

# OPTIMASI YIELD SWEET NAPHTA DENGAN PENGATURAN BOTTOM TEMPERATURE PADA KOLOM STRIPPER DI UNIT NHT PT XYZ

Agna Tri Herawati<sup>1\*</sup>, Tun Sriana<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Teknik Pengolahan Migas, Politeknik Energi dan Mineral Akamigas Cepu, Jl. Gajah Mada No. 1, Cepu, 58315

\*E-mail: herawt27@gmail.com

## ABSTRAK

Kolom *stripper* merupakan kolom yang memisahkan impurities beserta komponen *light key* (*cyclopentane*) dengan *heavy key* (*n-hexane*) yang masih terbawa dalam umpan sebelum masuk ke unit selanjutnya atau unit *platforming* di PT XYZ. Kolom ini berisi *tray* dengan tipe *sieve* dengan jumlah *tray* sebanyak 25 *tray*, dengan kondisi operasi pada tekanan 9,4 kg/cm<sup>2</sup> dan pada suhu 139-209°C. *Feed* akan masuk pada *tray* ke-6 dengan laju alir sebesar 273,029 T/jam. Refluks minimum yang dihasilkan adalah 1,0468. Hasil evaluasi performa kolom menunjukkan efisiensi sebesar 68%. Dengan data tersebut, maka perlu dilakukan optimasi dengan bantuan simulasi *Aspen hysys*. Optimasi Hysys diharapkan dapat me-maksimalkan *bottom* produk agar tidak terikut bersama produk *top* produk perlu dilakukan pengaturan pada variabel *temperature* untuk meningkatkan *yield bottom* produk dalam pemisahan kolom. Dengan menggunakan simulasi ASPEN HYSYS kondisi optimum *bottom temperature* menjadi 205°C dan menghasilkan *yield sweet naphta* sebesar 5.837,305 T/hari. Dari hasil tersebut didapatkan keuntungan pada kondisi optimum sebesar Rp 2.393.904.169.892,75/Tahun.

**Kata kunci:** *Bottom Temperature, Kolom Stripper, Optimasi, Sweet Naphta*

## 1. PENDAHULUAN

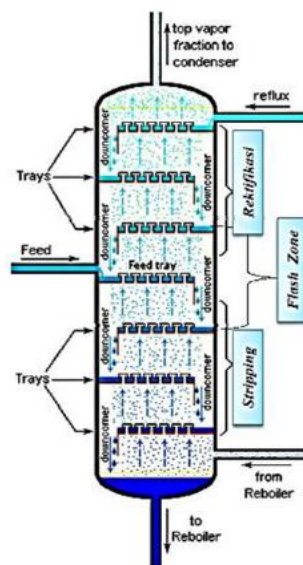
Pertamax dan Peralite menjadi bahan bakar minyak (BBM) yang memenuhi kebutuhan energi dalam negeri. Dilansir dari data BPH Migas, hingga April 2023 konsumsi Peralite dalam negeri mencapai 9,26 juta kiloliter (kL) [1].

Dalam bidang industri minyak dan gas seluruh pengotor harus diproses terlebih dahulu sebelum dibuang ke alam, sehingga kesetimbangan lingkungan sebagai industri minyak dan gas yang “ramah lingkungan” dapat tercapai [2]. Limbah industri minyak dan gas di kilang PT XYZ salah satunya berasal dari proses *hydrotreating*, fungsi dari *Naphta Hydrotreater Unit* (NHT) adalah untuk memperbaiki, melucuti atau menaikkan kualitas produk *heavy naphta* dengan menghilangkan fraksi ringan dan impuritis yang tidak dikehendaki untuk *platforming* agar tidak merusak atau mengganggu kinerja katalis [3].

Kolom *stripper* merupakan salah satu peralatan utama dalam proses distilasi karena kolom ini berfungsi untuk mempertajam pemisahan komponen – komponen, sehingga bisa memperbaiki mutu suatu produk dengan memisahkan fraksi ringan yang tidak dikehendaki dalam produk tersebut. Pada dasarnya prinsip kerja kolom *stripper* adalah proses penguapan biasa, pada temperatur tertentu fraksi ringan yang titik didihnya lebih rendah dari temperatur *top* kolom akan menguap dan keluar melalui *top* kolom. Pemisahan fraksi ringan yang masih terbawa dalam *side stream* produk, dapat dilakukan dengan dipanaskan kembali memakai *reboiler* [5].

Kolom *stripper* berfungsi mengembalikan fraksi ringan yang memiliki titik didih lebih rendah dari fraksi yang diinginkan ke kolom fraksinasi. Sedangkan *Tray* adalah alat kontak berbentuk *plate* yang dapat membantu efektifitas pemisahan komponen. *Tray* yang digunakan

berjenis *sieve tray* yang digunakan untuk mempertahankan kontaknya cairan dan uap di dalam kolom berupa *tray* [4].



Gambar 1 Sieve Tray

Pada kolom *stripper* mempunyai alat kontak untuk terjadinya proses pemisahan, contohnya yaitu packing dan *tray*. *Tray* kolom ini dapat dibedakan menjadi *sieve*, *bubble* dan *valve*. Pada *sieve tray* terdiri dari lubang-lubang yang berdiameter antara 3 – 12 mm. airan diupayakan tidak mengalir melalui lubang-lubang tersebut dengan mengatur energi kinetik dari gas dan uap yang mengalir. Ketinggian atau kedalaman cairan pada *tray* dapat diper-tahankan dengan limpasan (*overflow*) pada tanggul (*outlet weir*) [4].

*Sieve tray* Memiliki bentuk sama dengan packed column tetapi tidak mempunyai packing. Sebagai gantinya terdapat *plate - plate* yang berfungsi untuk memperbesar kontak antar komponen sehingga bisa dipisahkan berdasarkan rapat jenisnya. *Plate* didesain untuk mengalirnya udara dari bawah seperti saringan santan kelapa. Setiap *tray* dilengkapi dengan satu atau lebih downcomer untuk membawa cairan turun dari *tray* yang satu ke *tray* lainnya yang ada dibawahnya. Lobang-lobang yang terdapat dalam *tray* dapat dipasang cap-cap seperti halnya pada kontruksi *bubble cap tray*. Ini merupakan kelebihan yang dimiliki *Sieve Tray* [8].

Dalam kolom *stripper* ini, kolom akan menghasilkan berupa *top* produk dan *bottom* produk yang akan dikembalikan lagi ke kolom, aliran tersebut merupakan penunjang proses agar menghasilkan *yield* yang maksimal dan tidak ada pengotor yang masih terikut di *bottom* produk [5]. Selain untuk memurnikan *naphta*, *Naphta Hydrotreater Unit* (NHT) juga menghasilkan produk atas berupa hidrokarbon ringan yang dapat digunakan sebagai *fuel gas* (bahan bakar ringan) untuk peralatan yang berada di kilang tersebut.

Berdasarkan hasil optimasi diatas, tentu akan memberikan beberapa keuntungan. Yang mana salah satunya adalah produk yang dihasilkan jauh lebih murni dari produk sebelumnya. Dalam optimasi *yield sweet naphta* kali ini, diterapkan proses separasi maupun distilasi dengan meninjau beberapa variabel yang menunjang. Mulai dari mengontrol variabel bebasnya yaitu suhu pada *bottomnya* yang mempengaruhi pada variabel yang lainnya [7].

Tujuan dilakukannya penelitian pada kolom *stripper* ini adalah untuk mengetahui prinsip kerja dari kolom *stripper* di unit *Naphta Hydrotreating* PT XYZ. Tujuan lain adalah menentukan *bottom temperature* yang optimal untuk mendapatkan *yield sweet naphta* yang optimal di *bottom product* dengan mengikuti spesifikasi yang sudah ada yaitu bahwa kandungan *light key* yang diperbolehkan dalam *bottom product* sebesar 0,01. Serta dapat menentukan kondisi yang optimal untuk mendapatkan *yield* sesuai yang diinginkan [6].

## 2. METODE

Dalam penelitian ini menggunakan metode pendekatan simulasi dengan menggunakan software yaitu *ASPEN HYSYS*. Untuk melakukan penelitian perlu digunakan alat serta bahan, alat yang digunakan yaitu alat tulis, microsoft office, microsoft excel dan software *ASPEN HYSYS* dengan *fluid packages* berupa *peng-robinson*. *Peng-Robinson* (PR) dipilih karena merupakan salah satu model persamaan keadaan (*Equation of State, EoS*) yang sering digunakan untuk sistem hidrokarbon. Proses naphta hydrotreating umumnya melibatkan komponen-komponen hidrokarbon dan senyawa heteroatom dengan akurasi yang baik dalam memprediksi sifat fasa gas dan cair dari hidrokarbon, termasuk interaksi antar molekul di dalam fasa. Kemudian untuk bahan yang digunakan adalah data desain kolom, kondisi operasi kolom *stripper*, *Process Flow Diagram* (PFD), dan hasil labolatorim pengujian produk.

Untuk melakukan penelitian digunakan beberapa variabel untuk pendekatan di *HYSYS*. Variabel tersebut ada 2 yaitu variabel bebas dan juga variabel terikat. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah *temperature top* dan juga *bottom* kolom *stripper* 202-C-001. Sedangkan variabel terikat dalam penelitian ini adalah *Bottom Product Rate* dan komponen *Light key in Bottom*.

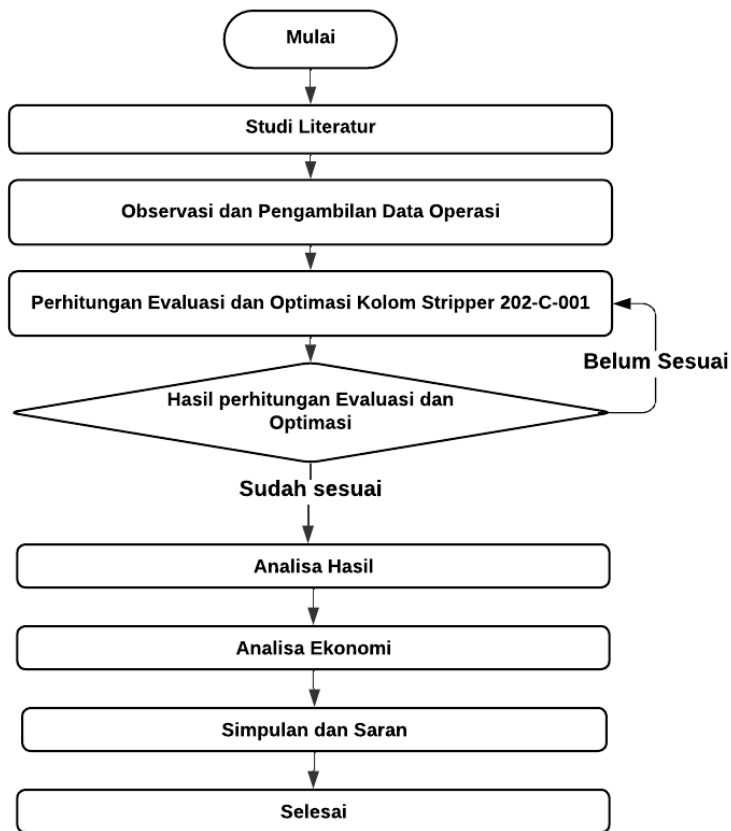
Metode kerja digambarkan pada Gambar 2, diawali dengan studi literatur menggunakan beberapa referensi serta handbook yang berkaitan dengan kolom distilasi serta prosesnya. Observasi lapangan dilakukan selama 2 bulan dan pengambilan data operasi. Beberapa data dari berbagai variabel yang berbeda dikelola menggunakan bantuan Microsoft Excel kemudian mengevaluasi dengan menghitung efisiensinya. Kemudian dilanjutkan dengan melakukan optimasi dengan bantuan software *Aspen hysys*. Hasil evaluasi dan optimasi yang diperoleh dikonsultasikan kepada pembimbing lapangan, jika belum sesuai dilakukan evaluasi ulang hingga diperoleh hasil yang sesuai. Setelah hasil evaluasi sesuai, konsultasi kepada dosen pembimbing serta pembimbing lapangan terkait optimasi yang dapat dilakukan. Setelah diperoleh hasil optimasi yang benar, dilakukan analisis hasil serta analisis keekonomian. kemudian ditarik kesimpulan dan saran.

Efisiensi kolom ditujukan untuk mengukur kinerja proses pemisahan yang terjadi. Terdapat beberapa macam perhitungan efisiensi *tray*. Berikut adalah 3 jenis perhitungan efisiensi kolom [9]

$$h = \frac{N}{Na} \times 100\% \quad (1)$$

Menurut referensi yang ada, efisiensi *tray* berada disekitar 30%-70% untuk dikatakan sebagai kondisi yang baik atau optimal [10]. Namun penelitian lain menyebutkan bahwa, kondisi optimal kolom distilasi hidrokarbon seharusnya berada disekitar 50%-85%. Oleh karena itu, kolom distilasi dapat dikatakan dapat untuk beroperasi dengan normal [9].

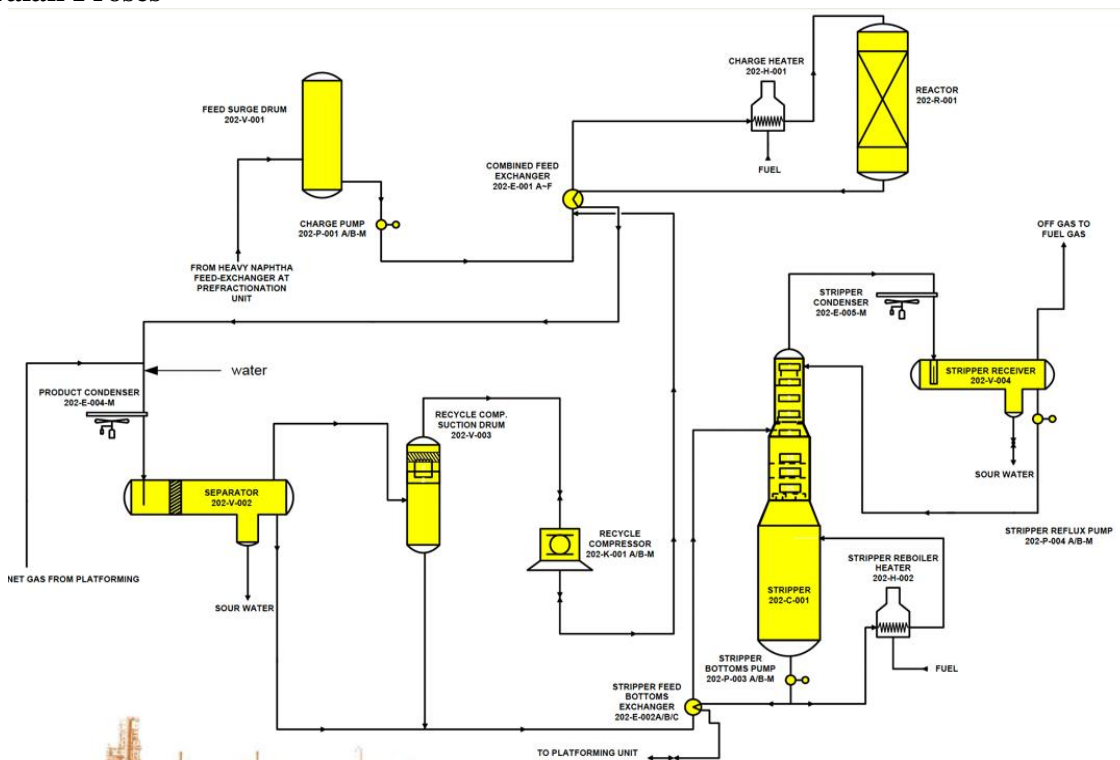
Jika kondisi operasi kolom dapat dioptimalkan tentunya akan memberikan keuntungan dengan purity produk yang lebih baik [11]. Metode yang dilakukan untuk melakukan peningkatan performa baik pada proses separasi maupun distilasi yaitu dengan mengatur laju alir refluks untuk meningkatkan kemampuan pemisahan serta mengatur beban pemanas pada kolom [8].



**Gambar 2. Metode Kerja**

### 3. PEMBAHASAN

#### A. Uraian Proses



**Gambar 3 Process Flod Diagram Naphta Hydrotreating**

Kolom *stripper* seperti pada Gambar 3, merupakan salah satu unit pada unit *Naphta Hydrotreating* (NHT) berfungsi sebagai alat untuk memisahkan fraksi ringan (*light hydrocarbons*) dan pengotor atau impurities seperti  $H_2S$ ,  $NH_3$ , dan gas-gas lain yang tidak diinginkan dari *sweet naphtha* yang telah dihasilkan pada tahap sebelumnya. Pada proses ini, *sweet naphtha* adalah *naphtha* yang sudah melalui proses desulfurisasi, sehingga kandungan sulfur di dalamnya telah sangat berkurang. Pada kolom *stripper*, fraksi yang lebih ringan seperti butana, pentana, dan gas-gas ringan lainnya akan teruapkan, sedangkan fraksi yang lebih berat akan tetap berada dalam fase cair dan keluar sebagai produk *sweet naphtha*.

Kolom *stripper* memiliki 25 *tray*, dengan *feed* masuk pada *tray* ke-6. Hal ini berarti *tray* 1 hingga 5 digunakan untuk meningkatkan pemisahan fraksi yang lebih ringan, sedangkan *tray* 7 hingga 25 membantu menjaga kestabilan produk cair. Kolom ini beroperasi pada suhu *top* sekitar  $139^{\circ}C$  dan suhu *bottom*  $209^{\circ}C$ , dengan tekanan *top*  $9,4 \text{ kg/cm}^2$  dan tekanan *bottom*  $9,6 \text{ kg/cm}^2$ .

Di bagian atas kolom, fraksi yang lebih ringan (misalnya gas-gas ringan dan senyawa dengan titik didih rendah) akan teruapkan dan keluar dari bagian atas kolom sebagai *overhead product*. Produk ini biasanya berisi campuran gas seperti  $H_2S$ ,  $NH_3$ , serta hidrokarbon ringan ( $C_4$  dan ke bawah). Komponen *naphtha* yang lebih berat akan mengalir ke bawah kolom dan tetap dalam fase cair. Produk ini dikumpulkan di bagian bawah kolom dan merupakan *sweet naphtha* yang telah dimurnikan.

Dalam memisahkan fluida *stripper* dibantu oleh *reboiler*. *Reboiler* ini mempunyai fungsi untuk mengambil sebagian *bottoms liquid* dari bagian bawah kolom, memanaskannya hingga mendekati suhu didih, dan menguapkannya sebagian. Cairan ini mengandung *sweet naphtha* yang telah melalui proses *stripping*. Uap yang dihasilkan oleh *reboiler* dikirim kembali ke bagian bawah kolom untuk menguapkan fraksi ringan yang tersisa dalam cairan di *tray* bawah. Uap ini kemudian bergerak ke atas melalui kolom dan terus berinteraksi dengan cairan di setiap *tray*, memperkaya proses pemisahan.

## B. Hasil Penelitian

Proses penghilangan fraksi ringan yang tidak diinginkan dilakukan pada kolom *stripper*. Kolom ini merupakan *tray tower* yang berisi 25 stage pemisahan. Umpan dari kolom ini adalah *untreated heavy naphtha* yang masih mengandung  $H_2S$ , air dan komponen hidrokarbon ringan. Kolom ini berperan sebagai alat pemisahan untuk menghilangkan fraksi ringan/ impiuritis yang masih terikut di dalam *untreated heavy naphtha* sehingga menghasilkan *sweet naphtha* dan juga *off gas*. *Off gas* tersebut nantinya akan dijadikan sebagai *fuel gas* untuk process di PT X, sedangkan *sweet naphtha* akan di proses di unit *Platforming*. Adapun kandungan umpan beserta kondisi operasi kolom ditunjukkan oleh Tabel 1. Sedangkan Tabel 2 adalah data aktual kondisi operasi kolom *stripper*. Setelah mengetahui komponen *feed*, *top* dan juga *bottom* maka dapat menghitung neraca massa kolom seperti pada Tabel 1.

**Tabel 1 Neraca Massa Total Kolom Stripper**

Komponen	BM	Mass Flow		
		Umpan	Top	Bottom
		Kg/Jam	Kg/Jam	Kg/Jam
H <sub>2</sub> O	18	1.241,00	3783,90	0,01
Ammonia	17,03	0,00	0,01	0,00
Hydrogen	2	5.195,24	15840,78	0,00
H <sub>2</sub> S	34,08	1.575,85	4804,43	0,13
Nitrogen	28,01	2,67	8,13	0,00

Komponen	BM	Mass Flow		
		Umpan	Top	Bottom
		Kg/Jam	Kg/Jam	Kg/Jam
Methane	16,04	233,86	713,06	0,00
Ethane	30,07	163,45	498,33	0,01
Propane	44,1	247,13	752,86	0,18
i-Butane	58,12	1.660,88	5012,47	13,57
n-Butane	58,12	73,09	217,79	1,33
i-Pentane	72,15	9,31	22,68	1,49
n-Pentane	72,15	1.645,70	8846,21	23,36
Cyclopentane	70,14	465,05	618,65	209,62
2-Mpentane	86,18	10.015,80	6544,17	6292,45
n-Hexane	86,18	26.477,14	9418,68	18701,06
Cyclohexane	84,16	32.783,42	618,06	34425,16
Benzene	78,11	10.324,04	2267,44	7660,45
3-Methylhexane	100,2	9.016,61	414,91	7100,84
n-Heptane	100,2	21.517,09	590,93	17050,01
Methylcyclohexane	98,19	34.441,44	608,87	27379,57
Toluene	92,14	22.283,76	256,67	17750,70
3-Methylheptane	114,2	25.206,90	92,47	20131,09
n-Octane	114,2	14.722,08	29,13	11764,08
E-Benzene	106,2	3.244,71	2,60	2593,78
p-xylene	106,2	3.022,80	1,78	2416,55
m-xylene	106,2	8.867,79	5,20	7089,28
o-xylene	106,2	3.850,58	1,61	3078,49
2-Moctane	128,3	13.148,88	4,58	10512,59
n-Nonane	128,3	8.952,83	1,35	7158,29
124-Mbenzene	120,2	3.280,59	0,07	2623,12
n-Decane	142,3	11.404,31	0,16	9118,80
<b>Total</b>		<b>275074</b>	<b>61978</b>	<b>213096</b>
<b>TOTAL NERACA MASA</b>		<b>275074</b>	<b>275074</b>	
		<b>INPUT</b>	<b>OUTPUT</b>	

**Table 2 Kondisi Operasi Rata-Rata Kolom Stripper**

Data Kondisi Operasi Kolom Stripper			
Suhu	Top	139	°C
	Bottom	209	°C
Tekanan	Top	9,4	Kg/cm <sup>2</sup>
	Bottom	9,6	Kg/cm <sup>2</sup>
Reflux	51,868		Ton/Hari
Flowrate	Top	53,678	Ton/Hari
	Bottom	273,263	Ton/Hari

**C. Perhitungan Evaluasi Kolom**

Perhitungan evaluasi dilakukan dengan perhitungan untuk mencari fasa aliran dengan persamaan antoin [12], menentukan reflux rasio dan menentukan tray yang diperlukan.

Menentukan fasa aliran dapat dilakukan jika telah mengetahui komposisi umpan di dalam kolom. Setelah dilakukan perhitungan evaluasi maka diperoleh hasil pada tabel 3 berikut:

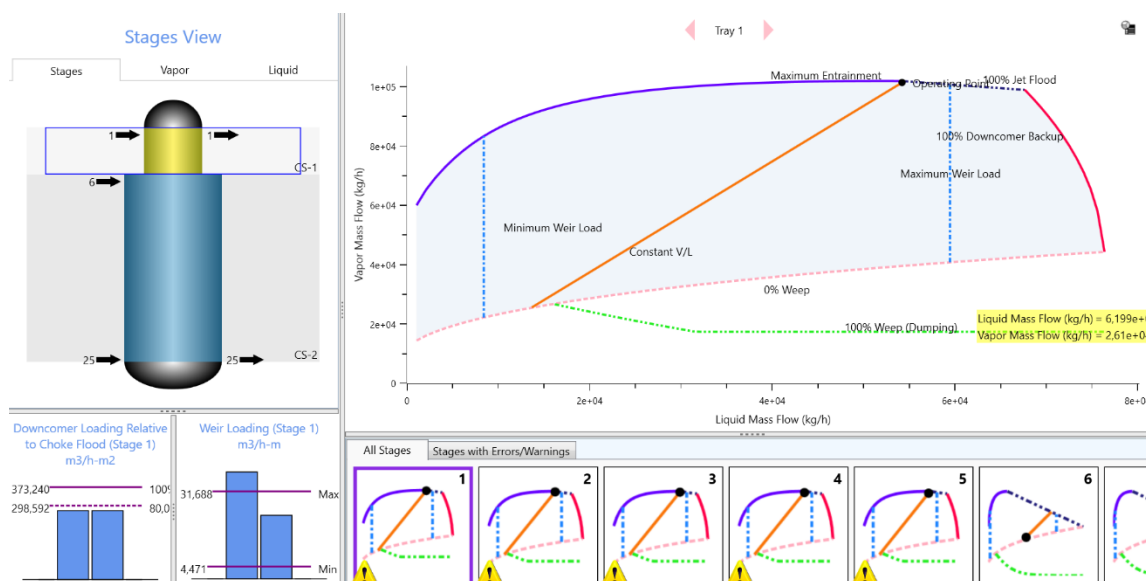
**Tabel 3 Hasil Evaluasi Kolom Stripper**

Perhitungan	Hasil
Nilai $\sum XF \cdot Ki$	1,1959
Nilai $\sum XF / Ki$	1,3996
Fase Aliran	Liquid
Reflux Ratio	1,2403
Tray Minimum	6
Tray Teoritis	18
Tray Aktual	25
Efisiensi Tray (%)	68 %

Berdasarkan hasil perhitungan efisiensi pada tabel 3 kolom *stripper* memiliki efisiensi sebesar 68%. Namun jika melihat komposisi *top product* pada neraca massa, masih terdapat *heavy key* yang masih terkandung di *top product* keatas, sehingga harus dilakukan optimasi. Untuk optimasi yang digunakan software ASPEN HYSYS untuk menganalisa bagaimana kinerja kolom dengan menginput data kondisi operasi pada tabel 2. Setelah seluruh data di input, dan HYSYS akan menunjukkan warna hijau yang berarti sudah sesuai keadaan yang di input barulah kita menganalis performa dengan memilih menu *hydraulic plots*.

**D. Analisa Performa Kondisi Aktual**

Penggunaan *hydraulic plots* pada simulasi *HYSYS* memungkinkan kita untuk mendapatkan gambaran dan menganalisa perilaku aliran fluida dalam sistem secara lebih efektif. *Hydraulic plots* adalah grafik yang menunjukkan distribusi tekanan dan laju aliran fluida di dalam kolom *stripper*. Dengan menggunakan fitur ini, kita dapat memperoleh pemahaman yang lebih baik tentang bagaimana fluida bergerak dan berinteraksi dengan *tray* di dalam kolom. Informasi yang diberikan oleh *hydraulic plots* dapat membantu kita mengidentifikasi kemungkinan terjadinya kondisi *flooding* atau *weeping*, serta memperkirakan titik operasi optimal untuk memaksimalkan pemisahan komponen.



**Gambar 4 Analisa Flooding Kondisi Aktual**

Dengan demikian, *hydraulic plots* pada program *HYSYS* merupakan alat yang berharga dalam analisis dan perencanaan operasi kolom *stripper*, memungkinkan penulis untuk mengoptimalkan performa kolom dan meningkatkan efisiensi proses kolom *Stripper*. Data yang dipakai adalah rata – rata data kondisi operasi selama bulan Juli 2024 yang ada pada Tabel 2.

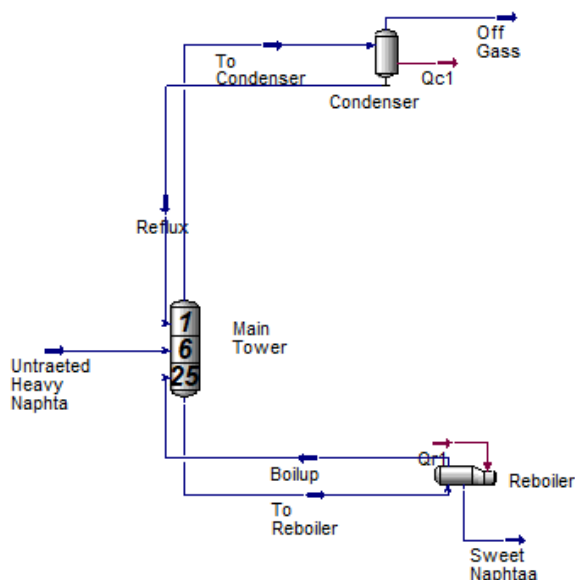
Berdasarkan Gambar 4 titik operasi sistem kolom *stripper* terlihat berada dalam *range* yang aman. Dalam konteks ini, "aman" merujuk pada kondisi di mana tidak terjadi fenomena *flooding* dan *weeping* pada kolom. Analisis dari gambar tersebut menunjukkan bahwa laju aliran fluida dan tekanan dalam kolom *stripper* berada pada tingkat yang memungkinkan pemisahan komponen yang efisien tanpa mengganggu kinerja kolom.

Meskipun titik operasi berada dalam zona yang aman, terdeteksi tanda warning yang melambangkan adanya beberapa perhatian yang perlu diperhatikan. Walaupun demikian, hal ini tidak mengindikasikan adanya masalah serius pada operasi kolom *stripper*. Sebaliknya, tanda warning tersebut dapat menjadi peringatan untuk memantau dan memeriksa kondisi operasi dengan lebih cermat guna memastikan performa optimal.

Dengan titik operasi yang berada dalam zona aman, maka dapat didefinisikan bahwa sistem kolom *stripper* beroperasi dengan baik dan pemisahan berjalan sesuai dengan yang diinginkan. Analisis dari Gambar 4 memberikan keyakinan bahwa operasi kolom *stripper* berjalan sesuai harapan tanpa adanya risiko kondisi *flooding* dan *weeping* yang dapat mengurangi kualitas pemisahan.

Namun, dengan tanda warning ini melambangkan pentingnya pengawasan dan pemantauan berkala terhadap kondisi operasinya. Dengan memperhatikan dan mengambil tindakan yang diperlukan sesuai dengan peringatan yang ditunjukkan, dapat dipastikan bahwa kolom *stripper* tetap beroperasi dengan efisiensi dan kualitas yang optimal.

### E. Trial Variabel



Gambar 5 Simulasi Kolom *Stripper*

Pertimbangan untuk variabel apa yang bisa dirubah dalam pengoptimalan adalah dilihat dari kemungkinan untuk diterapkan dalam operasi di lapangan. Parameter yang memiliki kemungkinan besar ialah *temperature bottom*. Memanfaatkan *case study* yang ada pada *Hysys*, dikenakan *trial* pada variabel bebas yang mengacu pada batasan desain alat dan spesifikasi



produk. Dalam *trial* kali ini *bottom temperature* memiliki peran sebagai *independent variables* dan *light key comp* dan *bottom product* sebagai *dependent variables*. Dengan *trial* ini dapat diketahui pengaruh setiap kenaikan suhu 1°C *bottom temperature* terhadap *light key comp* dan *bottom product* seperti tampak pada Gambar 5.

**Tabel 4 Hasil Trial Case Study**

Trial	Variabel Bebas	Variabel Terikat	
	Bottom Temp	Light key Comp	Bottom Product
	C		kg/h
Case 1	204	0.01607	2,48E+08
<b>Case 2</b>	<b>205</b>	<b>0.009639</b>	<b>2,43E+08</b>
Case 3	206	0.006911	2,38E+08
Case 4	207	0.005426	2,31E+08
Case 5	208	0.004521	2,25E+08
Case 6	209	0.003912	2,18E+08
Case 7	210	0.003462	2,12E+08
Case 8	211	0.003106	2,05E+08
Case 9	212	0.002814	1,99E+08
Case 10	213	0.002571	1,94E+08
Case 11	214	0.002367	1,88E+08
Case 12	215	0.002191	1,83E+08
Case 13	216	0.002046	1,78E+08
Case 14	217	0.001921	1,74E+08
Case 15	218	0.001813	1,69E+08
Case 16	219	0.001719	1,65E+08
Case 17	220	0.001635	1,61E+08
Case 18	221	0.00156	1,57E+08
Case 19	222	0.001492	1,53E+08
Case 20	223	0.00143	1,49E+08

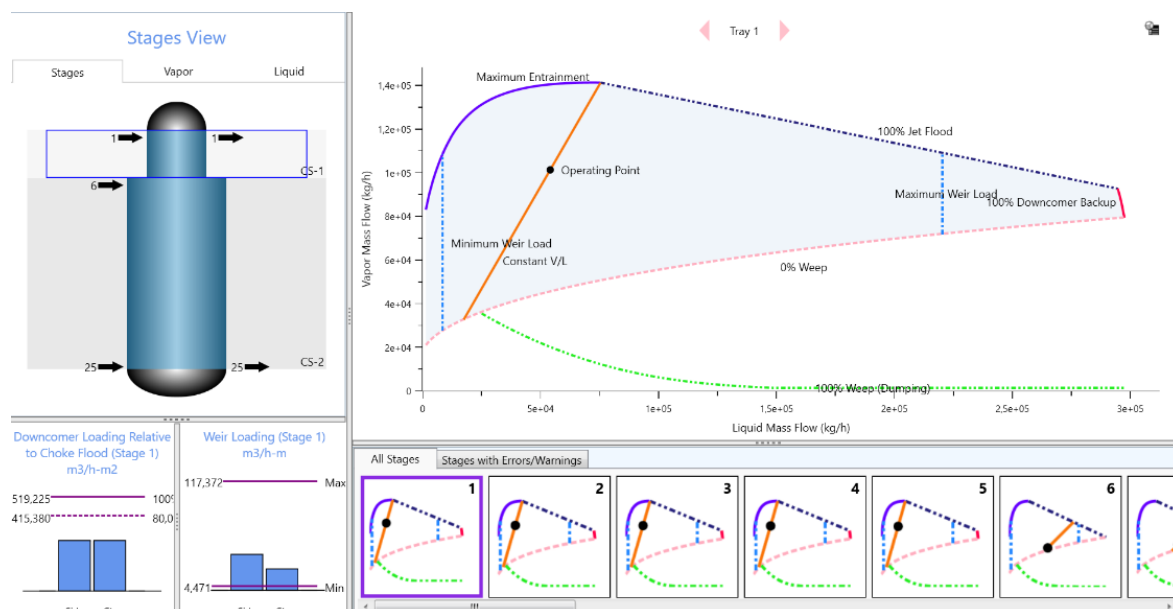
Tabel 4. menunjukkan adanya 86 *trial* yang dilakukan. Pemilihan titik optimal tersebut didasarkan pada pengaruh *bottom temperature* terhadap jumlah produk *sweet naphta* yang dihasilkan dan juga jumlah *light key* yang terdapat di *bottom product* dari *sweet naphta*. Dalam penentuan titik optimal, tidak hanya dipertimbangkan faktor-faktor terkait produk, tetapi juga kondisi operasi fluida yang menjadi salah satu acuan penting.

Dalam analisis tersebut, temperatur pada *bottom* diperhatikan secara teliti untuk melihat dampaknya terhadap jumlah *sweet naphta* yang dihasilkan. Tujuan utama adalah untuk mencapai peningkatan jumlah produk *sweet naphta* yang diinginkan dengan cara memanipulasi *bottom temperature*. Selain itu, spesifikasi *Light key* dari *sweet naphta* juga menjadi pertimbangan penting dalam memilih titik optimal. Batasan LK produk yaitu tidak boleh melebihi 0,01 menjadi acuan untuk memastikan kualitas *sweet naphta* yang dihasilkan sesuai dengan persyaratan yang ditetapkan.

Selain faktor-faktor terkait produk, kondisi operasi fluida juga diperhatikan dalam pemilihan titik optimal. Hal ini karena kondisi operasi fluida yang optimal akan berkontribusi pada efisiensi pemisahan dan kinerja keseluruhan kolom *stripper*. Dengan mempertimbangkan semua faktor ini, titik optimal yang mencerminkan peningkatan jumlah produk *sweet naphta* dan memenuhi spesifikasi LK *sweet naphta* dapat ditentukan.

Melalui analisis 86 *trial* dalam tabel 4, dipilih titik optimal (*case 2*), mengindikasikan kondisi operasi yang memberikan hasil terbaik dalam hal jumlah produk *sweet naphta* dan spesifikasi LK. Dengan memilih titik optimal tersebut, diharapkan dapat meningkatkan efisiensi operasi kolom *stripper* dan menghasilkan produk *sweet naphta* yang sesuai dengan persyaratan yang diinginkan.

### F. Analisa Kondisi Optimal (*case 2*)



Gambar 6 Analisa Flooding Kondisi Optimal

Oleh penentuan titik optimal dalam operasi kolom *stripper* tidak hanya tentang mencapai keuntungan maksimal, tetapi juga memperhatikan kondisi alat setelah dilakukan optimasi. Faktor-faktor yang tidak diinginkan jika diabaikan dapat berdampak pada umur alat dan meningkatkan biaya perawatan.

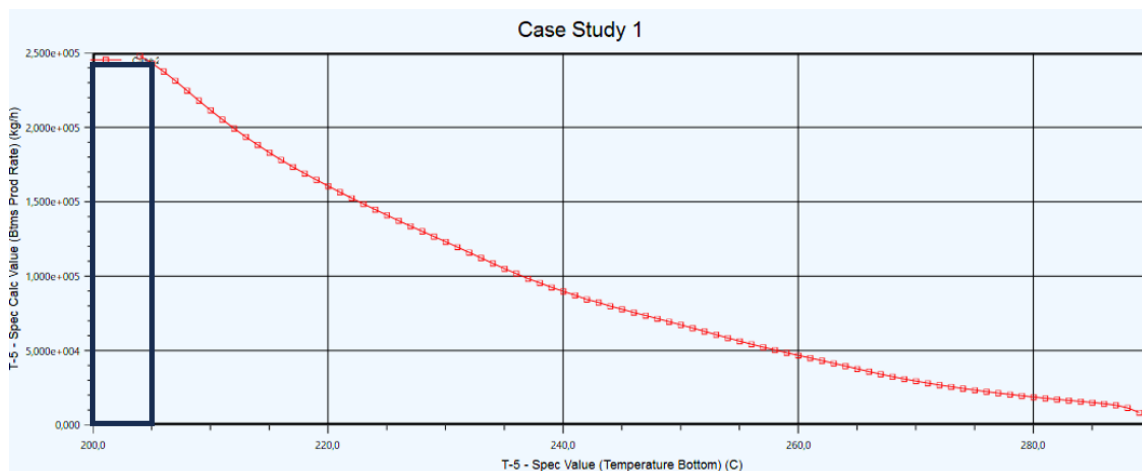
Melalui analisis Gambar 6, kondisi setelah mendapatkan titik optimal terlihat masih baik untuk diaplikasikan pada alat. Tidak terjadi masalah atau *troubleshooting* yang perlu diatasi setelah optimasi dilakukan. Titik operasi juga tetap berada dalam *range* yang aman, menjauhkan kemungkinan terjadinya *flooding* dan *weeping* pada kolom *stripper*.

Hal ini menunjukkan bahwa pemilihan titik optimal telah memperhatikan tidak hanya peningkatan keuntungan, tetapi juga memperhatikan kondisi alat dan risiko yang terkait. Dengan menjaga kondisi operasi dalam *range* yang aman, dapat menghindari kerusakan pada alat, memperpanjang umur alat, dan mengurangi biaya perawatan yang tidak diinginkan. Dengan demikian, penentuan titik optimal yang dilakukan dengan mempertimbangkan faktor-faktor tersebut memberikan keuntungan jangka panjang bagi operasi kolom *stripper*. Dalam gambar 6, terlihat bahwa hasil optimasi tetap mempertahankan kondisi yang baik dan tidak menimbulkan masalah baru. Dengan mengikuti batasan operasi serta menjamin kesehatan alat, titik optimal yang dipilih dapat efisien dan efektif dalam operasi kolom *stripper*.

### G. Analisa Hubungan Bottom Temperature dengan Produk Bottom

Dalam proses *stripper*, temperatur *bottom* digunakan untuk memaksimalkan komponen-komponen pada produk *bottom*. Temperatur pada *bottom* bertindak sebagai variabel yang mengatur agar komponen-komponen yang seharusnya berada di *bottom product* tetap terjaga. Jika suhu *bottom* terlalu rendah, pemisahan hidrokarbon berat dari fraksi ringan tidak optimal, yang dapat menyebabkan *carryover* (perpindahan) komponen berat ke fraksi ringan.

Sebaliknya, jika suhu *bottom* terlalu tinggi, komponen-komponen yang lebih ringan (yang seharusnya keluar sebagai produk atas) mungkin terdorong ke produk *bottom*, mengurangi kualitas *sweet naphtha* dan meningkatkan kandungan fraksi berat pada produk *bottom*. Oleh karena itu dilakukan optimasi terhadap temperatur pada *bottom* yang digunakan, semakin efektif pemisahan komponen-komponen ditentukan oleh ketepatan suhu yang ditetapkan.



**Gambar 7 Hubungan Bottom Temperature dan Produk Bottom**

Pada gambar 7 terjadi penurunan produk *bottom* akibat dari kenaikan suhu *bottom* memiliki akibat yang signifikan dalam operasi kolom *stripper*. Hal ini dapat berdampak pada kualitas, komposisi, dan *yield* dari produk bawah. Oleh karena itu, pengaturan suhu yang tepat perlu dipertimbangkan dengan cermat dalam rangka mencapai hasil optimal dan efisien dalam proses pemisahan.

## H. Analisa Ekonomi

Analisa keekonomian adalah hasil akhir dari penelitian yang dilakukan untuk mengukur dampak ekonomi dari suatu keputusan atau kebijakan tertentu. Melalui analisis ini, dilakukan perhitungan dan evaluasi yang mendalam terhadap aspek ekonomi yang terkait dengan suatu keputusan. Tujuan utama dari perhitungan keekonomian adalah untuk memberikan pemahaman yang lebih baik tentang performa dan efisiensi penggunaan sumber daya yang terbatas.

Sebelum Optimasi

Laba/keuntungan : Flow Feed Sweet Naphta x Rp1.224.205/bbl x 365D  
 : 31.355,09 bbl/Hari x Rp1.224.205/bbl x 365  
 : Rp14.010.546.153.009,2/Tahun

Setelah Optimasi

Laba/keuntungan : Flow Feed Sweet Naphta x Rp1.224.205/bbl x 365D  
 : 36.712,56 bbl/Hari x Rp1.224.205/bbl x 365  
 : Rp16.404.450.322.902/Tahun

Hasil Keseluruhan dari Optimasi

Laba/keuntungan : Setelah Optimasi – Sebelum Optimasi  
 : Rp16.404.450.322.902 – Rp14.010.546.153.009,2  
 : Rp 2.393.904.169.892,75/Tahun

Dari hasil perhitungan di atas, dapat diketahui bahwa setelah dilakukan optimasi menghasilkan keuntungan yang lebih besar dibandingkan dengan kondisi aktual. Analisis tersebut mengungkapkan bahwa terdapat potensi peningkatan keuntungan yang signifikan jika menerapkan strategi atau skenario yang diidentifikasi sebagai data optimum.

#### 4. SIMPULAN

Pengaturan *bottom temperature* memiliki dampak signifikan terhadap jumlah produk yang dihasilkan, di mana semakin rendah *bottom temperature* maka akan menghasilkan produk *sweet naphta* yang lebih banyak. Penurunan suhu ini terjadi pada suhu sebelumnya yaitu 210°C menjadi 205°C. Salah satu cara untuk meningkatkan kinerja kolom *stripper* adalah dengan mencari titik optimal pengaturan *bottom temperature*. *Bottom temperature* merupakan salah satu faktor penting dalam operasi kolom *stripper*, terutama pada kolom *stripper*. Menentukan titik optimal *bottom temperature* data menaikkan jumlah produk bawah kolom *stripper*, dari 4.985,66 T/hr menjadi 5.837,305 T/hr. Keuntungan terhadap keekonomian setelah dilakukan optimasi didapat sebesar Rp16.404.450.322.902/Tahun pada kondisi optimum, sedangkan pada kondisi aktual sebesar Rp14.010.546.153.009,2/Tahun.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) Indonesia, Data Konsumsi Bahan Bakar Minyak di Indonesia, 2023
- [2] Felder, R. M., & Rousseau, R. W, Elementary Principles of Chemical process (4Thed.). Wiley, 2016
- [3] K.F. Oyedeko, O. D. Ogunjimi, A.A. Adesina, Investigation of Naphtha Hydrotreating (NHT) Unit Exergy Utilization: A Case study of a Petrochemical Industry in A developing Country, 2022
- [4] D.glandt, E., T.klein, M., & Edgar, T. F. (n.d.) Optimization of Chemical Process. E.m. Munson, Ed. 2nd ed, New York: McGraw-Hill, inc
- [5] Chattopadhyay, P., Absorption & Stripping, Asian Books Pvt, New Delhi, 2007
- [6] Aspen hysys Dynamics V8.6. [internet]. Available from: www.aspentech.com, 2008
- [7] McCabe, W. L., Smith, J. C., & Harriott, P. Unit Operations of Chemical Engineering 7Th ed, McGraw-Hill, 2005
- [8] Wankat, P. C. Separation Process Engineering. Angewandte Chemie International Edition, 6 (11), 951-952. Prentice Hall, 2012
- [9] Christie, J. G., Transport Process and Unit Operation. New Jersey: Englewood Cliffs, 1993
- [10] Sinnott, R. K., & Towler, G. P. Chemical Engineering Design: Principles 3rd ed. Wiley, 2010
- [11] Fair, J. R. Absorption and stripping. Albright's Chemical Engineering Handbook, 2008
- [12] Carl L. Yaws. The Yaws Handbook of Vapor Pressure, Second Edition\_ Antoine coefficients- Gulf Professional Publishing, 2015

#### Daftar Simbol

$h$	=	Efisiensi Kolom, %
$N$	=	Jumlah <i>Tray</i> Teoritis
$N_a$	=	Jumlah <i>Tray</i> Aktual