

UPAYA PENINGKATAN YIELD REFORMATE KOLOM DEBUTANIZER 203-C-001 DENGAN METODE TRIAL & ERROR DAN SIMULASI HYSYS DI UNIT PLATFORMING PT XYZ

Balqis Isya Candradi^{1*}, Pusparatu¹

¹Teknik Pengolahan Minyak dan Gas, Politeknik Energi dan Mineral Akamigas, Jalan Gajah Mada No. 38 Cepu, Blora 58315

*E-mail : balqiscandra7159@gmail.com

ABSTRAK

Debutanizer Column adalah alat untuk memisahkan komponen atas dan komponen bawah (*Offgas dan Reformate*). Terdapat 30 tray pada kolom debutanizer dan letak pengumpanan masuknya ada pada tray 21. Setelah melakukan proses evaluasi dan menggunakan simulasi trial and error dengan hysys, diperkirakan dibutuhkan 13 tray (1 *reboiler tray*). Letak umpan ditempatkan di tray 6 dan 7. Refluks minimum adalah sebesar 1,9197. Pada penelitian ini menggunakan metode trial and error untuk menentukan metode analisis hasil dan analisis ekonomi. Untuk melakukan metode tersebut dibantu dengan software Microsoft Excel dan simulasi hysys. Pada penelitian ini melakukan trial and error pada suhu bagian bawah kolom untuk mendapatkan hasil optimasi yang paling baik dan meningkatkan produktivitas peralatan, serta meningkatkan kinerja alat. Suhu bottom diturunkan dari 202°C menjadi 197 °C dengan peningkatan yield reformate dari 94,41% menjadi 95,41%. Keuntungan/laba sesudah optimasi sebesar Rp 19.536.524.570.291,30 sedangkan ketika sebelum optimasi sebesar Rp 19.239.264.198.665,70. Jadi, dengan meningkatkan efisiensi maka keuntungan yang didapatkan sebesar Rp 297.260.371.625,66 per tahun.

Kata kunci: Reformate, Debutanizer, Temperature, Upaya Peningkatan

1. PENDAHULUAN

PT XYZ merupakan perusahaan yang bergerak di bidang industri petrokimia. Produk utamanya adalah aromatik, terutama *paraxylene*, *benzene*, *orthoxylylene* dan *heavy* aromatik. Perusahaan ini juga merupakan produsen minyak khususnya minyak premium, minyak gas, *light naphtha*, LPG dan *petrochemical thermal crack feed* (PTCF). Unit *Platforming* merupakan unit yang dapat meningkatkan kandungan aromatik dengan *me-reforming Sweet Naphtha* dari hasil *Naphtha Hydrotreating Unit*. Kolom debutanizer menggunakan prinsip pemisahan secara distilasi. Distilasi adalah proses perengkahan senyawa kimia pada titik didih bahan baku. Pada proses kondensasi, campuran zat dipanaskan hingga menguap, kemudian uapnya mendingin dan berubah menjadi cair. Yang titik didihnya paling kecil atau yang paling rendah akan naik terlebih dahulu [1].

Jurnal ini ditulis untuk mengetahui efisiensi peralatan yang dihasilkan dari prosedur pengoperasian yang digunakan, penentuan parameter temperatur optimal, hasil metode yang digunakan yaitu metode pengujian serta simulasi *error* dan *hysys* pada temperatur bawah kolom, serta untuk menghitung dan menganalisis hasil ekonomi yang dihasilkan dari upaya peningkatan yang dilakukan pada parameter variabel kontrol.

A. Reformate

Reformate adalah salah satu produk utama yang dihasilkan dari proses *catalytic reforming* di industri kilang minyak. Produk utama dari *catalytic reforming* ini dikenal sebagai *reformate*, yang berperan penting sebagai komponen utama bahan bakar bensin dengan angka oktan tinggi, jadi *reformate* digunakan untuk meningkatkan bilangan oktan. Dalam bahan bakar bensin,

angka oktan adalah indikator resistensi bahan bakar terhadap ketukan (*knocking*) yang dapat terjadi pada mesin. Semakin tinggi angka oktan, semakin baik bahan bakar tersebut dalam mencegah ketukan, yang berarti *reformate* menjadi komponen yang sangat penting dalam formulasi bensin modern. *Reformate* biasanya memiliki angka oktan sekitar 90-100, yang membuatnya ideal untuk digunakan dalam campuran bensin yang membutuhkan nilai oktan tinggi untuk performa mesin yang optimal [2]. Selain digunakan sebagai komponen bahan bakar, *reformate* yang kaya akan senyawa aromatik seperti benzena, toluena, dan xilena juga berfungsi sebagai bahan dasar untuk berbagai aplikasi petrokimia [3].

B. Kolom Distilasi

Proses pada kolom distilasi didasarkan pada titik didih. Proses distilasi yang terjadi pada kolom distilasi disebabkan oleh panas yang diberikan pada *reboiler*, karena aliran *steam* yang keluar dari *reboiler* naik dan bersentuhan dengan aliran air dari *feeder* dan *feeder* yang mengalir melalui kolom [4].

Senyawa yang paling mudah menguap adalah campuran pembentuk fase uap yang diperoleh dari puncak menara distilasi yang disebut fase *LightKey*. Sementara itu, sejumlah kecil campuran tetap berada dalam fase cair dan menjadi bagian bawah menara distilasi yang disebut fase *HeavyKey* [5].

C. Kolom Debutanizer

Kolom Debutanizer digunakan untuk memisahkan komponen-komponen ringan (C4 atau lebih ringan) dari fraksi berat. Kolom ini dirancang sedemikian rupa sehingga hidrokarbon ringan seperti butana dan propana naik ke bagian atas kolom dan dikeluarkan sebagai produk atas (*overhead product*), yang sering kali berbentuk gas (*off gas*). Sementara itu, hidrokarbon yang lebih berat tetap berada di bagian bawah kolom dan dikeluarkan sebagai produk bawah (*bottom product*), yang dikenal sebagai *reformate* [6].

Off gas yang dihasilkan dari produk atas kolom debutanizer umumnya mengandung komponen gas hidrokarbon yang lebih ringan seperti butana, propana. Gas-gas ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar untuk pemanas di dalam kilang atau diolah lebih lanjut untuk dijadikan LPG (*Liquefied Petroleum Gas*). Pemisahan ini sangat penting untuk memastikan bahwa produk akhir dari *reformate* memiliki komposisi yang lebih stabil dan sesuai dengan spesifikasi produk akhir yang diinginkan, terutama untuk meningkatkan angka oktan dalam bahan bakar [7].

Produk bawah dari kolom debutanizer adalah *reformate*, biasanya mengandung hidrokarbon yang lebih berat, termasuk senyawa aromatik seperti benzena, toluena, dan xilena (BTX), yang memiliki nilai oktan tinggi dan sangat penting dalam formulasi bahan bakar berkualitas tinggi. *Reformate* dapat langsung digunakan sebagai komponen dalam bensin untuk meningkatkan kualitas dan angka oktan, atau diolah lebih lanjut untuk mengekstraksi senyawa aromatik yang berguna dalam industri petrokimia [8].

D. Tray pada Kolom

1. Tray Minimum

Tray minimum adalah jumlah *stage* yang diperlukan ketika semua produk dipindahkan ke bagian atas kolom, artinya semua uap yang terkondensasi dikembalikan melalui kepala ke kolom dan semua air yang telah terkuras dari bagian bawah kolom akan kembali. Hal ini dapat dilakukan dengan menggunakan metode *Fenske* dengan menggunakan persamaan berikut :[8]

$$Nm = \frac{\left\{ \frac{X_{HK}^D}{X_{LK}^D} \frac{X_{HK}^B}{X_{LK}^B} \right\}}{\log \left(\frac{X_{LK}}{X_{HK}} \right)_{avg}} \quad (1)$$

2. Tray Teoritis

Tray teoritis adalah jumlah tray yang diperlukan bila fase cair dan uap di setiap tray sama. Jumlah tray dapat dicari dengan menggunakan metode *Gilliland* berikut :[9]

$$Tray\ Teoritis = \frac{Ro-Rm}{Ro+1} \quad (2)$$

E. Efisiensi Tray

Efisiensi tray bertujuan untuk mengevaluasi kinerja proses distilasi yang terjadi. Berikut adalah perhitungannya :[2]

$$Eo = \frac{Jumlah\ Tray\ Aktual}{Jumlah\ Tray\ Teoritis} \times 100\% \quad (3)$$

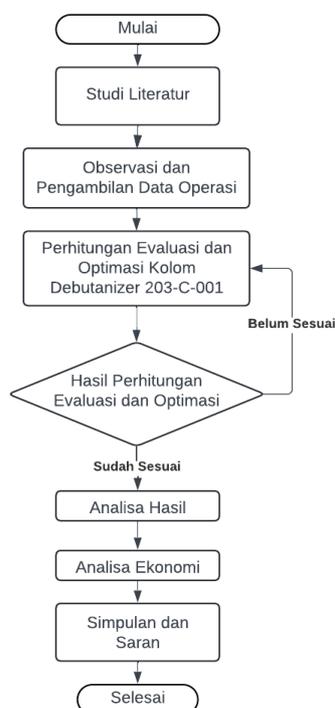
Menurut *Christie. J. Geankoplis*, yaitu 50% - 85%, sehingga efisiensi tray dapat dikatakan berada dibawah batas yang ditentukan. Sedangkan, Menurut *R. K. Sinnott* dengan range 30%-70%, sehingga efisiensi tray dapat dikatakan berada didalam rentang efisiensi tray menyeluruh.

Jika kondisi operasi kolom dapat dioptimalkan tentunya akan memberikan keuntungan dengan purity produk yang lebih baik [10]. Metode yang dilakukan untuk melakukan peningkatan performa baik pada proses separasi maupun distilasi yaitu dengan mengatur laju alir refluks untuk meningkatkan kemampuan pemisahan serta mengatur beban pemanas pada kolom [11].

F. Metode Trial & Error

Metode *trial and error* merupakan salah satu langkah dasar dalam proses pemecahan masalah, dimana suatu solusi dicari melalui serangkaian percobaan, yang meliputi pengujian berbagai kemungkinan solusi hingga solusi tersebut ditemukan dengan benar. Pada prinsipnya, melakukan percobaan secara berulang-ulang sampai didapat hasil yang terbaik [12].

2. METODE



Gambar 1. Metode Kerja Penelitian

Metode kerja yang digunakan dipaparkan pada Gambar 1. Metode yang digunakan adalah metode simulasi *hysys* serta *trial & error* pada PT XYZZ di Tuban, Jawa Timur dan mulai 1 Juli 2024 hingga 31 Agustus 2024. Materi yang digunakan terdiri dari data kondisi operasi alat Kolom Debutanizer (203-C-001) yang diambil dari data *morning report* di *Central Control Building* (CCB) serta hasil produk bawahnya diambil dari analisis laboratorium bulan Juli 2024.

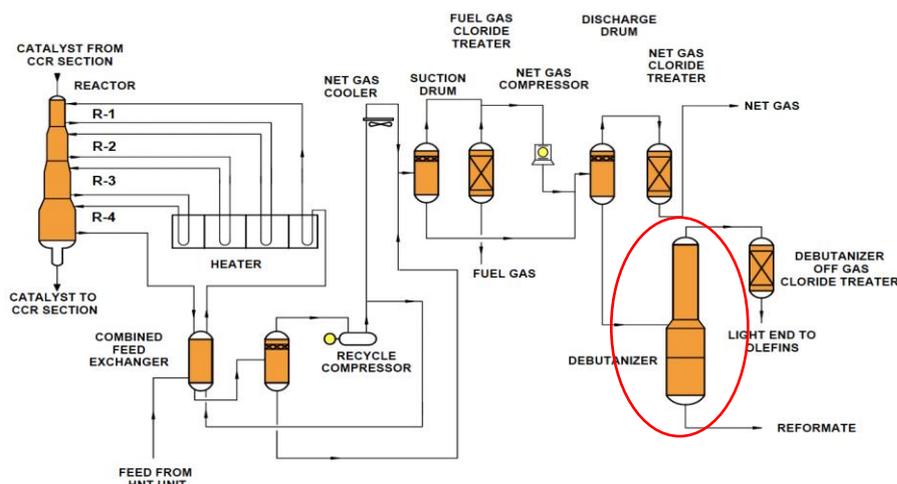
Analisis ekonomi menggunakan metode rasio biaya produksi dan menghitung hasil statistik, semakin tinggi persentase hasilnya, semakin tinggi pula laba yang hasilnya berdasarkan keekonomian produk tersebut. Pada metode *trial and error* digunakan untuk menentukan metode analisis hasil dan analisis ekonomi. Untuk melakukan metode tersebut dibantu dengan *software Microsoft Excel* dan simulasi *hysys*. Pada penelitian ini melakukan *trial and error* pada suhu bagian bawah kolom untuk mendapatkan hasil optimasi yang paling baik seperti yang dilaporkan *Christie J. Geankoplis* dan *R.K Sinnot*. Hasil dari percobaan *trial and error* setelah optimasi pada suhu 197°C didapatkan hasil *draw recovery* sebesar 0,9541 atau nilai *yield*-nya sebesar 95,41%, sedangkan pada suhu 202°C dimana suhu tersebut merupakan suhu kondisi operasi di lapangan didapatkan hasil *draw recovery* sebesar 0,9441 atau nilai *yield*-nya sebesar 94,41%. Kemudian keuntungan/laba sesudah optimasi sebesar Rp 19.536.524.570.291,30 sedangkan ketika sebelum optimasi sebesar Rp 19.239.264.198.665,70. Jadi, dengan meningkatkan efisiensi maka keuntungan yang didapatkan sebesar Rp 297.260.371.625,66 per tahun.

3. PEMBAHASAN

A. Proses pada Unit Platforming

Unit *Platforming* (203) digunakan untuk dapat memproduksi maupun meningkatkan kandungan aromatik dengan me-*reforming Sweet Naphtha* dari hasil *Naphtha Hydrotreating Unit* dan digunakan reaksi kimia yang dipengaruhi oleh grup katalis yang spesifik. Sebagai umpan, digunakan *Hydrotreated Naphtha (Sweet Naphtha)* dari *Stripper Column 202-C-001* produk bawah (pada NHT unit 202). Pada kondisi tertentu (tekanan sistem reaktor di Isomar rendah), *net gas* ini bisa langsung dikirim ke Isomar (unit 209).

B. Proses pada Kolom Debutanizer



Gambar 2. *Process Flow Diagram* Kolom Debutanizer 203-C-001

Selanjutnya, keluaran dari reaktor keempat (203-R-004) didinginkan dengan penggunaan *Combined Feed Exchanger* dengan pertukaran panas dengan *feed* seperti pada Gambar 2. Selanjutnya, dapat didinginkan lebih lanjut di dalam *product condenser* (203-E-003) dan masuk ke dalam separator (203-V-001). *Product separator gas* yang mengandung banyak *hydrogen* dikompresikan dengan *Recycle Compressor* (203-K-001-T) dan dicampur *fresh feed*. *Net gas* selanjutnya dikompresikan di dalam *net gas compressor* (203-K-002A/M-M) sehingga dapat di-*treat* dan keluar unit. *Unstabilized reformat* yang berasal dari *product separator*, *first stage suction drum*, *first stage discharge drum*, dan *second stage discharge drum* dipanaskan dalam *debutanizer feed exchanger* (203-E-010 A/B/C) sebelum akhirnya masuk ke dalam *debutanizer* (203-C-001) dan *overhead* akan dikondensasikan sehingga dapat ditampung pada *Debutanizer Receiver* (203-V-007). Lalu, sebagian *liquid* dapat dikembalikan ke *column*. *Vapor* yang tidak terkondensasi kemudian dikirim ke *fuel gas system*. *Stabilizer reformat* yang berasal dari bottom *debutanizer* sebagian akan masuk ke *reboiler heater* (203-H-005) untuk dipanaskan dan masuk ke dalam kolom *debutanizer* kembali. Sedangkan sebagiannya lagi akan didinginkan dengan *Debutanizer Feed Exchanger* (203-010-A/B/C) dan selanjutnya dapat dikirimkan ke *Reformat Splitter* pada *Aromatic Fractionation Unit* (Unit 211). Sekitar 80% *Net Gas* dari *platforming unit* dikompresikan dan dikirim ke hidrogen *header* dan digunakan sebagai *make up hydrogen* untuk berbagai unit, seperti NHT, Isomar, dan Tatoray. Selain ini, sisa dari *net gas* akan terkirim ke *low pressure fuel gas header*.

C. Data Desain Kolom Debutanizer 203-C-001

Sebelum memulai perhitungan tentunya perlu mempunyai beberapa data pendukung, salah satunya adalah data desain alat yang digunakan sebagai acuan untuk kondisi operasi pada saat melakukan optimasi. Tabel 1 berikut adalah data desain untuk Kolom Debutanizer 203-C-001 sedangkan data spesifikasi dari alat yang digunakan terdapat pada Tabel 2.

Tabel 1. Kondisi Operasi Kolom Debutanizer 203-C-001

Kondisi Operasi Kolom Debutanizer				
	Variabel	Aktual	Desain	Satuan
Temperature	Feed	155,08	278	°C
	Top	75,93	84	
	Bottom	202,72	250	
	Reflux	46	250	
Flow	Feed	212506,67	243406,3	Kg/Hr
	Off Gas	4571,92	-	
	Reflux	16717,79	-	
	Top	21289,71	27359,86	
	Out Reformat	211747,55	-	
	From Reboiler	200000,21	-	
	Bottom	411747,75	465768,79	
Pressure	Feed	31,41	12,3	Kg/Cm ²
	Top	9,41		
	Bottom	8,85		
	Reflux	11,8		

Tabel 2. Data Spesifikasi Alat Kolom Debutanizer 203-C-001

Spesifikasi Alat Kolom Debutanizer	
Nama	Debutanizer
Item Number	203-C-001
Diameter Atas	1600mm
Diameter Bawah	2800mm
Tinggi Silinder	6600mm

Bahan Dasar Kolom	<i>Carbon Steel</i>
<i>Design Pressure</i>	12,3 kg/cm ³ G
<i>Actual Pressure</i>	9,41/8,85 (Atas/Bawah)
<i>Design Temperature</i>	278 °C
<i>Actual Temperature</i>	75,93/202,72 (Atas/Bawah)
Tipe Tray	<i>Valve Tray</i>
Jumlah Tray	30 Tray
Tray Umpan Masuk	Tray ke-21
Produk Atas	<i>Off Gas</i>
Produk Bawah	<i>Reformate</i>

D. Hasil Analisa Laboratorium

Adapun untuk hasil dari analisa laboratorium digunakan sebagai data pendukung pada proses perhitungan yakni pada tabel 3 sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil Analisa Laboratorium

Hasil Analisa Laboratorium		
No	Parameter Uji	<i>Reformate</i>
1	SG 60/60	0,82
2	Distilasi	
	IBP	51,36
	5%	75,94
	10%	83,97
	50%	119,33
	90%	163,55
95%	176,61	
3	FBP	211,82
4	RON	100,31
5	RVP	3,41

E. Hasil Evaluasi Kolom Debutanizer 203-C-001

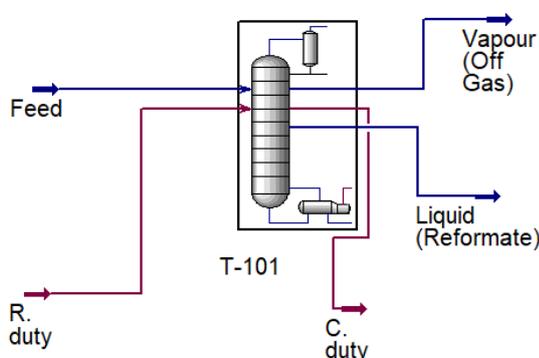
Dengan data yang diperoleh maka dapat menentukan hasil evaluasi dari Kolom Debutanizer 203-C-001 pada tabel 4 sebagai berikut. Tabel 4 menunjukkan bahwa efisiensi tray didapatkan sebesar 40%, dimana efisiensi tray tersebut dapat dikatakan berada di dalam rentang efisiensi tray menurut *Christie. J. Geankoplis* dan *R. K. Sinnott*.

Tabel 4. Hasil Evaluasi Kolom Debutanizer 203-C-001

Hasil Evaluasi Kolom Debutanizer				
Keterangan	Satuan	Nilai		
		Evaluasi	Aktual	Desain
Kondisi Operasi				
Tekanan Kolom	Kg/Cm ²		9,41	12,3
Suhu Umpan	°C		155,08	278
Suhu Atas Kolom	°C	53,97	75,93	84
Suhu Bawah Kolom	°C	209,2	202,72	250
Laju Alir				
Umpan	Kg/Hr		212506,67	243406,3
Produk Atas	Kg/Hr		21289,71	27359,86
Produk Bawah	Kg/Hr		411747,75	465768,79
Refluks	Kg/Hr		16717,79	

Konstanta Underwood		2,32351		
Refluks Rasio Minimum		1,9196724 36		
Refluks Operasi Aktual		3,6566		
Refluks Rasio		1,9048		
Tray Minimum		8		
Tray Ideal Teoritis	Tray	13		
Tray Umpan Masuk	Tray	6-7	21	21
Jumlah Tray Terpasang	Tray		30	30
Effisiensi Tray	%	40		

F. Upaya Peningkatan dengan Simulasi Hysys



Gambar 3. Simulasi Aspen Hysys Kolom Debutanizer 203-C-001

Dari data yang diperoleh maka dilanjutkan dengan membuat simulasi proses alat menggunakan *software Hysys* seperti pada Gambar 3, dimana simulasi ini berfungsi untuk mengetahui variabel-variabel yang dapat dirubah untuk mencapai suatu kondisi operasi tertentu. Dimana untuk kondisi aktual kolom dapat dilihat pada tabel 5 di bawah ini:

Tabel 5. Hasil Reformate Kondisi Aktual

Reformate Kolom Debutanizer 203-C-001		
Temperature	202,7	°C
Pressure	1079	kPa

Sehingga dapat diketahui hasil simulasi yang sudah dilakukan maka diperoleh hasil *Reformate* pada Kolom Debutanizer 203-C-001 yaitu *temperature* sebesar 207,5°C, *pressure* sebesar 1079 Kpa, dan *flowrate*-nya sebesar 2200 Kgmole/h. untuk hasil tersebut dapat dikatakan masih masuk ke dalam kondisi desain yang ada. Dimana untuk desain *temperature* yaitu pada kondisi 250°C dan untuk desain *pressure* pada kondisi 1205 Kpa.

G. Percobaan Trial & Error

Dengan menetapkan kondisi aktual pada simulasi *hysys*, Langkah selanjutnya yaitu melakukan metode *trial & error* dimana, pada metode ini melakukan simulasi percobaan untuk mendapatkan kondisi yang optimal. Tabel 6 berikut merupakan hasil percobaan *trial & error*.

Tabel 6. Data *Trial & Error*

<i>Percobaan Trial & Error</i>			
<i>Percobaan</i>	<i>T Reformat</i>	<i>Molar Flow (Reformat)</i>	<i>Draw Recovery</i>
1	197	303.356	0.9541
2	197.2	302.951	0.9537
3	197.4	302.548	0.9534
4	197.6	302.143	0.953
5	197.8	301.736	0.9526
6	198	301.327	0.9522
7	198.2	300.902	0.9518
8	198.4	300.489	0.9514
9	198.6	300.073	0.951
10	198.8	299.655	0.9506
11	199	299.235	0.9502
12	199.2	298.812	0.9498
13	199.4	298.311	0.9494
14	199.6	297.958	0.949
15	199.8	297.489	0.9486
16	200	297.090	0.9482
17	200.2	296.659	0.9478
18	200.4	296.215	0.9474
19	200.6	295.730	0.947
20	200.8	295.250	0.9466
21	201	294.862	0.9462
22	201.2	294.393	0.9458
23	201.4	293.921	0.9454
24	201.6	293.430	0.945
25	201.8	292.930	0.9446
26	202	292.407	0.9441
27	202.2	291.869	0.9437
28	202.4	291.302	0.9433
29	202.6	290.703	0.9428
30	202.8	290.064	0.9424
31	203	289.384	0.9419
32	203.2	288.646	0.9414
33	203.4	287.849	0.9409
34	203.6	287.000	0.9404
35	203.8	286.069	0.9399
36	204	285.090	0.9394
37	204.2	284.022	0.9388
38	204.4	282.994	0.9382
39	204.6	281.940	0.9376
40	204.8	281.114	0.9371
41	205	280.286	0.9365

42	205.2	279.400	0.9359
43	205.4	278.515	0.9353
Percobaan Trial & Error			
Percobaan	T Reformate	Molar Flow (Reformate)	Draw Recovery
44	205.6	277.624	0.9347
45	205.8	276.730	0.9342
46	206	275.820	0.9336
47	206.2	274.948	0.933
48	206.4	274.064	0.9324
49	206.6	273.157	0.9318
50	206.8	272.284	0.9312
51	207	271.482	0.9306
Maximum	207	303.356	0.9541
Minimum	197	271.482	0.9306

Pada tabel 6., menunjukkan percobaan *trial and error* setelah optimasi terlihat bahwa pada suhu 197°C didapatkan hasil *draw recovery* sebesar 0,9541 atau nilai *yield*-nya sebesar 95,41%, sedangkan pada suhu 202°C dimana suhu tersebut merupakan suhu kondisi operasi di lapangan didapatkan hasil *draw recovery* sebesar 0,9441 atau nilai *yield*-nya sebesar 94,41%.

H. Hasil Kondisi Optimasi

Berdasarkan percobaan *trial & error* seperti pada tabel 6 di atas, maka untuk hasil kondisi optimal yang didapatkan dapat dilihat pada tabel 7 berikut. Maka dapat dilihat bahwa dengan menurunkan *temperature* bawah dari 202°C menjadi 197°C akan menghasilkan kenaikan *yield reformate* dari 94,41% menjadi 95,41%. sehingga dari data yang dihasilkan dapat dikatakan bahwa *temperature* bawah kolom berpengaruh terhadap kenaikan dari *yield reformate*. Hal tersebut telah dibuktikan dari beberapa percobaan yang dilakukan. Dari data tersebut juga dapat disimpulkan bahwa ketika *temperature* bawah kolom semakin besar maka akan berbanding terbalik dengan hasil *yield reformate* yang diperoleh.

Tabel 7. Kondisi Operasi Kolom Debutanizer

Reformate		
<i>Temperature</i>	197,0	°C
<i>Pressure</i>	1079	kPa

I. Keekonomian

Setelah melakukan proses upaya peningkatan alat pada kolom debutanizer 203-C-001, maka langkah selanjutnya yaitu menentukan nilai keekonomian. Untuk melakukan perhitungan keekonomian menggunakan perhitungan seperti berikut:

- 1.) Sebelum upaya peningkatan (optimasi)

$$\begin{aligned} \text{Laba/Keuntungan} &: \text{Flow Feed Reformate} \times \text{US\$/bbl} \times 365\text{D} \\ &: 41861,63522 \text{ bbl/day} \times 87\text{USD/Bbl} \times 365 \text{ D} \\ &: \text{Rp } 19.239.264.198.665,70 \end{aligned} \tag{1}$$
- 2.) Setelah upaya peningkatan (optimasi)

$$\begin{aligned} \text{Laba/Keuntungan} &: \text{Flow Feed Reformate} \times \text{US\$/bbl} \times 365\text{D} \\ &: 42062,89308 \text{ bbl/day} \times 87\text{USD/Bbl} \times 365 \text{ D} \end{aligned}$$

: Rp 19.536.524.570.291,30

- 3.) Hasil Keseluruhan dari upaya peningkatan
Laba/Keuntungan : Setelah Upaya Peningkatan (Optimasi) – Sebelum Upaya Peningkatan (Optimasi)
: Rp 19.536.524.570.291,30 - Rp 19.239.264.198.665,70
: Rp 297.260.371.625,66

4. SIMPULAN

Pada penelitian ini menggunakan metode *trial and error* untuk menentukan metode analisis hasil dan analisis ekonomi. Untuk melakukan metode tersebut dibantu dengan *Software Microsoft Excel* dan simulasi *hysys*. Pada penelitian ini melakukan *trial and error* pada suhu bagian bawah kolom untuk mendapatkan hasil optimasi yang paling baik dan meningkatkan produktivitas peralatan, serta meningkatkan kinerja alat. *Temperature* di bagian bawah kolom diturunkan dari 202°C menjadi 197 °C supaya dapat meningkatkan kinerja alat menghasilkan kenaikan *Yield reformate* dari 94,41% sebesar 95,41% dan efisiensi tray menyeluruh sebesar 40%. Dengan dilakukannya optimasi maka nilai keekonomisan total yang akan dihasilkan sebesar Rp 297.260.371.625,66 per-tahunnya.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Christie, J.G., 2021. Transport Process and Unit Operation, New Jersey:Englewood Cliffs.
- [2] Dermawan, I., 2019. Optimasi Produksi Sumur Gas Dan Penentuan Kondisi Proses Untuk Mendapatkan Keuntungan Yang Maximal. Jakarta, FT Universitas Indonesia.
- [3] Speight, J. G. (2014). The Chemistry and Technology of Petroleum. CRC Press.
- [4] Gary, J. H., & Handwerk, G. E. (2010). Petroleum Refining: Technology and Economics. Marcel Dekker, Inc.
- [5] Kister, H. Z. (2009). Distillation Design. McGraw-Hill.
- [6] Felder, R. M., & Rousseau, R. W, Elementary Principles of Chemical process (4Thed.).Wiley, 2016.
- [7] McCabe, W. L., Smith, J. C., & Harriott, P. Unit Operations of Chemical Engineering 7Th ed, Indian Ed, 2017.
- [8] Chattopadhyay, P., Absorption & Stripping, Asian Books Pvt, New Delhi, 2017
- [9] Sinnott, R. K., & Towler, G. P. Chemical Engineering Design: Principles 3rd ed, 2021
- [10] Wankat, P. C. Separation Process Engineering Includes Mass Transfer Analysis 5Th Ed. 2022
- [11] Asianingsih, Y. 2018. Optimasi Desain Kolom Distilasi. Surabaya. Departemen Fisika, ITS.
- [12] D.glandt, E., T.klein,M.,&Edgar, T. F. (n.d.) Optimazation of Chemical Process. E.m. Munson,Ed. 2 nd ed, New York:McGraw-Hill,inc, 2021.

Daftar Simbol

N_m	= Tray minimum yang dibutuhkan saat semua produk kembali ke atas kolom
X_{LKD}	= Fraksi mol Light key component distilat (komponen kunci ringan)
X_{HKD}	= Fraksi mol Heavy key component distilat (komponen kunci berat)
X_{LKB}	= Fraksi mol Light key component produk bawah (komponen kunci ringan)
X_{HKB}	= Fraksi mol Heavy key component produk bawah (komponen kunci berat)
$\alpha_{(AVG)}$	= Relatif Volatilitas rata-rata
R_m	= Refluks Minimum
R_o	= Refluks Operasional

E_o = Efisiensi tray secara menyeluruh