

## PENGARUH JUMLAH TRAY DAN REFLUKS KOLOM DISTILASI PADA PROSES PURIFIKASI METANOL

Ir. Erlinawati M.T., Muhammad Rahman\*, Ahmad Zikri S.T., M.T.,  
M.Reza Aditya

Program Studi Teknik Energi, Jurusan Teknik Kimia,  
Politeknik Negeri Sriwijaya, Indonesia  
E-mail: [Muhm.rahman01@gmail.com](mailto:Muhm.rahman01@gmail.com)

### Abstract

Metanol is the one of alternative energy source that can be used to offset the negative effects of fossil fuels in Indonesia. Metanol possesses non-warna fission principles, is easily flammable or guapable, flammable, and has a characteristic odor. The primary method for producing metanol is via the hydrotreating process. However, the metanol produced by the hydrotreating reactor has a poor consistency, thus there must be a process for distribution. This research aims to obtain methanol with the best concentration by using variations in the use of reflux and the number of distillation column trays. To carry out the distilasi process, a balloon distilasi is used with a bubble cap tray. In the current study, 8 times of both dissipation with and without refluks were conducted. This operation is carried out with the number of distinct Trays 1, 2, 3, and 4. Every run uses 10 L of Metanol at a temperature of 65°C, along with 20°C for the condenser and 20°C for the refluks. Each variation's operating time is 60 minutes. The results of the study indicate that using a refluks with a 4-tray variety is the best condition for distributing methanol. According to the results of the analysis of the methanol product that was produced in compliance with ASTM-D115220, its characteristics include viscosity of 0.5500 mPa.s, density 0.7960 gr/cm<sup>3</sup>, calorific value 5625.8322 Cal/gr, and temperature of 25.3 °C. according to the analysis results the methanol product produced has fullfild the standards of the American Society for Testing and Materials ASTM-D115220.

**Keywords:** Methanol; Distilation; Refluks; Tray

### Abstrak

Metanol merupakan salah satu energi alternatif yang dapat diperbaharui serta untuk menurunkan ketergantungan terhadap energi fosil di indonesia. Metanol memiliki sifat fisis tidak berwarna, mudah menguap atau volatil, mudah terbakar, dan memiliki bau yang khas. salah satu cara untuk memproduksi metanol yaitu dengan proses hydrotreating. Namun, Metanol yang diproduksi dari reaktor hydrotreating memiliki konsentrasi rendah. sehingga perlu adanya proses distilasi. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan metanol dengan konsentrasi terbaik dengan menggunakan variasi penggunaan Refluks dan jumlah Tray kolom distilasi. Kolom distilasi digunakan untuk melakukan proses distilasi. dengan jenis tray yaitu bubble cap tray. Pada penelitian ini dilakukan 8 kali percobaan yaitu distilasi tanpa refluks dan distilasi menggunakan

*refluks. Percobaan ini dilakukan dengan jumlah variasi Tray yang berbeda yaitu 1, 2, 3 dan 4. Setiap percobaan menggunakan 10 L Metanol dengan Temperatur Umpan 65 °C. temperatur kondensor 20°C serta temperatur refluks 20°C. Waktu operasi setiap variasi adalah 60 menit. Hasil Penelitian menunjukkan bahwa kondisi terbaik untuk distilasi metanol adalah distilasi dengan menggunakan refluks dengan variasi tray berjumlah 4. analisa karakteristik distilat berupa metanol yaitu viskositas 0,5599 mPa.s, densitas 0,7961 gr/cm<sup>3</sup>, Nilai kalor 5625,8322 Cal/gr, Titik nyala 25,3 °C, menurut hasil analisis produk metanol yang dihasilkan memenuhi standar American Society for Testing and Material yaitu ASTM-D115220.*

**Kata Kunci:** Metanol; Distilasi; Refluks; Tray

---

## 1. Pendahuluan

Di era globalisasi yang diikuti oleh pertumbuhan ekonomi dan industri serta peningkatan jumlah penduduk. Mayoritas energi industri di Indonesia masih berasal dari bahan bakar fosil, yaitu batu bara dan minyak bumi. Pembakaran bahan bakar fosil menghasilkan emisi CO<sub>2</sub> yang signifikan. Jika dibiarkan terus menerus, akan berdampak negatif pada Bumi karena peningkatan konsentrasi gas rumah lingkungan (GRK) di atmosfer sebanding dengan peningkatan jumlah radiasi inframerah yang terjebak di atmosfer. Untuk itu, negara-negara di seluruh dunia berkomitmen untuk membatasi kenaikan suhu global sampai 2°C atau bahkan di bawahnya. Sejak praindustri, emisi gas global harus dibatasi sampai 1.000 miliar ton karbon. Kemudian, setelah Conference of Parties (COP) 21 di Paris, pemimpin negara di seluruh dunia setuju untuk bertindak sekarang juga untuk mengurangi emisi karbon domestik melalui Perjanjian Paris [1]. Pemerintah Indonesia berkomitmen dengan dan memperkuat upaya mitigasi dan adaptasi terhadap perubahan iklim serta mengurangi emisi karbon untuk mencapai target Perjanjian Paris.

Metanol merupakan senyawa organik yang banyak digunakan dalam industri kimia sebagai solvent, co-solvent, dan bahan baku, dan salah satu bahan bakar alternatif yang dapat membantu mengurangi emisi karbon yang semakin meningkat. Oleh karena itu, metanol dianggap sebagai produk intermediet. Sekitar 65% produksinya di Indonesia digunakan untuk membuat produk lain dalam industri seperti tekstil, plastik, resin sintesis, farmasi, insektisida, plywood, dan banyak lagi. Biodiesel dibuat dengan campuran metanol juga. Metanol juga dapat diubah menjadi DME, yang dapat digunakan sebagai bahan bakar.

Produksi Metanol di Indonesia saat ini masih terus ditingkatkan pemerintah berkomitmen untuk mencapai ketahanan pangan nasional. Untuk mencapai hal ini, kemandirian bahan baku di dalam negeri diperlukan agar kita tidak bergantung pada bahan baku dari negara lain. Menurut Badan Pusat Statistik, impor metanol meningkat menjadi 772.196,427 ton per tahun hingga 2019. Namun, menurut Kementerian Perindustrian, per tahun pada tahun 2020 Indonesia membutuhkan 1,2 juta ton metanol untuk memenuhi kebutuhan metanol dalam negeri. Kapasitas produksi Indonesia saat ini hanya mampu memenuhi kebutuhan sebesar 660.000 ton per tahun. Untuk mengatasi masalah ini, pemerintah harus meningkatkan kapasitas produksi dengan membangun pabrik baru untuk metanol.

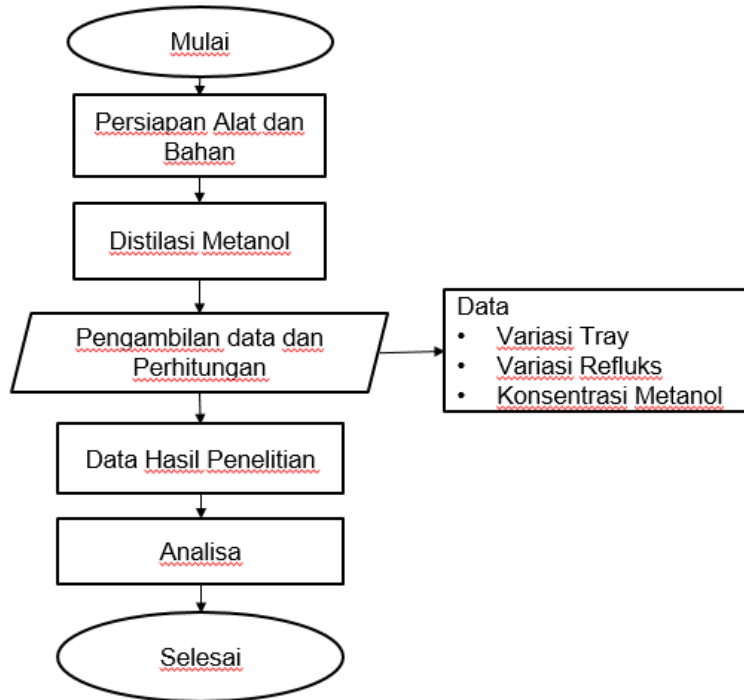
Metanol dapat diperoleh melalui beberapa proses, seperti oksidasi parsial metana, sintesis campuran gas hidrogen dan oksida karbon, dan pirolisis kayu. Dalam proses oksidasi parsial hidrokarbon, senyawa hidrokarbon digunakan sebagai bahan baku utama, dan produk oksidasi parsial hidrokarbon termasuk gas parafin, formaldehid, aseton, asetaldehid, aldehid, keton, dan alkohol tingkat tinggi. Produksi Metanol melalui proses gasifikasi biomassa menghasilkan Metanol dengan konsentrasi 15-35%. Selanjutnya, pembuatan Metanol dari penyulingan kayu hanya menghasilkan Metanol dengan konsentrasi yang rendah, yaitu sebesar 5-10%. Sedangkan, melalui reaksi hidrogenasi dengan penambahan katalis Cu/Zn/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, konsentrasi Metanol (CH<sub>3</sub>OH) yang diperoleh yaitu sebesar 64% dan air (H<sub>2</sub>O) yaitu sebesar 36%. Maka dari itu diperlukan proses distilasi untuk menaikkan konsentrasi Metanol yang dihasilkan.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan metanol dengan konsentrasi terbaik dengan menggunakan variasi penggunaan Refluks dan jumlah Tray kolom distilasi. Penelitian mengenai purifikasi Metanol telah banyak yang dilakukan. Namun, yang mengkaji pengaruh refluks terhadap jumlah Tray purifikasi Metanol masih sangat sedikit yang melakukan. Maka, diperlukannya penelitian lanjutan untuk mengetahui pengaruh jumlah Tray dan refluks pada proses purifikasi Metanol.

Berdasarkan permasalahan yang telah dijabarkan, diperlukannya penelitian lanjutan mengenai proses purifikasi Metanol dengan menggunakan kolom distilasi dan menggunakan jenis Tray yaitu bubble cap Tray dengan meninjau pengaruh Variasi jumlah Tray dan Tray yang digunakan.

## 2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan juli 2023 bertempat di Laboratorium Energi Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya. Penelitian ini dilakukan dengan metode kualitatif dan kuantitatif. Jenis Metanol yang digunakan yaitu metanol yang diproduksi dari reaktor hydrotreating, namun metanol dari proses hydrotreating memiliki kadar konsentrasi yang rendah. sehingga perlu adanya proses distilasi. Proses distilasi dilakukan menggunakan kolom distilasi dan menggunakan jenis tray yaitu bubble cap tray. penelitian ini dilakukan sebanyak 8 kali percobaan dengan masing masing 4 kali untuk variasi distilasi yang berbeda yaitu distilasi tanpa refluks dan menggunakan refluks. Percobaan ini dilakukan dengan menggunakan variasi jumlah Tray yang berbeda yaitu 1, 2, 3 dan 4. Parameter yang diamati selama proses purifikasi metanol adalah karakteristik metanol yang dihasilkan. Percobaan dilakukan dengan mempersiapkan bahan baku sebanyak 10 L. selanjutnya panaskan umpan dengan menggunakan boiler lalu atur suhu boiler sebesar 65°C. lalu tampung hasil distilat untuk dilakukan analisa. Analisa yang dilakukan adalah analisa densitas, viskositas, titik nyala dan nilai kalor. Percobaan dilakukan dengan cara berikut:



Gambar 1. Diagram alir purifikasi metanol

### 3. Hasil dan Pembahasan

Metanol merupakan suatu zat cair yang memiliki sifat fisis tidak berwarna, mudah menguap mudah terbakar, serta memiliki bau yang khas. metil alkohol, wood alkohol, atau spiritus merupakan nama lain dari Senyawa kimia ini. senyawa alkohol dengan satu gugus hidrogen ini memiliki rumus kimia  $\text{CH}_3\text{OH}$ .

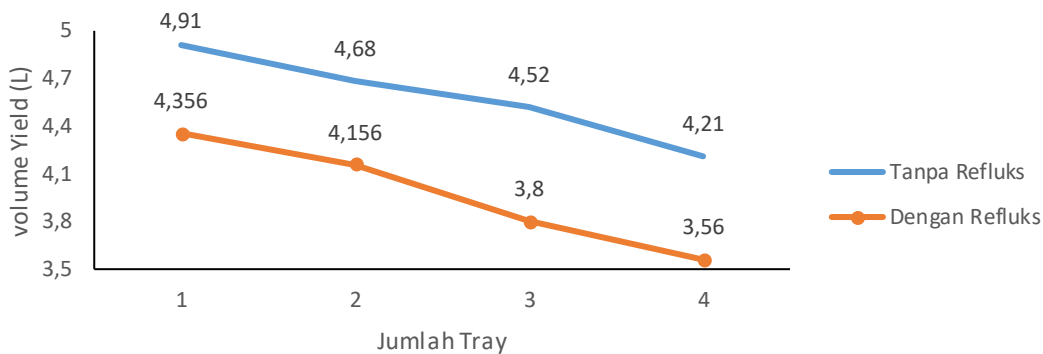
Metanol yang digunakan pada proses purifikasi metanol ini berasal dari proses hidrogenasi  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2$  dengan menggunakan yaitu katalis  $\text{Cu}/\text{Zn}/\text{Al}_2\text{O}_3$  hasil dari proses hidrogenasi ini terdiri dari metanol sebanyak 60 %, air, zat terlarut lainnya. Dari hasil proses hidrogenasi tersebut, produk metanol yang dihasilkan memiliki konsentrasi yang rendah. Sehingga diperlukannya proses lanjutan untuk meningkatkan konsentrasi dari metanol tersebut dengan menggunakan proses distilasi.

Pada proses distilasi diawali dengan memasukkan 10L metanol dengan konsentrasi 60% ke dalam boiler. rangkaian awal alat distilasi dengan menggunakan atau tanpa refluks dengan variasi jumlah *Tray* 4, 3, 2, hingga 1 *Tray*. Hal ini bertujuan unuk memisahkan fraksi yang mudah menguap atau fraksi yang titik didihnya lebih rendah hingga ke titik didih yang paling tinggi. Boiler dinyalakan dengan mengatur suhu sebesar  $65^\circ\text{C}$ . temperatur kondensor yang digunakan adalah  $20^\circ\text{C}$  dengan waktu operasi 60 menit tiap variasi *Tray*. Pada proses ini dihasilkan total volume distilat sebanyak 4,210 L. kemudian proses distilasi selanjutnya digunakan penambahan refluks dengan temperatur  $20^\circ\text{C}$  pada kondisi operasi yang sama dihasilkan total volume distilat sebanyak 3,650 L.

Pengaruh Jumlah Tray dan Refluks pada proses purifikasi metanol

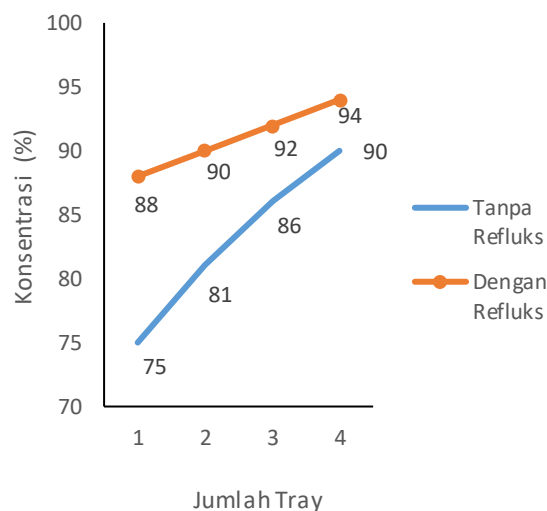
### 1. Pengaruh Jumlah Tray Dan Refluks Kolom Distilasi Terhadap Volume Distilat

Pada penelitian ini dilakukan 8 kali percobaan yaitu dengan 4 kali percobaan pada masing masing variasi yaitu distilasi tanpa refluks dan distilasi dengan refluks. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mendapatkan metode distilasi yang terbaik untuk mendapatkan kualitas metanol terbaik. Hasilnya menunjukkan bahwa distilasi tanpa refluks menghasilkan 4,210 liter distilat, sedangkan distilasi menggunakan refluks menghasilkan 3,650 liter distilat,. hal ini dapat ditunjukkan pada hasil volume produk yang dihasilkan pada gambar 2.



**Gambar 2.** Pengaruh Jumlah *Tray* Dan Refluks Terhadap Volume distilat

Penggunaan refluks mengakibatkan kondensat mengalami pemanasan berulang pada kondisi operasi dan waktu yang sama. kondensat kembali menuju kolom untuk melakukan kontak ulang, sehingga menghasilkan konsentrasi distilat yang lebih tinggi namun jumlah yang lebih kecil.. Adapun pada total persen distilat yang dihasilkan oleh distilasi dengan refluks sebesar 94% dan distilasi tanpa refluks sebesar 90%.



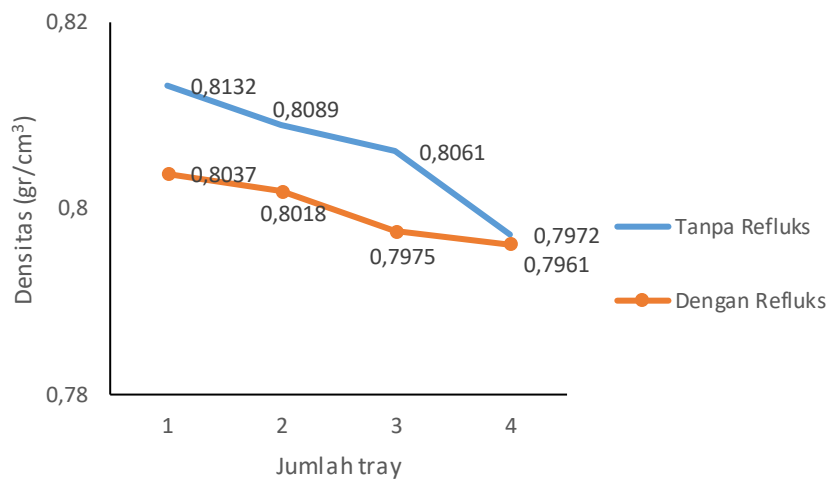
**Gambar 3.** Pengaruh Jumlah *Tray* Dan Refluks Terhadap Konsentrasi distilat

Dengan penggunaan refluks, pemisahan kolom untuk metanol menjadi lebih baik. Ini disebabkan oleh pemanasan berulang dan lebih banyak kondensat yang kembali menuju kolom distilasi.

## 2. Pengaruh Jumlah *Tray* Dan Refluks Kolom Distilasi Terhadap Densitas Distilat

Purifikasi metanol dilakukan melalui proses yang dikenal sebagai distilasi bertingkat atau fraksionasi. Distilasi bertingkat memisahkan senyawa hidrokarbon menjadi kelompok yang dikenal sebagai fraksi berdasarkan titik didihnya.

Semua fraksi yang dipisahkan pada masing masing *Tray* harus dilakukan beberapa analisa. Salah satu analisa yang digunakan untuk mengetahui jenis produk adalah densitas. densitas benda dapat dihitung dengan membagi total massanya dengan total volumenya. Massa jenis akan dihasilkan dari zat dengan massa dan volume yang sama. Adapun hasil analisa densitas dapat dilihat pada gambar 4.



**Gambar 4.** Pengaruh Jumlah *Tray* Dan Refluks Terhadap Densitas distilat

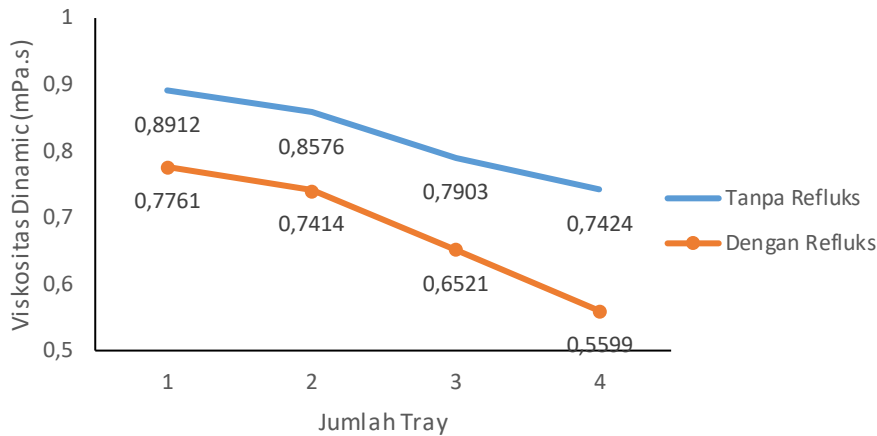
Berdasarkan hasil penelitian, dapat ditunjukkan bahwa proses distilasi dengan pemakaian refluks menghasilkan metanol dengan kadar densitas yang lebih rendah dibandingkan dengan proses distilasi tanpa menggunakan refluks. Selain itu, adanya peningkatan dalam pemisahan kolom untuk metanol sebagai akibat pemakaian refluks. Hal ini disebabkan oleh pemanasan berulang dan peningkatan jumlah kondensat yang kembali menuju kolom distilasi.

Dapat di lihat pada gambar 4, proses distilasi dengan variasi jumlah 4 *Tray* mempunyai kadar densitas yang lebih rendah dibandingkan dengan variasi jumlah tray lainnya, variasi jumlah 4 tray mempunyai kadar densitas yaitu 0,7961 gr/cm<sup>3</sup> dan 0,7972 gr/cm<sup>3</sup>, sedangkan distilasi dengan variasi jumlah 1 *Tray* memiliki densitas yang lebih tinggi, yaitu 0,8097 gr/cm<sup>3</sup> dan 0,8132 gr/cm<sup>3</sup>. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa untuk mendapatkan berat jenis cairan yang ringan maka tray yang digunakan semakin banyak.

Suatu bahan bakar harus memiliki nilai densitas yang rendah karena bahan bakar yang memiliki nilai densitas yang tinggi dapat menyebabkan suatu mesin mengalami keausan yang menyebabkan kerusakan [2].

### 3. Pengaruh Jumlah Tray dan Refluks Kolom Distilasi Terhadap Viskositas Distilat

Pada penelitian ini, viskositas diukur berdasarkan waktu tempuh bola gelas boron silika melintasi viskometer hoppler dengan jarak tempuh 10 cm. viskositas dinamik Adapun hasil analisa viskositas pada masing masing *Tray* dapat dilihat pada gambar 5.



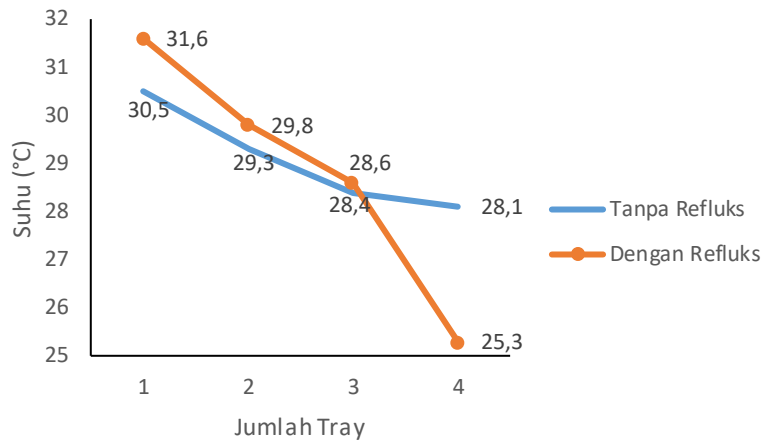
**Gambar 5.** Pengaruh Jumlah *Tray* Dan Refluks Terhadap viskositas

Berdasarkan hasil penelitian, semakin banyak *Tray* yang digunakan maka semakin kecil tingkat kekentalan dari produk yang dihasilkan pada tiap setiap *Tray* tersebut. pada distilasi tanpa refluks dengan jumlah 4 *Tray* memiliki viskositas sebesar 0,7424 mPa.s sedangkan proses distilasi dengan refluks sebesar 0,5599 mPa.s. pada 1 *Tray* proses distilasi tanpa refluks memiliki kadar viskositas sebesar 0,8912 mPa.s sedangkan distilasi dengan refluks memiliki nilai viskositas 0,7761 mPa.s m<sup>2</sup>/s.

Bahan bakar yang memiliki kadar viskositas rendah akan memudahkan bahan bakar untuk diinjeksikan, dikabutkan, dan dicampur dengan udara menuju ruang bakar sehingga pembakaran dapat terjadi secara optimal. Di sisi lain, tingginya viskositas dapat menyebabkan bahan bakar mengalami atomisasi sehingga menyebabkan pembakaran yang lebih buruk [3].

### 4. Pengaruh Jumlah Tray Dan Refluks Kolom Distilasi Terhadap Titik Nyala

Titik nyala berhubungan dengan keamanan pada cara menyimpan bahan bakar. Semakin tinggi nilai titik nyala, maka semakin mudah proses penyimpanan bahan bakar. Adapun hasil analisa titik nyala pada masing masing *Tray* dapat dilihat pada gambar 6.



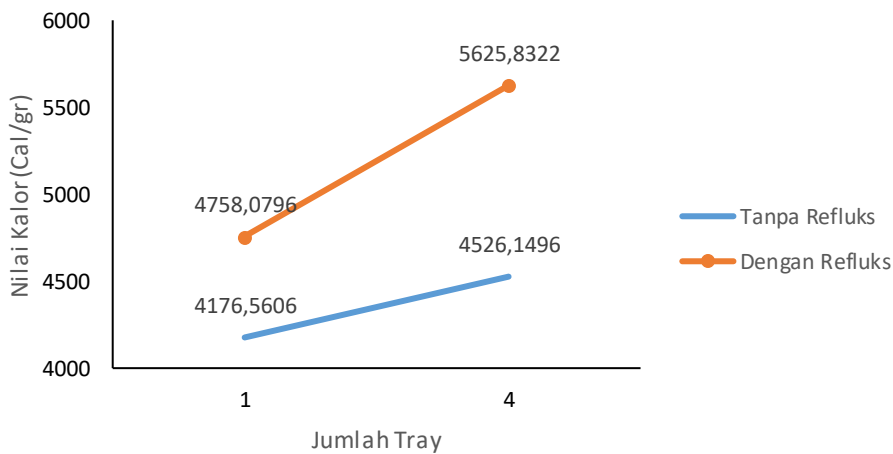
**Gambar 6.** Pengaruh jumlah *Tray* dan refluks Terhadap titik nyala

Menurut Metode Tes Standar ASTM D-56. Metanol memiliki titik nyala 11-13°C, sehingga aman dari kebakaran selama penyimpanan, pengendalian, dan transportasi dapat diawasi dengan baik. Titik nyala menunjukkan tingkat volatilitas tinggi dan kemampuan untuk terbakar bahan bakar. Volatile adalah kecenderungan bahan bakar untuk menguap [4].

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, semakin banyak jumlah *Tray* yang digunakan pada proses distilasi, akan menyebabkan titik nyala distilat semakin kecil. titik nyala distilat semakin mendekati standar titik nyala metanol karena distilat yang dihasilkan semakin ringan. titik nyala yang terlalu rendah dapat memperlambat penyalaan, titik nyala yang tinggi dapat menyebabkan adanya ledakan-ledakan kecil pada ruang bakar sebelum bahan bakar dapat masuk ke ruang bakar [5].

### 5. Pengaruh Jumlah *Tray* Dan Refluks Kolom Distilasi Terhadap Nilai Kalor Metanol

Pada penelitian ini, pengukuran nilai kalor dilakukan pada variasi jumlah 1 *tray* dan 4 *tray* pada dari hasil distilasi dengan menggunakan refluks dan tanpa menggunakan refluks. Pengukuran nilai kalor dilakukan dengan menggunakan alat bomb calorimeter.



**Gambar 7.** Pengaruh jumlah *Tray* dan refluks Terhadap nilai kalor



Pada 1 Tray tanpa refluks didapatkan nilai kalor 4176,5606 (Cal/gr) dan 1 Tray dengan refluks memiliki nilai kalor 4758,0796 (Cal/gr). Sementara pada 4 Tray tanpa refluks didapatkan nilai kalor 4526,1496 (Cal/gr) dan 4 Tray dengan refluks memiliki nilai kalor 5625,8322 (Cal/gr). Nilai kalor ini mendekati nilai kalor metanol pada Standar ASTM yaitu 4600 - 5200 (Cal/gr). Dengan nilai kalor bahan bakar yang lebih tinggi, energi yang dihasilkan akan lebih efisien karena menghasilkan panas yang lebih besar dengan massa yang lebih sedikit [3].

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan beberapa percobaan, dapat disimpulkan bahwa kondisi terbaik untuk purifikasi metanol adalah dengan distilasi dengan refluks. Ini dilakukan pada suhu boiler 65°C, temperatur refluks dan kondensor 20 °C, dan selama 60 menit dengan banyak umpan 10L. Dengan refluks, konsentrasi hasil distilat meningkat, Konsentrasi metanol terbaik menggunakan 4 tray akan mendapatkan kualitas metanol terbaik. Karakteristik produk hasil metanol memiliki sifat fisik yang paling sesuai dengan ASTM D1152-20 yang dilihat berdasarkan sifat fisik dan kimianya seperti densitas, viskositas, titik nyala dan nilai kalor

#### Referensi

- [1] Windyswara, D. 2019. Alasan Pemerintah Indonesia Meratifikasi Paris Climate Agreement Tahun 2016. *eJournal Ilmu Hubungan Internasional*, 7 (1), 69-90.
- [2] Anom, I.D.K. 2020. Karakterisasi Asap Cair Hasil Pirolisis Sampah Kantong Plastik sebagai Bahan Bakar Bensin. *Fullerene Journal of Chemistry*. Vol 5(2): 96-101.
- [3] Oktavia, T., Dkk. 2022. Analisis Pengaruh Refluks dan Jumlah Tray Kolom Distilasi Dalam Proses Purifikasi Green Diesel. *Jurnal Pendidikan Dan Teknologi Indonesia*, 2(2), 569-576.
- [4] Deryl, J. Y. 2018. Pemanfaatan Dec Sebagai Agen Peningkat Performa Pembakaran Gasoline Dan Agen Penurun Tekanan Uap Light Naphtha. Skripsi S1 Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [5] Asgar, R, A. 2019. Meningkatkan Keandalan Auxiliary Diesel Engine Plant dari Pengaruh Stabilitas Oksidasi Biodiesel di Pt. Vale Indonesia Tbk, Sorowako. Thesis S2 Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.