

OPTIMALISASI PENCAMPURAN BATUBARA UNTUK MEMENUHI KRITERIA PERMINTAAN PLTU DI MUSI RAWAS

OPTIMIZATION OF COAL BLENDING TO MEET THE DEMAND CRITERIA PLTU IN MUSI RAWAS

Yoga Ratmana Putra¹, Rr. Harminuke Eko Handayani², dan Syarifuddin³

^{1,2,3} Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya, Jl. Srijaya Negara, Palembang, 30139, Indonesia

E-mail: yogaratmana_putra@yahoo.co.id, harminuke@ft.unsri.ac.id

ABSTRAK

Permintaan pengiriman batubara kepada konsumen sering mengalami tidak mencapai target kualitas. Batubara yang tidak mencapai target tersebut akan dikenakan penyesuaian harga dalam bentuk bonus atau penalty. Penelitian ini bertujuan mengetahui proporsi masing-masing batubara sebelum dilakukan blending, menentukan alur proses pencampuran batubara yang sesuai, dan merekomendasikan upaya dan teknis pencampuran batubara yang optimal untuk memenuhi target kualitas permintaan konsumen. Proporsi batubara berdasarkan perhitungan secara manual, kualitas hasil pencampuran dari perhitungan tersebut telah memenuhi spesifikasi kualitas permintaan konsumen, contohnya pada bulan Januari untuk PLTU Tarahan proporsinya 1500 MT dengan ratio 20% untuk batubara jenis LA-HCV (A1-A2) dan 6000 MT dengan ratio 80% untuk batubara jenis HA-LCV (A3). Proses pencampuran batubara dilakukan dengan sistem stacking yang digunakan adalah chevron stacking atau yang sering dinamakan juga roof type stockpiling. Rekomendasi blending yang optimal antara lain laju kecepatan pada conveyor dan pembukaan lubang valve yang terkadang tidak sesuai dengan pengaturan operator interface station, serta penganalisaan kualitas batubara yang harus sesuai dengan SOP yang sudah tertera pada pengujian batubara tersebut agar pada saat pencampuran sesuai dengan kualitas-kualitas batubara yang di ambil dari masing-masing stockpile. Faktor - faktor tersebut harus diminimalisir guna mencapai target kualitas yang ditetapkan.

Kata Kunci: Blending, Kualitas, Proporsi

ABSTRACT

Coal that is delivered to consumers often has no achievement of quality targets. If coal is not reaching these targets, it will be subjected to price adjustment in the form of a bonus or penalty. This study aims to determine the proportion of each coal before blending, determine the process of the coal mixing accordingly, and recommend the optimal effort and technical mixing of coal to meet the quality target of consumer demand. The proportion of coal is calculated manually using some coal blending formulas, the quality of the mixing results of these calculations have met the quality specifications of consumer demand, for example in January for PLTU Tarahan the proportion 1500 MT with ratio 20% for coal types LA-HCV (A1-A2) and 6000 MT with ratio 80% for coal types HA-LCV (A3). The process of coal mixing is done with the stacking system using chevron stacking or which is often called the roof type stockpiling. Optimal blending recommendations include the speed rate on the conveyor and opening of the valve hole which sometimes is not in accordance with the settings of the interface station operator, as well as analyzing the quality of the coal that must be in accordance with the SOP that has been stated on the coal test so that when mixing is according to coal quality taken from each stockpile. These factors must be minimized in order to achieve quality targets that are in line with the PLTU demand criteria.

Keywords: Blending, Quality, Proportion

1. PENDAHULUAN

Kualitas dapat diartikan sebagai tingkat atau ukuran kesesuaian suatu produk dengan pemakainya, dalam arti sempit kualitas diartikan sebagai tingkat kesesuaian produk yang telah ditetapkan. Jadi, kualitas yang baik akan dihasilkan dari proses atau pengelolaan yang baik dan sesuai dengan standar kualitas yang telah ditentukan berdasarkan kebutuhan pasar. Kualitas batubara adalah sifat fisika dan kimia dari batubara yang mempengaruhi potensi kegunaannya. Kualitas batubara ini ditentukan oleh maseral dan mineral *matter* penyusunnya, derajat *coalification* (*rank*) [1].

Melihat hal ini, kualitas batubara menjadi suatu hal yang sangat penting untuk diperhatikan guna memperoleh pemanfaatan yang optimal bagi pihak konsumen. Batubara merupakan salah satu sumber energi potensial yang banyak dimanfaatkan sebagai bahan bakar pada pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) [2]. Analisis kualitas batubara terdiri dari analisis *ultimat* dan analisis *proksimat*. Analisis *proksimat* digunakan untuk menentukan kelas (*rank*) batubara. Analisis ini memiliki empat parameter utama yang digunakan untuk menentukan kelas (*rank*) batubara yaitu kadar air (*moisture*), kadar abu (*ash content*), karbon tetap (*fixed carbon*), kadar zat terbang (*volatile matter*) [3]. Analisis *ultimate* didefinisikan sebagai analisis batubara yang dinyatakan dalam kandungan unsur karbon, hidrogen, nitrogen, sulfur dan oksigen. Analisis ini menjelaskan bahwa batubara terdiri dari semua unsur tersebut dengan total komposisi masing-masing unsur tersebut sebesar 100% cairan suatu massa batubara [4].

Perbedaan kualitas batubara dalam satu *seam* yang sama dapat saja terjadi, baik secara lateral maupun vertikal. Keadaan ini dapat disebabkan oleh perbedaan proses pengendapan, komposisi penyusun, serta akumulasi pengotor yang terikut saat proses pembatubaraan [5]. Selain itu, proses pengambilan serta penanganan batubara saat kegiatan penambangan berlangsung juga ikut berpotensi menyebabkan terjadinya perbedaan kualitas tersebut. Adanya perbedaan kualitas batubara yang ditambang dan tanggung jawab dalam memenuhi kriteria kontrak menjadi sebuah tantangan setiap perusahaan tambang. Strategi untuk menyelesaikan masalah tersebut adalah dengan melakukan pencampuran batubara (*coal blending*) [6].

Pencampuran atau *blending* adalah penggabungan atau penimbunan secara bersamaan dan terus menerus dalam waktu tertentu dari dua atau lebih material (batubara beda kualitas), yang dianggap mempunyai komposisi yang konstan (parameter kualitas konstan) dan terkontrol proporsinya [7]. Pencampuran dilakukan pada batubara yang berbeda nilai kalori, kandungan sulfur dan kandungan abu, sehingga kualitas batubara hasil campuran merupakan perpaduan dari parameter kualitas batubara yang dicampur [8]. Pencampuran batubara dilakukan untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan yang diinginkan, dengan komposisi yang homogen [9]. Tujuan dari proses *blending* ini adalah untuk mengoptimalkan pemanfaatan nilai cadangan batubara yang mempunyai nilai kalori rendah, sehingga akan mempunyai nilai ekonomis yang tinggi [10].

2. METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan kegiatan berlangsung dalam berbagai macam kegiatan seperti orientasi lapangan, pengambilan data, pengolahan data, analisis data dan pembuatan laporan. Survei lapangan dilakukan dengan pengamatan secara langsung terhadap kondisi lapangan dan kegiatan operasional batubara yang dikirim dari lokasi penambangan *pit 1* hingga sampai ke *stockpile* batubara lalu dikirim ke pelabuhan.

Tahapan penelitian dilanjutkan dengan proses pengambilan data yang dilakukan pada lokasi pengamatan berkaitan dengan penelitian. Pengambilan data yang dilakukan berupa data sekunder dan data primer. Adapun data-data primer yang diperlukan adalah data kualitas batubara. Data-data sekunder yang diperlukan adalah data kualitas batubara di *stockpile*, data spesifikasi batubara permintaan PLTU, data spesifikasi peralatan pendukung yang digunakan, data uji analisis kualitas batubara laboratorium di PT Succofindo, dan data aktual barge.

Data dari lapangan yang didapatkan selanjutnya dikelompokkan kemudian diolah. Dengan menggunakan data yang diambil, diharapkan menghasilkan evaluasi yang baik dalam pengawasan kualitas batubara baik teknis dan ekonomisnya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data kualitas parameter batubara aktual yang diperoleh dari *stockpile* diperlihatkan pada Tabel 1.

Jenis batubara yang digunakan untuk proses pencampuran batubara adalah batubara *seam* A1-A2 dan A3 yang diperoleh dari *stockpile*. Sebelumnya, kedua jenis batubara tersebut terlebih dahulu dianalisis masing-masing parameter batubaranya untuk mengetahui kualitas yang akan dicampur.

Dari table 1, dapat dilihat adanya perbedaan kualitas pada kedua jenis batubara. Perbedaan kualitas batubara dalam satu seam tersebut dapat saja terjadi, baik secara lateral maupun vertikal. Keadaan ini dapat disebabkan oleh proses pengendapan, komposisi penyusun, serta akumulasi pengotor yang terikut saat proses pembatubaraan. Hasil dari *sampling* analisis batubara kemudian akan dijadikan sebagai acuan dalam penentuan proses pencampuran batubara untuk mencapai target spesifikasi permintaan PLTU yang diinginkan.

Perhitungan *blending* dapat dilakukan dengan menggunakan *coal blending calculation*. *Coal blending calculation* merupakan proses perhitungan komposisi batubara dengan beda kualitas yang akan dicampur untuk mendapatkan suatu kualitas tertentu dan hasil pencampuran yang sesuai dengan kriteria yang diinginkan dengan memperhatikan parameter kualitas batubara produk setiap periode pengiriman dan permintaan konsumen.

Berdasarkan *analisis quality* dari hasil *drilling*, batubara dibagi menjadi 2 produk yaitu, LA-HCV dan HA-LCV. Batubara produk LA-HCV mempunyai ketebalan 9,0 m seam 40A1 – 40A2, sedangkan produk HA-LCV berketebalan 1,5 m seam 40A3. Jenis batubara dari seam A1-A2 tergolong batubara jenis LA-HCV (*Low Ash-High Calorie Value*) yang merupakan batubara berkalori tinggi dan memiliki kandungan abu yang rendah. Sehingga, batubara ini sendiri sudah dapat memenuhi spesifikasi batubara yang diinginkan. Sedangkan, batubara dari seam A3 adalah jenis batubara HA-LCV (*High Ash-Low Calorie Value*), yaitu jenis batubara berkalori rendah dan memiliki kadar abu yang tinggi. Batubara jenis apapun sebenarnya sudah disiapkan dari lokasi tambang yang ada di pit namun, yang digunakan untuk proses pencampuran batubara hanya produk seam A1-A2 dan seam A3. Kualitas batubara yang ada di lokasi tambang seringkali mengalami penurunan kualitas, khususnya pada parameter nilai kalori (CV), total *moisture*, total *sulfur*, dan *ashcontent*. *Blending* merupakan salah satu cara yang tepat yang digunakan untuk mengatasi permasalahan tersebut apabila tidak terpenuhinya kualitas batubara yang sesuai dengan kriteria konsumen.

Spesifikasi kualitas batubara yang diminta oleh berbagai PLTU ditunjukkan pada (Tabel 2). Parameter kualitas batubara yang tidak mencapai target namun masih dalam *rank* ± 10 % maka akan ditoleransi atau terkena *penalty* oleh pihak konsumen.

Tabel 1. Parameter Kualitas Batubara Produk Stockpile di

Bulan	SEAM	Calorific Value (Kcal/kg)		TM	TS	Ash
		Adb %	Ar %	Ar %	Daf %	Ar %
Januari	A1-A2	5633	4245	36,24	0,18	2,62
	A3	5474	3941	36,88	0,28	5,28
Februari	A1-A2	5588	4230	36,13	0,16	2,63
	A3	5475	3942	36,89	0,27	5,25
Maret	A1-A2	5514	4156	36,20	0,16	3,41
	A3	5467	4015	36,65	0,21	4,17
April	A1-A2	5579	4178	36,29	0,16	3,25
	A3	5503	3972	36,96	0,26	4,70
Mei	A1-A2	5558	4156	36,56	0,19	3,58
	A3	5560	4007	37,06	0,38	4,25

Tabel 2. Spesifikasi Kualitas Batubara Permintaan PLTU

PLTU	Batubara yang digunakan			
	CV	TM (ar)	TS (daf)	Ash (ar)
TELUK SIRIH	4000 (ar)	35,00	1,80	5,00
TARAHAN	4000 (ar)	35,00	1,80	5,00

Tabel 3. Hasil Perhitungan Pencampuran Batubara untuk Memenuhi Kriteria Spesifikasi PLTU

Bulan	Coal	Parameter			
		TM (%ar)	Ash (%ar)	TS (%daf)	CV (ar)
Januari	A1-A2	36,24	2,62	0,18	4245
	A3	36,88	5,28	0,28	3941
	Composite	36,75	4,75	0,26	4002
Februari	A1-A2	36,13	2,63	0,16	4230
	A3	36,89	5,25	0,27	3942
	Composite	36,74	4,73	0,25	4000
Maret	A1-A2	36,20	3,41	0,15	4156
	A3	36,65	4,17	0,21	4015
	Composite	36,43	3,79	0,18	4086
April	A1-A2	36,29	3,52	0,16	4178
	A3	36,96	4,70	0,26	3972
	Composite	36,87	4,53	0,25	4004
Mei	A1-A2	36,56	3,58	0,19	4156
	A3	37,06	4,25	0,38	4007
	Composite	36,84	3,95	0,29	4074

Dapat dilihat dari tabel 3, kualitas masing-masing jenis batubara sebelum pencampuran dan hasil perhitungan *blending* kedua batubara (*composite*) untuk beberapa parameter dari bulan Januari hingga bulan Mei 2018. Spesifikasi batubara yang diinginkan oleh konsumen adalah batubara yang memiliki nilai kalori tidak kurang dari 4000 kal/kg, kandungan air yang tidak lebih dari 35% *as received*, kandungan abu kurang dari 5% *as received*, dan total sulfur yang tidak melebihi 1,80% *dry ash free* (Teluk Sirih dan Tarahan) atau selengkapnya dapat dilihat pada (Tabel 3). Namun, pada bulan Januari, dapat dilihat bahwa batubara jenis A3 memiliki nilai kalori yang rendah dan kadar abu yang cukup tinggi (HA-LCV). Kadar abu yang terlalu tinggi tentunya akan menurunkan kualitas batubara karena akan menimbulkan berbagai kontaminan dan polusi lainnya pada saat pembakaran.

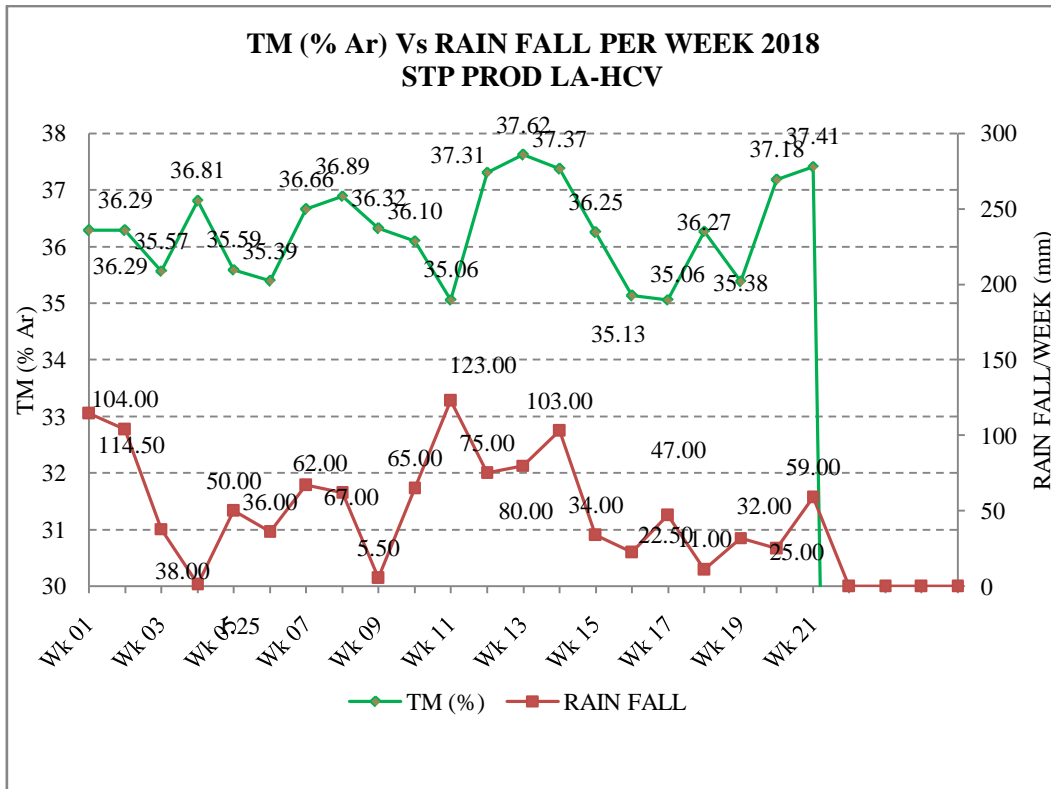
Maka, hasil campuran jenis batubara A3 (HA-LCV) dan jenis batubara A1-A2 (LA-HCV) akan menghasilkan *composite* yang sesuai dengan kualitas yang diinginkan. *Composite* batubara akhir bernilai kalor 4000 kal/kg dan kadar abu di bawah 5%. Kadar sulfur yang dimiliki kedua jenis batubara sebelum pencampuran telah memenuhi spesifikasi, sehingga hasil campuran juga menghasilkan total sulfur yang rendah. Begitu pula pada bulan Februari, jenis batubara A3 dianalisis parameter kualitasnya dan dinyatakan tidak memenuhi spesifikasi yang diinginkan untuk nilai kalor dan kadar abunya. Maka, dilakukan perhitungan *blending* yang sesuai rumus pencampuran dan diperoleh hasil *blending composite* akhir dengan nilai kalori 4000 kal/kg dan kadar abu sebesar 4,73% *as received* serta total Sulfur di bawah 1,80%.

Pada bulan Maret, jenis batubara A3 memiliki nilai kalor dan kadar abu yang telah sesuai spesifikasi sehingga hasil campuran dengan jenis batubara A1-A2 memiliki kualitas yang sesuai. Sedangkan, pada bulan April, nilai kalor yang dimiliki oleh jenis batubara A3 berada di bawah 4000 kal/kg sehingga diperlukan *blending* dengan jenis batubara yang memiliki nilai kalor lebih tinggi sehingga diperoleh hasil campuran dengan kualitas yang memenuhi spesifikasi. Dan, pada bulan Mei, kadar abu jenis batubara A3 cukup tinggi yaitu 4,25%ar namun masih berada di bawah batas yang diperbolehkan. Setelah pencampuran dengan batubara LA-HCV, batubara yang dihasilkan memiliki kadar abu lebih rendah yaitu 3,95%ar, total sulfur yang rendah, dan nilai kalor yang memenuhi spesifikasi.

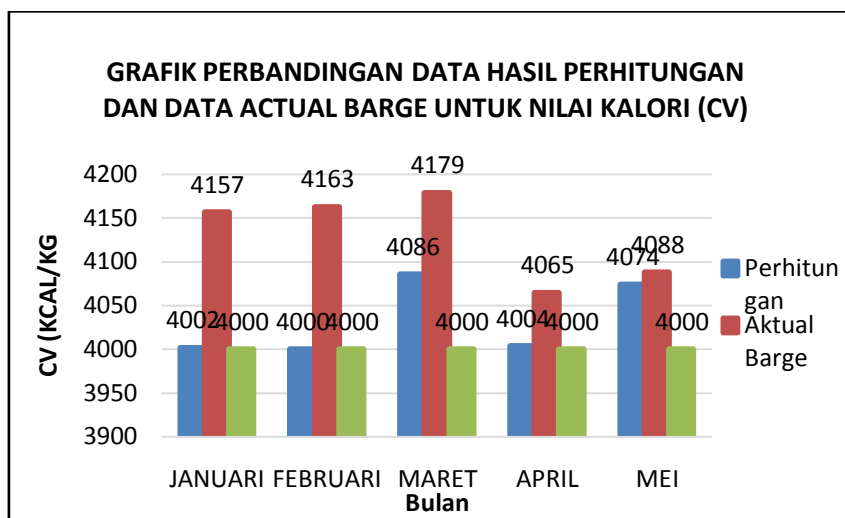
Nilai parameter kualitas batubara *total moisture* melewati batas maksimum yang diperbolehkan sehingga dikenakan *penalty* namun masih dapat ditoleransi oleh pihak konsumen PLTU. Faktor yang mempengaruhi nilai *total moisture* terlalu tinggi adalah curah hujan pada daerah tersebut. Grafik curah hujan yang mempengaruhi *total moisture* dapat dilihat pada Gambar 1.

Dari gambar 1, dapat dilihat pengaruh curah hujan (*rain fall*) terhadap *total moisture* (ar) pada *stockpile product* LA-HCV cukup signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa, semakin tingginya curah hujan di suatu perwilayahan tambang batubara, maka semakin tinggi juga kandungan *total moisture* (% ar) yang terdapat pada kualitas batubara tersebut.

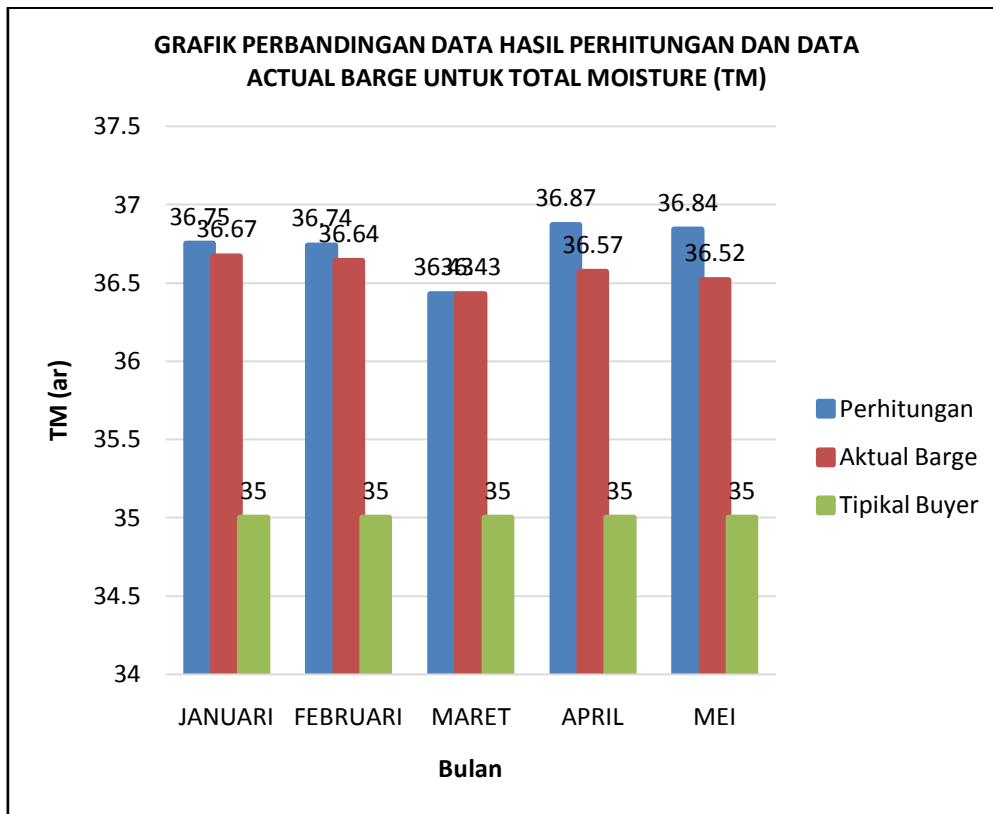
Berdasarkan hasil perhitungan secara manual dan data aktual *barge* terdapat perbedaan pada parameter-parameter kualitas batubara yaitu, *total moisture*, *total sulfur*, *ash content* dan nilai kalori (CV) sehingga memiliki pola-pola yang tidak setara antara data aktual, perhitungan, dan *typical buyer* pada grafik. Data *typical buyer* digunakan sebagai parameter acuan untuk membandingkan hasil perhitungan secara manual dan data aktual *barge*. Grafik perbandingan hasil perhitungan secara manual dan data aktual *barge* untuk nilai kalori dapat dilihat pada Gambar 2. Grafik perbandingan hasil perhitungan secara manual dan data aktual *barge* untuk moisture dapat dilihat pada Gambar 3. Grafik perbandingan hasil perhitungan secara manual dan data aktual *barge* untuk ash dapat dilihat pada Gambar 4 dan Grafik perbandingan hasil perhitungan secara manual dan data aktual *barge* untuk sulfur dapat dilihat pada Gambar 5.



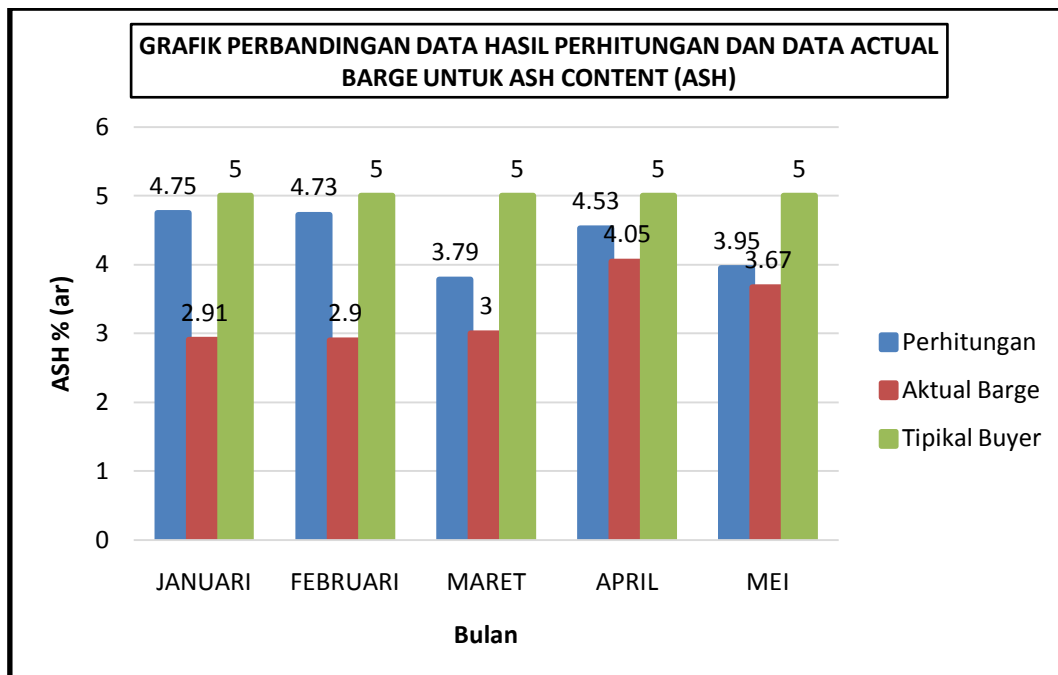
Gambar 1. Grafik Curah Hujan yang Mempengaruhi *Total Moisture* Produk



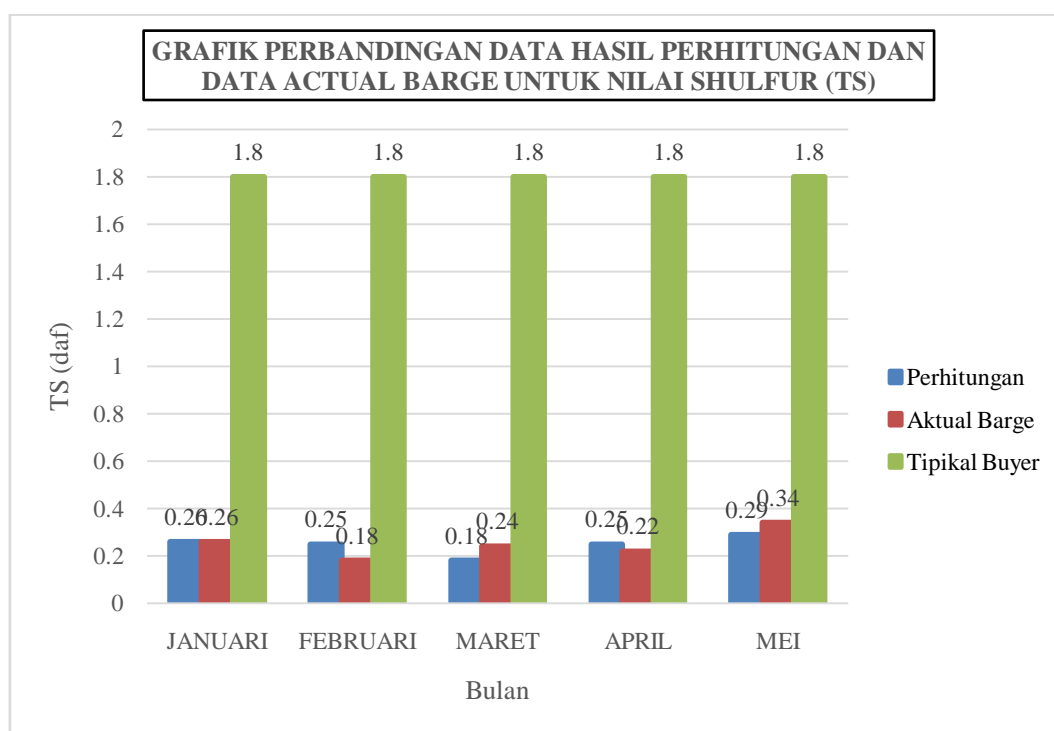
Gambar 2. Grafik Perbandingan Hasil Perhitungan, Aktual *Barge* dan Tipikal *Buyer* Berdasarkan Nilai Kalori



Gambar 3. Grafik Perbandingan Hasil Perhitungan, Aktual *Barge* dan Tipikal *Buyer* Berdasarkan *Total Moisture* (TM)



Gambar 4. Grafik Perbandingan Hasil Perhitungan, Aktual *Barge* dan Tipikal *Buyer* Berdasarkan *Ash Content* (ASH)



Gambar 5. Grafik Perbandingan Hasil Perhitungan, Aktual Barge, dan Tipikal Buyer Berdasarkan Total Sulfur (TS)

Berdasarkan dari grafik di atas dapat dilihat bahwa terdapat ketidakselarasan antara data hasil perhitungan, data actual barge dan kriteria tipikal buyer. Pada bulan Januari hingga Mei nilai kalori (CV), total moisture, ash content dan total sulfur pada masing-masing data memiliki pola yang berbeda-beda. Maka dapat diindikasikan bahwa kegiatan blending actual menghasilkan kualitas parameter batubara yang tidak sesuai dari hasil perhitungan dan tipikal buyer. Tidak tercapainya kualitas batubara yang diinginkan terjadi akibat ratio atau persentase pencampuran batubara tidak sesuai dengan hasil perhitungan yg dilakukan, sehingga tidak tercapainya kualitas parameter batubara yang sesuai dengan kriteria tipikal buyer dan menyebabkan produk blending terkena penalty dan dapat mengakibatkan kerugian pada perusahaan. Faktor – faktor yang mempengaruhi perbedaan data actual barge dan data hasil perhitungan adalah:

1. Tingkat homogenitas campuran (proses pencampuran) yang tidak sesuai dari alat pencampuran hopper crusher dan conveyor sehingga mengakibatkan hasil yang berbeda di data aktualnya.
2. Ratio pencampuran yang berbeda, contohnya data hasil perhitungan secara manual rasionya pada bulan Januari antara LA-HCV (A1-A2) dan HA-LCV (A3) adalah 20%:80%, sedangkan data actual barge rasionya berbeda dari hasil perhitungan.
3. Proses pengambilan sampel untuk analisis parameter batubara awal yang biasanya dilakukan hanya pada lapisan permukaan tumpukan batubara sedangkan bagian tumpukan batubara yang berada dibagian dalam tidak terambil. Bagian luar tumpukan tentunya akan relatif lebih kering dibandingkan dengan bagian dalam, karena bagian luar selalu terpapar udara bebas. Keadaan ini akan menyebabkan adanya perbedaan nilai TM sehingga dapat menyebabkan kesalahan hasil simulasi blending.
4. Adanya komponen atau kontaminan yang masuk saat proses pencampuran berlangsung (debu, kotoran, hujan, dan lainnya).
5. Kehilangan kadar air akibat penguapan pada saat proses pencampuran berlangsung.
6. Ukuran batubara yang melewati crusher tidak seragam. Dimana semakin kecil ukuran batubara yang dihasilkan maka semakin besar luas permukaan yang mengakibatkan semakin tinggi kandungan free moisture batubara tersebut

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil perhitungan untuk mendapatkan hasil proporsi campuran batubara yang sesuai permintaan PLTU didapatkan proporsibatubara berdasarkan hasil perhitungan secara manual untuk memenuhi kriteria permintaan PLTU pada bulan Januari dan Februari adalah perbandingan distribusi berat dari masing-masing batubara LA-HCV (A1-A2) dan HA-LCV (A3) adalah 1500 MT : 6000 MT. Penentuan ratio didasarkan atas kualitas masing-masing batubara. A3 termasuk dalam kategori batubara HA-LCV, sehingga memerlukan campuran batubara lainnya seperti LA-HCV (A1-A2) yang sesuai kebutuhan untuk dapat memenuhi kualitas yang diinginkan. Begitu pula pada bulan Maret adalah didapatkan perbandingan distribusi berat dari masing-masing batubara LA-HCV (A1-A2) dan HA-LCV (A3) adalah 3750 MT : 3750 MT. Sedangkan, pada bulan April adalah didapatkan perbandingan distribusi berat dari masing-masing batubara LA-HCV (A1-A2) dan HA-LCV (A3) adalah 1050 MT : 6450 MT. Dan, pada bulan Mei adalah didapatkan perbandingan distribusi berat dari masing-masing batubara LA-HCV (A1-A2) dan HA-LCV (A3) adalah 3375 MT : 4125 MT.
2. Proses pencampuran batubara Sistem *stacking* yang digunakan adalah *chevron stacking* atau yang sering dinamakan juga *roof type stockpiling*. Adapun cara *stacking* ini adalah dengan menggunakan prinsip *stacking* secara horizontal, dimana arah tumpukan paralel atau sejajar dengan arah pergerakan *stacker*. *Stacking* ini akan membentuk tumpukan yang besar di atas di atas satu sama lainnya. *Stacking* akan mulai dari posisi *stacker boom* yang paling rendah dan ketika sudut putaran berada tepat di tengah *stockyard*. Mekanisme pencampurannya adalah pertama batubara diambil dari tiap-tiap lokasi penimbunan sesuai perhitungan pencampuran. Untuk transportasi batubara, digunakan *dump truck* yang membawa tiap jenis batubara menuju *hopper* untuk selanjutnya diangkut oleh *belt conveyor* ke *stockpile*.
3. Rekomendasi pencampuran batubara yang optimal agar tercapainya target kualitas batubara yang diinginkan, antara lain laju kecepatan *conveyor* harus terus diperhatikan agar laju kecepatan *conveyor* tersebut sesuai dengan pengaturan *operator interface station*, pembukaan lubang *valve* yang terkadang tidak sesuai dengan pengaturan *operator interface station* juga perlu diperhatikan, penganalisaan kualitas batubara yang harus sesuai dengan SOP yang sudah tertera pada pengujian batubara tersebut, agar pada saat pencampuran sesuai dengan kualitas-kualitas batubara yang di ambil dari masing-masing *stockpile*. Faktor - faktor tersebut harus diminimalisir guna mencapai target kualitas yang sesuai dengan kriteria permintaan PLTU.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anwar U. dan Arie AT. (2011). *Model Matematika untuk Optimasi Nilai Kalori Batubara Blending*. Tanjung Enim Sumatera Selatan: PT. Batubara Bukit Kendi.
- [2] Anwary F., Bahri S. dan Yulhendra D. (2014). *Optimasi Pencampuran Batubara Beda Kualitas untuk Memenuhi Kriteria Permintaan Konsumen*. Sumatera Barat: PT. Allied Indo Coal (AIC).
- [3] Hadi., Trisnobudi A., Virgo F. dan Kurniadi D., (2010). Pengukuran Kecepatan dan Amplitudo Gelombang Ultrasonik untuk Klasifikasi Kualitas Batubara. *Jurnal Penelitian Sains*.
- [4] Muchjidin., (2006). *Pengendalian Mutu dalam Industri Batubara*. Bandung: Penerbit ITB.
- [5] Sanwani E., Ibrahim A., Sudarsono A., Sule D. dan Handayani I. (1998). *Pencucian Batubara Volume I*. Bandung: Institut Teknologi Bandung Press.
- [6] Suprpto S., (2009). Blending Batubara untuk Pembangkit Listrik Studi Kasus PLTU Suralaya, *Jurnal Mineral dan Batubara*.
- [7] Sukandar R., (1995). *Batubara dan Gambut*, Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- [8] Syarif MI., Widodo S. dan Husain JR. (2013). Upaya optimalisasi proses *blending* untuk meningkatkan kualitas batubara dan memenuhi kriteria permintaan konsumen, *Jurnal Geosains*.
- [9] Yakub A., (2012). *Pengambilan, Preparasi dan Pengujian Contoh Batubara*. Bandung: ATC Course Materials.
- [10] Wulan., (2012). *Peningkatan Kualitas Batubara Indonesia Peringkat Rendah Melalui Penghilangan Moisture dengan Pemanasan Gelombang Mikro*. Jakarta: Fakultas Teknik: Universitas Indonesia.