

Optimasi Komposisi *Crude Oil* pada *Crude Distillation Unit* (CDU) II Sebagai Evaluasi *Margin* Menggunakan Metode *Linear Programming*

Berty Dwi Rahmawati, Salsabilla Zahra Afifah

Program Studi Teknik Industri, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta, Yogyakarta

Penulis Korespondensi: berty.dr@upnyk.ac.id

Abstract

PT Kilang Pertamina Internasional RU IV Cilacap merupakan salah satu kilang minyak terbesar di Indonesia yang memiliki peran strategis dalam pemenuhan kebutuhan energi nasional. Salah satu unit utamanya adalah *Crude Distillation Unit* (CDU) II yang mengolah campuran berbagai jenis *crude oil*. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan komposisi *crude oil* dengan menggunakan metode *Linear programming* berdasarkan pendekatan *Gross product worth* (GPW), untuk memaksimalkan margin operasional kilang dan sebagai evaluasi terhadap margin aktual. Penelitian dilakukan menggunakan data *yield* produk, harga jual produk, dan batasan pengolahan dari masing-masing jenis *crude oil* untuk bulan November dan Desember 2024. Hasil menunjukkan bahwa optimasi dengan model LP memberikan komposisi yang lebih efisien dan menghasilkan margin yang lebih tinggi dibandingkan metode konvensional. Komposisi optimal yang memaksimalkan margin pada bulan November terdiri dari *crude* Banyu Urip, *Quaiboe*, *WTI*, *Katapa*, dan *Saharan*. Sementara pada bulan Desember terdiri dari *crude* Egina, *Quaiboe*, *Banyu Urip*, *Saharan*, dan *Katapa*.

Kata kunci: *Crude Oil*, *Linear Programming*, *Gross Product Worth*, *Margin*

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara dengan potensi minyak dan gas bumi (migas) terbesar di Asia Tenggara. Minyak bumi memiliki peran penting dalam kehidupan manusia sehingga terus dikembangkan untuk meningkatkan efisiensi dan fungsinya secara optimal [1]. Industri minyak dan gas bumi (migas) merupakan sektor dengan tingkat kompetisi tinggi di pasar global. Perusahaan pengolahan migas menghadapi tekanan yang besar untuk mempertahankan profitabilitas di tengah fluktuasi harga minyak, perubahan permintaan pasar, dan regulasi lingkungan yang semakin ketat. Fluktuasi harga minyak selalu dianggap sebagai barometer ekonomi di seluruh dunia, sehingga setiap perubahan akan harga minyak selalu menjadi topik yang menarik untuk dibahas dalam lingkungan ekonomi di setiap negara [2].

Setiap perusahaan dituntut untuk dapat memaksimalkan margin dengan tetap menjaga efisiensi operasional dan kualitas produk olahan. *Margin* menjadi indikator utama keberhasilan strategi bisnis karena menentukan daya saing perusahaan dalam industri yang padat modal dan volatil ini. Pemilihan komposisi *crude oil* menjadi elemen krusial karena memengaruhi efisiensi operasional, nilai ekonomi hasil pengolahan, dan kualitas produk hasil pengolahan.

Kualitas produk hasil pengolahan yang menurun menjadi perhatian utama dalam operasional kilang, terutama pada *Crude Distillation Unit* (CDU) II milik PT Kilang Pertamina Internasional RU IV Cilacap. CDU II merupakan salah satu unit pengolahan utama yang berperan dalam distillation minyak mentah menjadi fraksi-fraksi seperti *Gasoline*, *Solar*, dan *Avtur*. CDU II harus mampu menyesuaikan kondisi *feedstock* yang terus berubah dengan cepat dan tetap menjaga stabilitas kualitas produk. Sistem pengolahan saat ini menggunakan komposisi *mixed crude* yang terdiri dari *Light Crude*, *Medium Crude*, dan *Heavy Crude*. Efektivitas proses *distillation* sangat dipengaruhi oleh karakteristik dari masing-masing *crude oil* tersebut. Komposisi yang tidak sesuai dapat memicu peningkatan konsumsi energi dan menghasilkan fraksi yang tidak sesuai permintaan pasar.

Fraksi yang tidak sesuai permintaan pasar menjadi indikator bahwa komposisi *crude oil* perlu dioptimalkan. Variasi sifat kimia dan fisik *crude oil* seperti kandungan sulfur, densitas, serta distribusi fraksi

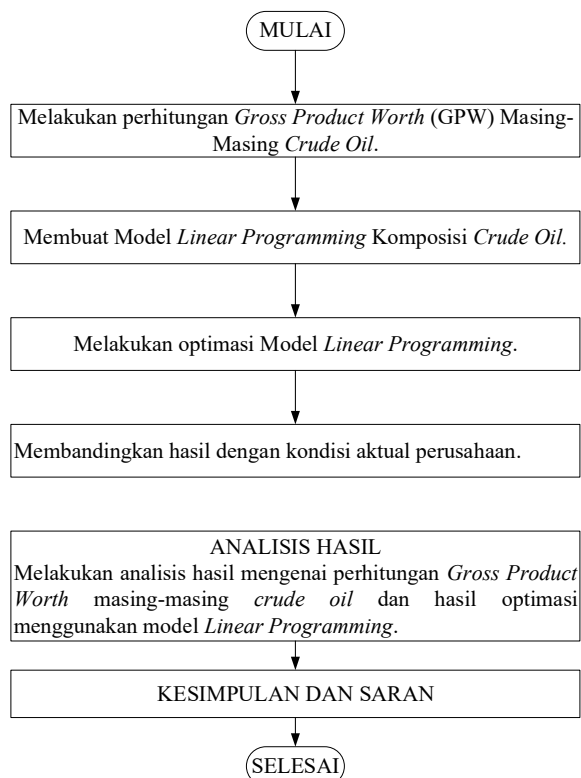
hidrokarbon memberikan pengaruh langsung terhadap performa unit CDU II. Crude dengan densitas tinggi cenderung menghasilkan residu lebih banyak, sementara *crude* dengan kandungan sulfur tinggi dapat memperburuk kualitas produk akhir. Kondisi ini menuntut evaluasi komprehensif terhadap *feedstock* agar produk yang dihasilkan tidak hanya sesuai spesifikasi pasar, tetapi juga bernilai jual tinggi. Penggunaan data historis *yield* dan performa unit menjadi penting dalam mendukung analisis teknis dan keekonomian. *Yield* adalah persentase atau proporsi dari setiap produk yang dihasilkan dari proses pengolahan minyak mentah dalam satu unit, seperti CDU. *Yield* menunjukkan seberapa banyak fraksi bernilai tinggi (seperti *Gasoline*, *Avtur*, atau *Solar*) yang bisa diperoleh dari setiap jenis *crude oil*, sehingga menjadi indikator utama dalam menilai efisiensi pengolahan dan potensi keuntungan. Metode penghitungan nilai jenis minyak mentah tertentu yang didasarkan pada nilai produk olahan yang berasal dari minyak mentah tersebut yang disebut *Gross Product* [3]. Pendekatan berbasis *Gross Product Worth* (GPW) digunakan untuk menilai nilai ekonomi dari campuran *crude* berdasarkan *yield* produk dan harga pasar. GPW dapat bersifat positif maupun negatif, tergantung pada perbandingan antara pendapatan dari produk olahan dengan biaya pengadaan bahan baku. GPW positif berarti nilai produk olahan lebih besar dari biaya *crude*-nya (*feed cost*), sehingga menghasilkan *margin* keuntungan, sedangkan GPW negatif menunjukkan bahwa *feed cost* lebih tinggi dari pendapatan yang dihasilkan, sehingga mendatangkan kerugian bagi kilang. Evaluasi GPW membantu menentukan komposisi *crude oil* yang paling menguntungkan secara ekonomi. Optimalisasi melalui pendekatan ini mampu meningkatkan profitabilitas sekaligus menjaga efisiensi operasional kilang [4].

Campuran *crude oil* yang tidak optimal menyebabkan peningkatan residu, inefisiensi energi, serta biaya pengolahan yang lebih tinggi [5]. Berdasarkan hasil wawancara dengan pihak *Refinery Business & Optimization*, diketahui bahwa penentuan komposisi *crude* pada operasional CDU II RU IV Cilacap saat ini lebih banyak didasarkan pada *historical yield* dan harga minyak global secara umum, tanpa adanya pemodelan matematis yang terstandarisasi [6]. Pengambilan keputusan masih dilakukan secara semi-kuantitatif, mengandalkan analisis historis dan diskusi antar unit, tanpa pendekatan optimasi matematis formal yang mempertimbangkan seluruh variabel kompleks secara simultan. Penggunaan metode heuristik atau semi-kuantitatif tersebut memiliki keterbatasan dalam memberikan solusi optimal secara konsisten pada kondisi fluktuatif dan pasar yang kompetitif saat ini. Pendekatan optimasi komposisi *crude oil* berbasis multi-faktor menjadi pilihan yang lebih unggul dari sisi keekonomian dibanding metode konvensional yang hanya mengandalkan satu variabel seperti harga *crude* atau data historis *yield* semata [7]. Setiap jenis *crude* memiliki karakteristik unik yang tidak hanya memengaruhi *volume* produk yang dihasilkan, tetapi juga biaya pengolahan dan potensi pendapatan dari produk olahan. *Crude* dengan harga beli murah belum tentu menghasilkan *margin* tinggi apabila produk turunannya tidak sesuai permintaan pasar atau mengandung residu tinggi yang meningkatkan beban operasional. Konteks tersebut membuat urgensi penerapan pendekatan matematis seperti linear programming menjadi relevan untuk mengoptimalkan *margin* yang dihasilkan perusahaan [8].

Pemodelan linear programming sebagai metode utama dalam optimasi komposisi *crude oil* memungkinkan simulasi dan optimasi berbagai kombinasi *crude* dengan mempertimbangkan variabel harga, *yield* tiap fraksi, kapasitas unit, serta batasan teknis lainnya secara terintegrasi. Penyusunan model dilakukan dengan pendekatan fungsi objektif untuk memaksimalkan *margin* perusahaan berdasarkan *Gross Product Worth* (GPW) sehingga kilang dapat meningkatkan profitabilitas sekaligus menjaga efisiensi energi dan kualitas *output*. Hasil dari model ini diharapkan memberikan insight strategis kepada pihak kilang untuk melakukan validasi terhadap kebijakan operasional yang telah diambil. Evaluasi ini juga membantu mengidentifikasi potensi penyempurnaan dalam pemilihan *crude mix* guna meningkatkan efisiensi energi, menekan biaya operasional, serta memaksimalkan *Gross Product Worth* (GPW) sebagai indikator keekonomian kilang.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah optimasi linear programming, dimulai dengan proses perhitungan *Gross Product Worth* (GPW) hingga penyusunan dan optimasi model. Kerangka disusun untuk memberikan gambaran alur logis dari proses penelitian yang dilakukan. Kerangka ini juga mencerminkan pendekatan evaluatif terhadap efektivitas strategi pengolahan *crude oil* yang telah diterapkan. Kerangka penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Penelitian

Gambar 1 menunjukkan skema alur metode penelitian dalam bentuk tahapan sistematis. Perhitungan *Gross Product Worth* (GPW) dilakukan terlebih dahulu untuk setiap jenis *crude oil* berdasarkan *yield* produk dan harga jualnya. Nilai GPW menjadi dasar dalam menyusun model *Linear Programming* (LP) untuk menentukan kombinasi komposisi *crude oil*. Model LP disusun dengan mempertimbangkan batasan kapasitas pengolahan unit CDU II serta limitasi teknis tiap jenis *crude*. Optimasi dilakukan menggunakan metode Simpleks melalui *Microsoft Excel Solver* untuk memperoleh hasil komposisi yang memaksimalkan GPW. Hasil optimasi dibandingkan dengan realisasi aktual pengolahan *crude oil* di kilang. Analisis dilakukan terhadap selisih *margin* antara hasil aktual dan hasil optimasi. Evaluasi juga mencakup efektivitas pemilihan *crude* dan efisiensi pengolahan.

3. HASIL DAN ANALISA

Perhitungan *Gross Product Worth* (GPW) pada *Crude Distillation* (CDU) II dilakukan dengan cara menghitung nilai ekonomi dari produk-produk yang dihasilkan dari setiap jenis *crude oil* yang diolah kemudian dikurangi dengan biaya *crude* itu sendiri. GPW ini dihitung berdasarkan data *yield* produk harga pasar dari masing-masing produk, dan biaya pengadaan *crude oil*. *Yield* produk diperoleh dari hasil analisis *distillation* dan uji laboratorium yang bertujuan untuk menunjukkan seberapa besar fraksi ringan hingga berat yang dapat diperoleh dari masing-masing *crude*. Harga produk yang dihasilkan seperti harga produk LPG, *Naphta*, *Kerosene*, *Diesel*, dan *Residue* berperan penting dalam menentukan nilai GPW. Rumus perhitungannya dapat dinyatakan sebagai $GPW = (Revenue - Feed Cost) / 1000 \text{ Bbl}$. Total harga produk sendiri didapatkan dengan menjumlahkan semua perkalian produk dengan *yield*nya masing-masing.

Perhitungan GPW bulan November 2024 menunjukkan adanya variasi signifikan antar jenis *crude* yang digunakan pada CDU II. Hasil perhitungan GPW pada bulan November 2024 dari yang tertinggi sampai ke terendah dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil perhitungan GPW pada bulan November 2024 dari yang tertinggi sampai ke terendah.

Nama Crude	Jenis Crude	GPW (USD/Bbl)
Senipah	Light Crude	10,58
Kerapu	Light Crude	5,51
Katapa	Light Crude	5,43
Mudi	Medium Crude	5,42
Madura	Light Crude	3,47
Banyu Urip	Heavy Crude	3,44
Bd Karapan	Light Crude	2,79
Kimanis	Medium Crude	2,22
Ardjuna	Medium Crude	1,33
Geragai	Light Crude	0,68
SLC	Heavy Crude	0,15
Cinta	Heavy Crude	0,04
Bekapai	Medium Crude	-0,24
Agbami	Light Crude	-1,2
Quaiboe	Medium Crude	-1,64
Handil	Light Crude	-1,97
Okwuibome	Medium Crude	-2,79
Saharan	Light Crude	-3,65
West Texas	Light Crude	-3,73
Intermediate	Light Crude	-3,73
Egina	Heavy Crude	-5,13
Girrasol	Light Crude	-6,13
Etame	Light Crude	-9,13

Faktor utama yang menyebabkan perbedaan GPW ini adalah perbedaan dalam komposisi fraksi yang dihasilkan dari masing-masing *crude* serta harga jual dari produk akhir. *Crude* dengan kandungan *middle distillate* tinggi seperti *diesel* dan *kerosene* lebih menguntungkan dibandingkan *crude* dengan residu tinggi. GPW pada bulan Desember 2024 mengalami perubahan karena adanya fluktuasi harga *crude oil* dan harga jual produk. Hasil perhitungan GPW pada bulan Desember 2024 dari yang tertinggi sampai ke terendah dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil perhitungan GPW pada bulan Desember 2024 dari yang tertinggi sampai ke terendah

Nama Crude	Jenis Crude	GPW (USD/Bbl)
Senipah	Light Crude	12,87
Katapa	Light Crude	10,83
Bd Karapan	Light Crude	9,64
Madura	Light Crude	8,83
Kerapu	Light Crude	8,51
Mudi	Medium Crude	8,22
Banyu Urip	Heavy Crude	6,36
Gippsland	Light Crude	5,62
Ardjuna	Medium Crude	4,3
Geragai	Light Crude	3,48
Cinta	Heavy Crude	2,84
Handil	Light Crude	2,79
Bekapai	Medium Crude	2,76
SLC	Heavy Crude	2,64
Kimanis	Medium Crude	2,22
Agbami	Light Crude	1,72
West Texas	Light Crude	1,31
Intermediate	Light Crude	1,31
Okwuibome	Medium Crude	0,15
Amenam	Light Crude	-1,88
Egina	Heavy Crude	-3,54
Escravos	Medium Crude	-4,04
Saharan	Light Crude	-10,2

Beberapa *crude* seperti Katapa dan Senipah mengalami kenaikan GPW menjadi 10,83 dan 12,87 USD/Bbl yang berarti *crude* ini semakin menguntungkan untuk diolah, sementara beberapa *crude* lainnya seperti Saharan dan Escravos tetap menunjukkan nilai negatif yaitu -10,2 USD/Bbl dan -4,04 USD/Bbl yang berarti *crude* ini tidak optimal untuk diolah dalam jumlah yang besar. Langkah selanjutnya setelah melakukan perhitungan *Gross Product Worth* (GPW) adalah melakukan optimasi alokasi *crude* menggunakan Metode *Linear Programming* dengan *Solver* pada *Microsoft Excel*. Tujuan optimasi adalah untuk memaksimalkan nilai GPW dengan tetap memenuhi batasan kapasitas CDU II serta ketersediaan *crude* yang tersedia. Fungsi objektif dalam optimasi ini adalah memaksimalkan nilai GPW dengan memvariasikan porsi *crude* yang diolah dalam CDU II. Model matematis ini menggunakan rumus $Z = (GPW \text{ Crude } 1 \times X_1) + (GPW \text{ Crude } 2 \times X_2) + \dots + (GPW \text{ Crude } n \times X_n)$, dengan X_n sebagai variabel keputusan yang menunjukkan jumlah *crude* yang digunakan.

Beberapa batasan dalam pemodelan ini meliputi kapasitas harian dari CDU II yaitu 183000 Bbl, komposisi *light crude* (25%-35%), komposisi *medium crude (balance)*, dan komposisi *heavy crude* (25%-40%).

Hasil optimasi menunjukkan bahwa pada bulan November 2024, komposisi *crude* yang diolah terdiri dari Senipah sebanyak 64.050 Bbl, Bekapai sebanyak 9.150 Bbl, Cinta sebanyak 18.300 Bbl, Banyu Urip sebanyak 45.750 Bbl, SLC sebanyak 18300 Bbl, dan Girrasol 27450 Bbl. Total margin yang akan diperoleh perusahaan dari optimasi yang dilakukan sebanyak 717817,5 USD. Penggunaan *Crude* dengan nilai GPW negatif seperti Escravos (-4,04 USD/Bbl) dan Saharan (-3,65 USD/Bbl) harus diminimalkan untuk menghindari kerugian. Optimasi ini mengikuti batasan kapasitas CDU II sebesar 183.000 Bbl/hari, serta batasan komposisi *light*, *medium*, dan *heavy crude* sesuai dengan persyaratan operasional kilang.

Optimasi yang dilakukan pada bulan Desember 2024 dengan komposisi Senipah sebanyak 64.050 Bbl, Ardjuna sebanyak 18300 Bbl, Mudi sebanyak 14.640 Bbl, Bekapai sebanyak 18300 Bbl, Cinta sebanyak 18300 Bbl, Banyu Urip sebanyak 45750 Bbl, dan SLC sebanyak 3660 Bbl. Komposisi tersebut menghasilkan margin perusahaan sebanyak 1426466,7 USD. Penggunaan *Crude* dengan nilai GPW negatif seperti Amenam (-1,88 USD/Bbl), Saharan (-10,5 USD/Bbl), Escravos (-4,04 USD/Bbl), dan Egina (-3,5 USD/Bbl) harus diminimalkan untuk menghindari kerugian. Optimasi ini memperlihatkan bahwa pemilihan *crude* dengan GPW tertinggi memberikan dampak signifikan terhadap keuntungan *refinery*. Model ini memastikan batasan kapasitas dan komposisi *crude* tetap terpenuhi, sehingga operasional CDU II tetap berjalan optimal tanpa melanggar limitasi yang ada. Dapat disimpulkan bahwa penggunaan metode *Linear Programming* dalam optimasi *crude feed* mampu meningkatkan efisiensi produksi, meningkatkan margin keuntungan, serta memaksimalkan pemanfaatan kapasitas CDU II.

4. KESIMPULAN

Hasil perhitungan dan analisis yang diperoleh menunjukkan beberapa kesimpulan utama dalam penelitian ini. Komposisi *crude oil* yang menghasilkan nilai *Gross Product Worth* (GPW) tertinggi sebagai *feed* pada CDU II untuk bulan November dan Desember adalah *crude* Senipah. *Crude* jenis ini memberikan nilai keekonomian yang tinggi karena karakteristik *middle distillate*-nya yang dominan. *Middle distillate* memberikan kontribusi signifikan terhadap margin karena bernilai jual tinggi serta memiliki biaya pengolahan dan penanganan residu yang relatif rendah.

Hasil optimasi menggunakan metode *Linear Programming* menunjukkan bahwa alokasi *crude* yang optimal dapat meningkatkan *margin* keuntungan perusahaan secara signifikan. Pada bulan November 2024, margin tambahan yang diperoleh dari hasil optimasi mencapai 480.045,6 USD, sedangkan pada bulan Desember 2024 margin meningkat lebih besar lagi yaitu sebesar 1.358.061,3 USD. *Crude oil* dengan nilai GPW negatif secara keekonomian dianggap kurang menarik untuk diolah, sehingga proporsinya perlu diminimalkan dalam perencanaan *feedstock* CDU II di masa mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. F. Akbar, H. Yudo, and I. P. Mulyatno, "Analisis Kekuatan Tangki Penyimpanan Crude Oil 38T-104 Berbentuk Silinder dengan Tipe External Floating Roof pada PT Pertamina RU IV Cilacap," *J. Tek. Perkapalan*, vol. 8, no. 1, pp. 96–104, 2019.
- [2] G. Maulana and N. Aini, "Prediksi Harga Brent Crude Oil Menggunakan Algoritma Long Short-Term Memory (LSTM)," *J. Technol. Eng.*, vol. 3, no. 1, pp. 10–24, 2025.
- [3] I. Tarigan and D. S. K. Bellina, "Alternatif Pengganti Crude Duri menggunakan Metode Gross Product Worth pada PT. Pertamina RU II Dumai," in *Talenta Conference Series: Energy and Engineering (EE)*, 2021.
- [4] M. T. Sembiring, E. Ginting, and F. S. Sibarani, "The Evaluation of Crude Oil Production Based on Gross Profit Worth (GPW), Margin, Blending Process and Collaboration Supply Chain," in *Talenta Conference Series: Energy and Engineering (EE)*, 2019.
- [5] Q. R. AlVonda, F. Dinni, D. D. Saputra, I. Puspita, I. Falani, and E. Wiratmani, "Implementasi Metode Simpleks dalam Penentuan Jumlah Produksi untuk Memaksimasi Keuntungan," *STRING (Satuan Tulisan Ris. Dan Inov. Teknol.)*, vol. 4, no. 1, pp. 57–64, 2019.
- [6] T. Sriwidadi and E. Agustina, "Analisis optimalisasi produksi dengan linear programming melalui metode simpleks," *Binus Bus. Rev.*, vol. 4, no. 2, pp. 725–741, 2013.
- [7] I. Nuryana, "Optimasi jumlah produksi pada UMKM Raina Kersen dengan metode Linear Programming," 2019.
- [8] Z. F. Rosyada, M. A. A. Kesuma, D. Nurkertamanda, H. Suliantoro, and A. Bakhtiar, "Analisa Penjadwalan Pemesanan Super Heavy Crude Oil Bulan Desember 2019 Dengan Metode EOQ," 2020.