

PENGARUH INJEKSI NAPHTA OFF TERHADAP CATALYTIC NAPHTA DI REGENERATOR-REAKTOR RFCCU (RESIDUAL FLUIDIZED CATALYTIC CRACKING UNIT)

¹Mery Cristina, ¹Windi Zamrud, ²Hery A. Mufti

¹Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang 65141, Indonesia

²Pertamina RU III, Jalan Beringin I, Plaju 30967, Indonesia

cristinamery31@gmail.com; [\[windimlg@gmail.com\]](mailto:[windimlg@gmail.com]); hery.mufti@pertamina.com

ABSTRAK

Naphta off di CDU (*Crude Distillation Unit*) VI PT. Pertamina RU III Plaju-Palembang mengalami penumpukan, sehingga perlu adanya pengolahan kembali untuk meningkatkan nilai jualnya. PT. Pertamina RU III Plaju-Palembang berusaha untuk mengelola produk yang tidak memenuhi spesifikasi atau memiliki nilai jual rendah menjadi produk yang memiliki nilai jual tinggi. Salah satu cara yang dapat diterapkan adalah memanfaatkan *naphta off* sebagai bahan injeksi di MTC (*Mixed Temperature Control*) yang merupakan bagian dari RFCCU (*Residual Fluidized Catalytic Cracking Unit*). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh laju alir injeksi *naphta off* terhadap %yield dan *Octane Number (ON)* produk *catalytic naphta* di RFCCU (*Residual Fluidized Catalytic Cracking Unit*), serta melakukan perhitungan kebutuhan panas dari regenerator-reaktor pada kondisi %yield dan ON *catalytic naphta* optimum. Variabel bebas yang digunakan adalah laju alir injeksi *naphta off*, yakni 0; 24,42; 89,73; 96,13; 96,46; 97,1; 101,19 (Ton/Day). Dari hasil penelitian diketahui, semakin banyak laju alir *naphta off* yang diinjeksikan, maka %yield *catalytic naphta* cenderung meningkat, namun pengaruhnya pada ON mengalami penurunan. % Yield *catalytic naphta tertinggi* (54,51%) diperoleh pada laju alir 97,1 T/D. Pada laju alir *naphta off* tersebut juga menghasilkan ON *catalytic naphta* sebesar 91, yang masih memenuhi batas minimal standar Pertamina RU III (≥ 91). Kondisi operasi yang dibutuhkan untuk menghasilkan produk *catalytic naphta* optimal %yield (54,51 %) dan ON (91) adalah pada suhu reaktor 502,36°C dan suhu regenerator 661°C, dengan kebutuhan panas regenerator-reaktor sebesar 470,38 BTU/lb feed.

Kata kunci : *catalytic naphta, naphta off, octane number, %yield catalytic naphta.*

ABSTRACT

Naphta off in CDU (*Crude Distillation Unit*) VI PT. Pertamina RU III Plaju-Palembang has a buildup, so it needs to be processed again to increase its selling value. PT. Pertamina RU III Plaju-Palembang strives to manage products that do not meet the specifications or have a low selling value into a product that has a high selling value. One of the workable ways is to utilize *naphtha off* as an injection material in MTC (*Mixed Temperature Control*) which is the part of RFCCU (*Residual Fluidized Catalytic Cracking Unit*). The purpose of this research is to find out the influence of *naphtha* injection flow rate against the % yield and *Octane Number (ON)* *catalytic naphtha* product in the RFCCU (*Residual Fluidized Catalytic Cracking Unit*), as well as perform the heat requirement calculation of Regenerator-reactor on conditions % yield and ON *catalytic naphtha* Optimum. The free variable used is *naphtha* injection flow rate off, which is 0; 24.42; 89.73; 96.13; 96.46; 97.1; 101.19 (Ton/Day). From the results of known research, the more the flow rate of *naphtha off* is authorized, the % yield *catalytic naphtha* tends to increase, but its influence on the ON decreases. % Yield *catalytic naphtha* highest (54.51%) Obtained at the flow rate of 97.1 T/D. At the rate of *naphtha off* the flow also resulted ON *catalytic naphtha* of 91, which still meets the minimum limit of Pertamina's standard RU III (≥ 91). Operating conditions required to produce *catalytic naphtha* products optimal % yield (54.51%) and ON (91) is at the reactor

temperature = 502,36 °c and the regenerator temperature = 661 °c, with the need for regenerator-reactor heat of 470.38 BTU/lb feeds.

Keywords: catalytic naphta, naphta off, octane number, %yield catalytic naphta.

1. PENDAHULUAN

Naphta adalah suatu kelompok yang terdiri dari beberapa jenis hidrokarbon cair yang digunakan sebagai bahan baku produksi komponen bensin. *Naphta off* adalah *naphta* yang tidak lolos spesifikasi pabrik, seperti rendahnya *Octane Number (ON)* dan *end point* yang terlalu tinggi [1]. Untuk mengolahnya, *naphta off* dapat dimanfaatkan sebagai bahan injeksi di MTC. *Naphta* yang diinjeksikan akan bereaksi dengan katalis *zeolite* yang merupakan komponen kristal *Alumino silikat* berpori bersama dengan TFF (*Total Fresh Feed*) di dalam reaktor [2]. Bahan yang digunakan untuk injeksi di MTC (*Mix Temperature Control*) berjenis *naphta off*, dimana kualitasnya tidak memenuhi spesifikasi, sehingga pemakaiannya akan berpengaruh pada produk *Catalytic Naphta* yang dihasilkan di RFCCU. Setelah itu produk dari reaktor akan dialirkan ke kolom fraksinasi. Sedangkan katalis di reaktor disirkulasikan kembali ke generator [3]. Kolom fraksinasi digunakan untuk memisahkan produk-produk hidrokarbon bahan bakar minyak dan non bahan bakar minyak dengan proses distilasi [4]. Pengaruh penambahan *naphta off* inilah yang akan dipelajari dalam penelitian ini. Pada tahap awal, pemakaian *naphta off* yang diinjeksikan di MTC dilihat pengaruhnya terhadap *yield catalytic naphta* dan *octane number*. Dua parameter tersebut dipilih karena mempengaruhi nilai jual produk. Selain itu adanya injeksi *naphta off* akan berpengaruh terhadap kebutuhan panas regenerator-reaktor, sehingga perlu dilakukan penentuan kebutuhan panas optimal dari regenerator-reaktor agar dapat menghasilkan *yield* dan *ON catalytic naphta* yang tinggi.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini digunakan untuk menganalisa pengaruh injeksi *naphta off* terhadap produk *catalytic naphta* di regenerator-reaktor RFCCU. Metode perhitungan dilakukan berdasarkan data-data yang meliputi kondisi operasi pada peralatan regenerator-reaktor (suhu di regenerator-reaktor, dan laju alir) untuk mengetahui panas yang dibutuhkan di dalam regenerator-reaktor setelah penambahan injeksi *naphta off*. Selain itu, perhitungan *yield catalytic naphta* didapat dari data total produk RFCCU. Analisa *octane number* mengacu pada ASTM D2700. Data-data yang dibutuhkan diperoleh dari control room RFCCU, laporan laboratorium *feed* RFCCU dan data-data penunjang lain dari perpustakaan *process engineering, central file*, dan dari pustaka lainnya.

Perhitungan *yield catalytic naphta* adalah sebagai berikut,

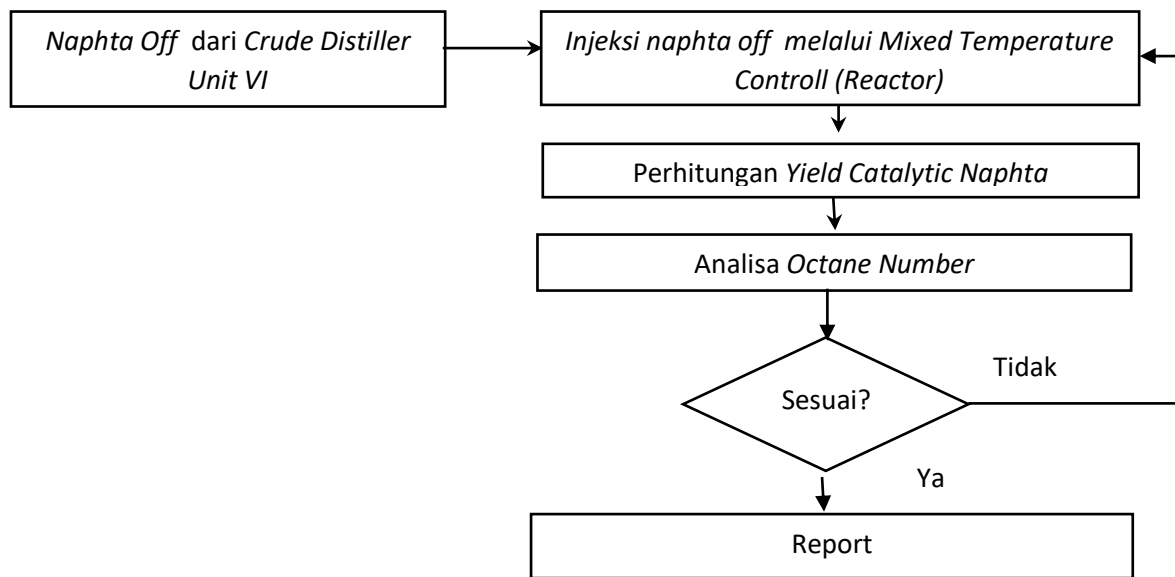
$$\%yield\ catalytic\ naphta = \frac{Produk\ Catalytic\ Naphta}{Total\ Produk\ Reaktor} \times 100\% \quad (1)$$

Perhitungan kebutuhan panas di reaktor-regenerator adalah sebagai berikut [5],

$$Q\ reaktor = Q\ combined\ feed + Q\ steam + Q\ inert\ gas + Q\ loss + Q\ reaksi \quad (2)$$

$$Q\ regenerator = Q\ coke\ combustion - Q\ udara - Q\ uap\ air - Q\ coke - Q\ loss \quad (3)$$

Berikut dilampirkan skema proses injeksi *naphta off* pada RFCCU pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema kerja proses di RFCCU

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

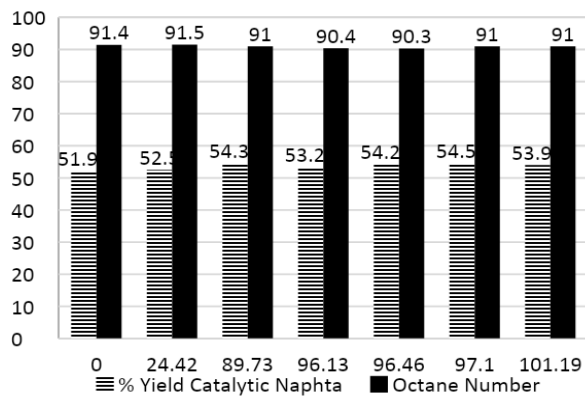
3.1 Pengaruh Komposisi *Naphta Off* terhadap *Yield Catalytic Naphta*

Penelitian dilakukan selama 7 hari, mulai tanggal 14-20 Januari 2019. Analisis yang dilakukan adalah dengan melihat pengaruh injeksi *naphta off* dalam *feed* terhadap *yield* dan *octane number* produk *catalytic naphta*.

Tabel 1. Hasil komposisi *naphta off* dalam *feed* terhadap %*yield* dan on produk *catalytic naphta*.

Hari ke-	Total Fresh Feed (TFF) (T/D)	Injeksi Naphta Off (T/D)	Rasio TFF/Naphta Off	°API Gravity Feedstock	Produk Catalytic Naphta (T/D)	Yield Catalytic Naphta (%)	ON (Octane Number)
1	2.617	0	0	29,37	1.391,79	51,99	91,4
2	2.624,25	24,42	107,46	29,48	1.431,36	52,50	91,5
3	2.539,81	89,73	28,31	29,50	1.487,13	54,39	91
4	2.576,42	96,13	26,80	29,85	1.451,11	53,24	90,4
5	2.578,52	96,46	26,73	29,88	1.468,45	54,29	90,3
6	2.543,02	97,1	26,19	29,83	1.495,41	54,51	91
7	2.561,25	101,19	25,31	30,10	1.471,7	53,98	91

Dari hasil yang didapatkan komposisi *naphta off* dalam *feed* mempengaruhi nilai %*yield catalytic naphta*. Dapat dilihat dari gambar 3, bahwa semakin besar jumlah penambahan *naphta off* maka %*yield catalytic naphta* yang dihasilkan semakin besar. Semakin besarnya injeksi *naphta off*, semakin besar komposisi *naphta off* dalam *feed* maka %*yield catalytic naphta* yang dihasilkan akan semakin banyak. %*yield catalytic naphta* mencapai titik maksimum pada saat jumlah *naphta off* sebesar 97,1T. Ketika jumlah dinaikkan menjadi 101,19 T maka terjadi penurunan persentase *yield catalityc naphta* sebesar 0,53 %.



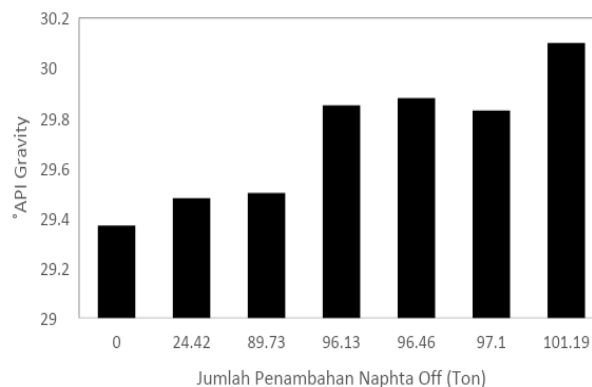
Gambar 2. Pengaruh jumlah penambahan *Naphta Off* terhadap *Yield Catalytic Naphta* dan *Octane Number*

3.2 Pengaruh Komposisi *Naphta Off* terhadap *Octane Number* Produk *Catalytic Naphta*

Berdasarkan Gambar 1 dapat dilihat bahwa semakin sedikit jumlah *naphta off* di dalam *feed* maka *octane number* produk *catalytic naphta* cenderung semakin menurun. Sedangkan jumlah *naphta off* yang diinjeksikan semakin banyak, maka ON nya akan semakin rendah. Hal ini dikarenakan *naphta off* yang diinjeksikan memiliki *octane number* yang sangat rendah, yakni 62,2. Karena banyaknya komposisi *naphta off* dalam *feed* mempengaruhi nilai °API *gravity feedstock*, maka hal ini juga akan berpengaruh pada ON produk *catalytic naphta*. Semakin tinggi °API *gravity*, semakin banyak kandungan *paraffin* di *feed* dan menyebabkan penurunan *octane number* (Sadeghbeigi, 2000) [6]. Sadeghbeigi (2000), juga menyatakan bahwa secara umum semua parameter yang akan meningkatkan %*yield gasoline (catalytic naphta)* juga akan menghasilkan penurunan oktan *gasoline* tersebut. Sehingga banyaknya komposisi *naphta off* yang menyebabkan naiknya % *yield* akan menurunkan *octane number* produk *catalytic naphta* yang dihasilkan [6].

3.3 Pengaruh Komposisi *Naphta Off* terhadap Produk °API *gravity Catalytic Naphta*

Banyaknya komposisi *naphta off* dalam *feed* dapat berpengaruh terhadap produk *catalytic naphta* yang dihasilkan baik dari kuantitas dan kualitas. Kualitas *feed* dapat dilihat dari sifat fisik *feed* tersebut, salah satunya yaitu °API *gravity*. °API *gravity* merupakan ukuran densitas *liquid hidrokarbon*. Banyaknya komposisi *naphta off* dalam *feed* mempengaruhi °API *gravity feedstock*. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3. Pengaruh jumlah penambahan *Naphta Off* terhadap °API *Gravity Feedstock*

Semakin kecil jumlah *naphta off* yang digunakan, maka semakin besar pula nilai °API gravity feedstocknya. Hal ini berarti nilai °API gravity dipengaruhi jumlah *naphta off*. Menurut Sadeghbeigi (2000), semakin tinggi nilai °API gravity feedstock, maka feed memiliki lebih banyak molekul paraffin berantai panjang [6]. Seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1, dengan bertambahnya °API gravity maka % yield produk catalytic *naphta* yang dihasilkan cenderung meningkat. Hal ini dikarenakan paraffin dengan rantai lurus yang panjang sangat mudah ter-crack menjadi *gasoline (catalytic naphta)*. Parafin merupakan golongan senyawa hidrokarbon yang memiliki struktur rantai lurus (normal) dan rantai bercabang (isomer). Parafin memiliki °API Gravity >30. Fraksi ringan parafin tersusun oleh parafin rantai lurus yang ditemukan dalam fase gas dan wax parafin. Sementara parafin bercabang ada pada fraksi berat dengan angka oktan lebih tinggi dari n-parafin. Dengan begitu % yield produk catalytic *naphta* akan meningkat seiring bertambahnya °API gravity.

3.4 Kebutuhan Panas (*Heat Balance*) Regenerator-Reaktor

Pada regenerator, reaksi yang terjadi bersifat eksotermis dengan suhu sekitar 670-690°C dan pada reaktor merupakan reaksi endotermis dengan suhu antara 500-520°C, sehingga reaktor mendapatkan panas dari regenerator. Perhitungan *heat balance* regenerator-reaktor ini didasarkan pada UOP (*Universal Oil Product*) A Honeywell Company. Kebutuhan panas regenerator-reaktor dicari dengan menentukan neraca panas masing-masing regenerator dan reaktor, kemudian menentukan neraca massa *overallnya* (laju alir injeksi *naphta off* = 97,1 T/D).

Panas regenerator berasal dari panas yang digunakan untuk memanaskan katalis. Panas reaktor ini menggunakan basis 1 lb *feed*. Sedangkan panas regenerator menggunakan basis 1 lb *coke*. Sehingga untuk mencari neraca massa *overallnya*, maka panas regenerator perlu di basis terlebih dahulu ke 1 lb *feed*. Karena dianggap *steady state*, maka kebutuhan panas regenerator-reaktor adalah 470,38 BTU/lb *feed*.

Tabel 3 menjelaskan kebutuhan panas regenerator-reaktor pada laju alir injeksi *naphta off* = 0 T/D. Apabila dibandingkan dengan kebutuhan panas regenerator-reaktor pada kondisi optimum (Tabel 2), kebutuhan panas regenerator-reaktor pada kondisi laju alir *naphta off* = 0 T/D membutuhkan panas yang lebih kecil (457,17 BTU/lb *feed*) dari pada kondisi optimum (470,38 BTU/lb *feed*). Hal ini dikarenakan *coke* yang terbentuk lebih sedikit, Apabila *coke* yang terbentuk lebih sedikit, maka panas pembakaran yang dibutuhkan oleh regenerator untuk meregenerasi katalis juga akan semakin kecil. Adanya *coke* pada katalis ini mengindikasikan bahwa komposisi *naphta off* dalam *feed* semakin banyak. *Naphta off* memiliki rantai karbon yakni, C₅ – C₉, sehingga semakin banyaknya komposisi *naphta off* dalam *feed*, maka *coke* yang terbentuk akan semakin banyak. Hal ini dikarenakan C₅ – C₉ akan tercracking menjadi molekul rantai lebih kecil dan memungkinkan akan ter-cracking sampai menjadi *coke*. Dalam proses perengkahan, total *coke* yang dihasilkan sangat abnyak sehingga panas yang dibutuhkan untuk memanaskan *coke* juga semakin besar [7]. Akibat dari penambahan komposisi *naphta off* tersebut adalah panas yang dibutuhkan oleh regenerator-reaktor akan semakin besar.

Tabel 2. Neraca energi regenerator-reaktor pada kondisi maksimum (laju alir *naphta off* = 97,1 T/D; suhu *riser* = 502,36°C; suhu regenerator *dense bed* = 661°C)

ΔH Reaktor (BTU/lb feed)		ΔH Regenerator (BTU/lb feed)	
Combined feed	387,19		
Steam	11,51		
Inert gas	-0,64	Regenerator	470,38
Losses	12,6		
Reaksi	59,71		
Total	470,38	Total	470,38

Tabel 3. Neraca energi regenerator-reaktor pada kondisi (laju alir *naphta off* = 0 T/D; suhu *riser* = 502,37°C; suhu regenerator *dense bed* = 663°C)

ΔH Reaktor (BTU/lb feed)		ΔH Regenerator (BTU/lb feed)	
Combined feed	386,59		
Steam	14,39		
Inert gas	-0,62	Regenerator	457,17
Losses	12,6		
Reaksi	44,17		
Total	457,17	Total	457,17

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian “Pengaruh Injeksi *Naphta Off* terhadap Produk *Catalytic Naphta* di Regenerator-Reaktor RFCCU (*Residual Fluidized Catalytic Cracking Unit*), dapat disimpulkan bahwa semakin banyak laju alir injeksi *naphta off* (0-101,19 T/D) maka % *yield catalytic naphta* yang dihasilkan cenderung meningkat. % *yield catalytic naphta* tertinggi (54,51 %) diperoleh pada laju alir 97,1 T/D dan semakin banyak laju alir injeksi *naphta off* (0-101,19 T/D) maka semakin rendah ON produk *catalytic naphta* yang dihasilkan. Laju alir *naphta off* 97, 1 T/D menghasilkan ON *catalytic naphta* sebesar 91, yang masih memenuhi batas minimal standar (≥ 91) Pertamina RU III. Untuk kondisi operasi yang dibutuhkan untuk menghasilkan produk *catalytic naphta* optimal %*yield* (54,51 %) dan ON (91) adalah pada suhu reaktor 502,36°C dan suhu regenerator 661°C, dengan kebutuhan panas regenerator-reaktor sebesar 470,38 BTU/lb feed.

4.2 Saran

Dari data yang diperoleh dan analisis yang dilakukan terdapat beberapa saran yang diberikan yaitu pengaturan laju alir *naphta off* pada MTC yang ideal akan memberikan dampak yang signifikan terhadap *yield* produk *catalytic naphta*, injeksi *naphta off* sebaiknya diinjeksikan tidak melebihi *range* 97 T/D sehingga tidak terlalu menurunkan *octane number* dan *yield* produk *catalytic naphta* dan laju alir dan temperatur udara pembakaran harus selalu dijaga agar proses pembakaran *coke* tetap berlangsung baik sehingga proses regenerasi katalis dapat berlangsung.

REFERENSI

- [1] Suwarno, *Ringkasan Unit Unit CD&L*. Palembang: Pertamina Refinery Unit III, 2009.
- [2] Anonim, *Residual Fluidized Catalytic Cracking Unit*. Palembang: Pertamina Refinery

- Unit III, 2005.
- [3] N. Assauri, "Optimasi Yield Catalytic Naphta denga Pengaturan Catalyst to Oil Ratio pada Reaktor (FC D-1) RFCCU PT. ZZ". Prosiding Seminar Nasional Teknologi Energi dan Mineral 2021, hal. 503-508, 2021, <https://doi.org/10.53026/sntem.v1i2>
- [4] T. A. Ilhami, A. Takwanto, dan R. M. Kusuma, "Evaluasi Kinerja Kolom Fraksinasi C-1 Di Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia Minyak Dan Gas Bumi (Ppsdm Migas) Cepu," *Distilat J. Teknol. Separasi*, vol. 7, no. 2, hal. 297–301, 2021, doi: 10.33795/distilat.v7i2.256.
- [5] Anonim, *Process Engineering: Process Calculations for Reactor and Regenerator*. America: UOP (Universal Oil Products) A Honeywell Company, 1993.
- [6] R. Sadeghbeigi, *Fluidized Catalytic Cracking Handbook-Second Edition*. America: Gulf Publishing Company, 2000.
- [7] Y. Ramadhani, "Pengamatan Kondisi Operator Reaktor dan Regenerator di RFCCU PT Pertamina (Persero) RU III Plaju-Sungai Gerong", *Alkimia J. Ilmu Kimia dan Terapan*, vol.2, no.2, hal. 29-33, 2019, <https://doi.org/10.19109/alkimia.v3i1.3141>