



Studi Pencampuran Batubara untuk Memenuhi Permintaan Konsumen di PT Bukit Baiduri Energi, Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur

Ferry Potik Kurniawan^{1*}, Agus Winarno², Henny Magdalena³, Windhu Nugroho⁴, Rety Winonazada⁵

¹Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman

Email : ferrykurniawan2803@gmail.com ^{1*}, a.winarno@ft.unmul.ac.id ²

Jalan Sambaliung No. 9, Samarinda, Kalimantan Timur, Indonesia, 75119

*Penulis Korespondensi:

Abstract. The coal blending process conducted by PT. Bukit Baiduri Energi (PT. BBE) aims to achieve coal quality specifications that align with customer requirements. PT. BBE possesses multiple coal seams with varying quality characteristics, necessitating a carefully planned blending system with precise proportions to produce coal products that meet market demands. The objectives of this study are: to plan the quantity and quality parameters for coal blending, to evaluate the actual outcomes of coal blending in terms of quantity and quality, and to identify the factors contributing to discrepancies between the planned and actual coal quality following the blending process. To determine the optimal quantity and quality of each coal product in the blending plan, the simplex method was employed with the assistance of POM-QM for Windows version 5 software, alongside the weighting factor method. The final coal blending plan resulted in a total of 55,000 MT with the following quality specifications total moisture of 20.00% (ar), ash content of 6.10% (ad), total sulfur of 1.65% (ad), and a calorific value of 5,350 kcal/kg (ad). The actual blending outcome yielded the same quantity of 55,000 MT, with quality parameters as follows: total moisture of 20.18% (ad), ash content of 5.60% (ad), total sulfur of 1.35% (ad), and a calorific value of 5,340 kcal/kg (ad). The analysis of quality discrepancies revealed several contributing factors the presence of water accumulation in the ROM Stockpile following rainfall, which increased total moisture, the inadvertent inclusion of foreign materials into the feeder, resulting in elevated ash content, the unintentional mixing of coal from different product types, which led to inconsistencies in total moisture, ash content, total sulfur, and calorific value, and the rise in total moisture, which adversely affected the calorific value.

Keywords: Coal; Coal Blending; Discrepancy; Quality

Abstrak. Pencampuran batubara (*coal blending*) yang dilakukan PT. Bukit Baiduri Energi (PT. BBE) adalah untuk mendapatkan nilai kualitas batubara sesuai dengan permintaan konsumen. PT. BBE memiliki beberapa lapisan batubara (*seam*) dengan kualitas yang berbeda-beda, untuk itu perlu dilakukan sistem pencampuran yang terencana dengan proporsi yang tepat agar dapat menghasilkan produk batubara yang sesuai dengan permintaan konsumen. Tujuan pada penelitian ini yaitu untuk merencanakan kuantitas dan kualitas pencampuran batubara, untuk mengetahui hasil kuantitas dan kualitas aktual pencampuran batubara, dan untuk mengetahui penyebab ketidaksesuaian antara kualitas batubara yang direncanakan dengan kualitas aktual batubara setelah dilakukan pencampuran (*blending*). Untuk mendapatkan hasil kuantitas dan kualitas masing-masing produk batubara dalam perencanaan pencampuran batubara, digunakan metode simpleks dengan bantuan *software POM-QM windows version 5* dan metode faktor pembobotan (*weighting factor*). Hasil akhir perencanaan pencampuran batubara yaitu sebanyak 55.000 MT dengan kualitas *total moisture* sebesar 20,00 % (ar), *ash content* sebesar 6,10 % (ad), *total sulfur* sebesar 1,65 % (ad), dan *calorific value* sebesar 5.350 kcal/kg (ar). Hasil aktual pencampuran batubara yaitu sebanyak 55.000 MT dengan kualitas *total moisture* sebesar 20,18 % (ar), *ash content* sebesar 5,60 % (ad), *total sulfur* sebesar 1,35 % (ad), dan *calorific value* sebesar 5.340 kcal/kg (ar). Hasil dari analisa ketidaksesuaian kualitas batubara yaitu terdapatnya genangan air di ROM Stockpile setelah hujan yang mengakibatkan kenaikan *total moisture*, terbawahnya material lain kedalam *feeder* yang mengakibatkan kenaikan *ash content*, ketidaksengajaan tercampurnya batubara beda produk yang mengakibatkan ketidaksesuaian terhadap kualitas (*total moisture*, *ash content*, *total sulfur* dan *calorific value*), dan kenaikan *total moisture* yang berpengaruh ke nilai *calorific value* yang semakin rendah.

Kata kunci: Batubara; Ketidaksesuaian; Kualitas; Pencampuran Batubara

1. LATAR BELAKANG

Melansir pendapat Hoirullah (2019), jumlah cadangan batubara yang terdapat pada suatu lapangan harus dapat dimanfaatkan secara optimal, sehingga akan menghasilkan nilai ekonomis yang sangat tinggi. Upaya untuk dapat memanfaatkan cadangan batubara yang tersedia pada suatu lapangan secara optimal guna memenuhi kebutuhan konsumen sesuai atas persyaratan nilai kalori, alternatifnya adalah melakukan proses pencampuran batubara yang dikenal dengan istilah coal blending (pencampuran batubara).

Pencampuran batubara (*coal blending*) yang dilakukan PT. Bukit Baiduri Energi (PT. BBE) adalah untuk mendapatkan nilai kualitas batubara sesuai dengan permintaan konsumen. PT. BBE memiliki beberapa lapisan batubara (*seam*) dengan kualitas yang berbeda-beda, untuk itu perlu dilakukan sistem pencampuran yang terencana dengan proporsi yang tepat agar dapat menghasilkan produk batubara yang sesuai dengan permintaan konsumen. Berdasarkan latar belakang tersebut, maka perlu dilakukan penelitian tentang pencampuran batubara dari hasil parameter kualitas batubara (*total moisture, ash content, total sulfur, dan calorific value*) dengan harapan dapat membantu proses pencampuran batubara pada perusahaan serta mendapatkan hasil yang sesuai dengan permintaan konsumen.

2. KAJIAN TEORITIS

Pengertian Batubara

Batubara adalah batuan sedimen organik yang mengandung berbagai jumlah karbon, hidrogen nitrogen, oksigen, dan sulfur serta sejumlah elemen jejak lainnya, termasuk bahan mineral. Faktor tumbuhan purba yang jenisnya berbeda-beda sesuai dengan zaman geologi dan lokasi tempat tumbuh dan berkembangnya, ditambah dengan lokasi pengendapan (sedimentasi) tumbuhan, pengaruh tekanan batuan dan panas bumi serta perubahan geologi yang berlangsung kemudian menyebabkan terbentuknya batubara yang jenisnya bermacam-macam (Winarno, 2019). Batubara terbentuk dengan cara yang sangat kompleks dan memerlukan waktu yang lama (puluhan sampai ratusan juta tahun) dibawah pengaruh fisika, kimia atau pun keadaan geologi (Sukandarrumidi, 2009).

Kualitas Batubara

Batubara harus memiliki kualitas tertentu untuk penggunaan tertentu. Jika memenuhi persyaratan tersebut, maka batubara tersebut dapat ditambang dan dijual sebagai produk murni atau, jika kualitasnya dapat ditingkatkan, batubara tersebut dapat dicampur dengan batubara pilihan lainnya untuk menghasilkan produk yang dapat dijual (Thomas, 2020).

Analisis batubara adalah cara yang digunakan untuk menentukan sifat-sifat batubara. Jenis analisis yang biasanya diminta oleh industri batubara dapat berupa analisis proksimat (kelembaban, abu, zat yang mudah menguap, dan karbon tetap) atau analisis ultimate (karbon, hidrogen, belerang, nitrogen, oksigen, dan abu) (Speight, 2015).

Kualitas suatu batubara dapat ditentukan dengan cara analisa parameter tertentu baik secara fisik maupun kimia. Parameter kualitas batubara terdiri dari (Winarno et al., 2021):

1. Lengas Total (*Total Moisture*)

Total moisture (TM) disebut sebagai as received moisture (istilah yang digunakan oleh pembeli batubara) atau as sampled moisture (istilah yang digunakan oleh penjual batubara), menunjukkan pengukuran jumlah semua air yang tidak terikat secara kimiawi, yaitu air yang teradsorpsi pada permukaan, air yang ada dalam kapiler (pori-pori) batubara, dan air terlarut (*dissolved water*).

2. Analisis Proksimat (*Analysis Proximate*)

Analisis proksimat adalah analisa batubara yang bertujuan untuk menentukan kelompok senyawa penyusun batubara. Analisis proksimat meliputi beberapa pengujian antara lain sebagai berikut:

- a. *Inherent Moisture* merupakan kandungan lengas yang terkandung dalam batubara setelah batubara tersebut dikeringkan.
- b. *Ash Content* (AC) adalah bagian batubara yang tersisa saat batubara dibakar secara sempurna. Abu batubara terbentuk dari sisa pembakaran mineral-mineral yang terdapat di dalam batubara.
- c. *Volatile Matter* (VM) adalah bagian dari batubara yang hilang bila batubara tersebut dipanaskan tanpa udara pada temperatur 950°C.
- d. *Fixed carbon* (FC) adalah karbon yang tertinggal pada batubara saat batubara dipanaskan dalam kondisi inert pada temperatur dan lama waktu tertentu.

3. Kandungan Belerang (*Total Sulfur*)

Total sulfur (TS) adalah jumlah kandungan sulfur yang terdapat dalam abu batubara. Jika batubara dipakai sebagai bahan bakar, selain karena dapat menimbulkan terjadinya gas SO₂ atau SO₃ yang akhirnya dapat menimbulkan hujan asam, juga dapat merusak pemanasan lengas dalam *boiler* pada pembangkit listrik.

4. Nilai Kalori (*Calorific Value*)

Calorific value (CV) adalah jumlah panas (kalor) yang dihasilkan oleh pembakaran sempurna batubara di laboratorium. Adapun sifat-sifat kalori batubara menurut Arif (2014) yaitu:

- a. Nilai kalori batubara bergantung pada peringkat batubara. Semakin tinggi peringkat batubara, semakin tinggi nilai kalorinya.
- b. Pada batubara yang sama, nilai kalori dapat dipengaruhi oleh moisture dan abu. Semakin tinggi moisture atau abu, semakin kecil nilai kalorinya.

Basis Pelaporan Hasil Analisis

Di dalam analisa kualitas batubara di laboratorium menurut ASTM (*American Society for Testing and Materials*) dilaporkan dengan menyebutkan beberapa dasar analisa kualitas batubara (Sudarsono, 2003; Winarno et al., 2021), yaitu :

1. *As Received* (Ar) adalah basis yang menyatakan parameter kualitas batubara pada saat diterima atau batubara hasil dari proses penambangan.
2. *Air dried Basis* (ADB) adalah batubara yang telah mengalami proses pemanasan lanjutan, sehingga kandungan air bebasnya hilang pada kondisi temperatur dan kelembaban standar sehingga tidak diperhitungkan lagi.
3. *Dry Basis* (DB) adalah keadaan batubara kondisi dasar udara kering yang dipanaskan pada suhu standar, sehingga batubara dalam kondisi dasar kering dan bebas dari kandungan air total tapi masih mengandung abu.
4. *Dry Ash Free* (DAF) adalah basis yang menyatakan suatu parameter kualitas batubara yang seolah-olah sama sekali tidak mengandung air maupun abu.
5. *Dry Mineral Matter Free* (DMMF) adalah basis ini diartikan sebagai *pure coal basis*, yang berarti batubara diasumsikan dalam keadaan murni dan tidak mengandung air, abu, serta zat mineral lainnya.

Pencampuran Batubara (*Coal Blending*)

Coal blending adalah upaya untuk meningkatkan kualitas batubara dengan mencampurkan batubara kualitas rendah dengan batubara kualitas tinggi (Pasymi, 2008). Dalam praktiknya, cara mengerjakan blending dapat dibagi menjadi dua, yakni (Muchjidin, 2006).

- a. *Blending* pada waktu pemuatan

Apabila kita mempunyai alat pencampur batubara berupa *stacker* dan *reclaimer* atau hanya *bucket loader*, kita dapat mengerjakan pencampuran batubara secara langsung pada waktu pemuatan.

b. *Blending* di *Stockpile* sebelum pengapalan

Cara ini menggunakan alat pencampur *stacker* dan *reclaimer*. Dua jenis batubara atau lebih yang kualitasnya berbeda dicampur membentuk satu *Stockpile* yang baru. Dalam pelaksanaan proses pencampuran di *Stockpile* menurut Saputra (2014) harus mengikuti hasil perhitungan secara teoritis yang telah didukung dengan analisa data Laboratorium agar didapat kualitas yang diharapkan.

Menurut Schofield dalam Pradika, (2023), dalam melakukan pencampuran batubara dapat dilakukan perhitungan kualitas batubara secara matematis (metode *weighting factor*) sebagai berikut:

$$K_C = \frac{K_1 \times X_1 + K_2 \times X_2 + \dots + K_n \times X_n}{X_1 + X_2 + \dots + X_n} \quad (1)$$

Keterangan: K_C = Kualitas hasil *blending*

K_1 = Kualitas batubara satu

K_2 = Kualitas batubara dua

K_n = Kualitas batubara n

X_1 = Kuantitas batubara satu

X_2 = Kuantitas batubara dua

X_n = Kuantitas batubara n

Metode Simpleks

Salah satu teknik penentuan solusi optimal yang digunakan dalam pemrograman linier adalah metode simpleks. Metode simpleks merupakan metode yang umum digunakan untuk menyelesaikan seluruh masalah program linier, baik yang melibatkan dua variabel keputusan maupun lebih dari dua variabel keputusan. Metode penyelesaian dari metode simpleks ini melalui perhitungan ulang (iteration) sebelum solusi optimal diperoleh (Zulyadaini, 2017).

Menurut Wirdasari dalam Amin (2015), untuk mengerjakan persoalan program linier dengan metode simpleks dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menentukan fungsi tujuan dan fungsi kendala.
2. Mengubah fungsi tujuan dan fungsi kendala ke bentuk standar.
3. Membuat tabel simpleks awal.
4. Melakukan iterasi yaitu dengan menentukan baris kunci baru dan baris baris lainnya termasuk Z.
5. Lakukan iterasi kembali sampai tidak ada nilai Z yang negatif.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode simpleks yang dibantu dengan software *POM-QM for windows version 5*. Studi ini dilaksanakan di Port Merandai PT. Bukit Baiduri Energi. Kegiatan pengamatan dan pengambilan data dilakukan pada bulan Februari dan Maret 2025. Metode penelitian dilakukan yaitu dengan pengambilan data primer yang didapat langsung dari lapangan dan data sekunder yang diperoleh dari perusahaan. Data primer berupa data sample batubara barge. Data sekunder berupa spesifikasi batubara permintaan konsumen, kualitas dan kuantitas batubara ROM *Stockpile*, dan kualitas dan kuantitas batubara *barge*.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Spesifikasi Batubara Permintaan Konsumen

Penelitian ini hanya berfokus kepada salah satu konsumen PT. Bukit Baiduri Energi yaitu Trafigura Asia Trading PTE LTD, dimana batubara akan di ekspor ke Bangladesh. Trafigura Asia Trading dalam pemuatan dan pengantaran batubara, menggunakan *Mother Vessel* yang bernama Makra dengan menggunakan 8 tongkang untuk memuat batubara ke *Mother Vessel* Makra. Permintaan dari Trafigura Asia Trading PTE LTD untuk nilai parameter kualitas batubara tidak terdapat nilai yang pasti, akan tetapi hanya mencantumkan nilai batasan maksimum dan minimum dari masing-masing kualitas batubara seperti yang disajikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Spesifikasi Kontrak Konsumen.

Kualitas	Basis	Tipikal	Maks / Min	Rejection
TM %	ar	19,00	Maks 23,00	> 23,00
AC %	ad	6,00	Maks 8,00	> 8,00
TS %	ad	2,20	Maks 2,40	> 2,40
CV kcal/kg	ar	5.400	Min 5.200	< 5.200
Kuantitas (MT)	-	55.000	-	-
Laycan	-	14 - 23 Feb 25	-	-

Pada tabel tersebut terdapat nilai parameter kualitas yang merupakan nilai paling diutamakan oleh konsumen. Apabila nilai masing-masing kualitas melebihi nilai maksimum dan minimum yang ada maka konsumen akan melakukan penolakan (*rejection*), dimana jika penolakan sampai terjadi maka perusahaan akan mengalami kerugian sangat besar.

Penumpukan dan Pencampuran Batubara PT. BBE

PT. BBE memiliki 1 Port yang digunakan untuk melakukan pengapalan dalam memenuhi permintaan konsumen yaitu *Port* Merandai. *Port* ini berlokasi di Merandai, Desa Loa Duri Ulu, Kecamatan Loa Janan, Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur. Batubara yang masuk ke Port Merandai dikelompokkan berdasarkan nilai dari kualitas total sulfur (TS) dengan *ash content* (AC). Penumpukan batubara ditumpuk pada 3 lokasi yang berbeda dengan total 11 produk batubara.

1. ROM *Stockpile* 1

ROM (*Raw Of Mine*) *Stockpile* adalah tempat penumpukan/penyimpanan batubara hasil penambangan sebelum dilakukan proses lebih lanjut. ROM *Stockpile* di PT. BBE berdekatan dengan tempat pemprosesan batubara (*coal crushing plant*). Pada ROM *Stockpile* 1 digunakan untuk tumpukan batubara *low sulfur* dan *medium sulfur*. Di ROM *Stockpile* ini terdapat 6 produk yaitu produk 6 *medium sulfur – coal clean* (MS – CC), produk 7 *medium sulfur – dirty coal natural* (MS – DCN), produk 8 *medium sulfur – special* (MS – SPC), produk 9 *low sulfur – coal clean* (LS – CC), produk 10 *low sulfur – dirty coal natural* (LS – DCN), dan produk 11 *low sulfur – special* (LS – SPC).

2. ROM *Stockpile* 2

ROM *Stockpile* 2 digunakan untuk tumpukan batubara *high sulfur* dan *very high sulfur*. Di ROM *Stockpile* ini terdapat 5 produk yaitu produk 1 *very high sulfur – coal clean* (VHS - CC), produk 2 *very high sulfur – dirty coal natural* (VHS - DCN), produk 3 *high sulfur – coal clean* (HS - CC), produk 4 *high sulfur – dirty coal natural* (HS - DCN), dan produk 5 *high sulfur – special* (HS - SPC).

3. Produk *Stockpile*

Produk *Stockpile* di PT. BBE disebut dengan nama Industrial Coal (IC). Penumpukan batubara pada IC ini sama seperti penumpukan batubara pada ROM *Stockpile* 1 dan ROM *Stockpile* 2 hanya saja produknya telah melalui proses *crushing* sehingga ukuran butir lebih kecil dari batubara yang ada di masing-masing ROM *Stockpile*. Terdapat 6 kolom tempat penumpukan batubara di IC / Produk *Stockpile*. Pada kolom 1 – 2 digunakan untuk tumpukan batubara LS, kolom 3 – 4 untuk batubara MS dan kolom 5 – 6 untuk batubara HS dan VHS. Batubara di Produk *Stockpile* ini akan di dorong ke *reclaimer* jika ada proses pemuatan ke Tongkang.

Pencampuran batubara (*coal blending*) di PT. BBE dilakukan pada batubara dengan kualitas berbeda yang didasarkan pada nilai total sulfur dan nilai *ash content*. Metode pencampuran batubara yang dilakukan oleh PT. BBE adalah pencampuran pada saat pemuatan ke Tongkang dengan menggunakan dua reclamer yang berada di Produk *Stockpile* dan dua *crushing hooper* dari ROM *Stockpile*.

Kuantitas dan Kualitas Batubara yang Tersedia

Kualitas dan kuantitas batubara yang akan digunakan diperoleh dari beberapa produk yang ada di ROM Stockpile. Hasil perhitungan kualitas dan kuantitas batubara yang tersedia pada setiap produk untuk masing-masing pengapalan disajikan pada Tabel 2 – Tabel 9 berikut ini.

Tabel 2. Kuantitas dan Kualitas Batubara untuk BG, KBT 25.

Produk	Kuantitas (MT)	Kualitas				
		TM % (ar)	AC % (ad)	TS % (ad)	CV kcal/kg (ad)	CV kcal/kg (ar)
2 - VHS DCN	6.609	19,08	6,10	3,02	5.725	5.426
3 - HS CC	3.125	18,72	4,15	2,32	5.907	5.628
4 - HS DCN	2.474	19,73	7,18	2,58	5.763	5.441
9 - LS CC	26.144	20,87	4,28	0,35	5.698	5.337
11 - LS SPC	900	22,63	10,76	0,37	5.138	4.756

Tabel 3. Kuantitas dan Kualitas Batubara untuk BG, Telaga Makmur 21.

Produk	Kuantitas (MT)	Kualitas				
		TM % (ar)	AC % (ad)	TS % (ad)	CV kcal/kg (ad)	CV kcal/kg (ar)
2 - VHS DCN	5.698	19,12	6,23	3,03	5.707	5.412
8 - MS SPC	2.012	20,76	10,18	0,96	5.477	5.183
9 - LS CC	25.445	20,84	4,25	0,35	5.699	5.340

Tabel 4. Kuantitas dan Kualitas Batubara untuk BG, Taurus 07.

Produk	Kuantitas (MT)	Kualitas				
		TM % (ar)	AC % (ad)	TS % (ad)	CV kcal/kg (ad)	CV kcal/kg (ar)
1 - VHS CC	3.441	19,33	6,69	3,05	5.640	5.323
6 - MS CC	21.323	19,99	4,97	1,36	5.695	5.377
10 - LS DCN	20.190	21,60	7,33	0,30	5.634	5.218

Tabel 5. Kuantitas dan Kualitas Batubara untuk BG. KBT 19.

19 Februari 2025

Produk	Kuantitas (MT)	Kualitas				
		TM % (ar)	AC % (ad)	TS % (ad)	CV kcal/kg (ad)	CV kcal/kg (ar)
1 - VHS CC	1.989	19,25	6,61	3,03	5.645	5.333
7 - MS DCN	8.114	20,27	7,39	0,86	5.650	5.279
9 - LS CC	25.181	20,84	4,19	0,34	5.703	5.342
10 - LS DCN	19.581	21,58	7,30	0,30	5.638	5.221

Tabel 6. Kuantitas dan Kualitas Batubara untuk Bg, Telaga Makmur 29.

19 Februari 2025

Produk	Kuantitas (MT)	Kualitas				
		TM % (ar)	AC % (ad)	TS % (ad)	CV kcal/kg (ad)	CV kcal/kg (ar)
2 - VHS DCN	3.841	19,41	6,64	2,86	5.673	5.357
7 - MS DCN	6.114	20,27	7,39	0,86	5.650	5.279
9 - LS CC	24.281	20,84	4,19	0,34	5.703	5.342

Tabel 7. Kuantitas dan Kualitas Batubara untuk BG, Telaga Makmur 58.

20 Februari 2025

Produk	Kuantitas (MT)	Kualitas				
		TM % (ar)	AC % (ad)	TS % (ad)	CV kcal/kg (ad)	CV kcal/kg (ar)
1 - VHS CC	60	18,56	5,92	2,80	5.686	5.419
2 - VHS DCN	1.136	19,81	6,07	2,69	5.654	5.335
3 - HS CC	5.841	18,79	4,05	2,29	5.913	5.628
6 - MS CC	19.492	19,95	4,90	1,25	5.706	5.389
7 - MS DCN	3.164	20,27	7,39	0,86	5.650	5.279

Tabel 8. Kuantitas dan Kualitas Batubara untuk BG, Sekai 3013.

21 Februari 2025

Produk	Kuantitas (MT)	Kualitas				
		TM % (ar)	AC % (ad)	TS % (ad)	CV kcal/kg (ad)	CV kcal/kg (ar)
2 - VHS DCN	510	21,08	5,22	2,66	5.676	5.297
3 - HS CC	7.665	19,25	4,25	2,20	5.882	5.575
5 - HS SPC	14.866	19,88	10,13	1,63	5.584	5.301
9 - LS CC	22.931	20,84	4,19	0,34	5.703	5.342

Tabel 9. Kuantitas dan Kualitas Batubara untuk BG, Telaga Makmur 25.

Produk	Kuantitas (MT)	Kualitas				
		TM % (ar)	AC % (ad)	TS % (ad)	CV kcal/kg (ad)	CV kcal/kg (ar)
1 – VHS CC	1.353	18,27	10,49	4,00	5.459	5.170
3 – HS CC	6.633	19,27	4,44	2,18	5.866	5.556
9 – LS CC	22.931	20,84	4,19	0,34	5.703	5.342

Perencanaan Kuantitas dan Kualitas Batubara untuk Pengapalan

Penentuan kuantitas tiap produk yang digunakan untuk pencampuran batubara pada masing-masing pengapalan menggunakan metode simpleks dengan bantuan software POM-QM for windows version 5. Dimana data yang digunakan adalah nilai kualitas dan kuantitas yang tersedia pada masing-masing produk sebagai fungsi kendala pada perencanaan dengan metode simpleks dan spesifikasi permintaan konsumen sebagai fungsi tujuan.

PT. BBE dalam memenuhi pemuatan batubara di Mother Vessel, memberikan spesifikasi yang diinginkan untuk masing-masing tongkang (Tabel 10) yang nantinya akan menjadi acuan dalam perencanaan pencampuran batubara untuk setiap tongkang.

Tabel 10 Perencanaan Tiap Tongkang dari Perusahaan

Nama Tongkang	Kuantitas (MT)	Parameter Kualitas			
		TM % (ar)	AC % (ad)	TS % (ad)	CV kcal/kg (ar)
BG KBT 25	7.500	21,00	7,00	2,00	5.350
BG Telaga Makmur 21	7.500	20,50	7,00	2,00	5.350
BG Taurus 07	7.500	20,00	6,50	2,00	5.350
BG KBT 19	5.000	20,00	6,50	2,50	5.300
BG Telaga Makmur 29	7.500	20,00	6,50	2,50	5.300
BG Telaga Makmur 58	5.000	20,00	6,00	1,80	5.300
BG Sekai 3013	7.500	20,50	6,00	1,80	5.380
BG Telaga Makmur 25	7.500	20,50	6,00	1,50	5.380
MV. MAKRA	55.000	20,34	6,45	2,00	5.342

Setelah diketahui perencanaan kualitas dan kuantitas tiap tongkang dari perusahaan, selanjutnya merencanakan tiap tongkang dengan kualitas dan kuantitas yang tersedia pada masing-masing produk. Tabel 11 merupakan hasil akhir dari rencana pencampuran yang telah disesuaikan dengan kualitas dan kuantitas yang tersedia pada setiap produk batubara yang ada di ROM *Stockpile*.

Tabel 11. Hasil Akhir Perencanaan Tiap Tongkang.

Nama Tongkang	Kuantitas (MT)	Parameter Kualitas				
		TM % (ar)	AC % (ad)	TS % (ad)	CV kcal/kg (ad)	CV kcal/kg (ar)
BG KBT 25	7.500	20,00	6,52	2,00	5.677	5.350
BG Telaga Makmur 21	7.500	19,85	6,56	1,99	5.659	5.349
BG Taurus 07	7.500	20,01	5,58	1,63	5.677	5.349
BG KBT 19	5.000	20,00	6,50	1,62	5.657	5.311
BG Telaga Makmur 29	7.500	20,01	6,49	1,62	5.670	5.324
BG Telaga Makmur 58	5.000	19,99	5,99	1,48	5.678	5.343
BG Sekai 3013	7.500	20,22	6,01	1,30	5.707	5.380
BG Telaga Makmur 25	7.500	19,95	5,27	1,49	5.714	5.380
MV. MAKRA	55.000	20,00	6,10	1,65	5.681	5.350

Hasil Aktual Pencampuran Batubara

Hasil kualitas aktual pencampuran batubara (Tabel 12) diperoleh dari pengambilan sample pada saat pemuatan ke Tongkang (*Barging*) selanjutnya sample dibawa ke Laboratorium untuk diuji kualitasnya. Sedangkan hasil kuantitas aktual diperoleh dari proses *draught survey* yang dilakukan oleh tim *Surveyor* dari konsumen. Hasil pengujian kualitas dan kuantitas aktual batubara *Barging* yang dilakukan oleh PT. BBE hanya digunakan sebagai data perbandingan dengan hasil pengujian kualitas batubara *Barging* yang dilakukan oleh tim *Sampler Independent* dari pihak konsumen, dikarenakan data kualitas aktual yang sebenarnya hanya bisa dikeluarkan oleh tim Independent dari pihak konsumen.

Tabel 12 Hasil Aktual Pencampuran Batubara

Nama Tongkang	Kuantitas (MT)	Kualitas				
		TM % (ar)	AC % (ad)	TS % (ad)	CV kcal/kg (ad)	CV kcal/kg (ar)
BG KBT 25	7.500	20,30	5,70	1,66	5.707	5.324
BG Telaga Makmur 21	7.500	20,16	5,77	1,51	5.654	5.335
BG Taurus 07	7.500	20,43	5,96	1,31	5.678	5.320
BG KBT 19	5.000	20,39	5,29	1,17	5.623	5.294
BG Telaga Makmur 29	7.500	19,92	5,35	1,40	5.660	5.351
BG Telaga Makmur 58	5.000	20,15	5,94	1,47	5.670	5.331
BG Sekai 3013	7.500	19,98	5,16	1,03	5.794	5.398
BG Telaga Makmur 25	7.500	20,20	5,68	1,24	5.698	5.351
MV. MAKRA	55.000	20,18	5,60	1,35	5.689	5.340

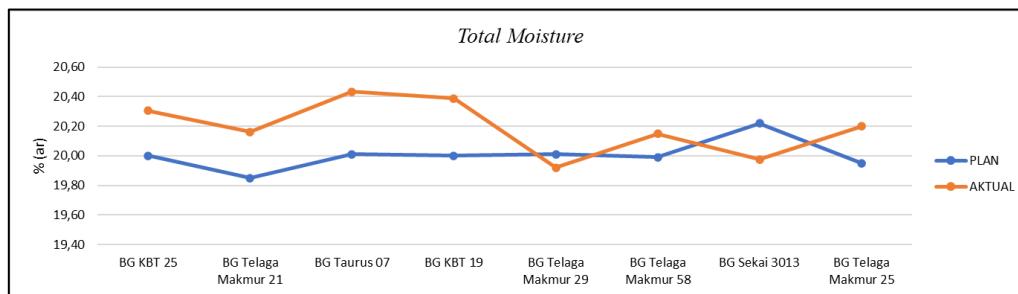
Berdasarkan hasil aktual pencampuran batubara yang telah dilakukan, dapat dilihat bahwa nilai yang dihasilkan tidak melewati batas penolakan (*rejection*) yang telah disepakati (Tabel 1), maka dapat disimpulkan bahwa pencampuran batubara yang telah dilakukan untuk konsumen yaitu Trafigura Asia Trading PTE LTD sudah memenuhi spesifikasi kontrak yang ada.

Analisis Ketidaksesuaian Perencanaan dan Aktual

Analisis ini bertujuan untuk mengetahui faktor yang menyebabkan terjadinya ketidaksesuaian antara perencanaan dengan hasil aktual pencampuran batubara. Di bawah ini merupakan grafik perbandingan antara perencanaan dengan kualitas aktual pencampuran batubara pada masing-masing kualitas.

1. *Total Moisture* (TM)

Dapat dilihat pada Gambar 8, terdapat ketidaksesuaian nilai TM rencana dengan TM aktual pada masing-masing tongkang, dimana terdapat kenaikan dan penurunan nilai TM. Pada kenaikan nilai TM disebabkan karena manajemen ROM *Stockpile* yang kurang baik sehingga munculnya genangan air saat setelah hujan dan juga karena curah hujan yang tinggi sebelum dilakukan pemuatan ke Tongkang (*Barging*).



Gambar 1. Perbandingan Kualitas Total Moisture

2. *Ash Content* (AC)

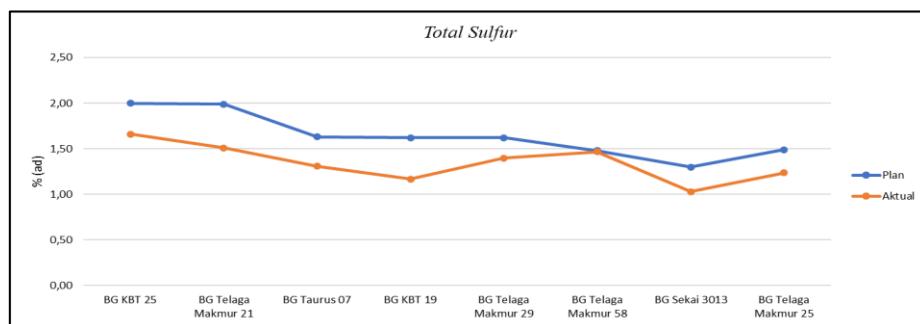
Kenaikan nilai *ash* ini dipengaruhi oleh terbawanya material tanah pada ban dump truck saat hauling ke ROM *Stockpile* yang mengakibatkan terjadinya kontaminasi dengan tumpukan batubara sehingga pada saat proses batubara dimasukkan ke dalam *crushing hooper*, material tanah tersebut ikut terbawa masuk. Berikut ini adalah perbandingan antara perencanaan dengan hasil aktual pencampuran batubara pada kualitas *Ash Content*.



Gambar 2. Perbandingan Kualitas *Ash Content*

3. *Total Sulfur* (TS)

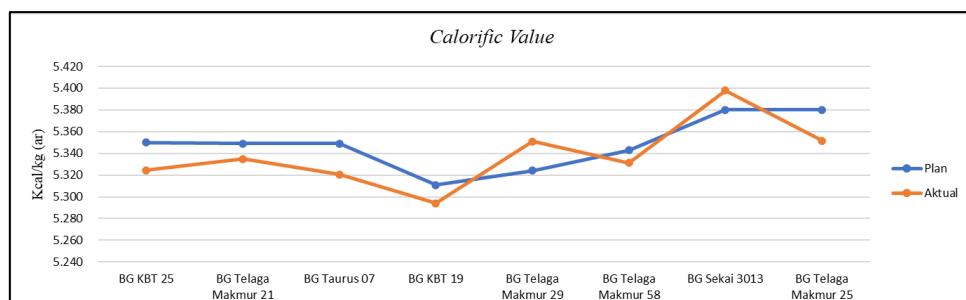
Ketidaksesuaian pada nilai TS ini disebabkan oleh tercampurnya batubara beda produk pada saat penumpukan di ROM *Stockpile*, hal ini juga dapat menyebabkan perubahan pada semua kualitas batubara seperti TM, AC dan CV. Berikut ini adalah perbandingan antara perencanaan dengan hasil aktual pencampuran batubara pada kualitas *total sulfur*.



Gambar 3. Perbandingan Kualitas *Total Sulphur*

4. *Calorific Value* (CV)

Ketidaksesuaian ini dipengaruhi oleh nilai TM yang didapat sebelumnya, dimana nilai TM berbanding terbalik dengan nilai CV. Semakin tinggi nilai TM maka akan menyebabkan nilai CV yang diperoleh menjadi turun. Sebaliknya semakin rendah nilai TM maka nilai CV akan mengalami kenaikan. Berikut ini adalah perbandingan antara perencanaan dengan hasil aktual pencampuran batubara pada kualitas *calorific value*.



Gambar 4. Perbandingan Kualitas *Calorific Value*

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Adapun kesimpulan dari hasil pengolahan data dan hasil penelitian yang telah dilakukan yaitu sebagai berikut:

1. Kualitas akhir rencana pencampuran batubara dari delapan tongkang sebesar 55.000 MT dihasilkan *total moisture* sebesar 20,00 % (ar), *ash content* 6,10 % (ad), *total sulfur* 1,65 % (ad), dan *calorific value* sebesar 5.350 kcal/kg (ar).
2. Kualitas aktual pencampuran batubara sebanyak 55.000 MT dihasilkan *total moisture* sebesar 20,18 % (ar), *ash content* 5,60 % (ad), *total sulfur* 1,35 % (ad), dan *calorific value* sebesar 5.340 kcal/kg (ar).
3. Penyebab ketidaksesuaian pada hasil kualitas aktual dan rencana adalah terdapatnya genangan air di ROM *Stockpile* yang mengakibatkan kenaikan *total moisture*, terbawanya material tanah ke dalam *crushing hooper* yang mengakibatkan kenaikan *ash content*, ketidaksesuaian terhadap kualitas TM, AC, TS, dan CV, serta curah hujan tinggi yang mengakibatkan naiknya kualitas TM yang berpengaruh terhadap nilai kalori yang semakin rendah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Bapak dan Ibu dosen yang telah membimbing, mengarahkan serta memberi saran kepada penulis dalam penyusunan jurnal ini. Terima kasih juga kepada PT. Bukit Baiduri Energi yang telah mewadahi penulis selama melaksanakan penelitian serta kepada semua pihak yang telah membantu yang tidak dapat penulis disebutkan satu persatu.

DAFTAR REFERENSI

- Amin, Saafil. (2015). Perhitungan Pencampuran Batubara Menggunakan Metode Simpleks Untuk Memenuhi Permintaan Konsumen Di PT. Lanna Harita Indonesia Kel. Sungai Siring Kec. Samarinda Utara Kota Samarinda Provinsi Kalimantan Timur. Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman.
- Arif, Irwandy. (2014). Batubara Indonesia. Gramedia Pustaka Utama: Jakarta.
- Hoirullah. (2019). “Analisis Ratio Komposisi Blending Batubara Untuk Memenuhi Market Brand BA 50 di PT Bukit Asam, Tbk Tanjung Enim, Sumatera Selatan”. Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya.

- Muchjidin. (2006). Pengendalian Mutu Dalam Industri Batubara. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Pasymi. (2008). Batubara (Jilid-1). Padang: Bung Hatta University Press.
- Pradika, Muhamad Riyanto. (2023). Studi Pencampuran Batubara Beda Kualitas Untuk Memenuhi Permintaan Konsumen PT. Multi Harapan Utama. Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman.
- Saputra, Dimas, Agus Triantoro, Riswan. (2014). "Simulasi Blending Batubara di Bawah Standar Kontrak dalam Blending Dua Jenis Grade Beda Kualitas pada PT Amanah Anugerah Adi Mulia Site Kintap". Jurnal Fisika Flux Volume 11 Nomor 1. Universitas Lambung Mangkurat.
- Speight, James G. (2015). Handbook of Coal Analysis Second Edition. Laserwords Private Limited, Chennai, India.
- Sudarsono, Arif S. (2003). Preparasi dan Pencucian. Bandung: Insitut Teknologi Bandung.
- Sukandarrumidi. (2009). Batubara dan Gambut. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Thomas, Larry. (2020). Coal Geology Third Edition. England: Jhon Wiley.
- Winarno, Agus, D. Hendra Amijaya, Agung Harijoko. (2019). Karakteristik Batubara Formasi Pulaubalang dan Balikpapan Cekungan Kutai Bawah, Kalimantan Timur. Jurnal Geosapta Vol. 5 No. 1.
- Winarno, Agus. (2019). Karakteristik Masa, Mineralogi, dan Geokimia Batubara Peringkat Rendah Pada Cekungan Kutai, Kalimantan Timur dan Pengaruhnya Terhadap Gasifikasi Batubara. Departemen Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada.
- Winarno, Agus, Windhu Nugroho, Daud Manatap Sitorus. (2021). Panduan Praktikum Teknologi Batubara. Laboratorium Teknologi Mineral dan Batubara: Universitas Mulawarman.
- Zulyadaini. (2017). Seri Pembelajaran Program Linear. Yogyakarta: Tangga Ilmu Sumber Pengetahuan.