

PRARANCANGAN PABRIK ETILEN GLIKOL DARI ETILEN OKSIDA DENGAN PROSES KARBONASI KAPASITAS PRODUKSI 200.000 TON/TAHUN

Achmad Chafid Amirrullah¹⁾, Linda Aliffia Yoshi.¹⁾

1) Program Studi Teknik Kimia Institut Teknologi Indonesia

E-mail: chafidamirrullah5@gmail.com

Abstrak

Etilen glikol, yang juga dikenal sebagai 1,2-etanediol menurut sistem penamaan IUPAC, merupakan cairan tak berwarna dan tanpa bau. Etilen glikol (EG) adalah zat kimia yang sering digunakan sebagai cairan antifreeze di kendaraan. Karena kegunaannya yang luas, etilen glikol menjadi bahan kimia yang penting. Dengan mempertimbangkan hal tersebut, pembangunan pabrik Etilen Glikol di Indonesia menjadi salah satu peluang yang diharapkan mampu memenuhi kebutuhan etilen glikol dalam negeri dan luar negeri. Pabrik direncanakan akan dibangun di Cilegon, Banten pada tahun 2026 dengan kapasitas produksi 200.000 Ton/Tahun dan bahan baku Etilen Oksida sebesar 236.712,9 Ton/Tahun. Pembuatan EG melalui beberapa tahapan yaitu karbonasi etilena oksida dan karbon dioksida (CO_2) pada Bubble column reactor yang beroperasi pada suhu 110°C dengan tekanan 30 atm. Kemudian tahap hidrolisis, yaitu mereaksikan larutan reaksi dengan air untuk menghasilkan etilena glikol pada reaktor pipa bersuhu 130 °C dengan tekanan 5 atm. Tahap terakhir yaitu pemurnian dengan evaporator bersuhu 200 °C pada tekanan 1 atm hingga hasil akhir diperoleh EG dengan kadar 99,8%. Perhitungan neraca energi pabrik etilen glikol membutuhkan energi sebesar 195.218 kJ/jam pada proses karbonasi di bubble column reactor. Hidrolisis membutuhkan energi sebanyak 71.277 kJ/jam pada reaktor pipa tubular. Kemudian tahap pemurnian membutuhkan energi sebesar 46.244 kJ/jam pada evaporator.

Kata Kunci: Etilen Glikol, Etilen Oksida, Karbonasi

Pendahuluan

Etilen glikol, yang juga dikenal sebagai 1,2-etanediol menurut sistem penamaan IUPAC, memiliki rumus molekul $HOCH_2CH_2OH$. Di Indonesia, senyawa ini lebih sering disebut dengan nama dagang etilen glikol (EG) atau etanediol. Etilen glikol termasuk dalam golongan glikol yang merupakan senyawa diol sederhana, di mana diol sendiri mengacu pada senyawa yang memiliki dua gugus hidroksil (OH) [1].

Etilen glikol di Indonesia pada umumnya digunakan untuk bahan baku industri poliester sebesar 97,34% dan sisanya 2,66% digunakan sebagai bahan baku tambahan pembuatan minyak rem, cat, tinta *bolpoint*, solven atau pelarut, *foam stabilizer*, kosmetik, dan bahan *anti freeze* [2].

Etilen glikol juga dimanfaatkan sebagai bahan baku utama pembuatan serat poliester yang memiliki gugus fungsional ester dalam rantai utamanya, poliester termasuk jenis polimer termoplastik yang sering digunakan sebagai bahan baku pada industri tekstil dan industri plastik [3]. Dengan begitu banyak kegunaan, etilen glikol menjadi komponen yang sangat penting dalam kehidupan sehari-hari.

Berdasarkan Tabel 1. data pertumbuhan konsumsi etilen glikol di Indonesia yang didapat dari BPS 2023, terlihat bahwa kebutuhan etilen glikol di Indonesia cenderung fluktuatif. Berdasarkan data pada tabel tersebut, dapat dihitung permintaan etilen glikol di tahun-tahun mendatang dengan menghitung persen pertumbuhan.

Tabel 1. Data Pertumbuhan Konsumsi Etilen Glikol

Tahun	Konsumsi (Ton/Tahun)	Pertumbuhan (%)
2017	400.590	
2018	422.027	5,35%
2019	432.047	2,37%
2020	434.882	0,66%
2021	438.225	0,77%
Rata-rata		2,29%

Data proyeksi konsumsi etilen glikol dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Proyeksi Konsumsi Etilen Glikol 5 tahun Mendatang

Tahun	Konsumsi (Ton)
2027	496.055
2028	504.867
2029	513.680
2030	522.492
2031	531.305

Dalam menentukan kapasitas pabrik dilakukan beberapa cara yaitu dengan pembertimbangkan permintaan dan penawaran dan didasarkan kapasitas minimum pabrik lain. Menggunakan perhitungan tersebut peluang produksi etilen glikol tahun 2026 sebesar 233.736,61 Ton/tahun dengan kapasitas minimal pabrik lain 5.000 Ton/tahun. Maka dari itu pabrik etilen glikol yang akan dibangun tahun 2026 di Cilegon, Banten dan akan beroperasi pada 2027 akan memiliki kapasitas produksi sebesar 200.000 Ton/tahun.

Studi Pustaka

Proses pembuatan etilen glikol terdiri dari 3 tahap yaitu, karbonasi, hidrolisis dan pemurnian. Tahap karbonasi yaitu reaksi etilena oksida dan karbon dioksida (CO_2) yang dikatalisis oleh katalis komposit cairan ionik dan garam logam alkali dalam kondisi berair untuk menghasilkan etilena karbonat dan etilena glikol. Reaksi berlangsung selama 1 jam pada *Bubble Column Reactor* dengan suhu 110 °C dan tekanan 30 atm. Menghasilkan etilen glikol dengan selektivitas 39,4%.

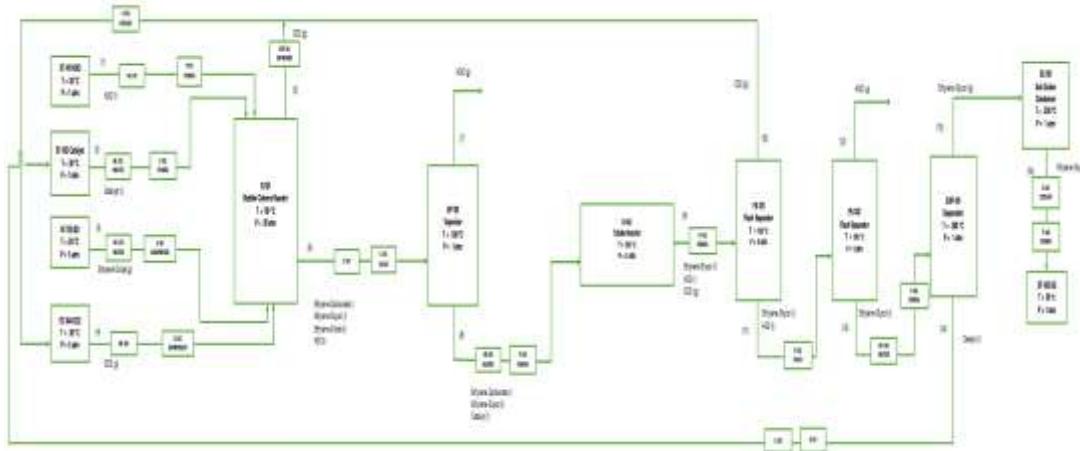
Tahap hidrolisis, yaitu mereaksikan larutan reaksi yang mengandung etilena karbonat dan katalis komposit cairan ionik dengan air untuk menghasilkan etilen glikol. Tahap ini berlangsung pada reaktor pipa dengan aliran tubular bersuhu 130 °C, tekanan 5 atm selama 1 jam. Menghasilkan etilen glikol dengan selektivitas 100%

Tahap pemurnian, yaitu proses dehidrasi dan pemurnian etilen glikol dari larutan berair yang mengandung campuran etilen glikol dan katalis yang dihasilkan dari tahap hidrolisis. Tahap ini berlangsung pada kolom dehidrasi yang terdiri dari *flash separator* dan juga evaporator. *Flash separator* 1 beroperasi pada suhu 130 °C dengan tekanan 5 atm bertujuan untuk menghilangkan gas CO_2 . Kemudian *flash separator* 2 beroperasi pada suhu 130 °C dengan tekanan 1 atm bertujuan menghilangkan gas H_2O . Selanjutnya pada evaporator etilen glikol diuapkan pada suhu 200 °C tekanan 1 atm untuk memisahkan etilen glikol dengan katalis. Tahap ini menghasilkan produk etilen glikol dengan kemurnian >99,8 %. Etilen glikol berwujud gas kemudian masuk ke dalam kolom *subcooler condenser* pada suhu 200 °C dengan tekanan 1 atm menghasilkan etilen glikol berwujud cair. Kemudian etilen glikol disimpan pada *storage tank* dengan suhu ruang 30 °C tekanan 1 atm.

Metodologi Penelitian

Metodologi yang diambil merupakan analisis teknik secara deskriptif. Data yang digunakan adalah neraca massa dan neraca energi. Dalam ranah kimia dan industri proses, neraca massa merupakan alat fundamental yang digunakan untuk menganalisis dan mengendalikan aliran material antar tahapan dalam suatu sistem produksi. Dengan menerapkan neraca massa, perusahaan dapat memastikan efisiensi produksi yang optimal, mengidentifikasi potensi pemborosan atau kebocoran dalam proses, serta membantu dalam mengoptimalkan penggunaan bahan baku, dan memastikan kualitas dan keberlanjutan proses produksi etilen glikol. Neraca energi merupakan prinsip dasar yang menyatakan bahwa total energi yang masuk ke dalam sistem harus seimbang dengan total energi yang digunakan, disimpan, atau dikonversi selama berlangsungnya proses tersebut. Ketidakseimbangan energi umumnya disebabkan oleh kehilangan energi, yang dapat terjadi melalui mekanisme perpindahan panas secara konduksi, konveksi, maupun radiasi [4].

Hasil dan Pembahasan



Gambar 1. Blok diagram proses etilen glikol

Tabel 3. Neraca Massa Prarancangan Pabrik Etilen Glikol

NERACA MASSA PERANCANGAN PABRIK ETILEN GLIKOL		Bubble column	Vaporizer	Reaktor Pipa Tumbler			
Komponen	Bentuk molekul (g/mol)	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)
Etilen Oksida	44,000	29589,27775	31687,76471	11,687,765	11,687,765		
Az	18,015	30387,04093	26522,31642	26,522,316	26,522,316	7329,449	3664,725
Carbon Dikoksida	44,000	59776,31068	50823,73352				8952,587
Katalis	200,598	9962,71978	9962,71978	9,962,720	9,962,720	9962,720	9962,720
Etilen karbonat	88,062	17914,12547	17,914,125	17,914,125	17,914,125	17914,125	
Etilen glikol	62,068	12626,26263	12,626,263	12,626,263	12,626,263	12626,263	23532,525
Total		129515,587	129536,9203	78,713,189	78,713,189	47,832,587	47,832,587
		Flash separator 1	Flash separator 2	Evaporator		Sub-Cooler Condenser	
Komponen	Bentuk molekul (g/mol)	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)
Etilen Oksida	44,000	1,864,725	3,684,725	3,684,725	3,684,725		
Az	18,015	8,932,587	8,932,587				
Carbon Dikoksida	44,009	9,962,720	9,962,720	9,962,720	9,962,720	9,962,720	
Katalis	200,598						
Etilen karbonat	88,062						
Etilen glikol	62,068	25,252,525	25,252,525	25,252,525	25,252,525	25,252,525	25,252,525
Total		47,832,587	47,832,587	38,879,970	38,879,970	35,215,245	35,215,245

Tabel 4. Neraca Energi Prarancangan Pabrik Etilen Glikol

NERACA ENERGI PERANCANGAN PABRIK ETILEN GLIKOL		Bubble column	Vaporizer	Reaktor Pipa Tumbler		Flash separator	
		Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
H in		195,218		180,37		71,277	
H out			181,865		94,41		59,508
Q release				-59869783,79			-2063571,385
ΔHr						23,418	
Paus Laten (λ)				59869868,15			2063571,385
Total		195,218		180,369	180,369	71,277	59,508
		Flash separator 2	Evaporator		Sub-Cooler Condenser		
Komponen		Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
H in		23,744		46,244		29,027	
H out			47,598		34,819		31,094
Q release		-8271397,065		-20204545,029		-2,066	
ΔHr				20204545,455			
Paus Laten (λ)		8271283,231					
Total		23,744		46,244	46,244	29,027	29,027

Berdasarkan diagram alir pada Gambar 1. pembuatan etilen glikol melalui beberapa tahapan yaitu karbonasi etilen oksida dan karbon dioksida (CO_2) pada *Bubble column reactor* yang beroperasi pada suhu 110 °C dengan tekanan 30 atm. Kemudian tahap hidrolisis, yaitu mereaksikan larutan reaksi dengan air untuk menghasilkan etilena glikol pada reaktor pipa bersuhu 130 °C dengan tekanan 5 atm. Tahap terakhir yaitu pemurnian dengan evaporator bersuhu 200 °C pada tekanan 1 atm hingga hasil akhir diperoleh EG dengan kadar 99,8%. Berdasarkan perhitungan neraca massa yang terdapat pada Tabel 3. membutuhkan bahan baku etilen oksida sebanyak 29.589,278 kg/jam, CO_2 sebanyak 4.865 kg/jam dan air sebanyak 59.776,319 kg/jam. menghasilkan produk etilen glikol sebanyak 25.252,525 kg/jam. Pabrik dirancang beroperasi selama 330 hari/tahun dengan jam kerja selama 24 jam. Sedangkan pada perhitungan neraca energi pabrik etilen glikol membutuhkan energi sebesar 195,218 kJ/jam pada proses karbonasi di *bubble column reactor*. Hidrolisis membutuhkan energi sebanyak 71,277 kJ/jam pada reaktor pipa tubular. Kemudian tahap pemurnian membutuhkan energi sebesar 46,244 kJ/jam pada evaporator. Neraca energi dapat dilihat pada Tabel 4.

Kesimpulan

Berdasarkan analisis teknik dapat disimpulkan bahwa pabrik etilen glikol akan didirikan di daerah Cilegon, Banten, lokasi tersebut dipilih karena dekat dengan sumber bahan baku, pelabuhan, dan tenaga kerja. Pabrik ini akan dibangun tahun 2026 dan mulai beroperasi pada 2027 secara kontinyu selama 330 hari dalam satu tahun. Dengan kapasitas produksi 200.000 Ton/Tahun Etilen Glikol menggunakan metode karbonasi. Bentuk badan usaha yang direncanakan pada pabrik ini yaitu Perseroan Terbatas (PT).

Daftar Pustaka

- [1] IUPAC, Compendium of Chemical Terminology (Gold Book): Glycols, Oxford, U.K.: Blackwell Scientific Publications, 2nd ed., 1997.
- [2] Garin, M., Adiguna, E., & Suprapto, S. (2022). Optimization of Ethylene Glycol Plant Heat Exchanger Network with Non-Catalytic Hydration Process from Ethylene Oxide. IPTEK The Journal of Engineering, 8(2), 56. <https://doi.org/10.12962/j23378557.v8i2.a14072>.
- [3] Tanjung, A. R., Ida Ayuningrum, & Renita Manurung. (2013). Pengaruh Waktu Polimerisasi Pada Proses Pembuatan Poliester Dari Asam Lemak Sawit Distilat (Alsd). Jurnal Teknik Kimia USU, 2(4), 25–30. <https://doi.org/10.32734/jtk.v2i4.1487> .
- [4] A. Zahidin & L. Rubianto, 2020, Perhitungan Neraca Massa, Neraca Panas dan Efisiensi Pada Rotary Kiln Unit Kerja RKC 3 PT Semen Indonesia (PERSERO) Tbk.,Distilat J. Teknol. Separasi,Vol. 6, No. 2, pp. 309–315.