

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sektor industri sebagai tumpuan perekonomian nasional di Indonesia perlu diperkuat. Salah satunya melalui pengembangan subsektor petrokimia, yaitu industri metanol. Metanol menempati posisi penting di industri hilir karena digunakan menjadi bahan utama tekstil, plastik, resin sintesis, farmasi, insektisida, dan industri kayu lapis. Selain itu, digunakan juga sebagai bahan baku methanolisis untuk menghasilkan biodiesel. Kebutuhan metanol dalam negeri diproyeksi meningkat setiap tahun seiring dengan program Mandatory B30 Biodiesel yang terus digalakkan.

Saat ini industri metanol di Indonesia hanya ada satu yaitu PT KMI (Kaltim Methanol Industry) dengan kapasitas terpasang 660.000 MTPY dan Pure Methanol grade AA (purity min 99,85%). Berdasarkan pangsaanya, sekitar 70 persen dari total produksi diekspor ke Jepang, Korea Selatan, China, dan negara-negara di Asia Tenggara lainnya. Berdasarkan BPS (Badan Pusat Statistik) terkait nilai data impor metanol pada tahun 2019 hingga 2020, angka kebutuhan impor metanol mengalami kenaikan dari 772.196,427 ton menjadi 840.408,303 ton/tahun. Nilai impor metanol pada 2019 tercatat US\$279,17 juta, jauh lebih tinggi dari nilai eksportnya yang hanya US\$63,40 juta, sehingga menjadikan posisi Indonesia sebagai net importir methanol (Maulana, 2021).

Bahan baku yang dapat dijadikan metanol adalah gas alam dan batubara yang rendah kalori (kualitas rendah). Cadangan minyak bumi di Indonesia akan tersedia hingga 9,5 tahun mendatang, sementara umur cadangan gas alam Indonesia mencapai 19,9 tahun (ESDM, 2020). Tantangan lain yang kerap dihadapi oleh industri metanol di Indonesia adalah pada sisi bahan baku gas alam yang memiliki tingkat harga relatif tinggi dan juga terus mengalami *natural declining* atau penurunan alami di sisi hulu migasnya.

Salah satu alternatif bahan baku pembuatan methanol adalah gas CO₂ yang dihasilkan sebagai bahan buangan industri. Sektor industri menghasilkan emisi gas rumah kaca (GRK) sebesar 93,22 juta ton CO₂ pada tahun 2015. Emisi paling besar dihasilkan dari pembakaran batubara sebesar 44%, lalu diikuti oleh gas sebesar 43%,

BBM (ADO, FO, IDO, dan kerosin) 13%, dan LPG dengan nilai yang sangat kecil (di bawah 0,5%). Penyumbang emisi GRK terbesar sektor energi adalah pembangkit listrik, terutama yang dihasilkan dari pembakaran batubara. Bahan baku CO₂ diperoleh dari emisi gas buang PLTU Karangandri yang menghasilkan emisi gas CO₂ sebesar kurang lebih 2,2 juta ton/tahun. Rencana pembangunan pabrik methanol berkapasitas 100.000 ton per tahun dapat membantu memenuhi kebutuhan methanol dalam negeri dengan memanfaatkan buangan emisi CO₂ yang dihasilkan oleh PLTU Karangandri sebagai bahan baku utama.

1.2 Tinjauan Pustaka

1.2.1. Metanol (CH₃OH)

Metanol merupakan bentuk alkohol paling sederhana yang berbentuk cair pada keadaan atmosfer dengan sifat tidak berwarna, mudah menguap, terbakar, dan beracun dengan bau khas yang dimiliki. Metanol banyak digunakan sebagai bahan pendingin, pelarut, bahan bakar serta bahan additif pada suatu industri.

Metanol merupakan turunan dari gas alam yang merupakan produk dari industri petrokimia hulu. Produknya diperoleh dari proses reaksi sintesa katalis pada tekanan rendah yang melibatkan proses oksidasi parsial dari gas alam. Metanol banyak digunakan sebagai bahan baku berbagai industri seperti industri formaldehid, *polyester*, *polyvinyl*, tekstil dan lainnya. (Indonesian Commercial Newsletter, 2010)

Selain itu metanol juga pernah mendapat perhatian dalam penggunaannya sebagai campuran bahan bakar pada saat krisis minyak bumi pada tahun 1970-an dikarenakan memiliki harga yang murah serta mudah untuk mendapatkannya.

1.2.2. Karbondioksida (CO₂)

Karbondioksida merupakan jenis gas cair yang tidak memiliki warna, bau, tidak mudah terbakar, dan sedikit asam. Dalam suatu industri, CO₂ dapat diperoleh dengan berbagai proses salah satunya dapat dilakukan

dengan cara membakar gas alam dalam proses kogenerasi. Pada proses pengiriman untuk pelanggan, CO₂ dikondisikan menjadi gas cair yang disimpan pada suatu tabung baja yang bertekanan dan didinginkan dalam kontainer terinsulasi panas.

1.2.3. Hidrogen (H₂)

Hidrogen merupakan suatu unsur yang memiliki ketersediaan sangat banyak di dunia karena dapat dihasilkan dari air. Hal itu terjadi karena sebagian besar wilayah di bumi merupakan perairan. Hidrogen merupakan gas yang tidak memiliki bau, warna, dan racun sehingga tidak menimbulkan pencemaran, emisi berbahaya, maupun hujan asam. Terdapat beberapa proses untuk menghasilkan hydrogen, salah satu cara sederhana yang banyak digunakan yaitu menggunakan metode elektrolisis air yang nantinya dapat menghasilkan hidrogen dan oksigen.

1.2.4. Metode Pembuatan Metanol

1.1.1.1. Proses Sintesis Metanol Tekanan Rendah -Lurgi

Pada proses ini reaktor yang digunakan memiliki suhu operasi kisaran 220 – 260°C dengan tekanan 40 – 100 bar. Reaktor yang digunakan pada teknologi Lurgi ini yaitu reaktor *quasi isothermal shell and tube*, dimana reaksi metanol terjadi di *tube side* yang berisi katalis dan pada *shell side* dialirkan pendingin. Selain itu, reaktor juga dapat berperan sebagai pembangkit steam bertekanan 40 – 50 bar (Lee, 1990).

1.1.1.2. Proses Sintesis Metanol Tekanan Sedang -Kellog M.W

Pada proses ini, teknologi Kellog M.W memiliki perbedaan dengan teknologi sebelumnya yaitu pada reaksi sintesisnya serta reaktor yang digunakan pada dasarnya merupakan reaktor tipe adiabatik. Selain itu, panas reaksi yang dihasilkan oleh teknologi ini dikontrol menggunakan *intermediate coolers*. Katalis yang digunakan merupakan katalis tembaga yang beroperasi pada

rentang suhu 200 - 280°C dan tekanan 100 – 150 atm (Ullman, 2005).

1.1.1.3. Proses Sintesis Metanol Tekanan Sedang -Nissui Topsoe

Teknologi Nissui Topsoe merupakan teknologi yang berasal dari Denmark yang didesain oleh Nihin Suiso Kogyo of Japan. Reaktor yang digunakan pada teknologi ini adalah reaktor dengan tipe adiabatik dengan aliran radial berjumlah 3 yang masing-masingnya memiliki satu tumpukan katalis dan penukar panas internal. Sintesis gas mengalir secara radial melalui katalis bed. Tekanan operasi pada teknologi ini diatas 150 bar dan suhu 200 - 310°C. Katalis yang digunakan pada teknologi ini yaitu Cu-Zn-Cr yang aktif pada suhu 230-280 dan tekanan 100 – 200 atm (Lee, 1990).

Dari beberapa teknologi yang telah dijelaskan sebelumnya, maka perbandingan diantara mereka yaitu :

Tabel 1.1. Perbandingan Metode Sintesis Metanol

No.	Spesifikasi	Lurgi	Kellog M.W.	Nissui Topsoe
1.	Tekanan (bar)	40 – 100	100 – 150	100 – 200
2.	Suhu (°C)	220 – 260	200 – 280	200 – 310
3.	Karakteristik	Shell & Tube	Adiabatik (aksial)	Adiabatik (radial)
4.	Jumlah Reaktor	1	3 – 4	3 – 4
5.	Pendinginan	Air Pendingin (on shell)	Intermediate Coolers	Intermediate Colers
6.	Kelebihan	Efisiensi termal dan	Kecepatan dan	Kecepatan dan

		selektivitas yang tinggi, suhu lebih stabil	kapasitas produksi tinggi.	kapasitas produksi tinggi.
7.	Kekurangan	Kapasitas produksi tidak terlalu besar.	Tingginya kondisi operasi menurunkan selektivitas.	Tingginya kondisi operasi menurunkan selektivitas.

1.3 Pemilihan Proses

Berdasarkan tinjauan pustaka yang telah dijelaskan sebelumnya, metode yang akan dipilih dalam pembuatan metanol yaitu menggunakan metode sintesis metanol bertekanan rendah-lurgi dengan beberapa pertimbangan antara lain :

1. Perpindahan Panas yang Baik

Adanya penggunaan reaktor *multitube* pada teknologi ini, dimana *tube* akan memperluas bidang kontak antara reaktan media pendinginnya. Maka semakin luas bidang perpindahan panasnya, akan semakin cepat juga kecepatan perpindahan panasnya. Perpindahan panas yang cepat ini perlu dilakukan untuk mengontrol suhu reaksi sintesis metanol dengan baik, karena sintesis metanol merupakan reaksi eksotermis.

2. Selektivitas Produk Tinggi

Katalis yang digunakan pada metode ini yaitu jenis katalis berbasis tembaga yang dibantu berupa senyawa seng dan aluminium ($\text{Cu/ZnO/Al}_2\text{O}_3$), dikarenakan penggunaan katalis tersebut telah terbukti memiliki selektivitas yang tinggi terhadap produk metanol. Sehingga banyak pabrik metanol yang menggunakan katalis tersebut.

3. Fabrikasi Reaktor Relatif Sederhana

Penggunaan reaktor pada metode ini dikarenakan reaktor mirip dengan *Heat Exchanger* (HE) jenis *multitube* yang banyak digunakan pada pabrik kimia.

Sehingga melihat perkembangan HE yang semakin maju, pembuatan reaktor ini menjadi lebih mudah untuk dilakukan.

4. Kondisi Operasi Termasuk Kategori Rendah

Adanya reaktor dan katalis yang digunakan pada metode ini, kondisi dari operasi yang diperlukan tidak terlalu ekstrem dikarenakan tekanan masih dibawah 100 atm dan suhu dibawah 300°C. Selain itu, tebal alat yang digunakan pada metode ini cukup wajar, sehingga harga material pembuatan reaktor menjadi relatif lebih murah.

1.4 Kapasitas Perancangan

Kapasitas rancangan produksi merupakan kemampuan fasilitas produksi untuk menghasilkan produk berupa barang dan jasa. Kapasitas rancangan produksi berhubungan dengan anggaran biaya yang akan dikeluarkan oleh perusahaan untuk dapat menghasilkan jumlah produk yang diharapkan. Apabila kapasitas produksi yang dirancang memiliki tingkat produktifitas tinggi, maka hal itu berkaitan dengan biaya tetap yang dikeluarkan juga besar, namun apabila tingkat produktifitas rendah hal itu dapat berdampak pada biaya produksi yang mahal. Sehingga untuk menentukan kapasitas produksi yang akan dilakukan memerlukan perhitungan, perencanaan serta penelitian terlebih dahulu sebelum memulainya.

Beberapa faktor yang menjadi pertimbangan dalam menentukan kapasitas produksi pada pabrik, diantaranya adalah :

1. Kebutuhan Pasar

Kebutuhan metanol di Indonesia pada dasarnya sangatlah besar, hal ini dapat diketahui dari besarnya impor yang dilakukan oleh Indonesia untuk memenuhi kebutuhan metanol dalam negeri berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2016 – 2020 sebagai berikut :

Tabel 1.2. Data Impor Metanol di Indonesia

Tahun	Impor = Konsumsi (Ton)	%Pertumbuhan
2016	436.987,818	
2017	350.026,050	0,199002728

2018	699.945,889	0,999696563
2019	772.196,427	0,103223034
2020	840.408,303	0,088334876
Rata-rata Pertumbuhan		0,248062936

Adanya rata-rata kenaikan nilai impor metanol setiap tahun yang dilakukan oleh Indonesia untuk memenuhi kebutuhan metanol dalam negeri dapat dirata-rata kebutuhan yang belum tercukupi mencapai nilai 400.000 – 600.000 ton/tahun.

2. Kapasitas Produksi Pabrik Metanol yang Sudah Berdiri

Adanya pertimbangan dalam menentukan kapasitas produksi suatu pabrik yaitu dengan melihat kapasitas produksi suatu pabrik yang sudah berdiri, hal ini berkaitan dengan kapasitas produksi metanol yang sudah berdiri di Indonesia dan beberapa negara sebagai produsen metanol di dunia, antara lain sebagai berikut :

Tabel 1.3. Data Kapasitas Produksi Metanol Berbagai Pabrik di Dunia

Pabrik	Kapasitas (Ton/Tahun)
Beaumont Methanol (USA)	1.700.000
Statoil (Norwegia)	1.200.000
Siberian Methanol Chemical (Rusia)	1.000.000
PT. Kaltim Methanol Industry (Indonesia)	660.000

Dari table diatas yang telah dijelaskan dapat dijadikan sebagai pembanding atau bahan pertimbangan antara kebutuhan import dengan kapasitas produksi pabrik yang sudah berdiri, sehingga dapat diketahui bahwa kebutuhan rata-rata impor Indonesia 5 tahun terakhir adalah 400.000 – 600.000 ton/tahun dan minimal kapasitas produksi di dunia yang sudah berdiri adalah 600.000 ton/tahun. Sedangkan PT. KMI yang memiliki kapasitas produksi 660.000 ton/tahun dalam pemasarannya terbagi menjadi dua yakni dalam dan luar negeri dengan pembagian

70% untuk pasar luar negeri yang dipegang oleh Sojitz Corporation dan 30% untuk kebutuhan dalam negeri.

3. Ketersediaan Bahan Baku

Pada proses pembuatan metanol, bahan baku yang dibutuhkan adalah Karbon Dioksida (CO₂) dan Hidrogen (H₂). Bahan baku CO₂ diperoleh dari emisi gas buang pada PLTU Karangandri yang menghasilkan emisi gas CO₂ sebesar kurang lebih 2,2 juta ton/tahun dan H₂ diperoleh dari proses elektrolisis menggunakan Air (H₂O). Sehingga dengan adanya ketersediaan bahan baku yang memadai dan kebutuhan yang besar, maka akan memiliki prospek yang tinggi apabila mendirikan pabrik metanol.

Sehingga rencana pabrik metanol yang akan didirikan ini memiliki kapasitas produksi sebesar 5% dari perkiraan kebutuhan metanol pada tahun 2024 yaitu 100.000 ton/tahun dengan perhitungan sebagai berikut.

$$F = F_0 (1 + i)^n$$

$$F = 840.408,303 (1 + 0,248062936)^4$$

$$F = 840.408,303 (2,4263080782)$$

$$F = 2.039.089,4546$$

Keterangan :

F = Perkiraan kebutuhan metanol pada tahun 2024 (ton)

F₀ = Kebutuhan metanol pada tahun 2020 (ton)

i = Pertumbuhan rata-rata

n = selisih waktu (tahun)

(Peter & Timmerhaus, 2003)

Dengan beberapa pertimbangan sebagai berikut :

1. Kapasitas pabrik metanol yang akan didirikan ini dapat membantu memenuhi kebutuhan metanol dalam negeri dan dapat mengurangi angka ketergantungan impor dari luar negeri.
2. Kapasitas produksi pabrik metanol ini dapat memberikan keuntungan yang ekonomis dikarenakan kapasitasnya berada pada batas yang menguntungkan,
3. Sehingga selain dari pada itu, dapat membantu perkembangan industri hilir yang membutuhkan bahan baku metanol.

1.5 Pemilihan Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik yang akan didirikan perlu memperhatikan beberapa faktor yang menjadi pertimbangan, dikarenakan berdirinya pabrik satu dengan yang lainnya memiliki perbedaan dengan menyesuaikan produk yang akan dihasilkan. Beberapa faktor yang menjadi pertimbangan dalam pemilihan lokasi pabrik, yaitu :

1. Sumber Bahan Baku

Lokasi berdirinya pabrik dekat dengan bahan baku yaitu sumber penghasil CO₂ dari emisi gas buang pabrik pembangkit listrik yaitu PLTU Karangandri, Cilacap. Sedangkan untuk bahan baku yang lain yaitu H₂ yang direncanakan akan diambil dari proses elektrolisis menggunakan air (H₂O) yang bersumber dari air laut. Ditinjau dari sumber bahan baku yang banyak didapatkan di daerah Cilacap, maka dapat ditentukan bahwa pendirian pabrik ini akan berlokasi di Cilacap.

2. Sumber Tenaga Kerja

Sumber tenaga kerja didapatkan dari orang-orang disekitar lokasi pabrik dan diharapkan tersedia tenaga kerja yang baik, berpendidikan, terampil maupun kasar untuk menjalankan pabrik metanol.

3. Bahan Bakar, Listrik, dan Air

Untuk mendukung kelancaran proses produksi maka dapat dipilih lokasi yang mampu menyediakan bahan bakar yang dapat diperoleh dari PT. Pertamina (Persero), listrik diambil dari perusahaan pembangkit listrik setempat dengan generator sebagai cadangan, dan kebutuhan air yang cukup dapat diambil secara langsung dari laut.

4. Transportasi

Lokasi pabrik yang dekat dengan jalan antar provinsi serta dekat dengan Pelabuhan Tanjung Intan memudahkan transportasi yang lancar baik darat maupun laut sehingga mempermudah dalam proses pengiriman bahan baku dan pemasaran produk.

5. Kondisi Lingkungan dan Masyarakat

Meninjau efek yang diberikan oleh lingkungan dan masyarakat setempat dengan didirikannya pabrik metanol di dekat tempat tinggal mereka apakah akan diterima atau ditolak. Oleh karena adanya faktor tersebut, maka pendirian pabrik direncanakan tidak terlalu dekat dengan pemukiman penduduk dan lebih memilih untuk berada di kawasan industri dengan tujuan sarana dan prasarana yang lebih memadai.

6. Peraturan Pemerintah, Undang-Undang, dan Sistem Pajak.

Peraturan pemerintah yang mengatur beberapa aspek umum dalam industri yang diatur dalam Undang-Undang yaitu seperti jam maksimum, usia kerja minimum dan lingkungan kerja serta sistem pajak yang sudah tercantum didalamnya.

7. Pembuangan Limbah Industri

Hal ini berkaitan dengan tingkat pencemaran, sistem pembuangan limbah, dan keseimbangan habitat. Proses pada pabrik metanol menghasilkan buangan air yang kemudian dialirkan langsung ke laut tanpa melalui proses pengolahan terlebih dahulu sedangkan untuk limbah cair yang mengandung bahan atau senyawa kimia didalamnya, terlebih dahulu melalui proses pengolahan pemisahan zat-zat kimia sebelum dialirkan ke laut.