

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Isopropanol (isopropil alkohol/IPA) merupakan salah satu senyawa alkohol sekunder penting dalam industri kimia dengan rumus kimia  $C_3H_8O$  yang banyak digunakan sebagai pelarut, antiseptik, bahan pembersih elektronik, kosmetik, farmasi, serta bahan baku sintesis kimia lainnya. IPA menjadi alkohol terbesar kedua yang diproduksi secara global setelah metanol karena luasnya aplikasi di berbagai sektor industri dan kebutuhan sanitasi modern (U.S. Department of Agriculture, 2014).

Penggunaan isopropanol sangat luas dalam berbagai sektor, seperti industri farmasi dan kesehatan sebagai antiseptik dan disinfektan, industri elektronik sebagai pembersih komponen, serta industri kimia sebagai pelarut dan bahan antara dalam produksi senyawa lain. Selain itu, IPA juga digunakan dalam proses dehidrasi, oksidasi, dan reaksi kimia lain untuk menghasilkan produk turunan seperti aseton, diisopropil eter, dan ester alkohol. Tingginya fleksibilitas aplikasi tersebut menyebabkan kebutuhan IPA terus meningkat seiring pertumbuhan sektor manufaktur, kesehatan, dan petrokimia (Chua dkk., 2017; Vaccari dkk., 2025).

Di Indonesia, perkembangan industri petrokimia menunjukkan potensi besar untuk pengembangan produk turunan olefin seperti propilen. Peningkatan kapasitas kilang minyak dan fasilitas petrokimia nasional mendorong ketersediaan bahan baku propilen sebagai *feedstock* utama industri kimia hilir. Modernisasi kilang dan pengembangan fasilitas petrokimia juga ditujukan untuk mengurangi ketergantungan impor produk turunan minyak sekaligus meningkatkan nilai tambah domestik melalui pengolahan lanjutan (Ifes, 2025).

Propilen, sebagai bahan baku utama produksi IPA merupakan salah satu komponen penting dalam rantai nilai petrokimia dan dapat dihasilkan dari proses cracking minyak bumi maupun konversi gas alam. Pengembangan industri berbasis propilen dinilai memiliki potensi ekonomi tinggi karena mampu meningkatkan nilai tambah dari produk petrokimia dibandingkan dengan hanya menjual bahan mentah. Oleh karena itu, integrasi industri hilir berbasis propilen menjadi strategi penting dalam pengembangan industri kimia nasional.

Meskipun memiliki potensi bahan baku dan kebutuhan industri yang terus meningkat, produksi isopropanol di Indonesia masih terbatas sehingga sebagian kebutuhan masih dipenuhi melalui impor. Kondisi ini menunjukkan adanya peluang pengembangan pabrik

IPA domestik untuk mendukung kemandirian industri kimia nasional serta meningkatkan daya saing produk turunan petrokimia. Dengan memanfaatkan ketersediaan propilen dan teknologi proses yang telah berkembang, pembangunan pabrik IPA berpotensi memberikan nilai ekonomi dan strategis bagi industri nasional.

Berdasarkan kondisi tersebut, perancangan pabrik isopropanol menjadi penting untuk dikaji secara teknis dan ekonomis sebagai dasar pengembangan industri kimia di Indonesia. Prarancangan pabrik diperlukan untuk menentukan kapasitas produksi, pemilihan proses, kebutuhan bahan baku, serta kelayakan operasional sehingga dapat menjadi referensi dalam pembangunan pabrik secara nyata di masa depan. Oleh karena itu, studi prarancangan pabrik isopropanol diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan industri petrokimia nasional berbasis sumber daya domestik serta peningkatan nilai tambah bahan baku propilen di Indonesia.

## 1.2 Kapasitas Rancangan

Kapasitas prarancangan suatu pabrik akan mempengaruhi perhitungan baik teknis maupun ekonomis dalam perancangan suatu pabrik. Perancangan pabrik didasarkan pada beberapa pertimbangan yaitu perkiraan kebutuhan isopropanol di Indonesia, ketersediaan bahan baku, dan kapasitas minimum pabrik isopropanol yang telah ada.

### 1.2.1 Proyeksi Kebutuhan Isopropanol di Indonesia

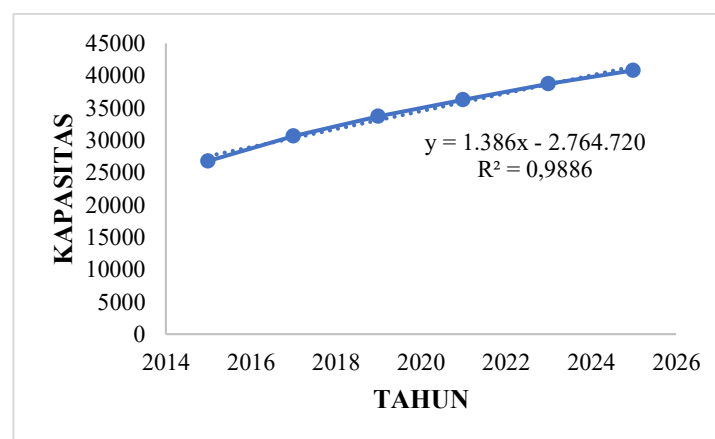
Kebutuhan isopropanol di Indonesia cenderung meningkat tiap tahunnya. Hal ini dikarenakan banyak industri yang menggunakan isopropanol sebagai bahan baku produksi, di antaranya industri farmasi, cat, dan industri kosmetik. Meskipun kebutuhan isopropanol cenderung meningkat, hingga saat ini belum terdapat pabrik di Indonesia yang memproduksinya. Untuk memenuhi kebutuhan isopropanol, Indonesia masih melakukan impor. Berdasarkan data yang diambil dari Badan Pusat Statistik (BPS), jumlah impor dan ekspor isopropanol dalam 10 tahun terakhir yang dapat dilihat pada **Tabel 1.1** berikut :

**Tabel 1.1** Kebutuhan Isopropanol di Indonesia (BPS, 2026)

Tahun	Impor (Ton/Tahun)
2016	29.610,42
2017	30.617,74
2018	33.101,49
2019	33.700,17
2020	38.370,11

Tahun	Impor (Ton/Tahun)
2021	36.282,62
2022	37.162,45
2023	38.730,86
2024	42.975,43
2025	40.814,9

Dari data yang didapat, kebutuhan isopropanol di Indonesia cenderung meningkat setiap tahunnya. Untuk menentukan prediksi kebutuhan isopropanol di Indonesia maka dibuat persamaan linier (**Gambar 1.1**) guna memprediksi kebutuhan isopropanol di Indonesia selama pabrik beroperasi.



**Gambar 1.1** Grafik Proyeksi Kebutuhan Isopropanol

Gambar 1.1 menunjukkan grafik proyeksi kebutuhan isopropanol melalui aktivitas impor dengan menggunakan metode regresi linier. Dari persamaan didapatkan  $y = 1.386x - 2.764.720$  dan nilai  $R^2 = 0,9886$ , di mana  $x$  merupakan tahun produksi. Belum adanya pabrik isopropanol di Indonesia menyebabkan nilai impor semakin meningkat karena isopropanol yang banyak digunakan dalam industri farmasi, kosmetik, dan cat. Persamaan diatas digunakan untuk memprediksi kebutuhan isopropanol pada tahun selanjutnya. Pabrik isopropanol akan dibangun pada tahun 2026 dengan waktu pembangunan pabrik selama 2 tahun. Pabrik akan beroperasi pada tahun 2028 oleh karena itu perlu dilakukan perhitungan proyeksi kebutuhan isopropanol di Indonesia sejak pabrik beroperasi, yaitu pada tahun 2028.

$$y = 1.386x - 2.764.720$$

Dimana  $y$  = jumlah impor isopropanol (ton/tahun)

$x$  = tahun 2028

Pabrik isopropanol akan beroperasi pada tahun 2028 dimana perkiraan kebutuhan isopropanol di Indonesia pada tahun 2028 sebesar 45.479,6 ton.

### 1.2.2 Kapasitas Produksi Komersial yang sudah ada di Dunia

Hingga saat ini, Indonesia belum memiliki pabrik yang memproduksi isopropanol, sehingga seluruh kebutuhan dalam negeri masih bergantung pada impor. Oleh karena itu, data produksi isopropanol dari pabrik di luar negeri dapat dijadikan acuan dalam menentukan kapasitas perancangan pabrik. Beberapa pabrik yang telah memproduksi isopropanol secara komersial dapat dilihat pada **Tabel 1.2** berikut

**Tabel 1.2** Produksi Isopropanol yang Sudah Ada di Dunia (Samiraschem, 2026)

Nama Pabrik	Negara	Kapasitas (Ton/Tahun)
Tokuyama Corp.	China	10.000
Tasco Chemical Corp.	Taiwan	30.000
Mitsui Chemicals	Jerman	60.000
Mitsubishi Chemical Corporation	Jepang	60.000
Tokuyama Corp.	Jepang	70.000
Shell (Singapore <i>Plant</i> )	Singapore	75.000
LCY Chemical Corp.	Taiwan	100.000

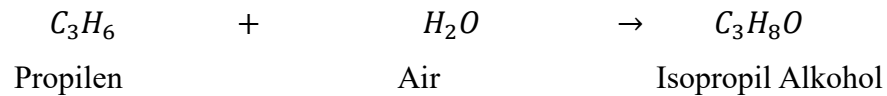
Kapasitas pabrik yang akan berjalan harus berada di atas kapasitas pabrik yang sedang berjalan atau minimal sama dengan jumlah kapasitas pabrik terendah yang sedang berjalan. Kapasitas minimal pabrik isopropanol yang sudah beroperasi yaitu pabrik Tokuyama Corporation di China dengan kapasitas sebesar 10.000 ton/tahun, sedangkan pabrik dengan kapasitas terbesar yaitu LCY Chemical Corp. di Taiwan dengan kapasitas sebesar 100.000 ton/tahun. Dengan demikian, kapasitas pabrik yang akan kami didirikan berada di antara 10.000 ton/tahun dan maksimal sesuai dengan kebutuhan yang ada di Indonesia, yaitu sebesar 45.479,6 ton.

### 1.2.3 Ketersediaan Bahan baku

Ketersediaan bahan baku merupakan faktor penting dalam mendirikan suatu pabrik karena berhubungan dengan kelangsungan proses produksi. Berdasarkan ketersediaan bahan baku yang ada di Indonesia, dengan asumsi data ekspor merupakan sisa hasil produksi dan konsumsi dalam negeri. Bahan baku utama yaitu

propilen, menurut data Badan Pusat Statistik, pada tahun 2026 terdapat ekspor sebesar 13.012,33 ton. Bahan baku lainnya yaitu air didapat dari unit utilitas

Untuk menentukan kapasitas produksi juga diperlukan Analisa mengenai ketersediaan bahan baku untuk produksi isopropanol. Berdasarkan bahan baku yang tersedia maka dilakukan perhitungan stoikiometri di bawah ini



Perbandingan antara propilen : air = 1 : 2,05 dengan asumsi air berlebih untuk mencapai konversi propilena yang hampir sempurna (Chua et al., 2017).

$$\text{Mol } C_3H_6 = \frac{13.012,33 \text{ ton}}{42,081 \text{ ton/mol}} = 309,221 \text{ ton mol.}$$

	$C_3H_6$	+	$H_2O$	→	$C_3H_8O$
Mula-mula	309,221		633,903		
Reaksi	309,221		309,221		309,221
kesetimbangan	0		324,682		309,221

$$\begin{aligned} \text{Produk } C_3H_7OH &= \text{mol isopropanol} \times \text{Mr isopropanol} \\ &= 309,221 \text{ ton/mol} \times 60,10 \text{ ton/ton.mol} \\ &= 18.584,1821 \text{ ton} \end{aligned}$$

Dari Perhitungan diatas maka dengan bahan baku propilen, dan air yang tersedia dapat menghasilkan produk isopropanol sebanyak 18.584 ton.

Berdasarkan kebutuhan dalam negeri yang semakin meningkat dan ketersediaan bahan baku yang dapat mencukupi kapasitas produksi maka perkiraan kapasitas pabrik isopropanol yang akan dibangun direncanakan sebesar 18.500 ton/tahun. Kapasitas ini digunakan untuk memenuhi 40% kebutuhan dalam negeri dengan asumsi terdapat pabrik lain yang berdiri, sehingga kapasitas sebesar 18.500 ton/tahun dapat mengurangi ketergantungan terhadap impor isopropanol. Penentuan kapasitas ini juga tidak bertentangan dengan UU Nomor 5 Tahun 1999 tentang monopoli dan persaingan usaha tidak sehat.

### 1.3 Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik sangat menentukan kemajuan, kelancaran serta kelangsungan suatu industri. Hal ini dikarenakan lokasi akan sangat berpengaruh terhadap faktor produksi seperti bahan baku dan distribusi dari pabrik. Oleh karena itu lokasi pabrik yang tepat, strategis, dan ekonomis sangat diperlukan dalam perancangan suatu pabrik.

### 1.3.1 Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku merupakan kebutuhan utama bagi kelangsungan pabrik sehingga letak bahan baku perlu diperhatikan untuk menjamin ketersediaan bahan baku. Bahan baku utama yang digunakan dalam proses pembuatan isopropanol yaitu gas propilen, Oleh karena itu sebaiknya pabrik yang akan didirikan dekat dengan bahan baku utama. Terlampir pada **Tabel 1.3** ketersediaan bahan baku pembuatan isopropanol.

**Tabel 1.3** Ketersediaan Bahan Baku Pembuatan Isopropanol

<b>Bahan Baku</b>	<b>Pabrik</b>	<b>Lokasi</b>	<b>Kapasitas (Ton/tahun)</b>	
Propilen	PT Pertamina Unit VI	Balongan, Jawa	230.000	
		Balongan	Barat	
		PT Chandra Asri	Cilegon, Banten	243.000
		PT Pertamina RU-VI Cilacap	Cilacap, Jawa	230.000
			Tengah	
		PT Pertamina Plaju	Palembang, Sumatera Selatan	230.000
	PT Kilang Pertamina	Balikpapan,	225.000	
	Balikpapan	Kalimantan Timur		

Dengan kapasitas sebesar 18.500 ton/tahun maka daerah yang berpotensi untuk dijadikan sebagai tempat pembangunan pabrik yaitu Provinsi Sumatera Selatan, Jawa Barat, Jawa Tengah, dan Banten.

### 1.3.2 Letak pasar

Pemilihan letak pabrik yang relatif dekat dengan letak pasar dapat memberikan kemudahan dan meminimalisir biaya distribusi. Target pasar ini difokuskan pada kebutuhan dalam negeri. Isopropil alkohol umum digunakan di industri kosmetik dan *personal care* sebagai pelarut dan campuran deodoran, industri farmasi sebagai antiseptik, industri elektronik sebagai pembersih semikonduktor, industri logam, hingga aditif pada industri cat dan kimia. Industri-industri tersebut yang dapat menggunakan produk isopropil alkohol tertera pada **Tabel 1.4** dibawah ini:

**Tabel 1.4** Industri Pengguna Isopropanol di Indonesia

No	Nama Pabrik	Lokasi	Produk
1	PT Paragon Technology & Innovation	Tangerang, Banten	Kosmetik
2	PT Mandom Indonesia	Bekasi, Jawa Barat	Kosmetik
3	PT Jayamas Medica Industri	Mojoagung, Jawa Timur	Farmasi
4	PT Kimia Farma	Semarang, Jawa Tengah	Farmasi
5	PT Bayer Indonesia	Depok, Jawa Barat	Kimia (Pestisida)
6	PT Nippon Paint	Semarang, Jawa Tengah	Cat
7	PT Sika Indonesia	Bekasi, Jawa Barat	Resin Epoxy
8	PT Colorpak Indonesia	Tangerang, Banten	Tinta cetak
9	PT Standard Energy Indonesia	Bekasi, Jawa Barat	Elektronik
10	PT LG	Bekasi, Jawa Barat	Elektronik
11	PT Sinar Semesta	Klaten, Jawa Tengah	Logam
12	PT Arbe Chemindo	Bekasi, Jawa Barat	CMC
13	PT Rejeki Indo Agrotec	Medan, Sumatera Utara	Kimia (Herbisida)
14	PT Chantindo Karya Utama	Semarang, Jawa Tengah	Cat
15	PT Kino Indonesia Tbk	Tangerang, Banten	Kosmetik
16	PT Syngenta Indonesia	Bogor, Jawa Barat	Kimia (Pestisida)

Berdasarkan data diatas dapat disimpulkan bahwa daerah yang berpotensi adalah Provinsi Banten, Jawa Barat dan Jawa Tengah dengan dominasi konsumen di Tangerang, Bekasi dan Semarang.

### 1.3.3 Utilitas

Unit utilitas memainkan peran krusial dalam mendukung dan menunjang operasional pabrik. Utilitas pabrik menyediakan serta mendistribusikan bahan-bahan penunjang operasional pabrik untuk keperluan proses, pendingin, hingga keperluan rumah tangga pabrik diantaranya seperti air dan listrik. Maka dari itu, kebutuhan air dan listrik yang memadai dalam memenuhi kebutuhan yang sangat besar turut mempertimbangkan pemilihan lokasi yang dekat dan efisien dengan sumber utilitas.

Pertama, mengenai kebutuhan air. Kebutuhan air pada industri dapat berasal dari sungai, waduk, hingga air laut. Kawasan industri umumnya menggunakan air

dari sumber air terdekat dengan pertimbangan debit dan kualitas. Berikut terlampir pada **Tabel 1.5** mengenai daftar sumber air berdasarkan jaraknya dengan kawasan yang ada di setiap provinsi.

**Tabel 1.5** Daftar Sumber Air di Indonesia

No	Provinsi	Kawasan Industri	Kota/ Kabupaten	Sungai	Waduk	Laut
1	Jawa Barat	Jababeka Industrial Estate	Bekasi	Citarum (±25 km)	Jatiluhur (±45 km)	-
		Balongan (Non Kawasan)	Indramayu	Kali Cimanuk (±10 km)	Darma (±80 km)	Pantai Kosambi (±1,5km)
		Kawasan Peruntukan Industri Sukra-Losarang Berikat	Indramayu	Cipanas (±10 km)	Darma (±70 km)	Pantai Eretan (±15 km)
2	DKI Jakarta	Nusantara Industrial Estate	Jakarta	Ciliwung (±5 km)	-	Teluk Jakarta (±10 km)
3	Jawa Tengah	Kawasan Industri Wijaya kusuma	Semarang	Garang (±3 km)	Jatibarang (±20 km)	Pantai Marina (±10 km)
		Kawasan Industri Kendal	Kendal	Bodri (±2 km)	-	Pantai Kendal (±5 km)
4	Banten	Krakatau Industrial Estate Cilegon	Cilegon	Cidanau (±20 km)	-	Selat Sunda (±5 km)
		Ciwandan Industrial Area	Merak	Cidanau (±15 km)	-	Laut Merak (±2 km)
5	Jawa Timur	Kawasan Industri Gresik	Gresik	Bengawan Solo (±30 km)	Waduk Gembong (±60 km)	Pantai Gresik (±5 km)
		Kawasan Industri JIPE	Gresik	Bengawan Solo (±25 km)	-	Pelabuhan JIPE (laut dalam)
6	Sumatera Utara	Kawasan Industri Medan	Medan	Deli (±5 km)	-	Pantai Belawan (±10 km)

No	Provinsi	Kawasan Industri	Kota/ Kabupaten	Sungai	Waduk	Laut
7	Kalimantan Timur	Kariangau Industrial Estate	Balikpapan	Sungai Wain ( $\pm 10$ km)	-	Teluk Balikpapan ( $\pm 5$ km)

Adapun kapasitas pembangkit listrik didasarkan pada pembangkit listrik PLN pada tahun 2024 yang dimana terdapat 6 provinsi dengan kapasitas terbesar terlampir pada **Tabel 1.6** sebagai berikut:

**Tabel 1.6** Kapasitas Pembangkit Listrik Terbesar Menurut Provinsi

Provinsi	Mega Watt
Jawa Barat	7121
Jawa Timur	6601
Banten	6311
Jawa Tengah	5830
DKI Jakarta	5120
Sumatera Utara	2774
Kalimantan Timur	1684,8

Berdasarkan data diatas dapat dilihat bahwa provinsi dengan kapasitas pembangkit listrik terbesar adalah Jawa Barat disusul Jawa Timur dan Banten. Berdasarkan data pada PLN pada tahun 2022, Provinsi Jawa Barat memiliki PLTU Indramayu dengan kapasitas 990 MW, PLTU Cirebon dengan kapasitas 1000 MW, dan PLTA Saguling di Kabupaten Bandung Barat dengan kapasitas 1600 MW. Provinsi Jawa Timur memiliki beberapa pembangkit listrik seperti pada kota Gresik memiliki pembangkit listrik dengan kapasitas sebesar 1200 MW, Pembangkit listrik Pacitan dengan kapasitas 730 MW, dan Pembangkit listrik Paiton dengan kapasitas 4000 MW. Sedangkan untuk Provinsi Banten memiliki PLTU Suralaya yang berada di Cilegon dengan kapasitas 4025 MW dan PLTU Labuan dengan kapasitas 12

#### 1.3.4 Transportasi

Fasilitas transportasi merupakan hal yang perlu diperhatikan karena berhubungan dengan proses pengangkutan bahan baku dan pengangkutan produk isopropil alkohol untuk dipasarkan ke konsumen. Karenanya, diperlukan sarana transportasi yang memadai, baik transportasi darat atau laut, seperti jalan tol dan

pelabuhan. Terlampir pada **Tabel 1.7** mengenai daftar pelabuhan perdagangan yang ada di Indonesia.

**Tabel 1.7** Daftar Pelabuhan Perdagangan di Indonesia

No	Nama Pelabuhan	Lokasi	Fungsi Umum
1	Pelabuhan Tanjung Priok	DKI Jakarta	Internasional
2	Pelabuhan Sunda Kelapa	DKI Jakarta	Domestik
3	Pelabuhan Merak	Banten	Domestik
4	Pelabuhan Cigading	Banten	Industri Khusus
5	Pelabuhan Patimban	Jawa Barat	Ekspor & Domestik
6	Pelabuhan Balongan	Jawa Barat	Migas dan Turunannya
7	Pelabuhan Belawan	Sumatera Utara	Ekspor-impor
8	Pelabuhan Batu Ampar	Kepulauan Riau	Ekspor
9	Pelabuhan Cilacap	Jawa Tengah	Energi
10	Pelabuhan Tanjung Emas	Jawa Tengah	Domestik
11	Pelabuhan Tanjung Perak	Jawa Timur	Internasional dan Domestik
12	Pelabuhan Balikpapan	Kalimantan Timur	Energi

Berdasarkan data tersebut, daerah yang berpotensi untuk dijadikan tempat yaitu Provinsi DKI Jakarta, Banten, Jawa Barat, Jawa Tengah, Sumatera Utara dan Balikpapan. Hal ini dikarenakan di ketiga provinsi tersebut terdapat lebih dari satu pelabuhan yang umum digunakan untuk kegiatan perdagangan industri dengan skala besar.

Di samping itu, guna mencapai pendistribusian yang maksimal menuju pelabuhan utama dan konsumen lokal, dibutuhkan akses jalur darat yang memadai. Berikut terlampir pada **Tabel 1.8** dan **Tabel 1.9** mengenai jarak dan waktu tempuh dari lokasi yang berpotensi untuk pembangunan pabrik dengan pelabuhan utama dan konsumen lokal terbesar sebagaimana telah dianalisis pada pertimbangan pembangunan sebelumnya.

**Tabel 1.8** Jarak Menuju Pelabuhan Utama

Lokasi	Pelabuhan utama (km/jam)					
	Merak	Tanjung Priok	Patimban	Tanjung Emas	Belawan	Balikpapan
Bekasi	150/4	40/1,5	120/3	450/9	-	-

Lokasi	Pelabuhan utama (km/jam)					
	Merak	Tanjung Priok	Patimban	Tanjung Emas	Belawan	Balikpapan
Indramayu	250/6	220/5	80/2	300/6	-	-
Jakarta	120/3	10/0,5	160/4	430/9	-	-
Semarang	520/11	430/9	360/8	15/0,5	-	-
Kendal	500/10	420/9	340/7,5	40/1	-	-
Cilegon	10/0,5	110/3	260/6	520/11	-	-
Merak	2/0,1	130/3	280/6,5	540/11	-	-
Gresik	850/17	780/15	720/14	350/7	-	-
Medan	-	-	-	-	25/1	-
Balikpapan	-	-	-	-	-	15/0,5

Tabel 1.9 Jarak Menuju Konsumen

Lokasi	Konsumen utama (km/jam)		
	Tangerang	Bekasi	Semarang
Bekasi	45/1,5	10/0,5	430/8
Indramayu	250/5	210/4	170/3,5
Jakarta	30/1	25/1	450/8,5
Semarang	430/8	480/9	10/0,5
Kendal	460/8,5	510/9,5	30/1
Cilegon	130/3	110/2,5	620/11
Merak	140/3,5	120/3	650/12
Gresik	780/15	820/16	350/7
Medan	-	-	-
Balikpapan	-	-	-

### 1.3.5 Tenaga Kerja

Tenaga kerja merupakan salah satu komponen krusial dalam pendirian dan operasional pabrik. Kompetensi sumber daya manusia turut menentukan keberhasilan proses produksi serta kualitas produk yang dihasilkan.

Pada tahun 2024, Indonesia memiliki total penduduk sebanyak 281.603.800 jiwa dengan persentase usia produktif (15-64 tahun) sebanyak 69,05% dan tingkat pengangguran sebesar 4,98%. Persebaran penduduk per pulau di Indonesia adalah 55,7% di Pulau Jawa, 21,8% di Pulau Sumatera, 7,4% di Pulau Sulawesi, 6,2% di Pulau Kalimantan, 5,6% di Bali dan Nusa Tenggara, serta 3,2% di pulau Maluku dan Papua (BPS, 2024). Berdasarkan data diatas dapat diketahui bahwa penduduk di Indonesia masih terpusat pada Pulau Jawa dan Sumatera. Keberadaan pabrik ini diharapkan dapat dimanfaatkan untuk penyerapan tenaga kerja sehingga dapat

meningkatkan taraf hidup penduduk di Indonesia. Berdasarkan dengan awal usia produktif, yakni 15 tahun tersebut dilakukan analisis kembali mengenai tingkat pendidikan tertinggi yang ditamatkan menjadi faktor pertimbangan dalam peluang pekerjaan, sebagaimana terlihat dari **Tabel 1.10** dibawah ini

**Tabel 1.10** Persentase tingkat pendidikan di Provinsi Indonesia

Provinsi	Tidak mempunyai ijazah	SD	SLTP	SLTA	Perguruan Tinggi
DKI Jakarta	18,23	48,99	18,34	11,11	3,32
Banten	7,74	25,9	23,2	34,43	8,71
Jawa Barat	7,36	29,51	23,88	30,44	8,81
Jawa Tengah	14,75	27,41	24,39	25,62	7,82
Jawa Timur	14,8	26,13	22,05	27,64	9,38
Sumatera Utara	7,81	16,88	22,80	41,29	11,22
Kalimantan Timur	6,75	19,87	21,51	39,07	12,8

Dari data beberapa provinsi pada tabel di atas terlihat bahwa tiga provinsi dengan lulusan perguruan tinggi terbanyak adalah Sumatera Utara, Jawa Timur dan Jawa Barat. Adapun lulusan SLTA terbanyak adalah dari Sumatera Utara, Banten, dan Jawa Barat. Disamping itu, menurut data BPS pada Agustus 2024, angka pengangguran rata-rata di Indonesia mencapai 4,85% dengan rincian provinsi DKI Jakarta sebesar 6,05%, Banten sebesar 6,69%, Jawa Barat sebesar 6,77%, Jawa Tengah sebesar 4,66%, Jawa Timur sebesar 3,88%, Sumatera Utara sebesar 5,32% dan Kalimantan Timur sebesar 5,18%.

Berdasarkan tinjauan data statistik tenaga kerja yang didasarkan pada usia produktif, persentase penduduk berumur 15 tahun ke atas menurut tingkat pendidikan tertinggi, serta angka pengangguran pada beberapa provinsi dapat disimpulkan bahwa Provinsi Jawa Barat, Jawa Timur, Banten, Sumatera Utara dan Kalimantan Timur dapat menjadi lokasi potensial. Hal ini dikarenakan Jawa Barat, Banten, dan Kalimantan Timur unggul dalam ketersediaan tenaga kerja usia produktif dan lulusan SLTA yang sesuai untuk operator pabrik, sementara Jawa Timur, Sumatera Utara dan Kalimantan Timur memiliki proporsi lulusan perguruan tinggi yang lebih tinggi sehingga cocok untuk posisi teknis dan manajerial.

### 1.3.6 Letak Geografis

Lokasi pabrik hendaknya terletak di daerah yang relatif aman, kondisi kondisi seperti iklim sebaiknya tidak membawa pengaruh yang signifikan terhadap berjalannya proses produksi. Berdasarkan Badan Nasional Penanggulangan Bencana, 2025, data kejadian dan indeks risiko bencana di Indonesia sebagaimana tercantum dibawah ini

**Tabel 1.11** Kejadian per-provinsi dan Indeks Risiko Bencana Kabupaten/Kota

Provinsi	Kejadian/Provinsi	Indeks Risiko Bencana
Jawa Barat	461 kejadian	Bekasi: 106,39 (sedang) Indramayu: 99,21 (sedang)
Jawa Timur	434 kejadian	Gresik: 105,07 (sedang) Kota Surabaya: 119,97 (sedang)
Sumatera Utara	350 kejadian	Deli Serdang: 121,26 (sedang) Kota Medan: 84,50 (sedang)
Jawa Tengah	231 kejadian	Kota Semarang: 94,31 (sedang) Kendal: 86,54 (sedang)
Kalimantan Timur	144 kejadian	Kota Balikpapan: 101,43 (sedang)
Banten	97 kejadian	Kota Tangerang Selatan: 68,1 (sedang) Kota Cilegon: 111.01 (sedang)
DKI Jakarta	19 kejadian	Kota Adm. Jakarta Selatan: 49,75 (sedang)

Dalam mempertimbangkan lokasi pembangunan pabrik tentu kondisi daerah lokasi menjadi hal yang penting. Diharapkan pabrik didirikan di daerah yang aman dari kondisi bencana dan kondisi tanah stabil sehingga perlu menghindari daerah dengan potensi kejadian bencana tinggi.

Berdasarkan pertimbangan dari faktor-faktor di atas maka perlu dilakukan penentuan lokasi yang paling tepat dan strategis untuk pendirian lokasi pabrik sehingga dilakukan penilaian berdasarkan kriteria terhadap pemilihan lokasi pabrik melalui metode skor sebagaimana terlampir pada **Tabel 1.12**. Penilaian ini akan mengerucutkan opsi pemilihan menjadi 2 opsi yang kemudian akan diperhitungkan kembali faktor ketersediaan lahan dan harga tanah.

**Tabel 1.12** Perbandingan Alternatif Pendirian Lokasi Pabrik

Lokasi	Bahan Baku	Letak Pasar	Utilitas	Transportasi	Tenaga Kerja	Letak Geografis	Total
Cilegon	5	4	5	5	5	4	28
Tangerang	4	4	3	5	5	5	26
Serang	4	4	4	4	5	3	24

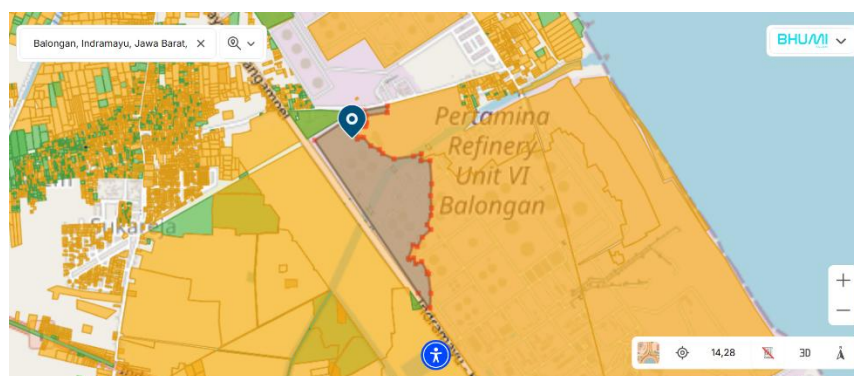
Lokasi	Bahan Baku	Letak Pasar	Utilitas	Transportasi	Tenaga Kerja	Letak Geografis	Total
Jakarta	3	4	4	5	4	5	25
Bekasi	3	5	4	4	5	4	25
Purwakarta	3	4	4	3	5	3	22
Indramayu	5	4	5	5	5	5	29
Semarang	3	5	5	4	4	4	25
Cilacap	5	3	4	3	4	4	23
Gresik	3	3	5	4	5	3	23
Medan	2	3	4	4	5	4	22
Balikpapan	2	2	4	4	5	4	21

Berdasarkan hasil penilaian, dapat disimpulkan bahwa terdapat 2 lokasi yang memiliki nilai tertinggi, yakni Cilegon, Banten dan Indramayu, Jawa Barat. Maka dari itu, dilakukan analisis berupa harga tanah berdasarkan laman <https://www.rumah123.com/> dan <https://www.olx.co.id/> sebagaimana **Tabel 1.13** dibawah ini:

**Tabel 1.13** Perbandingan Harga Tanah di Cilegon dan Indramayu

Lokasi	Harga tanah
Cilegon, Banten	Rp 7.000.000/m <sup>2</sup>
Indramayu, Jawa Barat	Rp 4.000.000/m <sup>2</sup>

Berdasarkan data harga tanah tersebut, dipilih pembangunan pabrik isopropil alkohol di Kabupaten Indramayu, Jawa Barat. Adapun letak pabrik yang dipilih untuk pembangunan terletak di Desa Balongan. Hal ini mempertimbangkan jarak dengan bahan baku dan utilitas dari proses produksi. Pemilihan lahan didasarkan pada analisis ketersediaan lahan melalui laman <https://bhumi.atrbpn.go.id/> dan <https://earth.google.com/>, di mana didapatkan ketersediaan lahan sebesar 7,5 hektar.



**Gambar 1.2** Ketersediaan Lahan (Sumber: <https://bhumi.atrbpn.go.id/>)



**Gambar 1.3** Ketersediaan Lahan (Sumber: <https://bhumi.atrbpn.go.id/>)

## 1.4 Tinjauan Proses

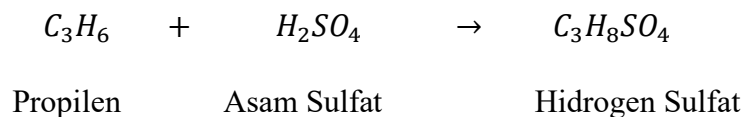
### 1.4.1 Jenis-jenis Proses Pembuatan Isopropanol

Secara garis besar, terdapat tiga metode berbeda untuk pembuatan isopropanol, yaitu hidrasi tidak langsung, hidrasi langsung, dan hidrogenasi aseton.

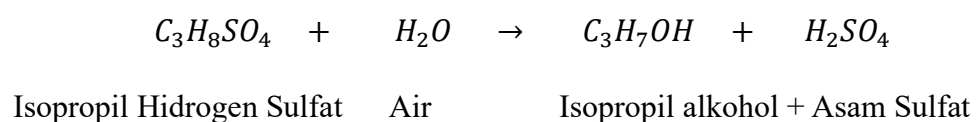
#### 1. Proses Hidrasi Tidak Langsung (*Indirect Hydration*)

Proses produksi cara ini biasanya disebut dengan proses esterifikasi-hidrolisis atau metode asam sulfat, di mana proses ini melibatkan reaksi antara propilen dengan asam sulfat. Proses ini terdiri dari 2 tahap reaksi, yaitu tahap 1 dan tahap 2.

Tahap 1: Esterifikasi propilen dan asam sulfat membentuk *isopropyl hydrogen sulfat*.



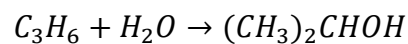
Tahap 2: Hidrasi isopropil hidrogen sulfat dan air membentuk isopropil alkohol dan asam sulfat



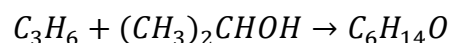
Proses reaksi ini biasanya dilakukan menggunakan dua reaktor yang berbeda. Proses pertama, mereaksikan propilen dalam absorber menggunakan katalis asam kuat (konsentrasi asam >80%) pada suhu 20–30 °C dan tekanan 0,7–2,8 mPa. Proses kedua menggunakan katalis asam lemah (konsentrasi asam lemah 60%-80%) untuk menghidrolisis ester sulfat pada suhu 60-65°C pada tekanan 1,013 mPa. Konversi terhadap propilen sebesar 98% dengan kemurnian produk isopropil alkohol sebesar 99% (Alssyh, 2022; RA & JE, 2001)

## 2. Proses Hidrasi Langsung (*Direct Hydration*)

Proses hidrasi langsung ini merupakan perkembangan dari proses hidrasi dalam pembuatan isopropyl alkohol yang sebelumnya menggunakan asam sulfat. Pada proses ini propilen direaksikan dengan air dan ditambahkan suatu katalis untuk membentuk isopropil alkohol. Reaksi terjadi pada temperatur 120–180 °C dan tekanan 40–200 bar. Proses hidrasi langsung mengikuti persamaan sebagai berikut:

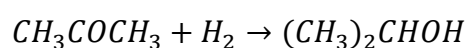


Propilen yang terkonversi pada reaktor dari proses ini  $\geq 63\%$  dengan selektivitas isopropil alkohol 93-99% dan kemurnian propilen yang dibutuhkan sebesar 75-99%. Pada proses ini terbentuk produk samping berupa diisopropyl ether (DIPE) sekitar 5% (Alssyh, 2022; Onoue dkk., 1973).



## 3. Hidrogenasi Aseton

Pada proses ini aseton akan direaksikan dengan gas hidrogen ( $H_2$ ) untuk menghasilkan isopropil alkohol. Reaksi ini berlangsung pada reaktor jenis fixed-bed pada suhu 180 °C dan tekanan 7,89 atm. Aseton akan diuapkan dengan menggunakan vaporizer terlebih dahulu, kemudian akan di alirkan menuju reaktor. Umpan aseton dan gas hidrogen dialirkan dari bawah dan akan keluar melalui bagian atas reaktor. Perbandingan molar antara gas hidrogen dan aseton yakni 1,5:1. Proses ini berlangsung dengan konversi 87,6% mol/mol, dengan selektivitas Isopropil alkohol yakni 100% menggunakan katalis NiCu/SiO<sub>2</sub> (Zhou & Wang, 2022). Reaksi hidrogenasi aseton adalah sebagai berikut:



### 1.4.2 Pemilihan Proses

**Tabel 1.14** Perbandingan Proses Pembuatan Isopropanol

Parameter	Hidrasi Tidak Langsung	Hidrasi Langsung		Hidrogenasi Aseton
		Fase Gas-Cair	Fase Cair	
Bahan baku utama	Propilen, air, dan asam sulfat (lokal)	Propilen dan air (lokal)	Propilen dan air (lokal)	Aseton (impor) dan hidrogen
Katalis	Asam sulfat	Ion exchange resin	Asam lemah tungstate	Metal katalis
Temperatur	Reaksi 1 = 20-30°C	160-200°C	270°C	120°C
firrf	Reaksi 2 = 60-65°C	8-10 MPa	20,3 MPa	2,7 MPa
	Reaksi 1 = 1-1,2 MPa			
	Reaksi 2 = 2,5 Mpa			
Reaktor	RATB	Catalytic Fixed Bed /Reactive Distillation Column	Plug Flow Reactor/R ATB	Fixed Bed Multitube
Kemurnian bahan baku propilen (%wt)	65%	99%	95%	99%
Konversi terhadap propilen	93%	98,2%	60-70%	-
Selektivitas	98%	99%	93%	90%
<i>By Product</i>	DIPE	DIPE	DIPE	-
Pertimbangan ekonomi	OPEX tinggi karena korosi	Stabil karena minim limbah	<i>Cost per ton produksi tinggi</i>	Bahan baku mahal

Pada prancangan pabrik ini dipilih metode hidrasi langsung menggunakan distilasi reaktif. Hal ini dikarenakan proses ini memiliki selektivitas yang paling tinggi dibandingkan dengan metode lainnya serta keseluruhan bahan baku

didapatkan di Indonesia. Proses ini juga dapat meminimalkan biaya operasional sehingga didapatkan efisiensi proses yang lebih baik, tidak menggunakan bahan dengan potensi korosi tinggi seperti asam kuat.