

Optimasi Pengolahan Crude Banyu Urip di Unit CDU-II PT. Pertamina (Persero) RU IV

Wakhid Ahmad Jauhari^{*1)}, dan Fandy Achmad Prasetyo Utomo²⁾

^{1,2)}Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret

^{1,2)}Laboratorium Sistem Produksi, Program Studi Teknik Industri, Universitas Sebelas Maret

Jl. Ir. Sutami 36A Surakarta 57126, Indonesia

Telp. 0271-6322110

Email: wachid_aj@yahoo.com, fandyachmadprasetyoutomo@gmail.com

ABSTRAK

PT. Pertamina (Persero) merupakan salah satu Badan Usaha Milik Negara yang bergerak di bidang eksplorasi, produksi dan pengolahan minyak mentah. Perusahaan ini memiliki tanggung jawab yang besar sebagai penyedia stok nasional BBM dan non BBM. PT. Pertamina (Persero) RU IV Cilacap mengolah minyak mentah untuk memproduksi BBM, Non BBM, dan Petrokimia sangat diperlukan perencanaan yang tepat untuk menghasilkan margin yang optimum agar proses produksi efektif. Pada proses refinery perlu dilakukan optimasi terhadap aspek yang berkaitan pada sistem pengolahan minyak yang bertujuan untuk mendapatkan margin keuntungan maksimum dan pemenuhan aspek kualitas. Kilang *Fuel Oil Complex* (FOC) II merupakan unit pengolahan di PT. Pertamina (Persero) RU IV dengan *feed* berupa *cocktail crude*. Feed merupakan input yang akan diolah pada unit proses. Optimasi dilakukan dengan metode NLP dengan bantuan Ms. *Excel Solver* sebagai bantuan dalam pengolahan data. Pada proses optimasi yang dilakukan diperoleh *margin* sebesar 74.250.000 USD atau naik sebesar 14,9% dibandingkan rencana awal perusahaan dengan semua batasan terpenuhi.

Kata kunci: *Cocktail Crude*, *GRG*, Kilang, NLP, Optimasi Proses

1. Pendahuluan

Kilang dibangun untuk mengolah minyak mentah dengan variasi jenis dan harga minyak mentah serta pergeseran permintaan untuk produk *refinery* telah memaksa kilang untuk mengurangi biaya bahan baku penyulingan. Umumnya, hal ini dicapai dengan pencampuran minyak mentah dengan jenis yang berbeda. Minyak mentah dengan jenis kualitas rendah dapat dibeli dengan biaya rendah. Pencampuran dengan minyak mentah kualitas yang lebih baik dapat menghasilkan campuran minyak mentah yang bersifat optimal untuk diproses dengan biaya minimum (Shahnovsky, Cohen, & McMurray, 2014).

Mengoptimalkan sistem industri skala besar (misalnya kilang) di mana terdiri dari beberapa proses, aliran material, dan sejumlah sistem pendukung (energi) yang terlibat merupakan tugas yang sulit untuk dicapai. Tantangan sebenarnya adalah mengintegrasikan sepenuhnya berbagai proses dan bahan dengan tetap mempertahankan kualitas pada tingkat proses (Zhang, Zhu, & Towler, 2001).

Linear programming merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk mencapai tujuan tersebut karena kemudahan dalam pemodelannya dan relatif lebih mudah untuk dipecahkan (Karuppiyah, Furman, & Grossmann, 2008). Disisi lain ada yang menggunakan teknik pemrograman matematika non-linear seperti NLP, dan MINLP karena dapat menangkap perilaku kompleks dari proses dan interaksi mereka (Sadhukhan, Zhang, & Zhu, 2004). *Non linear programming* (NLP) adalah suatu cara pemecahan masalah dimana variabel-variabel didalamnya akan bersifat tidak linear, atau bahkan terhubung satu sama lainnya. Sedangkan *Mixed integer non linear programming* (MINLP) hampir sama dengan NLP, namun memiliki tambahan variabel integer.

Teknik optimasi non-linear yang paling sering digunakan adalah GRG, dan SQP. Metode GRG dinilai paling *robust* dari ketiga metode yang dibandingkan. Selain itu metode GRG dapat menyelesaikan linear *problem* tetapi juga bekerja dengan baik untuk *nonlinear problem*. GRG juga dapat digunakan sebagai simulator proses (Lasdon & Waren, 1983).

Pada kasus ini, *crude* domestik yang mandatori harus diterima dan diolah oleh PT. Pertamina (Persero) RU IV adalah *crude* Banyu Urip karena produksinya tinggi. *Crude* Banyu Urip yang harus diterima oleh RU IV Cilacap minimal adalah 800 MB/bulan. PT. Pertamina (Persero) RU IV Cilacap melakukan pengolahan sebesar 845 MB/bulan. Pada level tersebut, volume belum mencapai nilai optimal dalam pengolahan *crude* Banyu Urip karena komposisi pengolahan bisa ditingkatkan mencapai 1200 MB/Bulan. *Crude* tersebut memiliki harga yang murah, namun memiliki karakteristik *freezing point* dan MCRT yang rendah. *Freezing point* merupakan suhu terendah dimana bahan bakar bisa digunakan untuk produk avtur. Pada proses *refinery* akan dihasilkan karbon yang dihasilkan oleh proses kimia. Karbon yang dihasilkan tersebut harus dikontrol pada nilai tertentu. Pengujian karbon yang dihasilkan dari suatu proses menggunakan *Micro Carbon Residue Test* (MCRT).

Pada proses *refinery* perlu dilakukan optimasi terhadap aspek yang berkaitan pada sistem pengolahan minyak yang bertujuan untuk mendapatkan margin keuntungan maksimum dan pemenuhan aspek kualitas. Kilang *Fuel Oil Complex* (FOC) II merupakan unit pengolahan di PT. Pertamina (Persero) RU IV dengan *feed* berupa *cocktail crude*. *Feed* merupakan input yang akan diolah pada unit proses. Sumber dari *crude* tersebut berasal dari *crude* domestik maupun impor dengan spesifikasi yang beragam.

Adapun tujuan pencampuran *crude* adalah agar produk yang dihasilkan memenuhi spesifikasi produk akhir yang diinginkan serta minimalisasi biaya pembelian bahan baku. Karena itu perlu dilakukan analisis secara matematis untuk mencapai tujuan tersebut.

2. Metode

Pada proses pengolahan minyak yang dilakukan, didahului oleh pencampuran *crude oil*. Setiap *crude oil* memiliki properties yang berbeda. Hal tersebut perlu diperhatikan karena akan mempengaruhi kualitas pada produk yang dihasilkan. Pada penelitian ini, notasi yang digunakan untuk pengembangan model adalah:

m	: indeks bahan baku
M_o	: Bagian dari m yang termasuk bahan baku
M_p	: Bagian dari m yang termasuk produk
MF_u	: Bagian dari m yang merupakan <i>feed</i> pada unit u
MP_u	: Bagian dari m yang merupakan <i>feed</i> pada unit u
u	: indeks unit produksi
α_m	: Batas atas produk yang terjual atau bahan baku m yang dibatasi oleh pemerintah
β_m	: Batas bawah produk yang terjual atau bahan baku m yang dibatasi oleh pemerintah
γ_m	: Harga bahan baku m
ζ_u	: Batas bawah kapasitas unit u
ε_u	: Batas atas kapasitas unit u
φ_m	: Propertis bahan baku m
PR_m	: Jumlah bahan baku m yang dibeli
SP_m	: Jumlah produk m yang terjual
$EC_{u,m}$: Jumlah material m yang digunakan produksi pada unit u
$EP_{u,m}$: Jumlah bahan baku m yang diproduksi pada unit u
UF_u	: <i>Throughput</i> dari unit u

Model yang dikembangkan memiliki asumsi berikut:

- Margin merupakan selisih antara hasil penjualan produk dan bahan baku
- Jumlah bahan baku dari setiap sumber selalu tersedia

Pada penelitian ini, fungsi tujuan merupakan maksimasi *margin* yang dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Max Margin} = \sum_{m \in M_p} \gamma_m SP_m - \sum_{m \in M_o} \gamma_m PR_m \quad (1)$$

Fungsi kendala dirumuskan sebagai berikut:

$$\beta_m \leq PR_m \leq \alpha_m \quad (2)$$

$$\beta_m \leq SP_m \leq \alpha_m \quad (3)$$

$$\zeta_u \leq UF_u \leq \varepsilon_u \quad (4)$$

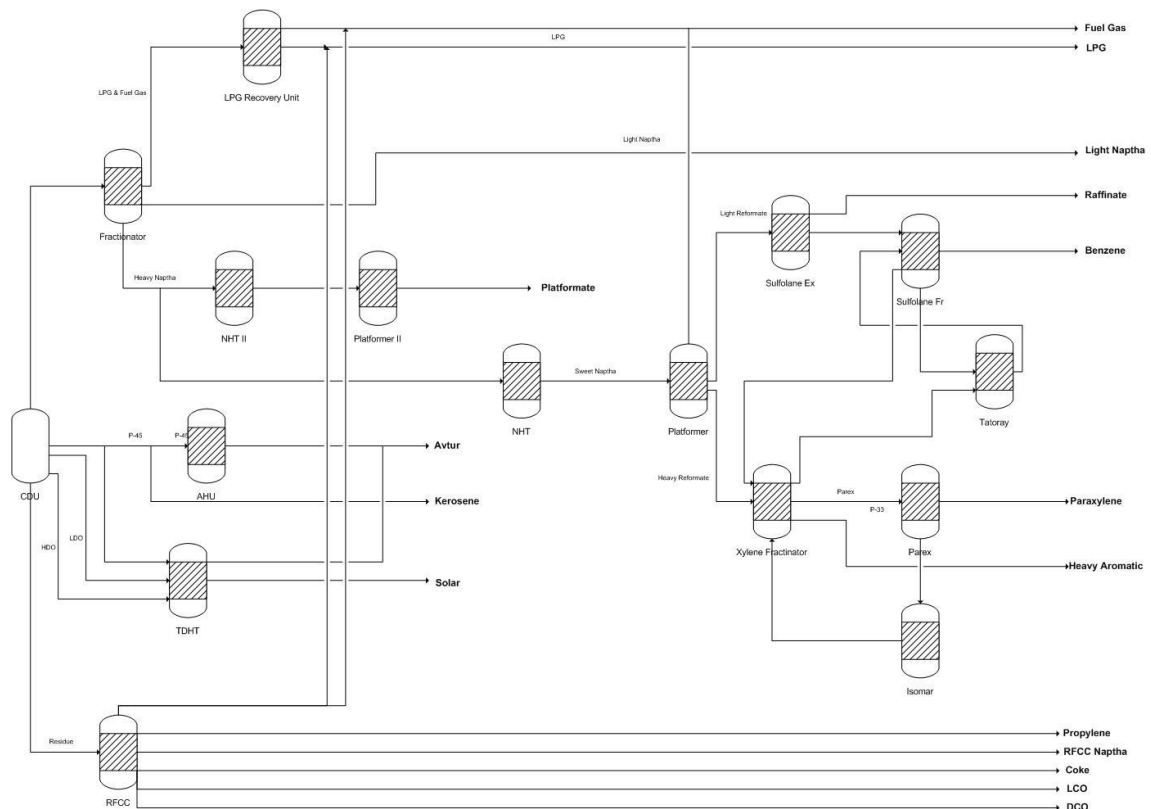
$$\sum_{m \in MF_u} f(\varphi_m) EC_{u,m} \leq (\text{atau} \geq) \sum_{m \in MP_u} f(\varphi_m) EP_{u,m} \quad (5)$$

$$\sum_{m \in MF_u} EC_{u,m} = \sum_{m \in MP_u} EP_{u,m} \quad (6)$$

Persamaan (2) merupakan batasan jumlah bahan baku m yang dibatasi oleh pemerintah atau konfigurasi proses. Secara umum, permintaan produk diasumsikan fleksibel yang berarti produksi dapat dilakukan dengan batas produk pada rentang tertentu sesuai dengan persamaan (3). Persamaan (4) digunakan untuk menjamin kapasitas yang digunakan setiap unit tidak melebihi konfigurasi. Persamaan (5) digunakan untuk menjamin produk dari hasil *blending* sesuai dengan spesifikasi produk dimana fungsi f merupakan perubahan properti produk dari hasil *blending*. Persamaan (6) merupakan formulasi dari *material balance*.

3. Hasil dan Pembahasan

Proses pengolahan data dilakukan dengan melakukan perhitungan komposisi *crude* optimal. Alur produksi pada kilang ditunjukkan sesuai dengan **Gambar 1**. *Cocktail crude* akan dicampur dan masuk ke dalam CDU. Proses pada CDU akan memisahkan *cocktail crude* sesuai dengan propertiesnya. Unit RFCC merupakan unit baru di Pertamina RU IV yang berfungsi untuk menambah nilai dari *bottom product*. Pada akhir proses produksi akan dilakukan *blending* produk untuk menghasilkan produk akhir tertentu. Contohnya adalah Premium dengan oktan 88 dan Pertamina dengan oktan 92 merupakan hasil *blending* antara Raffinate, RFCC Naptha, dan Light Naptha dengan komposisi tertentu.



Gambar 1. Alur Produksi pada Kilang

Pada pengolahan data yang dilakukan, dikumpulkan data berupa:

- Data *yield* dari *stream* yang dihasilkan kilang *Fuel Oil Complex* (FOC) II.
- Kapasitas setiap unit
- Harga produk dan *crude*
- Profil *crude*

Tabel 1. *Yield* dari *Stream* Setiap Unit

Unit	Produk	% volume
NHT II	Off Gas	0,25
	Treated Naphtha	98,76
	Loss/(Gain)	0,99
PLATFORMER II	Off Gas	8,34
	Platformate	89,46
	Loss/(Gain)	2,2
AH Unibon (AHU)	Avtur	99,02
	Off Gas	0,98
	Loss/(Gain)	0
TDHT Mode Solar	Off Gas	0,75
	Treated Gasoil	99,25
TDHT Mode Avtur	Off Gas	0,62
	Avtur	99,38
NHT KPC	H2S	0,47
	Treated Heavy Naphtha	100,82
	Loss/(Gain)	-1,29
PLATFORMER KPC	Hydrogen (Off Gas)	30,14
	Light Reformate	37,89

	Heavy Reformate	32,9
	Loss/(Gain)	-0,93
SULFOLANE	Toluene Overhead Sulf.	40,26
	Toluene Bottom Sulf.	33,1
	Light Raffinate	13,6
	Benzene	11,76
	Loss/(Gain)	1,28
TATORAY	Methane (Off Gas)	8,42
	Tatoray Stripper Ovh	0,31
	Tatoray Benzene Ovh	8,36
	LQ Tatoray Benz. Bottom	71,71
	Loss/(Gain)	11,2
XYLENE	Xylene to Parex	87,16
	Xylene Unit C9A (Tatoray)	12,22
	Heavy Aromate	0,62
PAREX	Heavy Raffinate	82,43
	Parex Unit C7A	0,5
	Paraxylene	17,07
ISOMAR	Methane (Off Gas)	0,97
	Hydrogen (Off Gas)	0,05
	Heptane Bottoms	97,62
	Heptane Overhead	1,36
RFCC	Off Gas	7,1
	Coke	8,45
	LPG minus C3=	20,04
	Propylene	3,09
	RCC Naptha	57,04
	LCO	14,18
	DCO	10,02
	Loss/ (Gain)	-19,92

Sumber : Refinery Planning and Optimization, 2016

Tabel 2. Kapasitas Setiap Unit

UNIT	KAPASITAS MAKSIMUM (MBSD)	KAPASITAS MINIMUM (MBSD)
CDU II	230	-
NHT II	22	20
AH UNIBON	24,5	22
PLATFORMER II	22	20
LPG RECOVERY	7,7	-
TDHT Mode Solar	14	8
TDHT Mode Avtur	14	8
NHT	16,12	14
PLATFORMER	16,12	-
SULFOLANE EX	16,12	-
SULFOLANE FR	16,5	-
TATORAY	12,53	-
XYLENE	36,27	-

PAREX	26,53	-
ISOMAR	26,17	-
RFCC	62	-

Sumber : *Refinery Planning and Optimization*, 2016

Tabel 3. Harga *Crude Oil*

Crude	Domestik/impor	Harga/Barrel (USD)
Senipah	Domestik	43,12
Madura	Domestik	40,82
Badak	Domestik	43,5
Belida	Domestik	44,75
Jatibarang	Domestik	41,75
Pangkajene	Domestik	39,39
Katapa	Domestik	40,53
Meslu	Domestik	40,33
Attaka	Domestik	43,50
Sakhalin	Impor	49,67
Saharan	Impor	49,67
Kidurong	Impor	49,67
Seria	Impor	49,67
Kerapu	Domestik	44,41
Anoa	Domestik	43,90
Bonny Light	Impor	49,85
Escravos	Impor	49,59
Arjuna	Domestik	40,69
Qua Iboe	Impor	49,41
Belanak	Domestik	35,73
Kikeh	Impor	51,57
Camar	Domestik	41,07
Cepu	Domestik	36,05
Geragai	Domestik	41,94
Kimanis	Impor	48,03
Bukit Tua	Domestik	40,69
Mudi	Domestik	40,39
Cabinda	Impor	48,77
Cinta	Domestik	41,58
SLC	Domestik	41,75
Girrasol	Impor	48,52
Oyong	Domestik	41,39
Duri	Domestik	39,12
Banyu Urip	Domestik	35,38
Coco	Impor	47,59
Qarun	Impor	48,73
Gimboa	Impor	48,73

Kissanje	Impor	48,73
Su Tu Den	Impor	48,73
Amna	Impor	48,73

Sumber : Refinery Planning and Optimization, 2016

Pada proses optimasi yang dilakukan *feed* akan dioptimalkan secara simultan yaitu *Crude* Cabinda, Girassol, Banyu Urip, Bonny Light, Escravos, dan Arjuna dengan kapasitas operasional CDU II 185 MBS. *Feed* dari *Crude* Arjuna memiliki batas maksimum sebesar 950 MB. Pada proses optimasi yang dilakukan tidak merubah perbandingan kategori *crude light*, *medium*, dan *heavy*. Adapun rekapitulasi hasil optimasi usulan yang diberikan sebagai berikut:

Tabel 4. Komposisi *Crude* Hasil Optimasi

Jenis	<i>Crude</i>	Komposisi
Light	Senipah	4,40%
	Madura	3,99%
	Badak	3,12%
	Belida	1,60%
	Jatibarang	5,28%
	Pangkah	1,74%
	Katapa	2,14%
Medium	Meslu	3,54%
	Bonny Light	12,78%
	Escravos	0,00%
Heavy	Arjuna	16,56%
	Cabinda	0,00%
	Cinta	5,37%
	SLC	0,87%
	Girrasol	12,12%
	Oyong	1,05%
	Duri	3,49%
Banyu Urip	21,93%	
Jumlah		100%

Tabel 5. *Product Revenue* Hasil Optimasi

Nama Produk	Product Revenue (Juta US\$)
FUEL GAS	6,41
LPG	3,61
PREMIUM	78,62
PERTAMAX	36,10
AVTUR	75,11
SOLAR	94,21
LIGHT NAPHTHA	6,63
LCO	9,89
DCO	6,99

PROPYLENE	2,45
BENZENE	3,75
PARAXYLENE	13,69
KEROSENE	0,00
LSWR	0,00
COKE	2,52
TOTAL NRP	340,01

Pada hasil optimasi yang dilakukan, diperoleh *margin* sebesar 74.250.000 USD dengan semua batasan terpenuhi. Pada rencana awal yang diterapkan perusahaan diperoleh hasil *margin* 64.638.292,29 USD dimana pada proses optimasi *margin* naik sebesar 14,9%.

4. Simpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah Komposisi *feed* Banyu Urip optimum untuk *feed* CDU II dapat ditentukan dengan cara optimasi menggunakan MS. *Excel solver*. Berdasarkan dari hasil *solver* didapatkan komposisi *feed* banyu urip optimum CDU II adalah sebesar 21,93% dengan semua batasan yang ditentukan terpenuhi. Pada hasil optimasi yang dilakukan nilai *margin* meningkat sebesar 14,9% menjadi 74.250.000 USD.

Daftar Pustaka

- Karuppiah, R., Furman, K., & Grossmann, I. (2008). Global optimization for scheduling refinery crude oil operations. *Computers and Chemical Engineering* (32), 745–2766.
- Lasdon, L., & Waren, A. (1983). Large Scale Nonlinear Programming. *Computers and Chemical Engineering, VII*, 595-604.
- Refinery Planning and Optimization. (2016). *Refinery Planning and Optimization* (2nd ed). Cilacap
- Sadhukhan, J., Zhang, N., & Zhu, X. (2004). Analytical optimisation of industrial systems and applications to refineries, petrochemicals. *Chemical Engineering Science* (59), 4169 – 4192.
- Shahnovsky, G., Cohen, T., & McMurray, R. (2014). The use of nuclear magnetic resonance-based process analysers supports the production of blends at lowest cost.
- Zhang, J., Zhu, X., & Towler, G. (2001). A Simultaneous Optimization Strategy for Overall Integration in Refinery Planning. *Industrial & Engineering Chemistry* , 2640-2653.