



JURNAL REKAYASA, TEKNOLOGI PROSES DAN SAINS KIMIA

Received: 26-12-2024

Accepted: 27-12-2024

Published: 17-01-2025

Mass Balance calculation on reactor unit 114D1 PT ABC Kuala Tanjung

Krissandarta Tarigan 1), Adil Barus 2) Octasiana br Ginting 3) Terkelin Tarigan 4) & Sunando
Togatorop 5)*

1) Prodi Teknik Kimia, Politeknik Teknologi Kimia Industri, Indonesia

2) Prodi Teknik Kimia, Politeknik Teknologi Kimia Industri, Indonesia

3) Prodi Teknik Kimia, Politeknik Teknologi Kimia Industri, Indonesia

4) PT ABC Kuala Tanjung

5) PT ABC Kuala Tanjung

*Corresponding Email: Kristarigan52@gmail.com

Abstrak

PT. ABC adalah perusahaan yang memproduksi produk berupa Fatty Acid, Fatty Alcohol, Glycerin, Oleic acid, dan Medium Chain Triglyceride (MCT), dan Fraksinasi pengolahan inti sawit (Kernel Crushing plant). Untuk memproduksi produk tersebut dilakukan dengan proses hidrogenasi dengan bantuan hidrogen. Pembuatan hidrogen diproses dengan metanol cracking dengan umpan metanol dan demin water. Metanol cracking adalah proses pemecahan metanol menjadi gas hidrogen dengan bantuan air demin. Metanol dan air demin dicampur, dipanaskan terlebih dahulu, diuapkan dan dipanaskan berlebih untuk membentuk campuran hidrogen, Karbon dioksida, dan residu lainnya. Kemudian campuran gas tersebut diproses di PSA (pressure Swing Adsorption) untuk mendapatkan hidrogen murni. Dalam proses metanol cracking di PT. ABC Kuala Tanjung dilakukan penambahan katalis Zinc Oxide (ZnO) untuk mempercepat reaksi yang terjadi. Berdasarkan analisa yang telah dilakukan didapatkan massa Umpan feed yang masuk pada reaktor 114 D1 pada load 51% sebesar 1089,1152 Kg/Jam dan massa keluar Reaktan sebesar 1089,1152 Kg/Jam dengan komposisi aliran keluar condensat 173,3564 Kg/Jam, Karbon dioksida 800,5800 Kg/Jam, hidrogen sebesar 109,1700 Kg/Jam, dan residu lainnya sebesar 6,0088 Kg/Jam. Dan dari grafik yang diperoleh load control berpengaruh terhadap Total feed dan hidrogen yang dihasilkan. Load control mempengaruhi efisiensi produksi/sistem, Kestabilan reaksi, penggunaan energi dan laju produksi hidrogen.

Kata Kunci: Hidrogenasi, Hidrogen, Metanol cracking.

Abstract

PT. ABC is a company that produces product such as Fatty Acid, Fatty Alcohol, Glycerin, Oleic Acid, and Medium Chain Triglyceride (MCT), and Fractination of palm kernel procesing (Kernel Crushing Plant). To produce these products, the hydrogenation process is carried out with the help oh hydrogen. Hydrogen generation is processed by methanol cracking with methanol feed and demin water. Methanol cracking is the process of breaking methanol into hydrogen gas with the help of demin water. Methanol and demin water are mixed, preheated, vaporized, and overheated to form a mixture of hydrogen, carbon dioxide and other residues. Then the gas mixture is processed in PSA (Pressure Swing Adsorption) to obtain pure hydrogen. In the metanol Cracking process at PT. ABC Kuala Tanjung, Zinc Oxide (ZnO) catalyst is added to accelerate the reaction. Based on the analysis that has been done, it is obtained that the mass of feed entering reactor 114 D1 at 51% load is 1089,1152 Kg/h and the mass of reactant exit is 1089,1152 Kg/h with the composition of condensate outflow 173,3564 Kg/h, Carbon dioxide 800,5800 Kg/h, and other residues by 6,0089 Kg/h. And from the graph obtained load control affects the total feed and hydrogen produced. Load control affects production/system efficiency, reaction stability, energy use and hydrogen production rate.

Keywords: Hydrogenation, Hidrogen, Metanol cracking.

I. PENDAHULUAN

Pembuatan Fatty alkohol di PT. ABC terdiri dari beberapa tahapan proses diantaranya ialah proses hidrogenasi Untuk memproduksi produk tersebut dilakukan dengan proses hidrogenasi dengan bantuan hidrogen. Pembuatan hidrogen diproses dengan metanol cracking dengan umpan metanol dan demin water. Metanol cracking adalah proses pemecahan metanol menjadi gas hidrogen dengan bantuan air demin. Metanol dan air demin dicampur, dipanaskan terlebih dahulu, diuapkan dan dipanaskan berlebih untuk membentuk campuran hidrogen, Karbon dioksida, dan residu lainnya (PT. ABC).

Metanol cracking adalah proses pemecahan metanol menjadi gas hidrogen dan karbon monoksida melalui reaksi termokimia. Teknologi ini digunakan sebagai alternatif untuk memproduksi hidrogen, terutama karena metanol mudah disimpan dan diangkut dibandingkan gas hidrogen. Reaksi ini berlangsung pada suhu tinggi 200-300 °C dan tekanan rendah, dengan bantuan katalis Zinc Oxide (ZnO).

PT. ABC ini dirancang untuk menghasilkan gas hidrogen murni sebanyak 1800 m³/h lewat suatu proses yang disebut methanol Cracking. Awalnya metanol dan air bebas mineral dimasukkan ke dalam vessel mixing dalam 1 aliran. kemudian di mixing menggunakan agitator dan pompa sirkulasi yang bertujuan untuk menghasilkan density campuran sebesar 0,8898 kg/l dari kedua reaktan. Setelah Indonesia tercapai kedua reaktan dipompakan menggunakan pompa piston atau torak hingga mencapai tekanan 26 bar.

Kemudian aliran keluar melalui control valve yang dipanaskan sebagai heater dengan bantuan N₂ yang dipanaskan. lalu, aliran masuk ke dalam reaktor 114D1 di mana tempat terjadinya reaksi antara metanol dan air bebas mineral dengan bantuan katalisator *Zinc Oxide* (ZnO) hingga tercapai Temperatur 265 °C dengan menggunakan pemanas OTH atau oil termal dan tekanan 26 bar selama kurang lebih 3 jam. Setelah terjadinya reaksi aliran keluar yang akan didinginkan menggunakan alat pre-heater dengan bantuan cooling water hingga temperatur turun mencapai 40°C. Kemudian masuk kedalam alat separator yang berfungsi untuk memisahkan cairan dan gas yang terbentuk berdasarkan berat jenis.

Selanjutnya proses yang terakhir yaitu gas yang terbentuk masuk kedalam alat yang biasa disebut dengan PSA (Pressure Swing Adsorption) yang berfungsi untuk mencapai kemurnian gas hingga 99,99%. Didalam alat PSA untuk menghilangkan kadar senyawa yang tidak diinginkan yaitu dengan menggunakan alat yang terdiri dari adsorber sebagai penyerap, pressurize, purging, deppresurize. Kemurnian dari metanol yang dipergunakan haruslah sesuai dengan standard yang diinginkan, demikian juga dengan air bebas mineral yang akan dipakai, serta temperatur pun merupakan hal yang sangat penting.

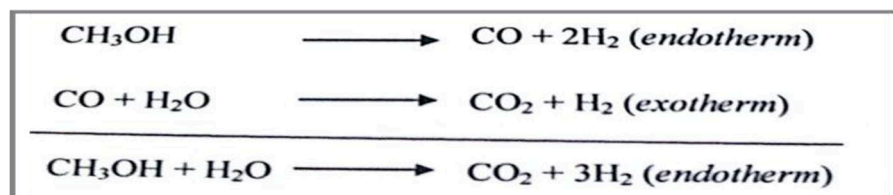
II. STUDI PUSTAKA

Metanol juga dikenal sebagai metil alkohol adalah senyawa kimia dengan rumus kimia *CH₃OH*. Pada keadaan atmosfer, berbentuk cairan yang ringan, mudah menguap, tidak berwarna, mudah terbakar, dan beracun dengan bau yang khas. Metanol digunakan sebagai bahan pendingin anti beku, pelarut, dan bahan bakar. Metanol diproduksi secara alami oleh metabolisme anaerobik oleh bakteri (Hikmah, 2010).

Demin water adalah air yang tidak memiliki kandungan mineral di dalamnya, mineral yang terkandung dalam air tersebut telah diproses dengan menghilangkan kandungan mineral melalui proses demineralisasi. Demin water biasanya digunakan pada proses industri yang membutuhkan tingkat kemurnian air yang tinggi. Demin water di proses dengan metode demineralisasi menggunakan sistem ion exchanger sehingga tidak ada lagi kandungan mineral, kesadahan, padatan terlarut dan dapat digunakan dalam proses produksi, laboratorium, dll (Lukman, 2017).

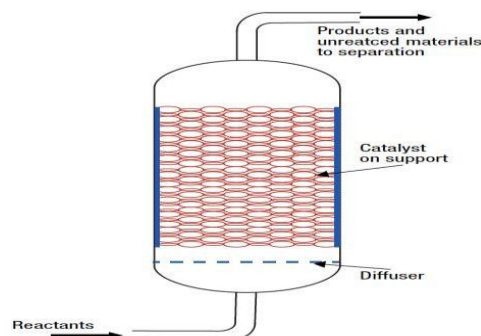
Hidrogen terdiri dari partikel kecil, proton, dan elektron. Sebagian besar senyawa hidrogen sederhana bersifat kovalen dan menghasilkan elektron untuk membentuk ion hidrida. Hal tersebut menyebabkan hidrogen dapat membentuk struktur kimia bervariasi dan bereaksi menghasilkan beragam senyawa. Hidrogen menarik untuk dikembangkan adalah banyaknya energi yang dilepaskan ketika hidrogen terbakar dan produk pembakarannya sebagian besar mengandung air sehingga tidak menimbulkan masalah lingkungan. Atom hidrogen sangat reaktif secara kimia, sehingga sebagian besar hidrogen di alam terikat atom oksigen atau karbon dan sangat sedikit berada dalam bentuk unsur bebas. Hidrogen relatif tidak aktif pada temperatur kamar kecuali diberi energi aktivasi, sehingga dibutuhkan suhu yang sangat tinggi untuk memisahkan hidrogen. Katalis dapat digunakan untuk mempercepat konversi produksi hidrogen cair yang terdiri dari lebih dari 95% para-hidrogen (Singh, 2015).

Metanol cracking adalah proses pemecahan metanol menjadi gas hidrogen dan karbon monoksida melalui reaksi termokimia. Teknologi ini digunakan sebagai alternatif untuk memproduksi hidrogen, terutama karena metanol mudah disimpan dan diangkut dibandingkan gas hidrogen. Reaksi ini berlangsung pada suhu tinggi 200-300 °C dan tekanan rendah, dengan bantuan katalis seperti tembaga, seng oksida atau alumina. Proses metanol cracking adalah suatu metode yang digunakan untuk mengubah metanol menjadi hidrokarbon ringan, seperti etilena dan propilena, yang merupakan bahan baku penting dalam industri petrokimia. Proses metanol cracking merupakan salah satu cara efisien untuk memanfaatkan metanol, terutama mengingat metanol dapat diproduksi dari sumber terbarukan (Siti Alimah, 2008).

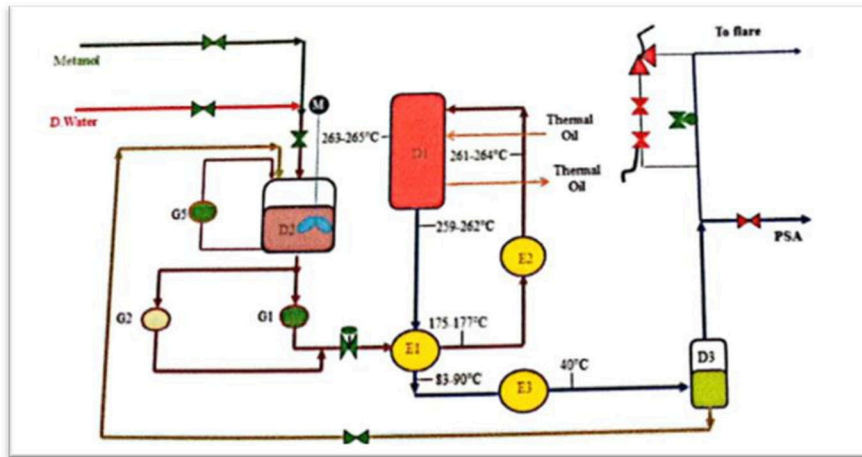


Gambar 1. Reaksi Yang terjadi di 114D1 (Sumber : Annisa, 2021)

Reaktor adalah inti dari sebagian besar industri proses kimia dan dibagi secara luas menjadi apakah mode operasinya tanpa aliran (*batch*) atau terus menerus (kontinyu). Setiap jenis reaktor memiliki kelebihan dan kekurangan tergantung pada fasa dan sifat reaktan, termodinamika dan kinetika reaksi dan jenis produk yang dihasilkan. Salah satu jenis reaktor ialah reaktor fixed bed. Sering digunakan untuk proses katalitik, reaktor unggun diam adalah serbaguna, digunakan dalam aplikasi seperti proses absorpsi, distilasi, pelucutan, pemisahan dan reaksi katalitik. Meskipun ukuran fisik unggun dapat sangat bervariasi, reaktor unggun diam umumnya terdiri atas bejana silinder yang berisi partikel atau pelet katalis. Fluida mengalir melalui unggun katalis, yang mengizinkan reaksi yang diinginkan terjadi. Unggun diam mengandung partikel katalis yang umumnya berukuran antara 2-5 mm. Katalis dapat dimasukkan dalam beberapa cara, yang meliputi unggun tunggal, beberapa unggun horisontal, beberapa pipa kemasan dalam selubung tunggal, unggun tunggal dengan pipa dan unggun tertanam dalam selubung terpisah. (Elkimkor, 2024).



Gambar 2. Gambar Reaktor Fixed Bed (Sumber : Elkimkor, 2024)



Gambar 3. Diagram Alir Hydrogen Generation (Sumber PT. ABC, 2024)

Neraca massa adalah cabang keilmuan yang mempelajari kesetimbangan massa dalam sebuah sistem. Dalam neraca massa, sistem adalah sesuatu yang diamati atau dikaji. Neraca massa adalah konsekuensi logis dari Hukum kekekalan massa atau biasa disebut hukum Lavoisier. Hukum ini menyebutkan bahwa massa dari suatu sistem tertutup akan konstan meskipun terjadi berbagai macam proses di dalam sistem tersebut dimana dalam sistem tertutup. Massa zat sebelum dan sesudah reaksi adalah konstan (tetap/sama) (M. Yasir, 2019).

$$[\text{massa masuk}] = [\text{massa keluar}] + [\text{akumulasi massa}]$$

$$N_s^{\text{out}} = N_s^{\text{in}} + \tau_s \cdot r$$

N_s^{out} : Jumlah bahanyang keluar dari sistem (kmol/jam)

N_s^{in} : Jumlah bahanyang masuk ke sistem (kmol/jam)

τ_s : Koefisien senyawa

r : laju reaksi (Kmol/jam)

Gambar 3. Rumus Neraca Massa Bereaksi (Sumber : M. Yasir, 2019)

III. METODE PENELITIAN

3.1 Alat dan Bahan

Pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan data sekunder. Adapun alat, bahan dan metodenya adalah sebagai berikut.

3.1.1 Alat dan Bahan di Lapangan

1. Alat

- Reaktor (114 D1)
Kegunaan : Alat proses tempat dimana terjadinya reaksi antara metanol dengan air demin.
- Static Mixer (114 D2)
Kegunaan : Sebagai alat untuk pencampuran fluida.
- Separator (114 D3)
Kegunaan : Suatu alat berbentuk tabung dan memiliki tekanan yang berfungsi untuk memisahkan dua fasa (Cair dan Gas).

- d. Pompa
Kegunaan : Alat yang digunakan untuk memindahkan suatu fluida dari suatu tempat ke tempat lain.
- e. Cooler
Kegunaan : alat yang berfungsi untuk mendinginkan suatu fluida.
- f. Heater
Kegunaan : Alat yang berfungsi untuk memanaskan suatu fluida hingga mencapai suhu yang diinginkan.

2. Bahan

- a. Metanol
- b. Air Demin
- c. Katalis zinc oxide (ZnO)

3.1.2 Metode kerja lapangan

1. Melakukan pengamatan langsung ke lapangan memperoleh informasi dan data-data yang dibutuhkan sehubungan dengan judul.
2. Mempelajari proses yang terjadi pada unit hydrogen generation section 114 di PT. ABC Kuala Tanjung, dari awal mulanya metanol dengan bantuan air demin menjadi hidrogen dengan temperatur dan tekanan sesuai dengan standar.
3. Melakukan diskusi dengan pembimbing lapangan dan pihak operator untuk pengambilan data- data yang dibutuhkan dari proses.
4. Mencatat variabel-variabel proses yang terkait pada pengolahan di ruang DCS (Distributed control system) untuk mengetahui kondisi yang sedang berlangsung.
5. Pengambilan data yang hendak diambil sesuai dengan judul Penelitian. Pengambilan data meliputi:
 - a. Ratio Umpan (Metanol+Air demin)
 - b. Density Campuran
 - c. Komposisi Komponen dalam % Berat
 - b. Jumlah umpan (Laju Alir) metanol dengan air demin dan condensat
6. Melakukan pembahasan terhadap rumusan masalah yang dikutip dengan menggunakan data-data yang diperoleh.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

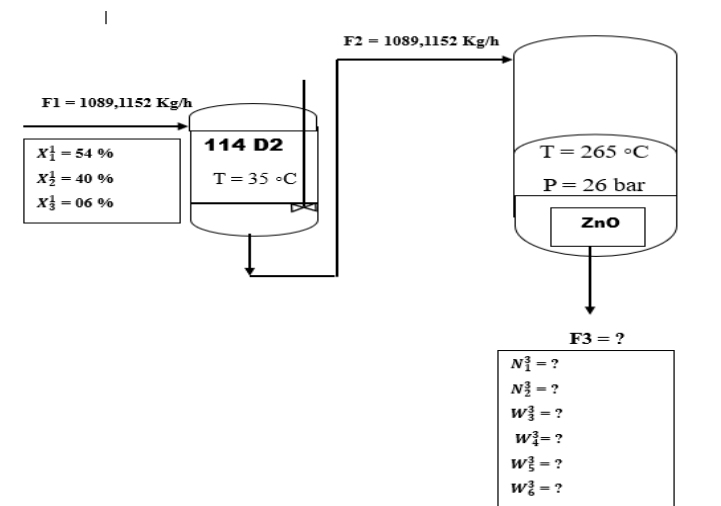
4.1 Analisa Data

Tabel 4.1 Komponen flow masuk 114 D2

Komponen	Laju Alir	<i>ρ Campuran</i>	Konversi Reaksi
-	l/h	Kg/h	%
Methanol	846,7675	0,8898	99
Air Demin	310,3946		
Condensat	66,8379		

Tabel 4.2 Komposisi senyawa dan berat molekul pada 114 D1

Komponen	Rumus Kimia	Komposisi	Berat Molekul	Massa Jenis
		% Berat	Kg/Kmol	
Methanol	CH_3OH	54	32	0,791 Kg/L
Air Demin	H_2O	40	18	1,000 Kg/L
Karbon dioksida	CO_2	-	44	1,977 Kg/ m^3
Hidrogen	H_2	-	2	0,0899 Kg/ m^3
Condensat	-	6	28	-
Kondisi Operasi				
Temperatur		: 230-265 °C		
Tekanan		: 26 Bar		



Keterangan Simbol :

- Simbol Umum:
 - W = Variabel Laju Massa dalam neraca massa bereaksi (Kg/jam)
 - a = Variabel yang menyatakan nomor aliran
 - b = Variabel komponen/senyawa yang terdapat pada suatu aliran
- Keterangan Komponen :
 1. Metanol
 2. Air Demin
 3. condensat
 4. Karbon dioksida
 5. Hidrogen
 6. Komponen lainnya.

- Keterangan Aliran
 F_1 = Laju umpan masuk reaktor D2
 F_2 = Laju umpan Masuk reaktor D1
 F_3 = Laju umpan keluar Reaktor D1
- Keterangan Gambar
 X = variabel yang menyatakan % Berat umpan komponen yang masuk pada D1
 T = Temperature pada reaktor
 P = Tekanan pada Reaktor

4.2 PERHITUNGAN NERACA MASSA PADA UNIT REAKTOR 114 D1

1. Menghitung jumlah umpan yang masuk pada reaktor 114D1

$$\begin{aligned}
 F_2 &= \text{Laju alir campuran} \times \rho \text{ Campuran} \\
 &= 1224 \text{ l/jam} \times 0.8898 \text{ Kg/l} \\
 &= 1089,1152 \text{ Kg/jam}
 \end{aligned}$$

2. Jumlah Bahan Yang masuk ke dalam reaktor 114D1

$$\begin{aligned}
 1. \text{ Metanol Umpan } W_1^2 &= F_2 \times X_1^2 \\
 &= 1089,1152 \text{ Kg/jam} \times 0,54 \\
 &= 588,1222 \text{ Kg/jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Metanol Umpan } N_1^2 &= \frac{CH_3OH \text{ umpan}}{BM \text{ } CH_3OH} \\
 &= \frac{588,1222 \text{ Kg/jam}}{32 \text{ Kg/Kmol}} \\
 &= 18,3788 \text{ Kmolel/jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2. \text{ Air Umpan } W_2^2 &= F_2 \times X_2^1 \\
 &= 1089,1152 \text{ Kg/jam} \times 0,40 \\
 &= 435,6460 \text{ Kg/jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Air Umpan } N_2^2 &= \frac{H_2O \text{ umpan}}{BM \text{ } H_2O} \\
 &= \frac{435,6460 \text{ Kg/jam}}{18 \text{ Kg/Kmol}} \\
 &= 24,2025 \text{ Kmolel/jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3. \text{ Condensat } W_3^2 &= F_2 \times X_3^1 \\
 &= 1089,1152 \text{ Kg/jam} \times 0,06 \\
 &= 65,3470 \text{ Kg/jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Condensat Umpan } N_3^2 &= \frac{\text{Condensat umpan}}{BM \text{ Condensat}} \\
 &= \frac{65,3469 \text{ Kg/jam}}{28 \text{ Kg/Kmol}} \\
 &= 2,3338 \text{ Kmolel/jam}
 \end{aligned}$$

3. Menghitung laju Reaksi (r)

$$r = \frac{N_s^{in} \cdot X}{\tau_s}$$

Keterangan :

r = Laju reaksi senyawa (Kmol/jam)

N_s^{in} = Jumlah umpan pembatas yang masuk yaitu metanol

X = Persen konversi reaksi (%)

τ_s = Koefisien senyawa

$$r = \frac{N_s^{in} \cdot X}{\tau_s}$$

$$r = \frac{18.3788 \frac{\text{Kmol}}{\text{jam}} \cdot 0.95}{-(-1)}$$

$$r = 18,1950 \text{ Kmol/jam}$$

4. Menghitung Jumlah Produk yang keluar dari reaktor 114 D1

$$N_s^{out} = N_s^{in} + \tau_s \cdot r$$

$$1. N_1^3 = N_1^2 - r$$

$$= 18,3788 \text{ Kmol/jam} - 18,1950 \text{ Kmol/jam}$$

$$= 0,1838 \text{ Kmol/jam}$$

$$2. N_2^3 = N_2^2 - r$$

$$= 24,2025 \text{ Kmol/jam} - 18,1950 \text{ Kmol/jam}$$

$$= 6,0075 \text{ Kmol/jam}$$

maka, condensat yang dihasilkan yaitu,

$$N_3^3 = N_1^3 + N_2^3$$

$$= 0,1838 \text{ Kmol/jam} + 6,0075 \text{ Kmol/jam}$$

$$= 6,1913 \text{ Kmol/jam}$$

Maka,

$$W_3^3 = 6,1913 \text{ Kmol/jam} \times 28 \text{ Kg/Kmol}$$

$$= 173,3564 \text{ Kg/jam}$$

3.

$$N_4^3 = N_4^2 + r$$

$$= 0 + 18,1950 \text{ Kmol/jam}$$

$$= 18,1950 \text{ Kmol/jam}$$

Maka,

$$W_4^3 = 18,1950 \text{ Kmol/jam} \times 44 \text{ Kg/Kmol}$$

$$= 800,58 \text{ Kg/jam}$$

4.
$$N_5^3 = N_5^2 + 3r$$

$$= 0 + (3 \cdot 18,1950) \text{ Kmol/jam}$$

$$= 54,5850 \text{ Kmol/jam}$$

Maka,

$$W_5^3 = 54,5850 \text{ Kmol/jam} \times 2 \text{ Kg/Kmol}$$

$$= 109,1700 \text{ Kg/jam}$$

5. Menghitung Jumlah Komponen lain keluaran reaktor 114 D1

$$W_6^3 = F_2 - (W_3^3 + W_4^3 + W_5^3)$$

$$= 1089,1152 - (173,3564 + 800,5800 + 109,1700) \text{ Kg/Jam}$$

$$= 1089,1152 \text{ Kg/jam} - 1083,1064 \text{ Kg/Jam}$$

$$= 6,0088 \text{ Kg/jam}$$

Maka,

$$N_6^3 = \frac{CO \text{ Keluar}}{BM \text{ CO}}$$

$$= \frac{6,0088 \text{ Kg/jam}}{28 \text{ Kg/Kmol}}$$

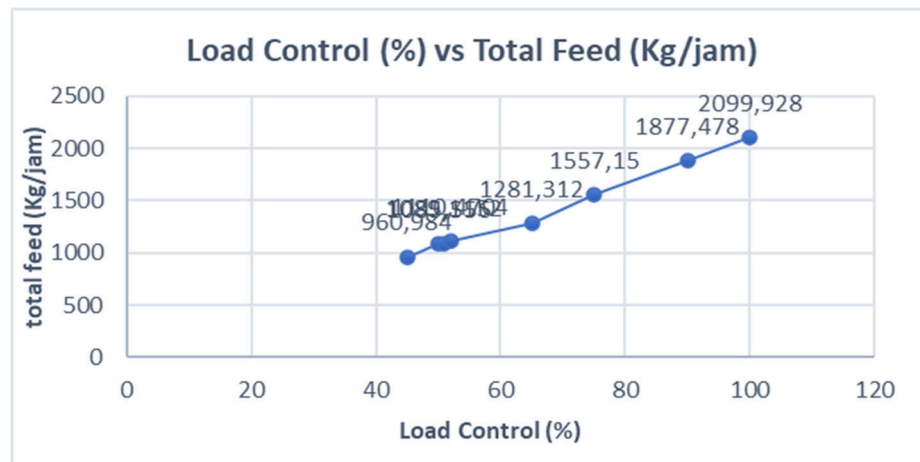
$$= 0,2146 \text{ Kmol/jam}$$

6. Pengaruh Load Control (kapasitas) terhadap Total feed dan Hidrogen yang dihasilkan section 114 (Hydrogen generation)

Tabel 4.3 Data Load terhadap total feed dan hidrogen yang Dihasilkan Section 114 D1 PT. ABC

Ratio Feed	Load Control (%)	Total Feed (l/jam)	H ₂ produk Desain (Nm ³ /jam)	Total feed (Kg/Jam)	H ₂ Actual (Nm ³ /jam)
1:1,93	45	1080	816	960,9840	953,5150
	50	1200	902	1085,5560	1001,5591
	51	1224	928	1089,1152	1037,7700
	52	1248	941	1110,4704	1049,5662
	65	1440	1178	1281,3120	1182,4004
	75	1750	1346	1557,1500	1368,5750
	90	2110	1612	1877,4780	1620,3112
	100	2360	1800	2099,9280	-

1. Pengaruh Load control Terhadap Total Feed



Gambar 4.2 Grafik Load Control Terhadap Total Feed

Dalam proses pembuatan hidrogen, Load control sangat mempengaruhi total feed yang diperlukan. Berikut beberapa pengaruh Load Control terhadap total feed:

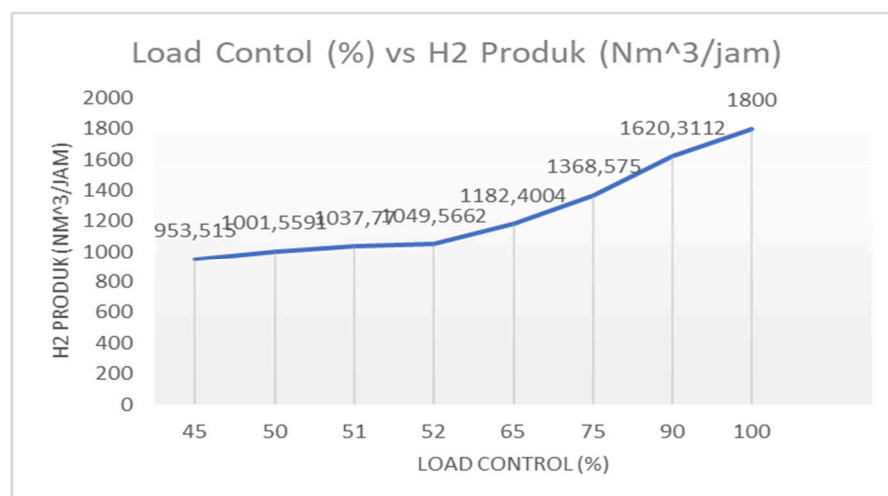
a. Efisiensi Operasional

Dengan Load control, Sistem dapat mengatur feed secara optimal untuk memastikan keseimbangan antara input feed dan keluaran sistem (Output) meningkatkan efisiensi energi dan material.

b. Kualitas Produk

Total Feed yang terlalu tinggi dapat mengurangi kualitas produk karena ketidakmampuan sistem memproses bahan dengan baik, Feed yang terlalu rendah akibat load control yang tidak sesuai dapat menyebabkan underperformance sistem, sehingga hasil produk menurun.

2. Pengaruh Load Control Terhadap H_2 Produk



Gambar 4.3 Grafik Load Control Terhadap H_2 Produk

Pengaruh Load control terhadap produksi hidrogen (H_2) cukup signifikan karena load control memengaruhi efisiensi, kestabilan, dan laju produksi hidrogen.

Berikut beberapa pengaruh load control terhadap produksi hidrogen (H_2):

a. Efisiensi Energi

Ketika beban dikendalikan secara efektif, sistem dapat beroperasi pada tingkat efisiensi yang lebih tinggi. Ini berarti energi yang digunakan untuk menghasilkan hidrogen lebih optimal, sehingga menghasilkan lebih banyak hidrogen per satuan energi.

b. Laju produksi

Load control memungkinkan penyesuaian daya sesuai dengan kebutuhan produksi hidrogen. Dengan kontrol yang baik, produksi hidrogen bisa disesuaikan sesuai dengan permintaan atau kapasitas yang diinginkan, tanpa membebani sistem secara berlebihan.

4.3 Pembahasan

Neraca massa terbagi atas dua yaitu neraca massa dengan sistem tidak bereaksi dan yang kedua neraca massa dengan sistem bereaksi. Neraca massa dengan sistem tidak bereaksi artinya adalah neraca massa tanpa disertai munculnya zat baru yang artinya komposisi bahan yang masuk sama dengan komposisi bahan yang keluar. Pada penelitian ini digunakan neraca massa sistem bereaksi yaitu neraca massa yang disertai munculnya zat baru akibat reaksi yang terjadi pada sistem.

Perhitungan neraca massa digunakan untuk mengetahui laju alir produk sebagai hasil keluaran reaktor dan laju alir pada masing-masing komponen dalam produk yang dihasilkan oleh unit reaktor 114 D1. Setelah dilakukan perhitungan pada proses pembentukan gas hidrogen di reaktor 114 D1, maka dapat diperoleh laju alir produk pada load 51% sebesar 1089,1152 kg/jam dari konversi reaksi (konversi reaksi sebesar 99%). Dalam proses pembuatan hidrogen, *Load control* sangat mempengaruhi total *feed* terhadap efisiensi operasional, Kualitas produk dan penyesuaian yang dinamis dan load control juga mempengaruhi hidrogen produk yang dihasilkan, memengaruhi efisiensi, kestabilan, dan laju produksi hidrogen.

V. SIMPULAN

Dari hasil praktek kerja lapangan dan data-data yang diperoleh di PT. ABC Kuala Tanjung serta dari hasil pengolahan data yang dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan Dari perhitungan yang telah diperoleh, laju massa yang masuk pada reaktor 114 D1 pada load 51% sebesar 1089,1152 Kg/jam dan Laju massa yang keluar dari reaktor 114 D1 pada load 51% sebesar 1089,1152 Kg/jam dengan komposisi aliran keluar yaitu condensat sebesar 173,3564 Kg/jam, Karbon dioksida sebesar 800,5800 Kg/jam, hidrogen sebesar 109,1700 Kg/jam, dan komponen lainnya sebesar 6,0088 Kg/jam. Dari Analisa data serta Grafik yang Pengaruh Load control terhadap produksi hidrogen cukup signifikan karena load control memengaruhi efisiensi, kestabilan, dan laju produksi hidrogen sehingga dapat disimpulkan bahwa Mahler masih bekerja optimum dan efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- Elkimkor. 2024. *Electrochemical Engineering*. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Hanafiah K. A. 2012. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Jakarta : PT. Raja Grafindo Persada.
- Hikmah M. N. 2010. *Pembuatan metil ester (Biodiesel) dari Minyak dedak dan Metanol dengan proses Esterifikasi dan Transesterifikasi*. Skripsi. Semarang : Universitas Diponegoro.
- Ian Chaffee. 2017. *Methanol : A planet-friendly energi source?*. Amerika : American Chemical Society.
- I Gede P. P, dkk. 2023. *Pengaruh persentase binder bentonit terhadap densitas pelet katalis zeolit alam*. Jurnal Teknik Mesin Universitas Diponegoro S-1, Vol 11, No 1.
- Lubis H, Aman C. 2013. *Pemeriksaan kandungan Logam Merkuri, Timbal, dan kadmium secara spektrofotometri Serapan Atom*. Majalah Kedokteran Nusantara Volume 41 (1).
- Lukman N. 2017. *Pengaruh metanol terhadap morfologi dan performa elektrokimia logam sebagai anoda baterai ion Lithium*. Taiwan : National Taiwan University Of Science and Technology.
- Petrucci R. H. 2011. *Kimia Dasar Prinsip Aplikasi Modern*. Jakarta : Erlangga.
- Singh, M. 2015. *Important Physician Update-Mean Ptlatet Volume, Metropolitan Medical laboratory*. F1000 prime Reports, PP: 1-2.
- Siti Alimah. 2008. *Pemilihan Teknologi Produksi Hidrogen dengan memanfaatkan energi nuklir*. Jurnal Pengembangan Energi Nuklir 10 (2).
- Yasir, Muhammad 2019. *Skripsi Reactor Design Pada Pabrik Sorbitol Melalui Proses Hidrogensi Katalitik Dengan Bantuan Katalis Nikel*. Fakultas Teknik: Universitas Negeri Semarang.