yang digunakan, mulai dari pemilihan jenis proses distilasi, tipe pengaduk yang digunakan untuk proses *mixing* maupun sistem yang akan digunakan pada proses tersebut. Seleksi proses dilakukan dengan membandingkan kelebihan dan kekurangan proses tersebut.

**Tabel 2. 6** Pemilihan jenis distilasi

Jenis Distilasi	Kelebihan	Kekurangan
Distilasi Fraksinasi	<ol style="list-style-type: none"> <li>Hanya membutuhkan satu kolom distilasi.</li> <li>Tidak membutuhkan bahan tambahan lainnya.</li> <li>Waktu proses relatif singkat karena hanya melewati 1 kolom distilasi.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Tidak bisa mencapai kemurnian tinggi, hanya sekitar 80-96%.</li> </ol>
Distilasi Ekstraktif	<ol style="list-style-type: none"> <li>Bisa menghasilkan kemurnian hingga tinggi, hingga mencapai 99%.</li> <li>Waktu proses relatif singkat karena hanya melewati 1 kolom distilasi.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Membutuhkan 2 kolom distilasi.</li> <li>Membutuhkan bahan tambahan yaitu pelarut [6].</li> <li>Membutuhkan waktu yang lebih lama dalam prosesnya karena melewati 2 kolom distilasi.</li> </ol>

Selain jenis proses, terdapat juga seleksi terhadap sistem proses yang akan digunakan. Sistem proses terdiri dari 2 macam yaitu *batch* dan kontinyu. Pada sistem *batch*, bahan baku dimasukkan pada awal proses dan tidak ada lagi bahan yang ditambahkan selama proses berlangsung. Sedangkan pada sistem kontinyu, bahan baku dialirkan kedalam kolom secara terus-menerus [7].



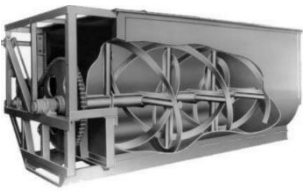
**Tabel 2. 7** Pemilihan sistem pada proses distilasi

Sistem Distilasi	Kelebihan	Kekurangan
Sistem <i>Batch</i>	Memiliki aspek ekonomis yaitu investasi yang cukup besar.	Produk yang dihasilkan sedikit karena proses berjalan 1 kali.
Sistem Kontinyu	Produk yang dihasilkan banyak karena proses berjalan terus menerus.	Memiliki aspek ekonomis yaitu investasi yang kecil.

**Tabel 2. 8** Pemilihan sistem pada proses *mixing*

Sistem <i>Mixing</i>	Kelebihan dan Kekurangan
Batch	<p>Kelebihan :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Biaya operasi rendah</li> <li>- Waktu tinggal lama, sehingga homogenitas lebih tinggi</li> <li>- Pembersihan alat mudah</li> <li>- Pengadukan sempurna sehingga menghasilkan produk kualitas baik</li> </ul> <p>Kekurangan :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Jumlah produksi relatif kecil</li> <li>- Kurang ekonomis jika digunakan untuk material dalam jumlah besar</li> </ul>
Kontinyu	<p>Kelebihan :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Jumlah produksi besar</li> <li>- Waktu operasi cepat</li> </ul> <p>Kekurangan :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Biaya operasi tinggi</li> <li>- Waktu tinggal yang lebih pendek membuat homogenitas rendah</li> </ul>

**Tabel 2. 9** Jenis pengaduk pada proses *mixing*

Jenis pengaduk	Keuntungan dan Kerugian
<p><i>Turbine</i></p> 	<p>Keuntungan :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Menghasilkan aliran radial yang tinggi</li> <li>- Digunakan untuk cair dan gas</li> <li>- Digunakan dalam reaksi dan ekstraksi operasi</li> </ul> <p>Kerugian :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tidak disarankan untuk viskositas yang tinggi</li> </ul>
<p><i>Anchor</i></p> 	<p>Keuntungan :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Meningkatkan kemungkinan panas pada saat proses reaksi</li> <li>- Digunakan untuk industri obat-obatan</li> </ul> <p>Kerugian :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Membutuhkan efisiensi <i>gear box</i></li> <li>- Membutuhkan daya yang besar</li> </ul>
<p><i>Helical Ribbon</i></p> 	<p>Kelebihan :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dapat digunakan untuk viskositas tinggi</li> <li>- Untuk percampuran kapasitas besar</li> </ul> <p>Kerugian :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Penambahan serbuk dengan cairan hanya bisa dilakukan pada alat yang mempunyai kapasitas 15 Kg</li> </ul>

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Kapasitas Produksi

Dalam penentuan kapasitas produksi pabrik kali ini, data pendukung untuk produk berupa bioetanol gel tidak ditemukan, maka dari itu acuan perhitungan menggunakan data pendukung produk berupa bioetanol yang bersumber dari USDA *Gain Reports*. Hasil perhitungan peluang kapasitas produksi pabrik bioetanol gel adalah sebesar 8528.4397 ton/tahun. Karena pabrik serupa sudah terdapat di dalam negeri, maka perhitungan kapasitas produksi adalah 0.6 dari peluang kapasitas. Sehingga, kapasitas produksi didapat sebesar 5117.063864 ton/tahun. Kapasitas produksi pabrik bioetanol gel yang akan didirikan pada tahun 2022 ditetapkan sebesar 5000 ton/tahun, dengan kapasitas tersebut diharapkan dapat memenuhi kebutuhan bioetanol gel yang dibutuhkan.

#### 3.2. Seleksi Proses

Berdasarkan seleksi proses yang tertera pada Tabel 2.6-2.7, hasil dari pemilihan jenis distilasi yang akan digunakan untuk pemurnian bioetanol adalah distilasi fraksinasi karena tingkat kemurnian yang dapat dicapai pada proses distilasi fraksinasi cukup untuk memenuhi kemurnian bioetanol yang dibutuhkan pabrik yaitu 85%. Selain itu, distilasi fraksinasi memiliki beberapa kelebihan yang dapat meminimalisir biaya produksi seperti tidak dibutuhkannya bahan penunjang dan proses yang cepat. Sistem proses distilasi yang akan digunakan adalah sistem kontinyu.

Dari Tabel 2.8-2.9, proses *mixing* yang akan digunakan adalah dengan sistem *batch*. Hal tersebut diputuskan karena proses membutuhkan sistem pencampuran yang memiliki tingkat homogenitas tinggi untuk menghasilkan bioetanol gel yang baik. Selain sistem kerja, terdapat juga seleksi terhadap jenis pengaduk yang akan digunakan pada proses *mixing*. Jenis *helical ribbon* baik digunakan untuk mencampur bahan yang berfase gel atau viskositas tinggi dalam kapasitas yang besar. Hal tersebut sesuai dengan fase produk dan kapasitas yang digunakan pada pabrik ini.

### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Pabrik bioetanol gel yang akan didirikan pada tahun 2022 memiliki kapasitas 5000 ton/tahun. Proses yang akan digunakan pada pembuatan bioetanol gel adalah distilasi fraksinasi dengan sistem kontinyu untuk pemurnian bioetanol menjadi 85% dan proses *mixing* sistem *batch* dengan jenis pengaduk *helical ribbon* untuk pencampuran bioetanol 85% dengan bahan pengental.

### REFERENSI

- [1] Sa'adah, A. F., Fauzi, A., dan Juanda, B., (2017), *Peramalan Penyediaan dan Konsumsi Bahan Bakar Minyak Indonesia dengan Model Sistem Dinamik*, Jurnal Ekonomi Dan Pembangunan Indonesia, 17(2), 118–137.
- [2] Rajhana, B., Gayatri, R., Chumaidi, A., (2020), *Seleksi Proses Dalam Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Biji Randu Dengan Katalis Cao*. Distilat Jurnal Teknologi Separasi, 6(9), 236–240.
- [3] Novia., Uljanah, D., dan Safitri, E., (2018), *Pengaruh penambahan bahan pengental pembuatan bioetanol gel dan uji perpindahan panas dengan simulasi ansys fluent16*,

Jurnal Teknik Kimia, 24(2), 63–69.

- [4] Hutagalung, I. R., dan Rambe, A. J. M., (2013), *Perencanaan kebutuhan kapasitas produksi pada pt xyz*, e-Jurnal Teknik Industri FT USU, 2(1), 15–23.
- [5] Sani, Astuti, D. H., Fathoni, M., dan Pratama, B. P., (2016), *Etanol Gel Sebagai Bahan Bakar Alternatif*, Jurnal Teknik Kimia, 11(1), 20–23.
- [6] Suharto, M., Wibowo, A. A., dan Suharti, P. H., (2020), *Optimasi Pemurnian Etanol Dengan Distilasi Ekstraktif Menggunakan Chemcad*, Distilat: Jurnal Teknologi Separasi, 6(1), 1–7.
- [7] Ratih, P., Ali, A., dan Susianto., (2015), *Pemodelan Dan Simulasi Distilasi Batch Broth Fermentasi Pada Tray Column Dengan Serabut Wool*, Jurnal Teknik Kimia, 9(2), 44–49.