



BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Perkembangan industri di Indonesia semakin berkembang, hal ini memberikan dampak positif sebagai penggerak pertumbuhan ekonomi dan peningkatan kesejahteraan masyarakat. Namun kemajuan industri ini juga menimbulkan efek samping yaitu meningkatnya resiko pencemaran lingkungan akibat limbah industri yang dihasilkan seperti penurunan kualitas air, bau tidak sedap pada industri obat dan makanan, gas berbahaya, serta kontaminasi zat warna dalam limbah cair. Salah satu metode untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah metode adsorpsi menggunakan adsorben. Metode ini sederhana, efisien, tidak memberikan efek samping yang membahayakan kesehatan, dapat didaur ulang, dan ekonomis (Zein, 2019). Adsorben merupakan zat padat yang dapat menyerap komponen tertentu dari suatu fase fluida. Adsorben yang paling potensial untuk digunakan adalah karbon aktif. Karbon aktif adalah padatan berpori yang mengandung 85-95% karbon yang dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi (Permatasari, 2014).

Batubara menjadi dasar untuk memanfaatkannya sebagai karbon aktif karena memiliki kandungan unsur utama yaitu karbon, dan unsur penyusun lainnya seperti hidrogen dan oksigen. Produksi batubara sebagai salah satu energi fosil selain minyak bumi cenderung meningkat setiap tahunnya. Menurut BPS, produksi batubara di Indonesia mencapai angka 680 juta ton pada tahun 2022. Lebih dari 80% penggunaan batubara berperingkat tinggi adalah sebagai pembangkit listrik karena nilai kalorinya yang tinggi sedangkan batubara kualitas rendah (lignite) sulit diterima di pasaran sehingga memerlukan upgrading terlebih dahulu untuk meningkatkan kualitas agar dapat digunakan. Maka dari itu perlu pengembangan teknologi dalam pemanfaatan batubara lignite sebagai karbon aktif dikarenakan permintaan karbon aktif semakin hari semakin meningkat yang diakibatkan oleh semakin banyaknya aplikasi karbon aktif pada dunia industri maupun di kehidupan sehari-hari.



I.2 Manfaat Pendirian Pabrik

Akhir-akhir ini perkembangan industri di Indonesia, khususnya industri kimia meningkat, sehingga kebutuhan bahan baku, bahan penunjang dan tenaga kerja meningkat pula. Karena banyak industri yang membutuhkan karbon aktif sebagai bahan penunjang dalam proses industri dan dengan adanya sumber daya batubara yang dimiliki Indonesia melimpah, sehingga pabrik karbon aktif dari batubara ini sangat potensial untuk didirikan guna memenuhi kebutuhan industri dalam negeri. Adapun manfaat yang akan diperoleh dengan berdirinya pabrik karbon aktif dari batubara ini sebagai berikut :

1. Mencukupi kebutuhan karbon aktif di Indonesia dan menunjang perkembangan industri lain sebagai konsumen karbon aktif
2. Memberikan keuntungan ekonomi dengan mengolah batubara lignite menjadi produk yang lebih bernilai ekonomis
3. Meningkatkan nilai jual batubara berperingkat rendah (lignite)
4. Membuka lapangan pekerjaan untuk masyarakat dan mengurangi pengangguran
5. Menarik minat para investor luar negeri untuk menanamkan modalnya di dalam negeri

I.3 Kegunaan Karbon Aktif

Penggunaan karbon aktif dalam industri di Indonesia dapat dilihat pada Tabel I.1 sebagai berikut :

Tabel I.1 Kegunaan Karbon Aktif dalam Industri

Industri Pemakai	Fungsi
Obat (PT Eagle Indo Pharma)	Bahan penyaring dan penghilang warna, bau dan rasa yang tak diinginkan
Minuman (PT Coca Cola Bottling Indonesia)	Menghilangkan warna, bau dan rasa yang tidak memenuhi standar produksi
Makanan (PT Dharmapala Usaha Sukses)	Mereduksi zat warna pada gula



Pengolahan Air (PDAM)	Penyaring, penghilang bau, warna, dan zat pencemar dalam air dan alat pengolahan air
Perminyakan (PT ExxonMobil Indonesia)	Penyaringan bahan mentah atau zat antara
Pupuk (PT Pupuk Indonesia) (Persero)	Pemurnian dan penghilangan bau

(Haryati, 2017)

Tabel I.2 Industri Karbon Aktif dalam Negeri

Nama Industri	Lokasi	Kapasitas (ton/tahun)
PT. Mapalus Makawanua Charcoal Industry	Bitung, Sulawesi Utara	10.000
PT. Freeman Carbon Indonesia	Jakarta	3.000
PT. Javaindo Purestar Carbon	Mojokerto, Jawa Timur	3.000
Jumlah		16.000

(Kemenperin, 2024)

I.4 Ketersediaan Bahan Baku

Ketersediaan bahan baku dalam pembuatan karbon aktif dari batubara dapat dilihat pada tabel I.3 sebagai berikut :

Tabel I.3 Data Pabrik Penyedia Bahan Baku

Bahan Baku	Nama Pabrik	Lokasi	Kapasitas
Batubara	PT Kaltim Prima Coal	Sangatta, Kalimantan Timur, Indonesia	7.300.000 ton/tahun
ZnCl ₂	Weifang Hengfeng Zinc Industry Co., Ltd.	Weifang, Shandong, China	50.000 ton/tahun



I.5 Aspek Ekonomi

Kapasitas produksi dari perancangan pabrik karbon aktif ditentukan berdasarkan kebutuhan impor. Data mengenai perkembangan kebutuhan karbon aktif di Indonesia dapat digunakan untuk memprediksikan kebutuhannya di dalam negeri dan kebutuhannya untuk diekspor ke luar negeri. Dikarenakan kebutuhan karbon aktif akan terus bertambah dalam tahun mendatang, hal ini berkaitan dengan perkembangan dari industri yang terus berlangsung, sehingga penggunaan karbon aktif sebagai adsorben akan terus mengalami peningkatan. Berikut ini disajikan data ekspor impor karbon aktif di Indonesia tahun 2017-2021 :

Tabel I.4 Kebutuhan Impor Karbon Aktif Tahun 2017-2021

No.	Tahun	Impor (ton)	Pertumbuhan (%)
1	2017	23.134,89	0
2	2018	23.082,52	-0,23
3	2019	25.360,11	9,87
4	2020	20.831,66	-17,86
5	2021	30.051,22	44,26
Total		122.460,40	36,04
Rata-Rata			7,21

Tabel I.5 Kebutuhan Ekspor Karbon Aktif Tahun 2017-2021

No.	Tahun	Ekspor (ton)	Pertumbuhan (%)
1	2017	31.650,03	0
2	2018	46.390,31	46,57
3	2019	46.765,30	0,81
4	2020	39.962,02	-14,55
5	2021	36.484,66	-8,70
Total		201.252,32	24,13
Rata-Rata			4,83

(Badan Pusat Statistik, 2024)



Direncanakan pabrik akan berdiri pada tahun 2026. Pada produksi ini, data yang digunakan adalah data impor dan ekspor dari tahun 2017-2021, sehingga perkiraan penggunaan karbon aktif pada tahun 2026 dapat dihitung dengan discounted method sebagai berikut:

$$M = P (1+i)^n \dots\dots\dots(1)$$

Untuk menghitung kapasitas produksi pabrik yang akan dirancang dapat menggunakan neraca massa peluang kapasitas sebagai berikut :

$$M1 + M2 + M3 = M4 + M5 \dots\dots\dots(2)$$

$$M3 = (M4 + M5) - (M1 + M2) \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan :

M = Nilai kebutuhan pada tahun ke-n (ton/tahun)

P = Data besarnya impor dan ekspor pada tahun terakhir

i = Rata-rata kenaikan impor setiap tahun (%)

n = Selisih tahun 2021 dan tahun 2026 (5 tahun)

M1 = Nilai impor pada tahun 2026

M2 = Nilai produksi pabrik yang sudah ada

M3 = Nilai produksi pabrik baru pada tahun 2026

M4 = Nilai ekspor pada tahun 2026

M5 = Nilai konsumsi pada tahun 2026

Perhitungan kapasitas produksi pabrik karbon aktif sebagai berikut :

- M1

Jika pabrik yang baru didirikan maka impor akan diberhentikan, nilai $M1 = 0$

- M2

Menurut data Kemenperin tahun 2024, terdapat produsen karbon aktif di Indonesia dengan total kapasitas produksi pabrik yang sudah ada bernilai 16.000 ton/tahun

- M3

M3 merupakan kapasitas produksi pabrik yang akan didirikan, maka M3 adalah nilai yang akan ditentukan

- M4

Nilai prediksi ekspor karbon aktif pada tahun 2026



$$M = 36.484,66 \times (1 + 4,83)^5$$

$$M = 46.188,97 \text{ ton/tahun}$$

- M5

Nilai kebutuhan konsumsi karbon aktif dalam negeri pada tahun 2026

$$M = 30.051,22 \times (1 + 7,21)^5$$

$$M = 42.563,62 \text{ ton/tahun}$$

Maka dapat dihitung peluang kapasitas pabrik baru yaitu:

$$M3 = (M4 + M5) - (M1+M2)$$

$$M3 = (46.188,97 + 42.563,62) - (0 + 16.000)$$

$$M3 = 72.752,59 \approx 73.000 \text{ ton/tahun}$$

Didapatkan hasil peluang kapasitas pada tahun 2026 berdasarkan prediksi data impor dan ekspor sebesar 73.000 ton/tahun. Karena telah terdapat pabrik yang memproduksi karbon aktif maka kapasitas pabrik baru harus memenuhi 60% dari peluang kapasitas, sehingga diperoleh hasil kapasitas pabrik 43.800 dan diambil set value sebesar 44.000 ton/tahun.

I.6 Spesifikasi Bahan

I.6.1 Bahan Baku

1. Batubara Lignite

A. Sifat Fisika

1. Warna : Hitam kecoklatan
2. Fase : Padat
3. Densitas : 1,35 gr/cm³

B. Sifat Kimia

1. Rumus molekul : C₇₀H₅O₂₅
2. Berat molekul : 1245 gr/mol
3. Specific gravity : 1,3 – 1,4
4. pH : 6-9
5. Kelarutan : Tidak larut dalam air
6. Specific heat : 1,26 kJ/kg.K

(Perry, 2008)



Tabel I.6 Komposisi Batubara Lignite

Komposisi	%
Carbon	65
Hidrogen	5
Oksigen	25
Nitrogen	1
Sulfur	0,7
Clay	3,3
Total	100%

(MSDS “Lignite Coal”, 2016)

2. Zinc Klorida

A. Sifat Fisika

1. Warna : Putih
2. Fase : Padat
3. Densitas : 2,91 gr/cm³
4. Titik lebur : 283°C
5. Titik didih : 732°C

B. Sifat Kimia

1. Rumus molekul : ZnCl₂
2. Berat molekul : 136,32 gr/mol
3. Specific gravity : 2,91
4. pH : < 7
5. Kelarutan : Larut dalam air (25°C)
6. Specific heat : 0,194 kJ/kg.K

(Perry, 2008)

3. Air

A. Sifat Fisika

1. Warna : Tidak berwarna
2. Fase : Cair



3. Densitas : 1 gr/cm³
4. Titik lebur : 0°C
5. Titik didih : 100°C

B. Sifat Kimia

1. Rumus molekul : H₂O
2. Berat molekul : 18,02 gr/mol
3. Specific gravity : 1
4. pH : 7
5. Specific heat : 4,187 kJ/kg.K

(Perry, 2008)

I.6.1 Produk

1. Karbon

A. Sifat Fisika

1. Warna : Hitam
2. Fase : Padat
3. Densitas : 2,31 gr/cm³

B. Sifat Kimia

1. Rumus molekul : C
2. Berat molekul : 12,01 gr/mol
3. Kadar air : 5-7%
4. Kadar debu : 5,25%
5. Bilangan iod : 800-1100 mg/g

(Ningxia JYH Carbon Co., Ltd., China)



Tabel I.7 Syarat Karbon Aktif berdasarkan SNI 06-3703-1995

Jenis Persyaratan	Parameter
Kadar Air	Maks 15%
Kadar Abu	Maks 10%
Kadar Zat Menguap	Maks 25%
Kadar Karbon Terikat	Min 65%
Daya Serap terhadap Iodine	Min 750 mg/g
Daya Serap terhadap Benzena	Min 25%