

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri kimia merupakan salah satu sektor industri yang berfokus pada bidang bahan kimia. Perkembangan dunia industri sangat pesat seiring berkembangnya teknologi pada masa kini. Oleh sebab itu industri kimia di Indonesia perlu ditingkatkan dan dikembangkan, salah satunya adalah industri asam asetat.

Penggunaan asam asetat tidak hanya dikonsumsi oleh industri besar saja, tetapi penggunaan asam asetat dari sektor industri untuk menjadi bahan baku utama maupun bahan baku tambahan. Di Indonesia asam asetat banyak digunakan sebagai salah satu bahan penunjang industri seperti *Purified Terephthalic Acid* (PTA), industri etil asetat, industri plastik, industri farmasi, industri cat, industri karet sebagai koagulan latex dan sebagainya. Hal ini menyebabkan kebutuhan asam asetat semakin meningkat oleh karena ini industri asam asetat di Indonesia harus semakin bertumbuh dan berkembang sehingga dapat memenuhi permintaan asam asetat yang semakin hari semakin tinggi. Saat ini kebutuhan impor asam asetat tergolong masih tinggi, pada tahun 2022 sendiri jumlah impor asam asetat menurut Badan Statistik Indonesia (BPS) mencapai 45.926.045 Kg/tahun. Di Indonesia sendiri produksi asam asetat secara komersial tergolong masih sedikit sampai saat ini satu-satunya perusahaan yang memproduksi asam asetat di Indonesia di produksi oleh PT. INDO ACIDATAMA Tbk dengan kapasitas produksi sebesar 33.000 ton/tahun.

Pendirian pabrik asam asetat ini dilakukan untuk memenuhi tujuan sebagai berikut: memenuhi kebutuhan pasar dalam negeri sehingga dapat mengurangi impor dari negara luar dan meningkatkan ekspor, meningkatkan devisa negara karena prospek pasar ekspor yang cukup baik, mendukung dan meningkatkan perkembangan industri kimia di Indonesia, memperkuat dan memajukan perekonomian Indonesia, Membuka lapangan kerja baru sehingga mengurangi pengangguran.

Pra Rancangan pabrik Asam Asetat ini direncanakan berkapasitas 58.000,00 Ton/Tahun akan didirikan di Kawasan Industri KIEC – Banten, dengan proses yang dipilih yaitu metode karbonilasi metanol dengan proses mosanto.

1.2 Penentuan Kapasitas Pabrik

Penghitungan kapasitas pabrik asam asetat dilakukan berdasarkan data kebutuhan asam asetat di dalam negeri. Data tersebut diambil dari Badan Pusat Statistik pada bagian impor dan ekspor asam asetat tahun 2018 – 2022.

Tabel 1. 1 Perkembangan Impor Asam Asetat Di Indonesia

No	Tahun	Jumlah (Kg/Tahun)
1	2018	49.251.945,92
2	2019	33.590.175,00
3	2020	23.079.186,00
4	2021	64.298.747,00
5	2022	45.926.045,00

(Badan Pusat Statistik, 2022).

Rencana pembangunan pabrik akan dilaksanakan pada tahun 2028, sehingga basis perhitungan dari kapasitas merujuk pada perhitungan di tahun 2028. Secara umum proyeksi kebutuhan impor pada tahun 2028 dapat dituliskan dalam persamaan berikut :

$$i = \frac{\sum P}{n}$$

Keterangan:

$\sum P$ = Kapasitas impor tiap tahun

N = Jumlah data p

I = Tahun Impor yang dicari

$$\text{Impor asam asetat 2028} = \frac{216.146.098,92}{5} = 43.229.219,78 \text{ Kg}$$

Maka, kebutuhan impor pada tahun 2028 di Indonesia diproyeksikan sebesar 43.229,21978 Ton/Tahun.

Tabel 1. 2 Data Ekspor Asam Asetat Di Indonesia

No	Tahun	Jumlah (Kg/Tahun)
1	2018	6.839.84
2	2019	6.175.78
3	2020	9.559.83
4	2021	4.063.32
5	2022	9.303.43

(Badan Pusat Statistik, 2022).

Secara umum proyeksi kebutuhan ekspor pada tahun 2028 dapat dituliskan dalam persamaan berikut :

$$i = \frac{\sum P}{n}$$

Keterangan:

$\sum P$ = Kapasitas ekspor tiap tahun

N = Jumlah data p

I = Tahun Ekspor yang dicari

$$\text{Ekspor asam asetat 2028} = \frac{35.942,20}{5} = 7.942,20 \text{ Kg}$$

Maka, kebutuhan ekspor pada tahun 2028 di Indonesia diproyeksikan sebesar 7,18820 Ton/Tahun.

Berikut ini merupakan perhitungan *supply demand* pada tahun 2028 :

$$\text{Produksi 2028} = 33.000,00 \text{ Ton/Tahun}$$

$$\text{Impor 2028} = 43.229,21978 \text{ Ton/Tahun}$$

$$\text{Ekspor 2028} = 7,94220 \text{ Ton/Tahun}$$

$$\text{Supply} = \text{Demand}$$

$$\text{Produksi} + \text{Impor} = \text{Konsumsi} + \text{Ekspor}$$

$$33.000,00 + 43.229,2197 = \text{Konsumsi} + 7,94220$$

$$\text{Konsumsi} = 33.000,00 + 43.229,21978 - 7,94220$$

$$\text{Konsumsi} = 76.221,0578 \text{ Ton/tahun}$$

Perancangan pabrik yang akan dibangun direncanakan akan mengurangi 75 persen dari konsumsi asam asetat pada tahun 2028, sehingga pra kiraan kapasitas adalah

$$\text{Kapasitas} = 75\% \times \text{Konsumsi}$$

$$\text{Kapasitas} = 75\% \times 76.221,0578 \text{ Ton/tahun}$$

$$\text{Kapasitas} = 57.165,79335 \text{ Ton/tahun}$$

Dari perhitungan diatas diperoleh kapasitas produksi asam asetat mencapai 57.165,79335 Ton/tahun Berdasarkan pertimbangan – pertimbangan berikut seperti perkembangan industri, ketersediaan bahan baku dan perkembangan pengguna asam asetat di Indonesia maka pra rancangan pabrik asam asetat dengan kapasitas 58.000,00 ton/tahun layak dipertimbangkan untuk didirikan di Indonesia.

1.2.1 Produksi Produk

Produksi asam asetat di dunia juga perlu diperhatikan dalam penentuan perancangan pabrik. Berikut ini adalah pabrik asam asetat yang sudah berdiri di dunia beserta kapasitas produksinya dapat dilihat pada tabel 1.3.

Tabel 1. 3 Daftar pabrik yang memproduksi asam asetat

Produsen	Lokasi	Kapasitas (ton/tahun)
Jiangsu Sopo	China	1.000.000
Jinyimeng Group Co	China	85.000
Sinopec Shanghai Petrochemical	China	45.000
BP chemical	UK	675.000
Samsung BP Chemical	South Korea	600.000
LyondellBasell	Texas, US	550.000
Saudi International Petrochem	Saudi Arabia	460.000
Showa Denko	Jepang	250.000
Celanese Chemical	Jerman	180.000
Chang Chun Petrochemical	Taiwan	60.000

Tabel 1.3 Daftar pabrik yang memproduksi asam asetat (lanjutan)

Produsen	Lokasi	Kapasitas (ton/tahun)
BASF	Jerman	50.000
Lonza	Swiss	30.000
Indo Acidatama	Surakarta, Indonesia	33.000

(Sumber data : Kirk - Othmer, 1982)

Dari tabel tersebut dapat diketahui bahwa Indonesia hanya memiliki satu pabrik yang memproduksi asam asetat yaitu PT. Indo Acidatama Tbk dengan kapasitas produksi sebesar 33.000 Ton/Tahun. Dimana angka produksi tersebut tidak mampu memenuhi kebutuhan asam asetat dalam negeri.

1.2.2 Bahan Baku

Bahan baku pembuatan asam asetat adalah methanol dari PT Kaltim Methanol Industri dengan kapasitas 990.000 ton/tahun dan karbon monoksida yang diperoleh dari PT Samator Indo Gas Tbk dengan kapasitas 290.000 ton/tahun. Alasan pemilihan bahan baku asam asetat berupa metanol dan karbon monoksida dengan pertimbangan bahan baku metanol dan karbon monoksida mudah didapat, mengurangi limbah gas karbon monoksida karena beracun, menggunakan metode karbonilasi metanol akan lebih tinggi konversinya sehingga menghasilkan produk yang berkualitas tinggi (Febiyani, dkk., 2020).

1.3 Penentuan Lokasi Pabrik

Penentuan lokasi pabrik adalah hal yang sangat penting dalam pendirian suatu pabrik. Penentuan lokasi pabrik akan berpengaruh secara langsung terhadap kelangsungan produksi suatu pabrik dimana hal ini ikut menentukan keberhasilan dan kelancaran proses produksi, pemasaran dan masalah transportasi. Ada beberapa faktor primer dan sekunder yang harus dipertimbangkan dalam menentukan lokasi pabrik diantaranya faktor primer (ketersediaan sumber bahan baku, sarana transportasi, tenaga kerja, penyediaan

utilitas (sumber daya air dan sumber energi) pemasaran dan faktor sekunder (iklim, kondisi sosial & lingkungan dan sebagainya) (Sunaryono, dkk., 2020). Untuk lokasi pendirian pabrik Asam Asetat akan direncanakan di Kawasan Industri KIEC - Banten.



Gambar 1. 1 Lokasi Pendirian Pabrik Asam Asetat

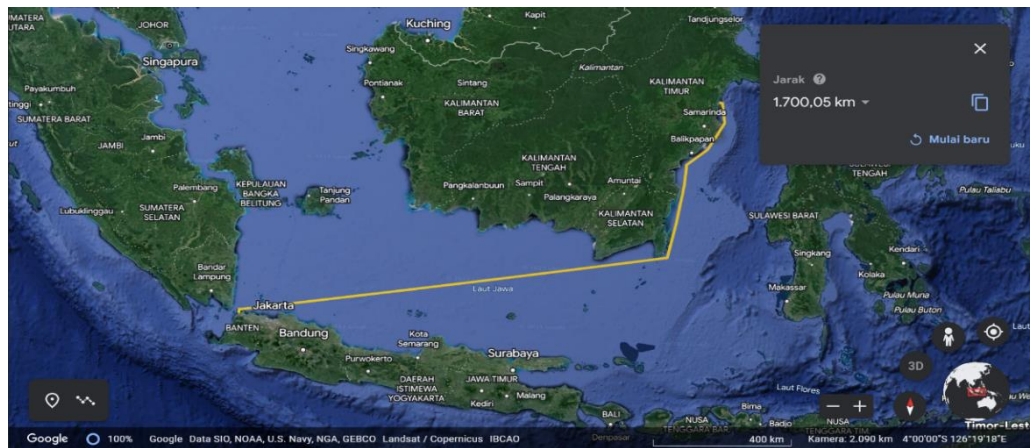
Lahan akan dibangun di tanah seluas 24.600 m^2 dengan akses jalan utama sehingga memudahkan untuk transportasi baik pengiriman produk, penerimaan bahan baku dan bahan penunjang lainnya.

1.3.1 Faktor Utama

Faktor utama merupakan faktor yang menentukan kelancaran proses produksi dan distribusi produk sampai kepada konsumen. Faktor - faktor utama ini meliputi :

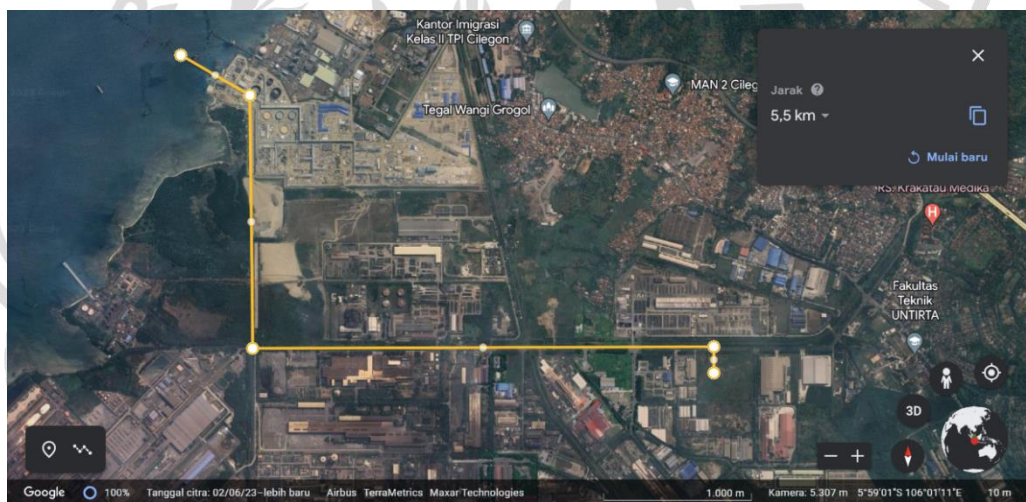
1. Ketersediaan Sumber Bahan Baku

Bahan baku methanol akan diperoleh dari PT Kaltim Methanol Industri, Bontang Plant Site – Kalimantan Timur.



Gambar 1. 3 Jalur laut dari Pelabuhan PT KMI ke Pelabuhan Merak

Dari pelabuhan PT Kaltim Methanol Industri ke pelabuhan Merak berjarak 1.700 km yang akan ditempuh dengan modal kapal. Selanjutnya akan diteruskan oleh jalur pipa sepanjang 5,5 km dari pelabuhan sampai dengan lokasi pendirian pabrik.



Gambar 1. 2 Jalur pipa Methanol dari pelabuhan ke lokasi pabrik

Sedangkan untuk bahan baku karbon monoksida akan diperoleh dari PT Samator Indo Gas Tbk., Kawasan KIEC – Banten. Jalur pipa sepanjang 1,5 km akan terpasang dari PT Samator Indo Gas Tbk. ke lokasi pendirian pabrik.



Gambar 1. 4 Jalur pipa Karbon Monoksida dari PT Samator ke lokasi pabrik

2. Sarana Transportasi

Sarana dan prasarana transportasi sangat diperlukan untuk proses penyediaan bahan baku dan pemasaran produk. Untuk penyediaan bahan baku methanol dan akan langsung terhubung dengan pipa sepanjang 5,5 km dari pelabuhan menuju lokasi pabrik asam asetat, Sedangkan untuk penyediaan bahan baku karbon monoksida akan menggunakan pipa sepanjang 1,5 km dari PT Samator Indo Gas Tbk menuju lokasi pabrik asam asetat. Sedangkan untuk transportasi produk akan menggunakan truk tangki ataupun dengan pipa menuju ke pelabuhan untuk jalur laut (Google Earth, 2023). Semakin sulit mendapatkan sarana transportasi maka akan sulit pula untuk melakukan pengiriman bahan baku, produk dan bahan pendukung lainnya. Dengan adanya fasilitas jalan raya, pelabuhan laut dan udara yang memadai, maka pemilihan lokasi di Kawasan KIEC sudah tepat.

3. Tenaga Kerja dan Tenaga Ahli

Tenaga kerja yang terampil mutlak dibutuhkan dalam industri. Untuk level staf dan supervisor pada bagian pengolahan bahan baku tenaga kerja yang dibutuhkan sarjana lulusan kimia, teknik industri atau teknik kimia, tenaga kerja level staff pada bagian administrasi dan perkantoran dibutuhkan sarjana lulusan ekonomi manajemen dan akuntansi, tenaga kerja level staf dan supervisor pada bagian produksi dibutuhkan sarjana lulusan

teknik kimia atau teknik mesin. Sedangkan untuk level operator dibutuhkan minimal lulusan SMA/SMK/Sederajat. Tenaga kerja sebagian besar akan diambil dari penduduk sekitar, karena lokasinya cukup dekat dengan pemukiman penduduk, selain dapat memenuhi kebutuhan tenaga kerja juga dapat membantu meningkatkan taraf hidup penduduk sekitarnya. Di Banten sendiri ada beberapa sekolah ataupun perguruan tinggi yang dapat mendukung kelancaran operasional perusahaan.

Berikut tabel data SDM yang dapat mendukung kelancaran perusahaan :

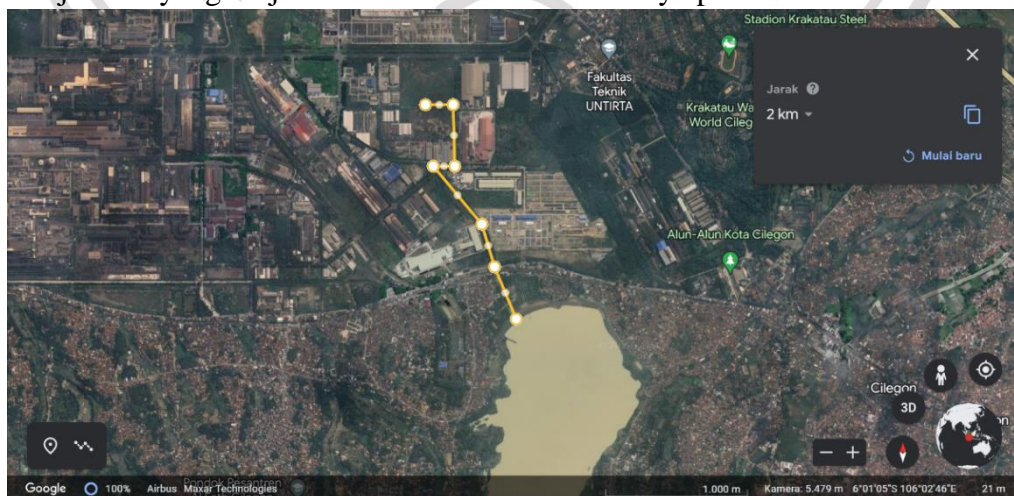
No	Pendidikan Terakhir	Jenis kelamin		Total
		Laki-laki	Perempuan	
1.	SMA/SMK/Sederajat	1.726.596	1.395.801	3.122.396
2.	DI-DIII	94.759	122.543	217.301
3.	DIV-S1	303.301	274.477	577.778

Tabel 1. 4 Data SDM di kota Banten

(Badan Pusat Statistik, 2023).

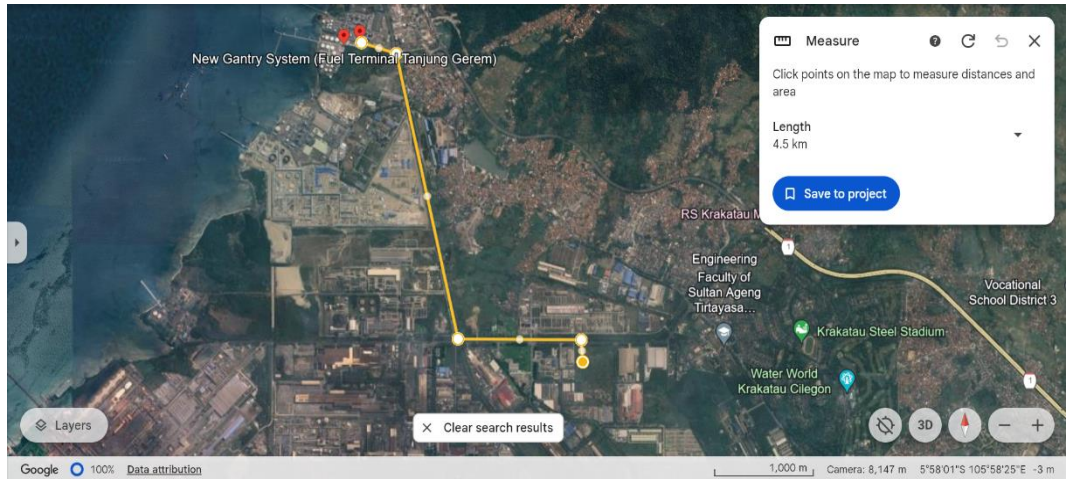
4. Penyediaan Utilitas

Kebutuhan utilitas sangat penting sehingga lokasi pabrik diharapkan dapat memenuhi kebutuhan utilitas pabrik baik air, listrik dan bahan bakar. Untuk air dapat mengambil di Waduk Krakatau Steel dengan kapasitas 2,5 juta m³ yang berjarak 2 km dari lokasi berdirinya pabrik.



Gambar 1. 5 Jalur pipa air dari Waduk Krakatau Steel ke lokasi pabrik

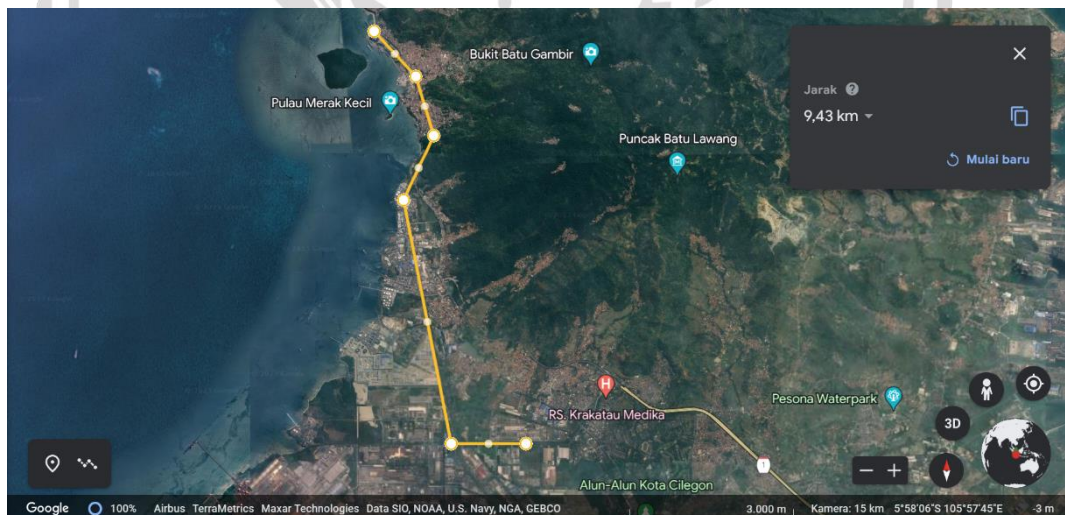
Untuk listrik akan dipasok oleh PT PLN, sedangkan untuk bahan bakar akan dipenuhi oleh PT Pertamina yang berjarak 4,5 km dari lokasi pendirian pabrik.



Gambar 1. 6 Jalur pipa solar dari PT Pertamina ke lokasi pabrik.

5. Pemasaran

Sebagian besar pemasaran berada di Pulau Jawa sehingga dengan pemilihan lokasi pabrik di Banten maka akan membuat penyaluran produk berjalan dengan lancar. Untuk jalur menuju pelabuhan berjarak 9,43 km yang akan ditempuh menggunakan moda transportasi truk tangki.



Gambar 1. 7 Jalur darat dari lokasi pabrik ke pelabuhan Merak

1.3.2 Faktor Pendukung

1. Harga tanah dan Gedung

Pemilihan harga tanah dan gedung mengambil yang lebih murah. Namun harus ada pertimbangan dengan rencana jangka panjang dan kebutuhan *operational* lainnya. Jika harga tanah mahal mungkin dapat diperoleh luas tanah yang terbatas, oleh karena itu perlu pertimbangan yang mantap untuk mendirikan pabrik bertingkat walaupun pembangunan gedungnya lebih mahal. Untuk harga tanah di sekitar Kota Banten berkisar antara Rp 2.000.000 – Rp. 4.000.000 per meter (Kumparan.com, 2018).

2. Kemungkinan perluasan pabrik

Melihat setiap kemajuan pabrik kemungkinan perluasan pabrik dari masa ke masa perlu dipikirkan dengan adanya rencana perluasan pabrik. Perluasan pabrik mungkin dilakukan karena wilayah tersebut memiliki tanah yang luas dan peraturan sudah disahkan menurut PP Republik Indonesia Nomor 142 Tahun 2015 Tentang Kawasan Industri.

3. Bencana alam

Pabrik Asam Asetat ini direncanakan akan didirikan di Banten tepatnya berada di Kawasan KIEC. Berikut tabel riwayat bencana di Banten dari tahun 1903 – 2019 :

Tabel 1. 5 Data riwayat bencana alam di Banten

No	Nama Gempa	Tanggal	Pusat Gempa	KDLM	MAG	MMI	Kerusakan
1	Banten	27-2-1903	-	-	-	VI	Retakan dinding bangunan di Banten Utara.
2	Banten	12-5-1923	105 BT	-	-	VII	Kerusakan bangunan di daerah Banten. Menara air di Pelabuhan ratu roboh.

Tabel 1.5 Data riwayat bencana alam di Banten (lanjutan)

No	Nama Gempa	Tanggal	Pusat Gempa	KDLM	MAG	MMI	Kerusakan
3	Banten	9-11-1974	7,3 LS	51 km	6,1 SR	-	Retakan dinding rumah, di Leuwilang 1 rumah roboh
4	Panimbang	21-12-1999	105,3 BT	73,3 km	6,2 SR	VI	5 orang meninggal, 17 orang luka-luka, beberapa rumah roboh, retak pada dinding, atap berjatuh. Kerusakan terparah di Panimbang. Kerusakan bangunan di Sepanjang Selat Sunda
5	Pandeglang	25-10-2000	6,5 LS	33 km	6,5 SR	VI	Retakan tanah sepanjang $\pm 75 - 150$ m, penurunan ± 25 cm - 2 m dan kerusakan kandang sapi di Rangkasbitung
6	Selat Sunda	26-8-2008	104,41 BT	20 km	6,6 SR	IV	Goncangan terasa kuat di Ujung Kulon di wilayah Selat Sunda
7	Ujung Kulon	16-10-2009 16:52:53 WIB	105,182 BT	50,6 km	6,1 Mw	VI	1 orang luka-luka di kec Pandeglang, 263 rumah rusak di kab Pandeglang, kerusakan bangunan di pesisir Ujung.

Tabel 1.5 Data riwayat bencana alam di Banten (lanjutan)

No	Nama Gempa	Tanggal	Pusat Gempa	KDLM	MAG	MMI	Kerusakan
8	Ujung Kulon	2-8-2019 19:03:21 WIB	7.54 LS	48 km	6.9 SR	IV-V	5 Orang Meninggal, 249 rumah rusak ringan, 77 rumah rusak sedang, 104 rumah rusak berat.

(Banten Memori dan Pengetahuan Lokal tentang Bencana, 2020)

Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa bencana alam relatif sedikit dan terlebih lagi Kawasan KIEC jauh dari daerah riwayat bencana alam yang terjadi di Provinsi Banten.

4. Peraturan Pemerintah Daerah

Peraturan Daerah Provinsi Banten Nomor 5 Tahun 2020 tentang Rencana Pembangunan Industri Provinsi Banten Tahun 2020-2040. Di dalam PERDA tersebut menjelaskan semua hal terkait industri secara rinci baik dari pembangunan industri, perluasan kawasan, hingga pajak yang berlaku.

5. Tanah dan Iklim

Provinsi Banten memiliki luas wilayah sebesar 8.651,20 km² yang tertulis pada Undang-Undang Nomor 3 Tahun 2000 tentang Pembentukan Provinsi Banten. Provinsi Banten tercatat memiliki 2 (dua) Kota yaitu Tangerang dan Cilegon dan 4 (empat) Kabupaten, yaitu Serang, Pandeglang, Lebak, Tangerang. Provinsi Banten kemudian mengalami pemekaran wilayah sehingga terbentuk dua Kota baru, yakni Kota Serang dari Kabupaten Serang (UU Nomor 32 Tahun 2007 tentang Pembentukan Kota Serang di Provinsi Banten) serta Kota Tangerang Selatan dari Kabupaten Tangerang (UU Nomor 51 Tahun 2008 tentang Pembentukan Kota Tangerang Selatan di Provinsi Banten). Dari sisi topografi, secara umum kondisi topografi wilayah Provinsi Banten merupakan dataran rendah yang berkisar antara 0 - 200 mdpl (meter di atas permukaan laut),

dengan rincian letak di daerah Kota Cilegon, Kota Tangerang, Kabupaten Pandeglang, dan sebagian besar Kabupaten Serang. Dilain sisi, sebagian kecil Kabupaten Pandeglang dan daerah Lebak Tengah memiliki ketinggian berkisar 201 - 2.000 mdpl serta daerah Lebak Timur memiliki ketinggian 501 - 2.000 mdpl. Jenis tanah dan iklim di Provinsi Banten cukup strategis untuk pembangunan industri dalam skala besar (Bantenprov.go.id, 2023).

1.4 Tinjauan Pustaka

1.4.1 Proses Produksi Asam Asetat

Macam – macam proses pembuatan asam asetat dalam industri yaitu dapat dilakukan sebagai berikut:

1. Proses Oksidasi Butane Dengan Oksigen

Reaksi terjadi pada fase cair. Butana dioksidasikan dengan katalis cobalt atau mangan asetat. Hidrokarbon yang berupa butana cair akan dioksidasi dengan oksigen dalam sebuah reaktor dengan tekanan 45-55 atm dan suhu 160-180°C. Nitrogen yang tidak bereaksi meninggalkan reaktor membawa bermacam-macam produk oksidasi (Formiat, aseton, Metil etil Keton, Metana dan lain- lain) dan produk yang tidak bereaksi. Hasil reaksi dialirkan untuk didinginkan dan dikirim ke separator untuk pemisahan. Reaksi yang terjadi sebagai berikut:



2. Proses Karbonilasi Methanol Dan Karbon Monoksida

Asam asetat juga dibuat dengan cara karbonilasi langsung terhadap methanol dengan reaksi sebagai berikut:



Hal terpenting dalam proses ini adalah tekanan dan suhu yang tinggi yaitu 199 atm dengan suhu 310 °C Pada konversi metanol 40%, selektivitas 70% mengandung asam asetat. Beberapa penemuan yang sama juga tercatat di Perancis, Amerika Serikat, dan Jerman. Selama perang pada tahun 1939 - 1945, tercatat bahwa dikembangkan suatu katalis *nickle iodide*. Cobalt dan beberapa logam karbonilasi lainnya

dipelajari tetapi tidak lebih aktif dari pada *nickle iodide*. Korosi dikendalikan dengan menurunkan suhu operasi menjadi 215 °C dan tekanan 138 atm. Seiring berkembangnya penelitian maka ada 2 macam proses yang banyak digunakan dalam pembuatan asam asetat dengan cara karbonilasi metanol, yaitu :

a. Proses BASF

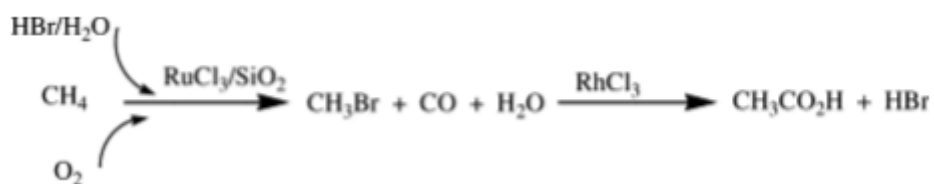
Sejak para peneliti BASF mempelajari katalis *copper* dan *cobalt* ditemukan oleh Hastelloy C., sebuah solusi untuk mengatasi korosi pada pembuatan asam asetat pada suhu tinggi yaitu dengan menjalankan tekanan reaksi sebesar 693 atm pada suhu 215°C. Proses ini menggunakan katalis *cobalt* iodida dengan *yield* 90%.

b. Proses Monsato

Proses Monsato hampir serupa dengan proses BASF namun dengan penggunaan katalis yang lain, yaitu Rhodium kompleks, serta suhu dan tekanan operasi dapat diturunkan menjadi 150-200°C dan tekanan 30-60 atm dengan *yield* 90-99%. Selektivitas dari methanol untuk menghasilkan asam asetat sebesar 99%.

3. Sintesis Gas Metan

Asam asetat disintesis dari metan melalui dua tahap. Tahap pertama, gas metan, bromine dalam bentuk hydrogen bromide (40wt% HBr/H₂O) dan oksigen direaksikan dengan menggunakan katalis RU/SiO₂ menghasilkan CH₃Br dan CO. Tahap kedua CH₃Br dan CO direaksikan lagi dengan H₂O dengan bantuan katalis RhCl₃ menghasilkan asam asetat dan asam bromide. Mekanisme reaksinya dapat ditunjukkan :



4. Fermentasi Anaerob

Metode ini menggunakan bakteri anaerob, termasuk anggota dari genus *Clostridium*, yang dapat mengubah gula menjadi asam asetat secara langsung, tanpa menghasilkan etanol sebagai produk perantara. Reaksi kimia secara keseluruhan dilakukan oleh bakteri ini diuraikan sebagai berikut :



Hal yang menguntungkan dari penggunaan metode ini dalam sudut pandang kimia industri ialah bakteri *acetogenic* ini dapat menghasilkan asam asetat dari suatu senyawa karbon, seperti methanol, karbon monoksida, atau campuran karbon dioksida dan hydrogen. Reaksinya :



Tabel 1. 6 Pertimbangan pemilihan proses pada pembuatan asam asetat

No	Pertimbangan	Oksidasi n-butana	Karbonilasi Metanol	
			BASF	Monsanto
1	Bahan Baku	n-butane	Metanol dan CO	Metanol dan CO
2	Kondisi Operasi	160-180 °C. 45-55atm	215 °C 693 atm	150-200°C 30-60 atm
3	Katalis	Cobalt (Co)	Cobalt (Co)	Rhodium(Rh)
4	Yield	90%	90%	90-99%
5	Biaya Operasi	Rendah	Rendah	Rendah
6	Biaya Investasi	Rendah	Tinggi	Tinggi

Tabel 1. 7 Kelebihan dan kekurangan antara metode sintesis dan fermentasi

Metode	Kelebihan	Kekurangan
Fermentasi	Bahan baku murah dan mudah didapatkan	Menghasilkan karbondioksida
	Tidak membutuhkan energi besar karena fermentasi dilakukan pada kondisi operasi rendah	Menggunakan proses <i>batch</i> (proses memakan waktu lama)
	Biaya produksi rendah	Penanganan yang sulit dan jenis mikroorganisme yang beragam
Sintesis	Bahan baku mudah didapatkan	Membutuhkan energi lebih besar dibandingkan metode fermentasi
	Biaya produksi paling rendah dari metode sintesis lainnya	Biaya produksi lebih tinggi dari metode fermentasi
	Yield dan konversi asam asetat yang tinggi	

Dari berbagai proses pembuatan asam asetat, maka dipilih pembuatan asam asetat dengan menggunakan metode karbonilasi metanol dengan proses mosanto dikarenakan memiliki :

1. Memiliki *Yield* reaksi tinggi yaitu antara 90-99% dan hasil samping yang rendah.
2. Prosesnya tidak terlalu rumit.
3. Reaktor bekerja pada tekanan yang tidak terlalu tinggi yaitu 30 atm
4. Bahan baku diperoleh dari dalam negeri sehingga diperoleh dengan harga yang lebih murah.

1.4.2 Kegunaan Produk

Asam asetat telah banyak digunakan oleh berbagai industri antara lain sebagai berikut :

- Industri PTA merupakan pengonsumsi asam asetat terbesar yang digunakan sebagai media pelarut katalis.
- Industri etil asetat sebagai bahan baku utama.
- Industri tekstil, terutama untuk industri pencelupan kain dimana asam asetat digunakan sebagai pengatur pH.
- Industri cuka, dimana asam asetat digunakan sebagai bahan baku utama.
- Industri benang karet, dimana asam asetat berfungsi sebagai penggumpal (*coagulant*).
- Selain itu, asam asetat juga digunakan sebagai bahan setengah jadi untuk membuat bahan-bahan kimia seperti vinil asetat, selulosa asetat, asam asetat anhidrid, maupun kloro asetat.

1.5 Tinjauan Termodinamika

Tinjauan secara termodinamika digunakan untuk mengetahui sifat reaksi dalam proses berjalan secara melepaskan panas (eksotermis) atau membutuhkan panas (endotermis), dan juga mengetahui arah reaksi, apakah reaksi tersebut berjalan searah (*irreversible*) atau berbalik (*reversible*). Penentuan panas reaksi berjalan secara eksotermis atau endotermis dapat dihitung dengan perhitungan panas pembentukan standar (ΔH°_f) pada $P = 1 \text{ atm}$ dan $T = 298\text{K}$.

Reaksi yang terjadi dituliskan didalam persamaan berikut:



Dari tabel entalpi pembentukan pada 298K, diketahui (Yaws,1999):

Tabel 1. 8 Data Entalpi Pembentukan Pada 298°K

Komponen	Harga ΔH_f , 298K (kJ/mol)	Harga ΔG , 298K (kJ/mol)
Metanol (CH ₃ OH)	-201,17	-162,51
Karbon Monoksida (CO)	-110,54	-137,28
Asam Asetat (CH ₃ COOH)	-434,84	-376,69

$$\Delta H_{f298} \text{CH}_3\text{OH} = -201,17 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_{f298} \text{CO} = -110,54 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_{f298} \text{CH}_3\text{COOH} = -434,84 \text{ kJ/mol}$$

$$\begin{aligned} \Delta H^\circ_{\text{reaksi}} &= \sum \Delta H_f \text{produk} - \sum H_f \text{reaktan} \\ &= (434,84 \text{ kJ/mol}) - (-201,17 + (-110,54)) \text{ kJ/mol} \\ &= -123,13 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

Dari perhitungan $\Delta H^\circ_{\text{reaksi}}$ diatas, maka dapat disimpulkan bahwa reaksi pembentukan asam asetat bersifat eksotermis.

Dari tabel energi Gibbs pembentukan gas pada 298K, diketahui (Yaws, 1999):

$$\Delta G_{298} \text{CH}_3\text{OH} = -162,51 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta G_{298} \text{CO} = -137,28 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta G_{298} \text{CH}_3\text{COOH} = -376,69 \text{ kJ/mol}$$

$$\begin{aligned} \Delta G^\circ_{\text{reaksi}} &= \sum \Delta G_f \text{produk} - \sum G_f \text{reaktan} \\ &= (-376,69 \text{ kJ/mol}) - (-162,51 + (-137,28)) \text{ kJ/mol} \\ &= -76,9 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

$$\ln K = -\frac{\Delta G^\circ_f}{RT} \quad (\text{Smith and Van Ness, 1987})$$

Keterangan :

K = Konstanta kesetimbangan pada 298 K

ΔG°_f = Energi bebas Gibbs standar (kJ/mol)

T = Temperatur (K)

R = Ketetapan gas (kJ/mol K)

$$\ln K = - \frac{-76,9 \left(\frac{\text{kJ}}{\text{mol}}\right)}{8,314 \times 10^{-3} \left(\frac{\text{kJ}}{\text{mol} \cdot \text{K}}\right) \times 298 \text{K}}$$
$$= 31,038$$

$$K = 3,018 \times 10^{13}$$

Untuk mengetahui apakah pada T operasi = 443,15 K = 170°C berjalan secara *reversible* atau *irreversible*, dapat dihitung dengan persamaan:

$$\ln \frac{K}{K_1} = \frac{\Delta H}{R} \times \left[\frac{1}{T} - \frac{1}{T_1} \right] \quad (\text{Smith and Van Ness, 1987})$$

Keterangan :

K1 = Konstanta kesetimbangan pada temperatur tertentu

T1 = Temperatur tertentu (K)

R = Ketetapan gas (kJ/mol K)

ΔH = Panas reaksi pada 298K

$$\ln \frac{3,018 \times 10^{13}}{K_1} = \frac{-123,13}{8,314 \times 10^{-3}} \times \left[\frac{1}{298} - \frac{1}{443,15} \right]$$

$$\ln \frac{3,018 \times 10^{13}}{K_1} = 16,2754$$

$$\frac{3,018 \times 10^{13}}{K_1} = 11,7 \times 6$$

$$K_1 = 2.579.487,17949$$

Karena konstanta kesetimbangan (K) > 1, hal ini berarti bahwa reaksi pembentukan asam asetat berlangsung searah atau *irreversible*.

1.6 Tinjauan Kinetika

Tinjauan secara kinetika dimaksudkan untuk mengetahui pengaruh perubahan suhu terhadap kecepatan reaksi, dalam melakukan tinjauan kinetika didasarkan pada persamaan Arrhenius berikut:

$$k = A e^{E_a/RT}$$

Dalam hubungan ini :

k : konstanta kecepatan reaksi

A : faktor frekuensi tumbukan

E_a : energi aktivasi

R : konstanta gas ideal

T : suhu reaksi

$$k = (2,57 \times 10^{10} e^{(-22/(1,987 \times 10^{-3}) \times 443,15)})$$

$$k = 0,3624$$

Dari : Jurnal Chen Yuying, Yuan Guoqing, and Chen Rangyao., Kinetik Study Of Carbonilation Of Metanol Vol.7 No.3,1989.

Dari persamaan Arrhenius diatas, dapat dilihat bahwa konstanta laju reaksi dipengaruhi oleh nilai A, E_a, dan T. Semakin besar faktor tumbukan maka konstanta laju reaksinya semakin besar, nilai energi aktivasi E_a dipengaruhi oleh penggunaan katalis, adanya katalis akan menurunkan energi aktivasi sehingga nilai k semakin besar. Bertambahnya suhu reaksi maka akan memperbesar harga konstanta kecepatan reaksi (k), sehingga kecepatan reaksi pun bertambah. Akan tetapi perlu diperhatikan bahwa berdasarkan tinjauan termodinamika, reaksi bersifat eksotermis. Oleh karena itu, harus tetap dijaga pada suhu optimum yang aman dan menguntungkan terhadap konversi dan *yield* yang diinginkan.