

Analisis Kualitas Batubara Untuk Memenuhi Spesifikasi Batubara Pasar Ekspor dengan Menggunakan Metode Blending di PT. Kutai Energi, Teluk Dalam, Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur

Julinda F M Lamers¹, Hendro Purnomo^{2*}, Shilvyanora Aprilia Rande³

^{1,2,3}Teknik Pertambangan, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

Korespondensi : hendro.purnomo@itny.ac.id.

ABSTRAK (10 PT)

PT. Kutai Energi merupakan perusahaan tambang batubara yang diekspor ke pasar negara seperti China, India, Thailand dan negara lainnya. PT. Kutai Energi memiliki 2 kualitas batubara yang berbeda yaitu Low Calorific Value (LCV) dan High Calorific Value (HCV). Kualitas batubara LCV PT. Kutai Energi antara lain; Total Moisture 32,99%; Inherent Moisture 16,62%; Ash Content 5,42%; Volatile Matter 39,86%; Fixed Carbon 38,08%; Total Sulfur 0,80%; Calorific Value (arb) 4159,09 Kal/g. Sedangkan batubara HCV mempunyai Total Moisture 16,22%; Inherent Moisture 12,63%; Ash Content 5,41%; Volatile Matter 40,12%; Fixed Carbon 41,82%; Total Sulfur 1,77%; Calorific Value (arb) 5834,69 Kal/g. Dengan spesifikasi standar kualitas batubara di PT. Kutai Energi yang belum sesuai dengan permintaan konsumen, maka perlu dilakukan pencampuran batubara beda kualitas tersebut. Untuk menghitung komposisi pencampuran batubara, digunakan metode Trial and Error dan metode Solver pada Microsoft Excel dan metode Simpleks Program Linier menggunakan Software POM-QM for Windows v5. Untuk metode Simpleks didapatkan sebanyak 964 MT dan sebanyak 9436 MT dengan Total Moisture 17,7836%; Inherent Moisture 13,002%; Volatile Matter 40,1021%; Calorific Value 5679,31 Kal/g, dan untuk Metode Trial and Error dan metode solver mendapatkan LCV sebanyak 959 MT dan sebanyak 9441 MT dengan masing - masing parameter Total Moisture 17,775%; Inherent Moisture 13%; Volatile Matter 40,1023%; Calorific Value 5680,2 Kal/g.

Kata kunci: LCV, HCV, Blending, Simpleks, Trial and Error, Solver

ABSTRACT (10 PT)

PT. Kutai Energi is a coal mining company which is exported to markets such as China, India, Thailand and other countries. PT. Kutai Energi has 2 different coal qualities, namely Low Calorific Value (LCV) and High Calorific Value (HCV). PT. LCV coal quality. Kutai Energi, among others; Total Moisture 32.99%; Inherent Moisture 16.62%; Ash Content 5.42%; Volatile Matter 39.86%; Fixed Carbon 38.08%; Total Sulfur 0.80%; Calorific Value (arb) 4159.09 Cal/g. Meanwhile, HCV coal has a Total Moisture of 16.22%; Inherent Moisture 12.63%; Ash Content 5.41%; Volatile Matter 40.12%; Fixed Carbon 41.82%; Total Sulfur 1.77%; Calorific Value (arb) 5834.69 Cal/g. With the specifications of coal quality standards at PT. Kutai Energi which is not in accordance with consumer demand, it is necessary to mix coal of different qualities. To calculate the composition of coal mixing, the Trial and Error method and the Solver method in Microsoft Excel and the Simplex Linear Program method are used using the POM-QM Software for Windows v5. For the Simplex method, 964 MT and 9436 MT were obtained with a Total Moisture of 17.7836%; Inherent Moisture 13.002%; Volatile Matter 40.1021%; The Calorific Value is 5679.31 Cal/g, and for the Trial and Error Method and the solver method, the LCV is 959 MT and 9441 MT with each parameter Total Moisture 17.775%; Inherent Moisture 13%; Volatile Matter 40.1023%; Calorific Value 5680.2 Cal/g.

Keyword : LCV, HCV, Blending, Simplex, Trial and Error, Solver

PENDAHULUAN

Batubara sebagai sumber energi yang mengalami pertumbuhan paling cepat di dunia selama bertahun-tahun belakangan ini. Endapan batubara bersifat heterogen, sehingga menjadi pemicu dibutuhkan teknologi yang tepat serta kualitas data yang akurat untuk memaksimalkan pemanfaatan batubara dengan sebaik-baiknya. Indonesia menjadi salah satu negara eksportir terbesar batubara di dunia dan menjadi produsen terbesar kedua di dunia pada tahun 2012. Total produksi batubara di Indonesia dibagi menjadi 25% untuk kebutuhan dalam negeri (*domestic*) dan 75% untuk ekspor ke luar negeri. PT. Kutai Energi adalah salah



ISSN: 1907-5995

satu perusahaan yang bergerak dalam bidang pertambangan dengan komoditas penambangannya adalah batubara, yang terletak di Teluk Dalam, Kecamatan Loa Janan, Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur. Luas Izin Usaha Pertambangan Operasi Produksi (IUP Operasi Produksi) adalah sebesar 6.892 HA. PT. Kutai Energi memiliki 2 kualitas batubara yang berbeda yaitu *Low Calorific Value* (LCV) atau batubara berkalori rendah dan *High Calorific Value* (HCV) atau batubara berkalori tinggi. Perbedaan kualitas batubara ditentukan oleh parameter kualitas batubara seperti Total Moisture; Inherent Moisture; Ash Content; Volatile Matter; Fixed Carbon; Total Sulfur; Calorific Value. Berikut kualitas masing-masing LCV dan HCV yang ada di PT. Kutai Energi; Untuk LCV Total Moisture 32,99%; Inherent Moisture 16,62%; Ash Content 5,42%; Volatile Matter 39,86%; Fixed Carbon 38,08%; Total Sulfur 0,80%; Calorific Value (arb) 4159,09 Kal/g. Sedangkan untuk HCV mempunyai Total Moisture 16,22%; Inherent Moisture 12,63%; Ash Content 5,41%; Volatile Matter 40,12%; Fixed Carbon 41,82%; Total Sulfur 1,77%; Calorific Value (arb) 5834,69 Kal/g. Dari kualitas batubara tersebut, dapat dikatakan belum dapat memenuhi spesifikasi yang diinginkan buyer. Dimana kualitas LCV PT. Kutai Energi masih dibawah rata-rata dan kualitas HCV PT. Kutai Energi yang melampaui spesifikasi yang diinginkan. Maka perlu dilakukan coal blending agar dapat memenuhi spesifikasi yang sesuai dengan permintaan. *Coal blending* sendiri merupakan proses untuk pemanfaatan batubara kualitas rendah yang dicampur dengan batubara kualitas tinggi, dengan menggunakan dua jenis batubara atau lebih [1]. Hasil dari blending ini digunakan untuk memenuhi permintaan. Blending batubara juga harus memperhatikan parameter yang sesuai dengan spesifikasi atau standar yang telah ditetapkan. Proses blending tidak selalu bertujuan untuk meningkatkan nilai kalori batubara tetapi juga untuk mencapai komposisi tertentu dari batubara sesuai dengan kebutuhan pasar ekspor [2].

METODE PENELITIAN (10 PT)

Didalam melaksanakan penelitian ini, penulis menggabungkan teori dan data- data lapangan. Sehingga dari keduanya didapat pendekatan penyelesaian masalah. Metode penelitian yang dilakukan adalah dengan cara melakukan adalah metode penelitian kualitatif dan kuantitatif. Tujuan penggunaan metode ini adalah untuk lebih memahami situasi dan kesesuaian dengan masalah yang ada di lapangan. Adapun urutan pekerjaan penelitian, yaitu:

Studi Literatur

Yaitu dengan mempelajari teori-teori yang berhubungan langsung dengan masalah yang akan dibahas di lapangan melalui buku-buku atau literatur.

Pengumpulan data primer dan sekunder

Data primer, yaitu data yang diambil dari pengamatan lapangan. Data primer yang diambil berupa :

- Pengamatan kondisi area Stock ROM.
- Pengamatan kondisi area Stockpile.
- Dokumentasi lapangan dan wawancara dengan subjek.

Data sekunder, yaitu data yang diambil dari literatur dan referensi yang berkaitan dengan penelitian ini.

Data sekunder yang diambil berupa :

- Data uji laboratorium kualitas batubara meliputi TM, IM, FC, Ash, VM, TS dan CV;
- Spesifikasi batubara permintaan pasar;

Pengolahan data

Pengolahan data merupakan perubahan data mentah yang diambil dari lapangan disusun berdasarkan urutan, ditabulasi, kemudian dihitung nilai- nilai yang diperlukan, seperti nilai rata-rata, nilai luasan dan bangun ruang dan hasilnya nanti akan digunakan sebagai masukan- masukan dalam perhitungan selanjutnya. Pengolahan data yang dilakukan dengan menggunakan 3 metode blending yaitu Linnear Programming Metode Simpleks dan Grafik pada *Software POM-QM for Windows v5*, Metode Trial and Error dan Metode *Solver* pada *Microsoft Excel*.

Pembahasan

Setelah dilakukan pengolahan data, tahap selanjutnya adalah pembahasan. Pembahasan dilakukan terhadap hasil pengolahan data yang telah dilakukan. Pembahasan dapat dilakukan menggunakan metode- metode penelitian yang telah ada ataupun berupa analisa terhadap pengolahan data yang telah dilakukan. Pembahasan sebaiknya dilakukan secara akurat dan teliti sehingga akan diperoleh kesimpulan.

Kesimpulan

Kesimpulan yang diambil didasarkan pada metode- metode penarikan kesimpulan yang telah ada sehingga kesimpulan yang dihasilkan dapat menjadi dasar pada penelitian yang sama di masa yang akan datang.

HASIL DAN ANALISIS (10 PT)

Dari data yang diperoleh, rata-rata jenis batubara yang ada di PT. Kutai Energi adalah sub-bituminus dan bituminus. Hal ini banyak ditemukan di Kalimantan Timur, khususnya di PT. Kutai Energi yang memiliki singkapan singkapan batuan dengan formasi data regional, yang mana PT. Kutai Energi berada pada fomasi batuan Balikpapan dengan ciri-ciri batubara kalori rendah yaitu hitam kusam, tidak ada kilauan (apabila terkena sinar matahari atau cahaya lampu pada saat malam hari), mudah rapuh, mudah terbakar, mudah berasap (steaming) dan GAR dibawa rata-rata, minimal 4200 [3]. Sedangkan untuk kualitas batubara dengan kalori tinggi mempunyai warna yang lebih hitam dibandingkan warna dari kalori rendah. Kemudian batubara dengan kalori tinggi, mempunyai warna yang lebih mengkilap (apabila terkena matahari dan cahaya matahari pada saat malam hari). Dan untuk GAR kalori tinggi berkisar antara 5500 sampai 6000.



(Sumber : Dokumentasi Lapangan, 2021)

Gambar 1. LCV dan HCV PT. Kutai Energi

Dalam penelitian ini, diperoleh data untuk permintaan pasar ekspor dengan negara tujuan India oleh buyer BGE (Batubara Global Energi) yang merupakan organisasi induk dari LG International dengan produk yang diinginkan yaitu GAR KE-5700 dengan plan muatan 10.400 MT sebanyak 2 tongkang yaitu:

- TB Tanair XI dengan BG CPH 103
- TB Prime 7 dengan BG Support 09

Berikut merupakan spesifikasi kontrak pasar ekspor yang menjadi acuan kualitas batubara pada saat proses blending batubara untuk memenuhi permintaan pasar ekspor.

Tabel 1. Spesifikasi Kontrak

Parameter	Basis	Guaranteed	Rejection Limit
<i>Total Moisture</i>	arb	18%	-
<i>Inherent Moisture</i>	adb	12% <i>apporx</i>	-
<i>Total Ash</i>	adb	7%	>9%
<i>Volatile Matter</i>	adb	40% <i>approx.</i>	-
<i>Fixed Carbon</i>	adb	<i>By difference</i>	
<i>Total Sulfur</i>	adb	-	>2.0%
<i>Gross Calorific Value</i>	arb	5.700 Kcal/kg	<5.500 Kcal/kg

Blending batubara dilakukan dengan menggunakan rumus blending batubara. Kualitas batubara LCV PT. Kutai Energi adalah *Total Moisture* (TM) 32,99%; *Inherent Moisture* (IM) 16,62%; *Ash Content* 5,42%; *Volatite Matter* (VM) 39,86%; *Fixed Carbon* (FC) 38,08%; *Total Sulfur* (TS) 0,80%; *Calorific Value* (arb) (CV) 4159,09 Kal/g. Sedangkan untuk kualitas batubara HCV, PT [4]. Kutai Energi mempunyai *Total Moisture* (TM) 16,22%; *Inherent Moisture* (IM)12,63%; *Ash Content* 5,41%; *Volatite Matter* (VM) 40,12%; *Fixed Carbon* (FC) 41,82%; *Total Sulfur* (TS) 1,77%; *Calorific Value* (arb) (CV) 5834,69 Kal/g. Masing-masing kualitas batubara dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2. Kualitas Batubara LCV dan HCV

No.	Quality	Total Tonase (MT)	Parameter Analysis								
			TM	IM	ASH	VM	FC	TS	Calorific Value		
			% ar	% adb	% adb	% adb	% adb	% adb	Cal/g adb	Cal/g (ar)	Cal/g (daf)
1	LCV	82,900	32.9924	16.6217	5.42844	39.8682388	38.0816	0.80368	5175.76	4159.09	6639.45
2	HCV	15,000	16.2291	12.6321	5.41267	40.1260667	41.8292	1.77713	6081.17	5834.69	7420.47

Blending Batubara Menggunakan Metode Simpleks dan Grafik pada Software POM-QM for Windows v5. Sebelum melakukan *blending* batubara menggunakan bantuan Software POM-QM for Windows v5, terlebih dahulu buat fungsi tujuan dan fungsi batasan atau kendala. Dimana fungsi tujuan dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Z = X1 + X2,$$

Yang mana, nilai X1 merupakan *Low Clorific Value* (LCV), dan X2 merupakan *High Calorific Value* (HCV) dan nilai Z merupakan batubara campuran yang diinginkan. Terdapat 7 (tujuh) parameter kualitas batubara. Karena kandungan ash (abu), *fixed carbon* (FC), dan total sulphur (TS) sudah sesuai dengan permintaan konsumen, maka tidak perlu lagi melakukan *blending* pada ketiga parameter tersebut [5]. Sementara (4) empat parameter lainnya yaitu total kandungan air (total moisture), total kandungan air bawaan (*inherent moisture*), zat terbang (*volatile matter*), dan nilai kalori (*calorific value*), akan *diblending* agar sesuai kriteria permintaan konsumen. Keempat parameter tersebut dapat disebut sebagai fungsi batasan atau kendala. Dapat dituliskan dalam bentuk model matematika, sebagai berikut:

$$Z = X1 + X2 \quad (1)$$

$$X1 + X2 \leq 10400$$

$$X1 + X2 + X3 = 10400 \quad (2)$$

$$32.99X1 + 16.22X2 \leq 18 \quad (10400)$$

$$32.99X1 + 16.22X2 + X4 = 187200 \quad (3)$$

$$16.62X1 + 12.63X2 \leq 12 \quad (10400)$$

$$16.62X1 + 12.63X2 + X5 = 135200 \quad (4)$$

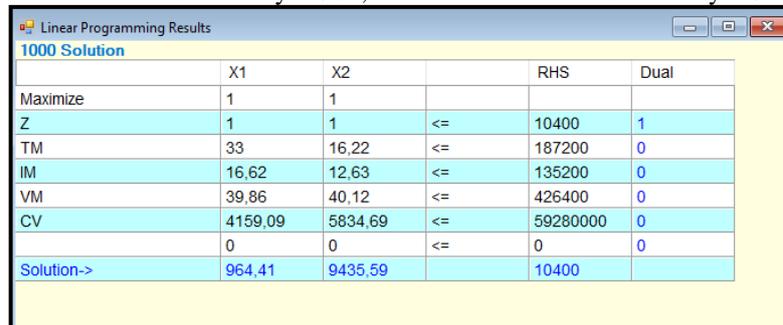
$$39.86X1 + 40.12X2 \leq 41 \quad (10400)$$

$$39.86X1 + 40.12X2 + X6 = 426400 \quad (5)$$

$$4159.09X1 + 5834.69X2 \leq 5700 \quad (10400)$$

$$4159.09X1 + 5834.69X2 + X7 = 59280000 \quad (6)$$

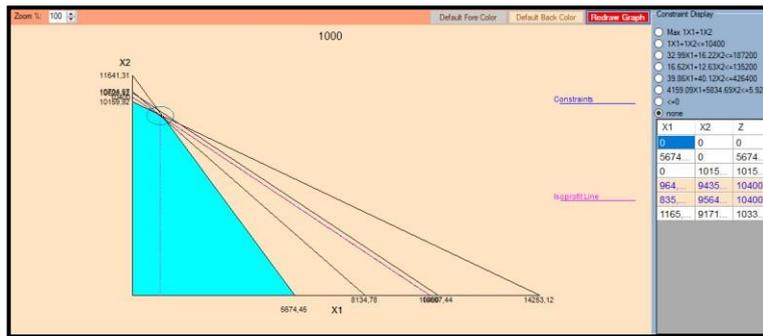
Setelah menuliskan fungsi tujuan dan fungsi batasan seperti diatas, selanjutnya, fungsi tersebut, dimasukkan pada Software POM-QM for Windows v5. Maka akan diberikan solusi komposisi untuk masing-masing kualitas yaitu LCV untuk X1 dan HCV untuk X2 seperti pada gambar dibawah ini. Pada metode Simpleks, dimana untuk masing-masing parameternya yaitu TM, IM, VM, dan CV sudah disesuaikan, maka didapatkan hasil untuk X1 atau LCV sebanyak 964,41 MT dan X2 atau HCV sebanyak 9435,59 MT.



	X1	X2		RHS	Dual
Maximize	1	1			
Z	1	1	<=	10400	1
TM	33	16,22	<=	187200	0
IM	16,62	12,63	<=	135200	0
VM	39,86	40,12	<=	426400	0
CV	4159,09	5834,69	<=	59280000	0
	0	0	<=	0	0
Solution->	964.41	9435.59		10400	

Gambar 2. Linnear Programming Results

Pada gambar grafik dibawah ini, selain didapatkan solusi optimum komposisi untuk LCV dan HCV, ada juga solusi lain yang diberikan oleh software untuk komposisi LCV dan HCV yang mana untuk X1 atau LCV sebanyak 835,986 MT dan X2 atau HCV sebanyak 9564,014



Gambar 3. Grafik Linnear Programming

Perhitungan blending setelah mendapatkan komposisi LCV sebanyak 964,41 MT dan HCV sebanyak 9345,59 menggunakan bantuan software POM-QM for Windows v5, adalah sebagai berikut

Perhitungan nilai TM

$$TM = (\text{Kuantitas TM LCV} \times \text{Kualitas TM LCV}) + (\text{Kuantitas TM HCV} \times \text{Kualitas TM HCV}) / \text{Total Kuantitas LCV dan HCV}$$

$$TM = (964,41 \times 32,99) + (9435,59 \times 16,22) / 964,41 + 9435,59$$

$$TM = 17,7836\%$$

Perhitungan nilai IM

$$IM = (\text{Kuantitas IM LCV} \times \text{Kualitas IM LCV}) + (\text{Kuantitas IM HCV} \times \text{Kualitas IM HCV}) / \text{Total Kuantitas LCV dan HCV}$$

$$IM = (964,41 \times 16,62) + (9345,59 \times 12,63) / 964,41 + 9435,59$$

$$IM = 13,002\%$$

Perhitungan nilai VM

$$VM = (\text{Kuantitas VM LCV} \times \text{Kualitas VM LCV}) + (\text{Kuantitas VM HCV} \times \text{Kualitas VM HCV}) / \text{Total Kuantitas LCV dan HCV}$$

$$VM = (964,41 \times 39,86) + (9435,59 \times 40,12) / 964,41 + 9435,59$$

$$VM = 40,1021\%$$

Perhitungan nilai CV

$$CV = (\text{Kuantitas CV LCV} \times \text{Kualitas CV LCV}) + (\text{Kuantitas CV HCV} \times \text{Kualitas CV HCV}) / \text{Total Kuantitas LCV dan HCV}$$

$$CV = (964,41 \times 4159,09) + (9435,59 \times 5834,69) / 964,41 + 9435,59$$

$$CV = 5679,31 \text{ Kal/g}$$

Dan perhitungan blending dengan metode grafik, untuk komposisi LCV sebanyak 835,986 MT dan HCV sebanyak 9564,014 adalah sebagai berikut:

Perhitungan nilai TM

$$TM = (\text{Kuantitas TM LCV} \times \text{Kualitas TM LCV}) + (\text{Kuantitas TM HCV} \times \text{Kualitas TM HCV}) / \text{Total Kuantitas LCV dan HCV}$$

$$TM = (835,986 \times 32,99) + (9564,014 \times 16,22) / 835,986 + 9564,014$$

$$TM = 17,5766\%$$

Perhitungan nilai IM

$$IM = (\text{Kuantitas IM LCV} \times \text{Kualitas IM LCV}) + (\text{Kuantitas IM HCV} \times \text{Kualitas IM HCV}) / \text{Total Kuantitas LCV dan HCV}$$

$$IM = (835,986 \times 16,62) + (9564,014 \times 12,63) / 835,986 + 9564,014$$

$$IM = 12,9527\%$$

Perhitungan nilai VM

$$VM = (\text{Kuantitas VM LCV} \times \text{Kualitas VM LCV}) + (\text{Kuantitas VM HCV} \times \text{Kualitas VM HCV}) / \text{Total Kuantitas LCV dan HCV}$$

$$VM = (835,986 \times 39,86) + (9564,014 \times 40,12) / 835,986 + 9564,014$$

$$VM = 40,1053\%$$

Perhitungan nilai CV

$$CV = (\text{Kuantitas CV LCV} \times \text{Kualitas CV LCV}) + (\text{Kuantitas CV HCV} \times \text{Kualitas CV HCV}) / \text{Total Kuantitas LCV dan HCV}$$

$$CV = (835,986 \times 4159,09) + (9564,014 \times 5834,69) / 835,986 + 9564,014$$

$$CV = 5700 \text{ Kal/g}$$

Blending Batubara Menggunakan Metode *Trial and Error* pada *Microsoft Excel*

Blending batubara pada *Microsoft Excel* menggunakan metode *trial and error* juga menggunakan 4 (empat) parameter yaitu *total moisture*, *inherent moisture*, *volatile matter* dan *calorific value*. Dalam proses perhitungan ini, penulis melakukan coba-coba pada *quantity* dan masing-masing kualitas batubara. Dengan menggunakan rumus *blending* batubara, kuantitas LCV dimulai dengan 2000 MT dan kuantitas HCV 8400 MT, dan untuk parameter kualitas masing-masing LCV dan HCV, kemudian disesuaikan dengan spesifikasi permintaan konsumen [6. Sehingga dari hasil coba-coba yang dilakukan, didapati hasil masing-masing parameter sebagai berikut:

Tabel 3. Blending LCV dan HCV Menggunakan Trial and Error

No.	Komposisi Target			LCV	HCV	Tonase	Hasil	OK/	VM	OK/	TIDAK	OK/							
	LCV	HCV	Tonase																
1	1040	9360	10400	32.992437	16.229133	17.905464	OKE	16.621671			OKE	OKE							
2	959	9441	10400	32.992437	16.229133	17.774903	OKE	16.621671	12.632067	12.999954	OKE	39.868239	40.126067	40.102292	OKE	4159.0929	5834.6933	5680.1836	OKE
205	836	9564	10400	32.992437	16.229133	17.576645	OKE	16.621671	12.632067	12.952769	OKE	39.868239	40.126067	40.105341	OKE	4159.0929	5834.6933	5700.0008	OKE

Perhitungan nilai TM

TM = (Kuantitas TM LCV X Kualitas TM LCV)+(Kuantitas TM HCV X Kualitas TM HCV)/Total Kuantitas LCV dan HCV

$$TM = (959 \times 32,99) + (9441 \times 16,22) / 959 + 9441$$

$$TM = 17,775\%$$

Perhitungan nilai IM

IM = (Kuantitas IM LCV X Kualitas IM LCV)+(Kuantitas IM HCV X Kualitas IM HCV)/Total Kuantitas LCV dan HCV

$$IM = (959 \times 16,62) + (9441 \times 12,63) / 959 + 9441$$

$$IM = 13\%$$

Perhitungan nilai VM

VM = (Kuantitas VM LCV X Kualitas VM LCV)+(Kuantitas VM HCV X Kualitas VM HCV)/Total Kuantitas LCV dan HCV

$$VM = (959 \times 39,86) + (9441 \times 40,12) / 959 + 9441$$

$$VM = 40,102\%$$

Perhitungan nilai CV

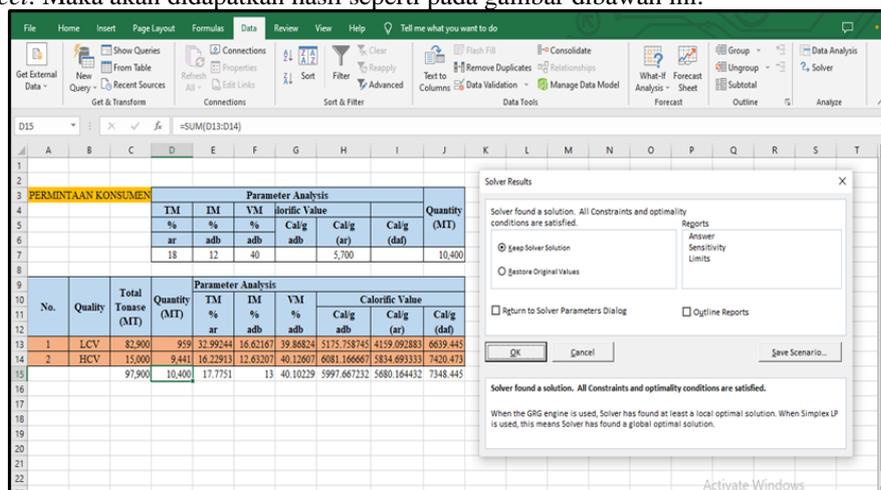
CV = (Kuantitas CV LCV X Kualitas CV LCV)+(Kuantitas CV HCV X Kualitas CV HCV)/Total Kuantitas LCV dan HCV

$$CV = (959 \times 4159,09) + (9441 \times 5834,69) / 959 + 9441$$

$$CV = 5680,184 \text{ Kal/g}$$

Blending Batubara Menggunakan Metode Solver pada Microsoft Excel

Proses *blending* batubara menggunakan *solver* dibantu menggunakan fitur *Ad-ins* yang ada pada *Microsoft excel*. Maka akan didapatkan hasil seperti pada gambar dibawah ini.



Hasil olahan data yang didapatkan setelah *blending* batubara LCV dan HCV menggunakan bantuan *Microsoft Excel* dengan metode *solver*, didapatkan kuantitas 10400 MT dengan masing-masing untuk LCV adalah sebanyak 959 MT dan HCV adalah sebanyak 9441 MT [7]. Dari hasil *blending* dengan metode *solver* ini, untuk komposisi LCV didapatkan sebanyak 959 MT dan HCV sebanyak 9441 adalah sebagai berikut:

Perhitungan nilai TM

$TM = (\text{Kuantitas TM LCV} \times \text{Kualitas TM LCV}) + (\text{Kuantitas TM HCV} \times \text{Kualitas TM HCV}) / \text{Total Kuantitas LCV dan HCV}$

$$TM = (959 \times 32,99) + (9441 \times 16,22) / 959 + 9441$$

$$TM = 17,7751\%$$

Perhitungan nilai IM

$IM = (\text{Kuantitas IM LCV} \times \text{Kualitas IM LCV}) + (\text{Kuantitas IM HCV} \times \text{Kualitas IM HCV}) / \text{Total Kuantitas LCV dan HCV}$

$$IM = (959 \times 16,62) + (9441 \times 12,63) / 959 + 9441$$

$$IM = 13\%$$

Perhitungan nilai VM

$VM = (\text{Kuantitas VM LCV} \times \text{Kualitas VM LCV}) + (\text{Kuantitas VM HCV} \times \text{Kualitas VM HCV}) / \text{Total Kuantitas LCV dan HCV}$

$$VM = (959 \times 39,86) + (9441 \times 40,12) / 959 + 9441$$

$$VM = 40,10229\%$$

Perhitungan nilai CV

$CV = (\text{Kuantitas CV LCV} \times \text{Kualitas CV LCV}) + (\text{Kuantitas CV HCV} \times \text{Kualitas CV HCV}) / \text{Total Kuantitas LCV dan HCV}$

$$CV = (959 \times 4159,09) + (9441 \times 5834,69) / 959 + 9441$$

$$CV = 5680,164432 \text{ Kal/g}$$

Dari ketiga metode *blending* yang dilakukan yaitu metode simpleks dan grafik pada *Software POM-QM for Windows v5*, metode trial and error dan metode solver pada *microsoft excel*, terdapat beberapa perbedaan pada hasil komposisi masing-masing kualitas. Berikut dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4. Perbandingan Komposisi *Blending*

METODE	Parameter Analysis				Total Tonase (MT)	
	TM	IM	VM	CV	LCV	HCV
	%	%	%	Cal/g		
	ar	adb	adb			
Simpleks	17.7836	13.002	40.1021	5679.31	964.41	9435.59
Grafik	17.5766	12.9527	40.1053	5700	835.986	9564.014
Trial and Error	17.7749	13	40.1023	5680.18	959	9441
Solver	17.7751	13	40.1023	5680.16	959.12	9440.88

Hasil dari metode simpleks, didapat komposisi untuk masing-masing kualitas yaitu untuk LCV sebanyak 964,41 MT dan HCV 9435,59 MT dengan parameter TM 17,7836% yang memenuhi permintaan konsumen yaitu dibawah 18%; IM 13,002% yang mana memenuhi permintaan konsumen mendekati (approx) 12%; VM 40,1021% yang juga memenuhi permintaan konsumen dimana mendekati (approx) 40%; dan untuk CV masih aman karena sesuai dengan permintaan konsumen yaitu tidak kurang dari 5500 kal/g. Untuk solusi kedua pada metode ini, LCV dengan 835,986 MT dan HCV 9564,59 MT juga dapat diterima oleh konsumen dengan parameter TM 17,5766% memenuhi permintaan konsumen; IM 12,9527% yang juga memenuhi permintaan konsumen; VM yang memenuhi permintaan konsumen dengan 40,1053; dan CV yang sudah sesuai dengan spek kontrak yaitu 5700 Kal/g [8]. Sementara untuk hasil dari metode trial and error dan metode solver (apabila nilainya mengalami pembulatan), akan mendapatkan komposisi untuk masing-masing kualitas yang sama yaitu sebanyak 959 MT untuk LCV dan 9441 MT untuk HCV. Yang mana hal yang sama juga pada parameternya yaitu TM dengan 17,775% masih memenuhi permintaan konsumen; IM 13% yang masih mendekati permintaan konsumen; VM 40,1023% aman sesuai permintaan; dan CV 5680,2 Kal/g yang masih memenuhi standar kontrak [9].

Perbandingan untuk masing-masing LCV dan HCV dengan ketiga metode adalah sebagai berikut; dengan total 10400 MT, perbandingan LCV dan HCV menggunakan metode simpleks adalah 1:9,78; perbandingan LCV dan HCV menggunakan metode grafik adalah 1:11,44; dan perbandingan LCV dan HCV menggunakan metode trial and error dan solver adalah 1:9,84. Dari ketiga metode *blending* yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa untuk ketiga metode, nilai parameter yang didapatkan tidak terlalu jauh dan dapat diterima sesuai dengan permintaan konsumen. Dilihat dari hasil tonase masing-masing metode, pada metode simpleks dengan total tonase 10400 MT, dapat memaksimalkan batubara LCV dengan 964 MT dibandingkan dengan metode trial and error dan metode solver dengan LCV sebanyak 959 MT [10].

**KESIMPULAN (10 PT)**

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data, maka dapat disimpulkan bahwa:

- PT. Kutai Energi mempunyai dua kualitas batubara yang berbeda yaitu Low Calorific Value (LCV) dengan Total Moisture 32,99%; Inherent Moisture 16,62%; Ash Content 5,42%; Volatite Matter 39,86%; Fixed Carbon 38,08%; Total Sulfur 0,80%; Calorific Value 4159,09 Kal/g. dan High Calorific Value (HCV) dengan Total Moisture 16,22%; Inherent Moisture 12,63%; Ash Content 5,41%; Volatite Matter 40,12%; Fixed Carbon 41,82%; Total Sulfur 1,77%; Calorific Value 5834,69 Kal/g.
- Komposisi hasil blending dengan menggunakan 3 metode yaitu metode simpleks, metode trial and error dan metode solver dapat memenuhi permintaan konsumen sesuai spesifikasi yang diinginkan, dimana, metode simpleks, Total Moisture 17,7836%; Inherent Moisture 13,002%; Volatile Matter 40,1021%; Calorific Value 5679,31 Kal/g, dan mendapatkan LCV sebanyak 964 MT dan sebanyak 9436 MT. Sedangkan untuk metode trial and error dan metode solver mendapatkan LCV sebanyak 959 MT dan sebanyak 9441 MT dengan masing- masing parameter Total Moisture 17,775%; Inherent Moisture 13%; Volatite Matter 40,1023%; Calorific Value 5680,2 Kal/g. Dan untuk metode terbaik yang digunakan adalah Metode Simpleks dimana, komposisi LCV lebih banyak digunakan atau memaksimalkan LCV yang ada.

DAFTAR PUSTAKA (10 PT)

- [1] Arif, I. (2014). Batubara Indonesia. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- [2] Bambang Yuwono, S. M., & Istiani, P. (2007). Panduan Menggunakan POM for Windows. Yogyakarta: Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri UPN "Veteran" Yogyakarta.
- [3] Divo, M., & Ansosry. (2019). Optimasi Pencampuran Batubara Beda Kualitas Dengan Metode Trial And Error untuk Memenuhi Kriteria Permintaan Konsumen di CV. Bara Mitra Kencana Kota Sawahlunto, Sumatera Barat. *Jurnal Bina Tambang*, Vol. 5, No. 1, 51-60.
- [4] Djamaris, A. R. (2018). Pemanfaatan Excel-Solver Untuk Pengambilan Keputusan. Jakarta: Program Studi Manajemen, Fakultas Ilmu Ekonomi dan Sosial, Universitas Bakrie.
- [5] Hendriono. (2018). Analisis Blending Batubara Untuk Memenuhi Kriteria Permintaan Konsumen Dengan Menggunakan Metode Simpleks Di CV. Tahiti Coal, Sikalang Kec. Talawi, Kota Sawahlunto Provinsi Sumatera Barat. Padang: Sekolah Tinggi Teknologi Industri (STTIND) Padang.
- [6] Herjanto, E. (1997). Manajemen Operasi Edisi Ketiga. Jakarta: PT. Gramedia Widiasarana Indonesia.
- [7] Lestari, S., & Abdullah, R. (2018). Optimalisasi Pencampuran Batubara Untuk Memenuhi Kriteria Permintaan Konsumen Dengan Menggunakan Metode Simplek dan Evaluasi Biaya Pada Proses Blending Batubara Di Lokasi CV. Tahiti Coal, Talawi, Sawahlunto, Sumatera Barat. *Jurnal Bina Tambang*, Vol.3 No.3, 974-983.
- [8] Muchjidin. (2006). Pengendalian Mutu dalam Industri Batubara. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- [9] Redanto Putri, F. A., Galih Cahyono, Y. D., & Rabin, S. (2021). Kajian Produktivitas Alat untuk Mengoptimalkan Hasil Produksi Overburden di PT. Karebet Mas Indonesia Site Kutai Energi Kalimantan Timur. *PROMINE*, Vol. 9 (2), Halaman 84 - 91.
- [10] Sutanto, H. A. (2013). MODUL APLIKASI KOMPUTER EKONOMI POM FOR WINDOWS. Semarang: Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi (STIE) Bank BPD Jateng Semarang.
- [11] Wildan, A., & Fadhilah. (2019). Optimasi Pencampuran Aspal Buton Dengan Metode Simplek Untuk Memenuhi Kriteria Permintaan Konsumen Di PT. Wijaya Karya Bitumen Site Kabungka Pulau Buton Provinsi Sulawesi Tenggara. *Jurnal Bina Tambang*, Vol. 6, No. 1, 229-238.
- [12] Wirdasari, D. (2009). Metode Simpleks dalam Program Linier. *Jurnal SAINTIKOM*, 276-285.
- [13] Yusra, R. A., & Prabowo, H. (2020). Optimasi Pencampuran Batubara Dengan Menggunakan Metode Trial And Error Untuk Memenuhi Standar Batubara PLTU Sawahlunto Studi Kasus PT. Cahaya Bumi Perdana. *Jurnal Bina Tambang*, Vol.6, No.1, 100-109.