

Optimasi Desain Platformer Heater dengan Penambahan Kapasitas Pengolahan Sweet Naphtha pada Unit Platforming

Tun Sriana¹
Balqis Isya Candradi²
Agus Setiyono³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Pengolahan Minyak dan Gas, Politeknik Energi dan Mineral Akamigas, Jl. Gajah Mada No.38, Cepu, Kab. Blora, Jawa Tengah 58315

³Korespondensi penulis: agasasutadewa@gmail.com

Article Info: Received: January 28, 2026; Accepted: May 20, 2026; Available online: May 21, 2026

DOI: 10.30588/jeemm.v10i1.2599

Abstract : This research discusses the optimization of Platformer Heater design on PT platforming units. X with additional Sweet Naphtha processing capacity. The main objectives of optimization are to increase energy efficiency, maintain reaction temperature stability at an optimal level, and overcome limited heating capacity which has the potential to cause operational problems such as flame impingement and overfiring. The research method includes Platformer Heater efficiency analysis and heat duty calculations carried out using Microsoft Excel. The operational data analyzed shows that the heating power requirement (Total Required Heater Duty) for the five interheaters has increased significantly after the after conditions compared to the before conditions. The efficiency of each interheater is in the range of 70% to 72%, while the efficiency of the Platformer Heater is in the range of 70% to 80%. Even though efficiency between devices is relatively stable, this increase in heating power requirements indicates an increase in workload or changes in operational conditions that require these devices to use more power to continue functioning optimally. For example, interheater 2 requires heating power of 139,967 Btu/hr in the before condition, which then increases to 221,614 Btu/hr in the after condition. This confirms that changing conditions affect the amount of energy required for heating, so it is important to consider this in planning and operating the heating system so that efficiency and performance are maintained. This study also emphasizes the importance of controlling Mean Beam Length and gas emissivity as key factors in increasing heater efficiency. Economic evaluation based on Total Capital Investment and Operating Cost.

Keywords: Design Optimization, Economy, Heat Duty, Heater Efficiency, Platformer Heater.

Abstrak : Penelitian ini membahas optimasi desain Platformer Heater pada unit platforming PT. X dengan penambahan kapasitas pengolahan Sweet Naphtha. Tujuan utama optimasi adalah meningkatkan efisiensi energi, menjaga kestabilan suhu reaksi pada tingkat optimal, serta mengatasi keterbatasan kapasitas pemanasan yang berpotensi menimbulkan masalah operasional seperti *flame impingement* dan *overfiring*. Metode penelitian meliputi analisis efisiensi Platformer Heater dan perhitungan heat duty yang dilakukan menggunakan Microsoft Excel. Data operasional yang dianalisis menunjukkan kebutuhan daya pemanas (*Total Required Heater Duty*) pada kelima interheater mengalami peningkatan yang signifikan setelah kondisi sesudah dibandingkan dengan kondisi sebelum. Efisiensi masing-masing interheater berada pada rentang 70% hingga 72%, sementara efisiensi Platformer Heater berkisar antara 70% hingga 80%. Meskipun efisiensi antar alat relatif stabil, peningkatan kebutuhan daya pemanas ini menunjukkan adanya peningkatan beban kerja atau perubahan kondisi operasional yang mengharuskan alat-alat tersebut menggunakan daya yang lebih besar agar tetap dapat berfungsi optimal. Sebagai contoh, interheater 2 membutuhkan daya pemanas sebesar 139.967 Btu/hr pada kondisi sebelum, yang kemudian meningkat menjadi 221.614 Btu/hr pada kondisi sesudah. Hal ini menegaskan bahwa perubahan kondisi mempengaruhi besarnya energi yang diperlukan untuk pemanasan, sehingga penting untuk mempertimbangkan hal ini dalam perencanaan dan pengoperasian sistem pemanas agar efisiensi dan performa tetap terjaga. Studi ini juga menekankan pentingnya pengendalian Mean Beam Length dan emisivitas gas sebagai faktor kunci dalam meningkatkan efisiensi heater. Evaluasi keekonomian berdasarkan Total Capital Investment dan Operating Cost.

Kata Kunci: Efisiensi Heater, Heat Duty, Keekonomian, Optimasi Desain, Platformer Heater.

I. Pendahuluan

Bahan bakar sangatlah penting karena sebagai sumber tenaga untuk mesin dapat bergerak, bahan bakar juga memiliki banyak jenis dari padat, cair, dan gas. Dimana bahan bakar cair atau bensin mempunyai banyak macam yaitu premium, pertalite, pertamax, dan lain-lain. Di setiap bahan bakar memiliki nilai panas (kalor) yang berbeda-beda yang akan menyebabkan proses pembakaran tidak sempurna karena dari kualitas bahan bakar yang rendah dan akan berdampak pada unjuk kerja suatu mesin dan pencemaran udara. Selain itu efek dari pembakaran yang tidak sempurna di dalam ruang bakar pada mesin dapat mengakibatkan *knocking* pada mesin. *Knocking* terjadi dikarenakan kualitas dari bensin yang rendah atau pencampuran bahan bakar dan udara yang tidak ideal. Salah satu caranya meningkatkan nilai oktan pada bahan bakar [1].

Platformer heater (sering juga disebut *platforming heater* atau *fired heater*) adalah tungku atau pemanas industri berskala besar yang digunakan di kilang minyak (refinery) dan pabrik petrokimia. Alat ini berfungsi untuk memanaskan dan menguapkan fluida hidrokarbon (seperti minyak mentah atau naphtha) hingga mencapai suhu sangat tinggi untuk mendukung proses kimia tertentu, termasuk mengubah hidrokarbon menjadi bensin atau produk petrokimia lainnya. Keterbatasan kapasitas pemanasan, efisiensi energi yang belum optimal, serta konsumsi bahan bakar yang tinggi. Jika *Platformer Heater* tidak didesain secara optimal, hal ini dapat menyebabkan ketidakseimbangan termal, peningkatan konsumsi energi, dan berkurangnya efektivitas konversi katalitik, yang pada akhirnya berdampak pada penurunan kualitas produk serta peningkatan biaya operasional [2]. Oleh karena itu, diperlukan strategi optimasi desain yang mencakup peningkatan kapasitas pemanasan, efisiensi perpindahan panas, serta pengurangan konsumsi energi guna mendukung keberlanjutan operasi unit platforming. Optimasi desain *Platformer Heater* tidak hanya berkontribusi terhadap peningkatan efisiensi produksi, tetapi juga memberikan dampak positif terhadap aspek ekonomi dan lingkungan. Dengan desain yang lebih baik, konsumsi bahan bakar dapat ditekan, emisi gas buang dapat dikurangi, serta umur pakai peralatan dapat diperpanjang.

Bensin merupakan kebutuhan penting bagi masyarakat, terutama bagi pengguna kendaraan bermotor, karena mayoritas kendaraan di dunia mengandalkan bensin sebagai bahan bakar utama [3]. Bensin yang beredar di pasaran merupakan hasil pencampuran berbagai produk dari beberapa proses guna mencapai kualitas yang diinginkan. Setelah memenuhi standar yang ditetapkan, bensin tersebut didistribusikan ke pasaran, sehingga tersedia dalam berbagai jenis dan merek, masing-masing dengan karakteristik serta kualitas yang beragam. Kualitas bahan bakar umumnya ditentukan oleh nilai oktannya. Angka oktan merupakan standar pengukuran kinerja bahan bakar dalam mesin atau penerbangan. Semakin tinggi angka oktan, semakin besar kompresi yang dapat ditahan sebelum bahan bakar meledak. Secara umum, bahan bakar dengan angka oktan tinggi digunakan pada mesin berperforma tinggi yang membutuhkan rasio kompresi lebih besar [4].

Platforming adalah proses yang digunakan untuk meningkatkan kualitas nafta dari nilai oktan rendah menjadi nilai oktan tinggi. Nafta dengan nilai oktan tinggi ini disebut juga *High Octane Mogas Component (HOMC)* dan banyak digunakan sebagai bahan bakar kendaraan agar mesin bekerja lebih optimal. Proses ini melibatkan reaksi kimia yang dibantu oleh katalis untuk mendapatkan hasil yang maksimal [5]. Sebelum nafta masuk ke unit platforming, bahan ini harus melewati tahap pemurnian terlebih dahulu di unit NHT (*Naptha Hydrotreater*). Tujuannya adalah membersihkan nafta dari zat-zat yang tidak diinginkan, seperti sulfur, nitrogen, oksigen, halida, dan senyawa organologam. Kalau zat-zat ini tidak dihilangkan, katalis di unit platforming bisa rusak, sehingga prosesnya jadi kurang efektif [6]. Selain menghasilkan HOMC, proses platforming juga menghasilkan gas hidrogen sebagai produk sampingan. Gas ini tidak dibuang, tapi digunakan lagi di unit hydrotreater untuk proses pemurnian lainnya atau di pabrik gas hidrogen (H₂ plant). Jadi, proses platforming ini tidak hanya membantu menghasilkan bahan bakar berkualitas tinggi, tapi juga memanfaatkan hasil sampingannya dengan efisien [7].

Salah satu proses terpenting dalam kilang minyak, misalnya, adalah proses reformasi katalitik. Proses ini menggunakan peran penting dalam konversi senyawa oktan rendah menjadi senyawa oktan tinggi yang digunakan untuk pencampuran bensin dan senyawa kaya aromatik untuk produksi

petrokimia dan produksi gas hidrogen. Oleh karena itu, untuk mencapai kuantitas dan kualitas yang dibutuhkan, perbaikan proses bensin terus diperiksa dan ditingkatkan untuk mengidentifikasi dan menyederhanakan proses pendukung. Penelitian sebelumnya tentang proses reformasi meneliti berbagai jenis unit untuk mensimulasikan dan mengoptimalkan model reaktor untuk mengarahkan perbaikan dan mendesain ulang proses tertentu. Misalnya, sebuah studi yang meneliti simulasi dan pengoptimalan proses reformasi katalitik industri dilakukan oleh Weifeng et al., pada tahun 2006. Studi tersebut menggunakan platform Aspen Plus dengan kinetika reaksi delapan belas lump untuk meningkatkan keuntungan proses. Hasilnya mengidentifikasi sekitar 1000 yuan/jam sebagai keuntungan [8]. Stijepovic et al. (2010) mensimulasikan proses reformasi katalitik, dengan fokus pada waktu tinggal dan profil suhu dalam reaktor melalui quasi-steady state. Output (reformate) memberikan spesifikasi kualitas yang lebih rinci [9] Gyngazova dkk. (2011) menggunakan model untuk mensimulasikan proses reforming reaktivitas bed catalyst bergerak. Model ini digunakan untuk mengoptimalkan parameter operasi seperti suhu output reaktor, angka oktan, dan hasil. Komposisi output untuk memprediksi hasil model dari reaktor sangat sesuai dengan data eksperimen [10]

Dalam Penelitian mengenai optimasi desain Platformer Heater dengan penambahan kapasitas pengolahan Sweet Naphtha pada Unit Platforming dilakukan karena pentingnya peningkatan efisiensi dalam proses Platforming. Dalam industri pengolahan minyak bumi, Unit Platforming memiliki peran penting dalam meningkatkan kualitas produk olahan Sweet Naphtha melalui proses reformasi katalitik. Platformer Heater sendiri memiliki fungsi utama dalam memastikan suhu reaksi yang optimal sehingga menghasilkan produk dengan kualitas yang lebih baik. Dengan meningkatnya kebutuhan akan produk olahan berbasis Sweet Naphtha, diperlukan optimasi desain yang memungkinkan peningkatan kapasitas pengolahan tanpa mengorbankan efisiensi operasional. Selain itu, optimasi ini juga berdampak signifikan terhadap industri pengolahan minyak dan petrokimia, di mana peningkatan efisiensi dapat menekan biaya operasional, mengurangi konsumsi energi, serta meningkatkan kualitas produk akhir. Dari perspektif keberlanjutan, desain Platformer Heater yang lebih optimal dapat membantu mengurangi konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang, sehingga lebih ramah lingkungan. Selain memberikan manfaat praktis, penelitian ini juga berkontribusi dalam pengembangan ilmu teknik kimia dan rekayasa proses dengan menghadirkan inovasi dalam desain pemanas industri, yang dapat menjadi referensi bagi pengembangan lebih lanjut. Oleh karena itu, studi ini sangat penting untuk dilakukan guna meningkatkan kinerja Platformer Heater dalam mendukung peningkatan kapasitas pengolahan Sweet Naphtha secara lebih efisien dan berkelanjutan.

Berdasarkan uraian di atas, studi mengenai Optimasi Desain Platformer Heater pada Unit Platforming sangatlah krusial. Studi ini dilakukan dengan fokus pada penambahan Kapasitas Pengolahan Sweet Naphtha. Oleh karena itu, penulis tertarik mengangkat judul “Optimasi Desain Platformer Heater Dengan Penambahan Kapasitas Pengolahan Sweet Naphtha Pada Unit Platforming”. Oleh karena itu dilakukan studi ini.

II. Bahan dan Metode

Metode kerja penelitian ini terdiri dari tahap persiapan yaitu penyusunan proposal perancangan dan studi pustaka, tahap pelaksanaan terdiri dari desain peralatan dan simulasi proses, dan tahap penyelesaian meliputi analisis hasil, simpulan, dan saran. Penelitian diawali dengan tahap studi literatur guna mengumpulkan informasi mengenai desain Platformer Heater, proses platforming, serta metode optimasi yang relevan. Selanjutnya, dilakukan observasi lapangan untuk mengidentifikasi kondisi aktual heater dan faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensinya. Data hasil observasi kemudian dimasukkan dalam sistem perhitungan guna mendukung proses analisis dan pengambilan keputusan. Setelah itu, rancangan optimasi *Platformer Heater* disusun berdasarkan data yang diperoleh, diikuti dengan evaluasi terhadap hasil desain. Jika desain awal belum memenuhi kriteria yang diinginkan, dilakukan revisi hingga desain yang optimal tercapai.

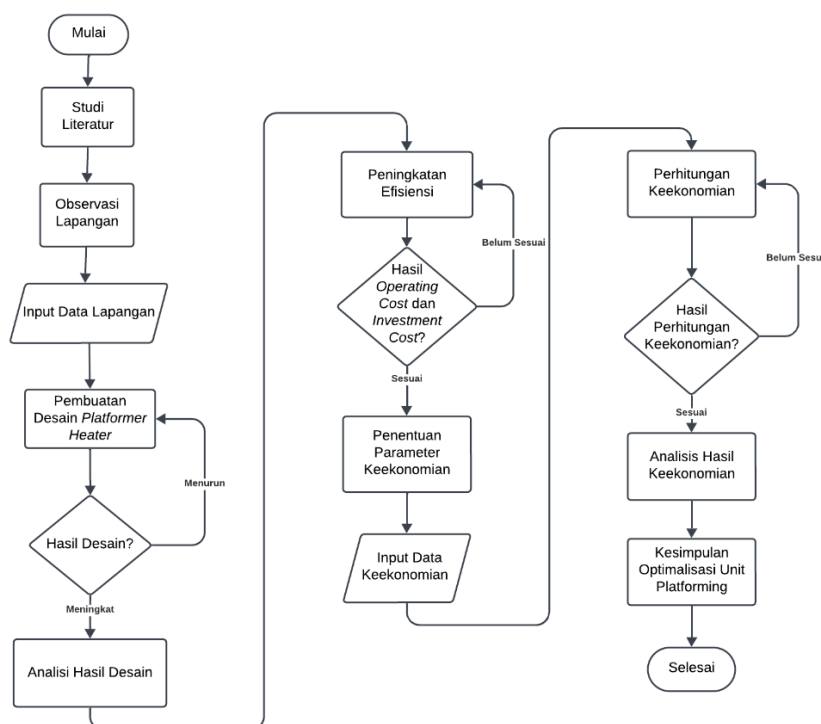
Dalam penelitian penentuan variabel sangatlah penting untuk menentukan penelitian. Variabel penelitian terbagi menjadi variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas mencakup suhu reboiler, laju alir refluks, dan suhu kondensor. Sementara itu, variabel terikat meliputi yield produk top dan bottom, serta mol fraksi reformate dan LPG. Dalam penelitian berjudul “Optimasi Desain Platformer

Heater Dengan Penambahan Kapasitas Pengolahan Sweet Naphtha Pada Unit Platforming” pada saat mensimulasikan proses catalytic reforming menggunakan Aspen Hysys V14 dengan menggunakan fluids package Peng-Robinson dan mendesain Platformer Heater dengan penambahan kapasitas pengolahan Sweet Naphtha untuk meninjau dampak peningkatan *heat duty* (Q).

Setelah mendapatkan rancangan yang sesuai, penelitian berlanjut pada tahap peningkatan efisiensi dengan menganalisis dampak optimasi terhadap performa unit platforming. Salah satu aspek penting yang dievaluasi adalah keekonomian, yang mencakup *operating cost* dan *investment cost*. Evaluasi ini bertujuan untuk menentukan apakah peningkatan efisiensi dapat dilakukan dengan biaya yang ekonomis dan layak diterapkan. Parameter keekonomian yang telah ditetapkan kemudian dimasukkan ke dalam perhitungan untuk menilai kelayakan investasi dari optimasi desain yang dilakukan. Jika hasil perhitungan menunjukkan bahwa proyek tidak layak secara ekonomi, maka dilakukan revisi pada parameter keekonomian sebelum melanjutkan analisis lebih lanjut.

Tahapan akhir dari penelitian ini adalah analisis hasil keekonomian serta kesimpulan mengenai optimalisasi unit platforming. Kesimpulan ini menentukan apakah desain yang telah dioptimasi dapat diterapkan secara teknis dan ekonomis untuk meningkatkan kapasitas pengolahan Sweet Naphtha. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya mengevaluasi aspek teknis dari *Platformer Heater*, tetapi juga mempertimbangkan kelayakan keekonomiannya agar dapat memberikan manfaat maksimal dalam operasional unit platforming.

Berikut metode kerja optimasi desain unit platforming dapat dilihat pada gambar 1, dimana terdapat beberapa tahapan proses yaitu sebagai berikut:



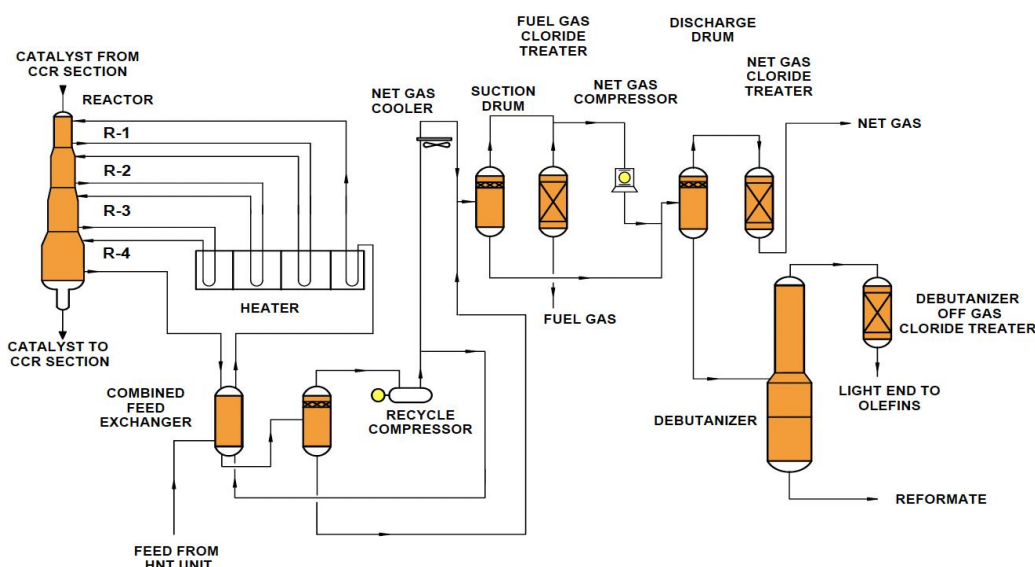
Gambar 1. Metode Kerja Optimasi Unit Platforming

III. Hasil dan Pembahasan

1. Alur Proses Platforming Unit

Unit Platforming 203 digunakan untuk dapat memproduksi maupun meningkatkan kandungan aromatic dengan mereforming 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). Hidrogen, by-product reaksi aromatic dapat digunakan untuk persiapan feed.



Gambar 2. PFD Dari Unit Platforming

Pada unit platforming, proses yang dilakukan adalah sweet naphtha feed dari stripper bottom unit 202 akan dicampur dengan recycle gas hydrogen dan dipanaskan di dalam *Combined Feed Exchanger* (203-E-002). Setelah itu, feed akan dipanaskan lebih lanjut sampai tercapainya temperatur reaksi di dalam *Charge Heater* (203-H-001) dan kemudian masuk ke reaktor pertama (203-R-001) untuk bereaksi dengan bantuan katalis R-364. Selanjutnya, dalam reaktor pertama terdapat terjadi proses endothermic yang berarti temperatur dari reaktor akan turun. keluar dari reaktor pertama kemudian dipanaskan kembali pada interheater kedua (203-H-002) sampai akhirnya mencapai temperatur reaksi dan dapat masuk ke reaktor kedua (203-R-002). Keluaran dari reaktor kedua selanjutnya dipanaskan lagi dalam interheater ketiga (203-H-003 dan 203-H-004) untuk mencapai temperatur reaksi yang diinginkan dan diteruskan hingga reaktor keempat.

Selanjutnya, keluaran dari reaktor keempat (203-R-004) didinginkan dengan penggunaan *Combined Feed Exchanger* dengan pertukaran panas dengan feed. 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 kembali 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 hydrogen 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*.

Peningkatan kapasitas feed dalam unit platforming dari 115 ton per jam menjadi 245 ton per jam membawa perubahan besar dalam cara sistem interheater beroperasi. Peningkatan kapasitas ini mengharuskan interheater untuk menyediakan lebih banyak energi panas, yang berarti ada sejumlah

penyesuaian teknis yang perlu dilakukan agar proses pemanasan tetap efisien dan efektif. Ketika kapasitas feed meningkat, berarti lebih banyak material yang harus dipanaskan dalam waktu yang sama. Oleh karena itu, interheater harus menghasilkan lebih banyak energi panas untuk memanaskan jumlah feed yang lebih besar. Luas permukaan pemanas atau heat transfer area dalam interheater juga harus diperbesar untuk mengakomodasi peningkatan kapasitas feed. Luas permukaan ini berfungsi untuk mentransfer panas dari gas pembakaran ke feed yang ada di dalam interheater. Salah satu cara untuk memperbesar luas permukaan pemanas adalah dengan menambah jumlah tube pemanas atau memperpanjang panjang tube yang ada. Tube ini berfungsi sebagai medium untuk mentransfer panas. Dengan menambah jumlah tube atau memperpanjang panjangnya, proses pemanasan feed dapat berlangsung lebih efisien, karena lebih banyak panas yang dapat disalurkan ke feed dalam waktu yang sama.

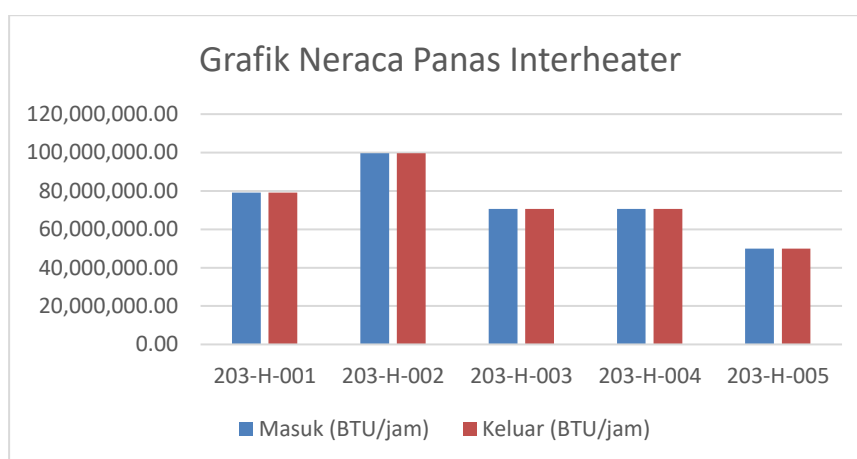
Dengan peningkatan kapasitas ini, tentu saja ada dampak pada efisiensi perpindahan panas. Peningkatan jumlah tube bertujuan untuk menjaga agar proses pemanasan tetap berlangsung efisien, meskipun jumlah feed yang diproses lebih banyak. Hal ini penting untuk menghindari pemborosan energi, yang bisa meningkatkan biaya operasional. Semua perubahan ini harus dilakukan dengan hati-hati agar proses pemanasan tetap berlangsung dengan optimal, dan kualitas produk akhir tetap terjaga.

2. Neraca Panas dan Efisiensi Interheater

Berdasarkan perhitungan evaluasi kinerja dari interheater 203- H-001, 203- H-002, 203- H-003, 203- H-004, dan 203-H-005 didapatkan hasil perhitungan neraca panas pada masing-masing interheater yang dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 1. Neraca Panas Interheater

Neraca Panas Interheater	Masuk (BTU/jam)	Keluar (BTU/jam)
203-H-001	79.161.763,56	79.161.763,56
203-H-002	99.571.102,32	99.571.102,32
203-H-003	70.677.494,99	70.677.494,99
203-H-004	70.677.494,99	70.677.494,99
203-H-005	49.938.023,81	49.938.023,81



Gambar 3. Grafik Neraca Panas Interheater

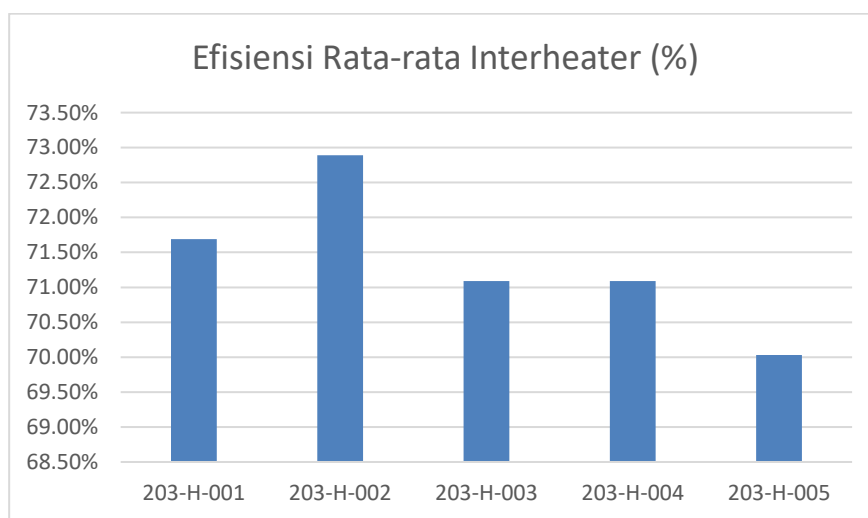
Tabel 1 dan Grafik gambar 3 pada neraca panas *interheater* yang disajikan memberikan informasi mengenai aliran panas yang masuk dan keluar dari masing-masing *interheater* dalam sistem pertukaran panas. Setiap seperti 203-H-001, 203-H-002, dan seterusnya. Tabel ini menunjukkan bahwa setiap *interheater* menerima sejumlah panas yang masuk (masuk) dan mengeluarkan panas dalam jumlah yang sama (keluar) yang diukur dalam satuan BTU per jam (BTU/jam). Dalam sistem pertukaran panas yang

ideal, jumlah energi panas yang masuk ke dalam *interheater* seharusnya sama dengan jumlah yang keluar yang berarti tidak ada kehilangan energi yang signifikan dalam proses tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa sistem berfungsi dengan efisien, dimana energi yang diterima dan dipindahkan tetap terjaga dalam proses pemindahan panas.

Dari hasil perhitungan neraca panas yang didapat menunjukkan bahwa nilai efisiensi aktual yang dibuat sudah mendekati desain yaitu dengan *range* sekitar 70%-80%. Pada bulan Juli *interheater* 203-H-001, 203- H-002, 203- H-003, 203- H-004, dan 203-H-005 memiliki rata- rata efisiensi sebesar 71,36%. Hal ini dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2. Efisiensi Rata-rata Interheater

Date	Furnace	Efficiency (%)
1- 31 Juli 2024	203-H-001	71,69%
	203-H-002	72,89%
	203-H-003	71,09%
	203-H-004	71,09%
	203-H-005	70,03%
Rata-rata		71,36%



Gambar 4. Grafik Efisiensi Rata-rata Interheater

Berdasarkan perhitungan efisiensi *interheater* pada table 2 dan gambar 4 yang telah dilakukan, diperoleh nilai efisiensi *interheater* pada tanggal 1 hingga 31 Juli 2024 berturut-turut sebesar 71,69%, 72,89%, 71,09%, 71,09%, dan 70,03%. Dengan mempertimbangkan bahwa nilai efisiensi termal minimum untuk *interheater* saat ini berkisar antara 70% hingga 80%, dapat disimpulkan bahwa *interheater* di area 203 unit *platforming* ini layak untuk terus dioperasikan. Efisiensi *interheater* ini terjaga karena peralatan selalu menjalani proses pembersihan dan perawatan secara rutin. Selain itu, penggunaan *fuel gas* membuat ruang bakar menjadi lebih bersih dari pembentukan kerak dan endapan karbon.

Untuk menjaga optimasi *interheater*, perlu dilakukan pengaturan pasokan oksigen dengan mengontrol jumlah udara yang masuk. Dalam reaksi kimia, oksigen berperan penting untuk membakar bahan bakar sehingga menghasilkan panas yang dibutuhkan agar suhu yang diinginkan tercapai. Namun, jika persentase oksigen dalam *interheater* tidak sesuai dengan kebutuhan proses pembakaran, berbagai

masalah dapat muncul, termasuk penurunan efisiensi kinerja *interheater*. Untuk pembakaran yang sempurna, diperlukan jumlah O_2 beserta sejumlah *excess air* yang cukup untuk menjamin proses pembakaran sempurna. Akan tetapi, kelebihan udara yang terlalu besar justru dapat menyebabkan kehilangan panas dan menurunkan efisiensi operasional.

3. Desain Furnace (*Interheater*)

Desain *furnace* atau pemanas dalam sistem *platforming* merupakan bagian penting dalam proses industri kimia atau industri minyak dan gas, khususnya dalam proses *reforming* untuk menghasilkan hidrokarbon ringan dan aromatik. Desain *Furnace* atau *Interheater* kali ini menggunakan tipe *Vertical Cylindrical* menunjukkan pendekatan perancangan awal dengan konfigurasi silinder vertikal, yang merupakan salah satu bentuk *furnace* paling umum karena efisiensi perpindahan panasnya yang tinggi. Persamaan yang digunakan untuk menghitung beban panas adalah $Q=U \times A \times F \times \Delta T_{LMTD}$. Persamaan yang digunakan untuk menghitung luas permukaan total adalah $A = Nt \times \pi \times Do \times L$. Persamaan yang digunakan untuk menghitung jumlah tube adalah $Nt = \frac{A}{\pi \times Do \times L}$. Dalam tahap awal perancangan, beberapa asumsi penting digunakan. Salah satu asumsi utama adalah bahwa 70% dari beban panas (*heat duty*) akan diserap oleh bagian radian dari *furnace*, sementara 30% sisanya diserap oleh bagian konveksi. Pembagian ini mencerminkan distribusi panas tipikal dalam *furnace* berbasis pembakaran langsung. Desain mempertimbangkan penggunaan pipa berukuran 6 inch nominal *bore* (168.3 mm OD) sebagai saluran utama untuk aliran proses. Ukuran ini dipilih dengan mempertimbangkan kapasitas panas dan aliran fluida yang optimal, serta kemudahan pengadaan dan pemasangan. Distribusi *duty* antara *radiant section* dan *convection section* menjadi kunci dalam desain *furnace*. *Radiant section* bertanggung jawab atas pemanasan langsung oleh radiasi nyala api, sedangkan *convection section* mengambil panas dari gas buang. Desain harus memastikan bahwa perpindahan panas di kedua area ini optimal, agar fluida proses mencapai suhu target dengan efisien.

Jumlah *tube* dalam *furnace* memiliki korelasi erat dengan kinerja dan efisiensinya. Semakin banyak jumlah *tube* yang terpasang, area perpindahan panas secara keseluruhan akan meningkat, yang berpotensi menghasilkan penyerapan panas yang lebih besar dari sumber panas, seperti hasil pembakaran bahan bakar. Tata letak dan susunan *tube* juga krusial; konfigurasi seperti susunan *staggered* (zig-zag) dapat meningkatkan turbulensi aliran fluida dan gas panas, sehingga meningkatkan koefisien perpindahan panas secara konveksi.

Namun, penambahan jumlah *tube* juga perlu dipertimbangkan dari sisi desain dan operasional. Peningkatan jumlah *tube* dapat menyebabkan peningkatan biaya investasi awal, kompleksitas manufaktur, dan potensi peningkatan penurunan tekanan fluida yang mengalir di dalamnya, yang berakibat pada kebutuhan daya pompa yang lebih besar. Selain itu, ruang antar tube perlu diperhatikan untuk memastikan distribusi panas yang merata dan mencegah terjadinya *fouling* atau penumpukan kerak yang dapat menghambat perpindahan panas. Dalam perancangan *furnace*, perhitungan jumlah *tube* yang optimal melibatkan analisis mendalam terhadap kebutuhan panas proses, sifat-sifat fluida yang dipanaskan, karakteristik pembakaran, dan batasan-batasan desain serta biaya. Tujuannya adalah untuk mencapai keseimbangan antara penyerapan panas yang efisien dan biaya operasional serta pemeliharaan yang efektif.

Dalam konteks *furnace*, jumlah *tube* memegang peranan krusial dalam menentukan efisiensi perpindahan panas dan kinerja keseluruhan alat. *Furnace* dirancang untuk memanaskan fluida yang mengalir di dalam *tube* dengan memanfaatkan panas hasil pembakaran bahan bakar. Semakin banyak *tube* yang terpasang dalam *furnace*, semakin besar pula luas permukaan perpindahan panas yang tersedia. Ini berarti lebih banyak panas dari gas pembakaran dapat diserap oleh fluida yang mengalir di dalam *tube*, sehingga meningkatkan efisiensi termal *furnace*. Namun, peningkatan jumlah *tube* tidak selalu linear dengan peningkatan efisiensi tanpa mempertimbangkan faktor-faktor lain. Desain penempatan *tube* (misalnya, horizontal, vertikal, helical, atau arbor), diameter *tube*, serta laju aliran fluida juga sangat memengaruhi optimalisasi perpindahan panas. Penataan *tube* yang tidak efisien atau terlalu padat dapat menyebabkan penumpukan jelaga (*fouling*) atau hambatan aliran gas panas, yang pada akhirnya justru mengurangi efisiensi perpindahan panas. Oleh karena itu, perancangan *furnace*

yang optimal mempertimbangkan keseimbangan antara jumlah *tube* dengan faktor-faktor desain lainnya untuk mencapai penyerapan panas maksimal dan kinerja yang efisien.

Setelah dikalkulasikan pada persamaan $Nt = \frac{A}{\pi \times Do \times L}$ didapatkanlah jumlah tube yang diperlukan pada *interheater 1*, *interheater 2*, *interheater 3*, *interheater 4* dan *interheater 5* sebagai berikut:

Tabel 3. Jumlah Tube Interheater

Alat	Jumlah Tube	
	Convection	Radiation
Interheater 1	7	6
Interheater 2	7	6
Interheater 3	7	6
Interheater 4	7	6
Interheater 5	8	7

Heat duty adalah jumlah energi panas yang dibutuhkan atau dihasilkan oleh suatu sistem proses per satuan waktu, biasanya dalam satuan kW atau Btu/hr. Kapasitas proses merujuk pada laju alir fluida (massa atau volumetrik) yang diproses oleh unit, seperti *barrel per day* (BPD) atau kg/s. Dalam unit seperti *furnace*, kapasitas menunjukkan seberapa banyak fluida (misalnya *feed* distilasi) yang dapat dipanaskan. Dalam studi ini mengkaji terkait perbandingan *duty* yang dihasilkan apabila kapasitas dari unit *platforming* tersebut mengalami peningkatan dari 115 ton/hr ke 245 ton/hr. Secara umum, kenaikan kapasitas proses akan menyebabkan kenaikan *heat duty* secara linier, selama kondisi operasi lainnya tetap konstan. Ketika kapasitas fluida meningkat *furnace* harus menyediakan lebih banyak energi panas, luas permukaan pemanas (*heat transfer area*) mungkin harus diperbesar, jumlah *burner*, panjang *tube*, atau jumlah *tube* bisa ditingkatkan, dan ukuran *furnace* (baik panjang maupun diameter ruang pembakaran) bisa bertambah untuk menjaga efisiensi perpindahan panas. Walaupun secara teori hubungan kapasitas dan *duty* bersifat linier, dalam praktik industri sering terjadi peningkatan non-linier pada kebutuhan *duty* karena penurunan efisiensi pembakaran akibat turbulensi atau *incomplete combustion* pada burner saat dipaksa beroperasi di luar desain, Peningkatan *heat loss* (konduksi, konveksi ke lingkungan) seiring bertambahnya ukuran atau temperatur operasi, dan potensi *bottleneck* di *convection section*, yang tidak mampu menangani tambahan beban panas secara efisien. Selanjutnya berikut adalah hasil perbandingan *duty* dari *interheater 1* sampai *interheater 5* setelah kenaikan kapasitas:

Tabel 4. Total Required Heater Duty

Alat	Total Required Heater Duty (Btu/hr)	
	Sebelum Kenaikan	Sesudah Kenaikan
Interheater 1	111.298	176.222
Interheater 2	139.967	221.614
Interheater 3	97.987	155.951
Interheater 4	97.987	155.951
Interheater 5	68.272	108.261

Tabel yang diberikan menggambarkan perubahan kebutuhan energi panas (*heater duty*) untuk lima unit *interheater* seiring dengan peningkatan kapasitas *feed*. Sebelum kenaikan kapasitas, setiap unit memiliki kebutuhan energi panas tertentu yang diperlukan untuk memproses bahan baku dalam jumlah yang lebih kecil. Namun, setelah kapasitas *feed* meningkat, kebutuhan energi panas untuk setiap unit

juga meningkat. Sebagai contoh, *interheater* 1 yang awalnya memerlukan 111.298 BTU/jam, setelah kenaikan kapasitas *feed*, membutuhkan 176.222 BTU/jam, yang menunjukkan bahwa unit ini harus mengolah lebih banyak bahan dengan lebih banyak energi panas untuk mempertahankan suhu yang optimal. Hal yang serupa terjadi pada *interheater* 2, yang awalnya memerlukan 139.967 BTU/jam dan meningkat menjadi 221.614 BTU/jam, mencerminkan kebutuhan energi yang lebih besar untuk mengimbangi jumlah bahan baku yang lebih banyak. Sementara itu, *interheater* 3 dan *interheater* 4, meskipun kapasitas *feed* mereka lebih rendah, juga mengalami peningkatan kebutuhan panas dari 97.987 BTU/jam menjadi 155.951 BTU/jam. Peningkatan ini mengindikasikan bahwa meskipun kapasitasnya lebih kecil, tapi tetap memerlukan lebih banyak energi panas setelah kenaikan kapasitas *feed*. Terakhir, *interheater* 5, meskipun memiliki kapasitas yang lebih kecil dibandingkan dengan unit lainnya, juga mengalami peningkatan kebutuhan energi panas dari 68.272 BTU/jam menjadi 108.261 BTU/jam. Secara keseluruhan, tabel ini menunjukkan bahwa setiap unit *interheater* harus beradaptasi dengan kenaikan kapasitas *feed* yang lebih besar, yang berimbas pada peningkatan kebutuhan energi panas untuk memproses bahan baku yang lebih banyak. Peningkatan kapasitas *feed* ini menuntut sistem pemanasan untuk lebih kuat dan efisien dalam mengelola peningkatan beban energi yang diperlukan.

4. Analisis Keekonomian

Analisis keekonomian adalah evaluasi sistematis terhadap aspek biaya dan pengeluaran dari suatu proyek atau proses untuk menilai kelayakan finansialnya. Analisis keekonomian juga bertujuan untuk menentukan apakah suatu desain layak untuk diimplementasikan secara nyata. Adapun parameter keekonomian yang penulis pertimbangkan ialah *Total Capital Investment (TCI)* dan *Operational Cost*. Dalam perhitungan analisa keekonomian ini, penulis menggunakan kapasitas *feed* sebesar 115 ton/jam.

Total Capital Investment (TCI) [11] berasal dari dua komponen yaitu *Working Capital Investment (WC)* dan juga *Fixed Capital Investment (FCI)*. FCI merupakan harga total biaya yang diperlukan untuk membangun fasilitas fisik suatu proyek industri sebelum proses produksi dimulai. FCI mencakup semua aset jangka panjang yang tidak berubah secara langsung dengan volume produksi, dan umumnya hanya dikeluarkan satu kali di awal proyek. Berikut merupakan harga *equipment* atau alat yang dibutuhkan pada desain *furnace pada unit Platforming* yang diperoleh dari *Matches* [12]:

Tabel 5. Klasifikasi dari Pembagian Jenis Heater

Alat	Harga	Jumlah	Total
<i>Interheater</i> 1	\$883.170,23	1	\$883.170,23
<i>Interheater</i> 2	\$883.170,23	1	\$883.170,23
<i>Interheater</i> 3	\$883.170,23	1	\$883.170,23
<i>Interheater</i> 4	\$883.170,23	1	\$883.170,23
<i>Interheater</i> 5	\$910.934,40	1	\$910.934,40
	Total		\$4.443.615,31

Dari tabel 5, didapatkan harga total *equipment* yang dibutuhkan ialah sebesar \$4.443.615,31. Dengan biaya *delivery cost* sebesar 20%, sehingga didapatkan total *Purchased Equipment Cost* sebesar \$5.332.338,38.

Selanjutnya untuk mencari nilai *Fixed Capital Investment (FCI)* diperlukan untuk menghitung *Direct Cost (DC)* [13] dan *Indirect Cost (IC)* [14]. Metode perhitungan menggunakan referensi buku “*Plant Design and Economics for Chemical Engineering*” Chapter 6 *Analysis of Cost Estimation* [15].

Tabel 6. Direct Cost (DC) dan Indirect Cost (IC)

DIRECT COST	% Chosen	Value
Purchased equipment	40%	\$5.332.338,38
Purchased equipment installation	10%	\$1.333.084,59
instrumentation and controls (installed)	5%	\$666.542,30
piping (installed)	7%	\$933.159,22
electrical (installed)	5%	\$666.542,30
building (including services)	3%	\$399.925,38
yard improvements	2%	\$266.616,92
service facilities (installed)	8%	\$1.066.467,68
Land	1%	\$133.308,46
TOTAL DIRECT COST	81%	\$10.797.985,21
INDIRECT COST	% Chosen	Value
Engineering and supervision	4%	\$533.233,84
construction expense	4%	\$533.233,84
contractor fee	2%	\$266.616,92
contingency	9%	\$1.199.776,13
TOTAL INDIRECT COST	19%	\$2.532.860,73
TOTAL FIXED CAPITAL INVESTMENT		\$13.330.845,94
WORKING CAPITAL INVESMENT	40% FCI	\$5.332.338,38
TOTAL CAPITAL INVESMENT	FCI + WC	\$18.663.184,32

Berdasarkan tabel tersebut didapatkan untuk nilai FCI sebesar \$13.330.845,94. Pada tabel juga didapatkan nilai WC sebesar \$5.332.338,38. Dengan nilai k sebesar 0,40 dikarenakan unit yang dibuat merupakan proses dengan rentang kualitas produk yang lebar dengan pasar yang canggih dan sudah termasuk biaya *start up*. Sehingga dengan diketahuinya nilai WC dan FCI maka didapatkan nilai TCI yaitu sebesar \$18.663.184,32.

Operational cost merupakan biaya yang dikeluarkan secara rutin untuk menjalankan dan memelihara suatu proses atau fasilitas produksi setelah investasi awal selesai. Untuk nilai *operational cost* yang dihitung merupakan biaya *duty* yang diperlukan oleh setiap *furnace*.

Tabel 7. Biaya Duty yang Diperlukan Setiap Heater

Alat	Duty (Kg/hr)	Cost (\$/KJ)	Cost per Hour	Cost per Year
<i>Interheater</i> 1	40958,00	0,0895746	\$3.668,80	\$32.138.669,34
<i>Interheater</i> 2	40958,00	0,0895746	\$3.668,80	\$32.138.669,34
<i>Interheater</i> 3	40958,00	0,0895746	\$3.668,80	\$32.138.669,34
<i>Interheater</i> 4	40958,00	0,0895746	\$3.668,80	\$32.138.669,34
<i>Interheater</i> 5	40958,00	0,0895746	\$3.668,80	\$32.138.669,34
Jumlah	204790,00		\$18.343,99	\$160.693.346,71

Tabel di atas merupakan rincian biaya utilitas yang dikeluarkan per tahun dan diambil selama 330 hari kerja dan sisa harinya dianggap untuk *maintenance*. Pengambilan data kebutuhan *duty* tersebut diambil pada seluruh *furnace* yang telah dilakukan evaluasi serta desainnya. Dengan demikian

didapatkan *cost* nya sebesar 0,09 \$/kJ dan *duty* sebesar 40.958 kg/hr. Adapun nilai *a* sebesar 0,0000030, nilai *b* sebesar 0,00782, nilai *Cs* sebesar 0,09 dan harga bahan bakar sebesar 11,37 \$/GJ. Dengan demikian didapatkan nilai dari *cost per year* sebesar \$160.693.346,71.

IV. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan dan studi penelitian yang berjudul Optimasi Desain Platformer Heater Dengan Penambahan Kapasitas Pengolahan Sweet Naphtha Pada Unit Platforming, dapat diambil kesimpulan bahwa :

1. Hasil efisiensi Platformer Heater berdasarkan data operasional selama satu bulan, yang menunjukkan efisiensi Platformer Heater dengan rata-rata sebesar 71,36%. Dimana, nilai desain efisiensi termal minimum untuk Platformer Heater saat ini berkisar antara 70% sampai dengan 80%, maka dapat disimpulkan bahwa Platformer Heater yang terdapat di area 203 unit platforming ini layak untuk dioperasikan.
2. Studi ini menunjukkan bahwa peningkatan kapasitas unit platforming dari 115 ton/jam menjadi 245 ton/jam secara umum meningkatkan kebutuhan heat duty secara linier, asalkan kondisi operasi lain tetap sama. Data perbandingan duty pada lima furnace setelah peningkatan kapasitas menunjukkan kenaikan signifikan pada total heat duty yang diperlukan, dengan efisiensi berkisar antara 70% sampai 72%. Oleh karena itu, untuk menjaga performa furnace saat kapasitas meningkat, perlu dilakukan penyesuaian pada desain seperti memperbesar area pemanas, menambah burner, atau memperbesar ukuran furnace.
3. Analisis keekonomian menunjukkan Total Capital Investment (TCI) sebesar sekitar \$18,66 juta, yang terdiri dari Fixed Capital Investment (FCI) sebesar \$13,33 juta dan Working Capital (WC) sebesar 40% dari FCI. Selain itu, biaya operasional furnace, terutama untuk duty mencapai sekitar \$160 juta per tahun, yang merupakan biaya signifikan dalam pengelolaan proyek .

Desain akhir yang direkomendasikan adalah mempertimbangkan penggunaan pipa berukuran 6 inch nominal *bore* (168.3 mm OD) sebagai saluran utama untuk aliran proses. Dan bahwa Platformer Heater yang terdapat di area 203 unit platforming ini layak untuk dioperasikan.

Daftar Pustaka

- [1] Y. , et al Wang, "Membrane Reactors for Catalytic Reforming," *Chemical Engineering Journal*, pp. 126–135, 2021.
- [2] L. , et al Zhang, "Efficiency Improvements in Oil Heating Systems: A Review of Recent Advances. Renewable and Sustainable Energy Reviews," pp. 109–120, 2020.
- [3] Y. Sofyan, M. Rachman, and D. P. Kosasih, " Pengaruh Penggunaan Alat Penghemat BBM Terhadap Konsumsi Bahan Bakar, Torsi Serta Daya Sepeda Motor Matic 150 CC. MESA," pp. 50–58, 2020.
- [4] N. Tacker and E. ST. , M. E. Elfiano, "Pengaruh Penambahan Variasi Zat Aditif Ke Dalam Bahan Bakar Ron 90 Terhadap Unjuk Kerja Dan Emisi Gas Buang Motor Bensin Type Spe Motoyama 460 GP," *Universitas Islam Riau*, 2021.
- [5] J. G. Speight, "CCR Platforming General Operating Manual," *UOP*, 2002.
- [6] J. G. Speight, "BPAT Naptha Processing Unit Overview. PT. Pertamina 12. (Persero) RU VI Balongan," 2008.
- [7] Little and Donald M, *Catalytic Reforming*, Penn Well Books. 1985.
- [8] Weifeng H, Hongye S, Yongyou H, and Jian C, "Modeling, simulation and optimization of a whole industrial catalytic naphtha reforming process on Aspen Plus platform," *Chin J Chem Eng*, 2006.

- [9] Stijepovic MZ, Linke P, and Kijevcanin M, "Optimization approach for continuous catalytic regenerative reformer processes. Energy Fuels," 2010.
- [10] Gyngazova MS, Kravtsov AV, Ivanchina ED, Korolenko MV, and Chekantsev NV, "Reactor modeling and simulation of moving-bed catalytic reforming process. Chem Eng J," 2011.
- [11] Noviana, K. Y., Wibowo, A. A. Analisis Ekonomi Pra Rancangan Pabrik Kimia Biopestisida Dari Limbah Kulit Bawang Merah Dengan Kapasitas 15.000 Ton/Tahun. Distilat Jurnal Teknologi Separasi, Vol. 10, No. 1, Maret 2024. 2024.
- [12] "Matches Practices Process and Cost Engineering." 2019.
- [13] Kolompoy, C. et. al. Penentuan biaya produksi dengan metode direct costing sebagai dasar penetapan harga jual pada UD Lourdes Tompasobaru. Jurnal Manajemen Bisnis dan Keuangan Korporat Vol. 2 No. 1 (2024). 2024.
- [14] Ihsan. Analysis Of The Effect Of Indirect Costs On The Performance Of Construction Project Implementation. Jurnal Pensil : Pendidikan Teknik Sipil Vol. 12 No. 1 (2023). 2023.
- [15] M. S. Peter and K. D. Timmerhaus, *Plant Design and Economics for Chemical Engineering*, 4th ed. 1991.