

PEMILIHAN KOMPOSISI BATUBARA GC-8 ATAU SMM UNTUK MENDAPATKAN KUALITAS DAN BIAYA PRODUKSI YANG OPTIMUM DI PT. VINYSEA

Arif Budi Sulisty¹, Aldi Rinaldi²

^{1,2}Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik Universitas Banten Jaya
Jl. Ciwaru Raya II No. 73, Kel. Cipare, Kec. Serang, Kota Serang 42117

arif.b.sulisty¹@gmail.com¹, aldi.rinald23@gmail.com²,

ABSTRACT

PT. Vinysea is a leading company in Indonesia which engaged in steel industry. One of main raw materials is coal, which is processed by high temperature heating into coke. Furthermore, coke becomes the raw material for the steel manufacturing process in a blast furnace. The quality of coal most determines the quality of the coke produced. Although Indonesia has abundant coal resources, with the fifth largest amount of reserves in the world, but it is in low quality. To achieve better quality, it is necessary to develop a mixture of several coal sources as raw material of coke, between local product and imported coal, which is known as the coal blending method. This study aims to obtain good quality coke based on the composition of coal blending from two types of coals and produce coke with chemical content in accordance to commercial quality standards. Each variation of the composition is carried out by proximate analysis (water content, levels of fly matter and ash content) to verify the Certificate of Analysis from the supplier, then calculate the amount of cost required to purchase the coal. From the seven variations of composition, 40/60 of SMM and GC-8 composition are met the lowest cost specification about \$155,090/ton.

Keywords: *Coke, Coal, Proximate, Steel Industry, Coal Blending*

ABSTRAK

PT. Vinysea adalah perusahaan terkemuka di Indonesia yang bergerak pada industri baja. Salah satu bahan baku utama adalah batubara, yang diolah dengan pemanasan tinggi menjadi kokas. Selanjutnya kokas menjadi bahan baku proses pembuatan baja dalam blast furnace. Kualitas batubara sangat menentukan mutu dari kokas yang dihasilkan. Meskipun Indonesia memiliki sumber daya batubara yang berlimpah, dengan jumlah cadangan lima terbesar di dunia, namun memiliki kualitas yang rendah. Untuk mendapatkan kualitas yang bagus diperlukan pengembangan pencampuran jenis batubara sebagai bahan baku pembuatan kokas, antara batubara lokal dan import, yang dikenal dengan metode coal blending. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan kualitas kokas yang baik berdasarkan komposisi coal blending dari dua jenis batubara sehingga menghasilkan kokas dengan kandungan kimia yang sesuai dengan standar kualitas secara komersial. Setiap variasi komposisi dilakukan analisa proksimat (kadar air, kadar zat terbang dan kadar abu) untuk memverifikasi Certificate Of Analysis dari supplier, kemudian menghitung besarnya biaya yang dibutuhkan dalam pembelian setiap batubara tersebut. Dari tujuh variasi komposisi didapatkan komposisi SMM dan GC-8 sebesar 40/60 yang memenuhi spesifikasi dengan biaya yang paling rendah, yaitu \$155.090/ton.

Kata Kunci: Kokas, Batubara, Proksimat, Industri Baja, Coal Blending

1. PENDAHULUAN

Blast Furnace merupakan salah satu teknologi pembuatan baja yang sedang dikembangkan di Indonesia untuk memenuhi kebutuhan baja nasional. Salah satu bahan baku yang digunakan pada teknologi ini adalah kokas yang berfungsi sebagai bahan pembakar dan bahan pereduksi besi hingga menjadi produk baja. Kokas diperoleh dari pemanasan batubara (*coking coal*) dalam *Coke Oven Battery*, yang melalui proses karbonisasi dan penghilangan kadar zat terbang pada material batu bara dengan suhu tinggi. Batubara yang digunakan dalam pembentukan kokas harus memenuhi parameter kimia dan fisik yang dipersyaratkan, karena memiliki peranan penting dalam peningkatan produktifitas pembuatan kokas. Parameter yang selalu dijaga pada batubara adalah nilai kadar air, nilai kadar abu, nilai kadar zat terbang dan kadar karbon tertambat, dimana setiap jenis batu bara memiliki nilai yang berbeda-beda. Pemilihan komposisi batubara yang tepat saat proses karbonisasi dalam oven akan menghasilkan kokas dengan kualitas yang tinggi sebelum diumpankan pada proses pengecoran logam di *blast furnace*. Salah satu parameter kimia yang penting yaitu nilai karbon tertambat (*fixed carbon*) yang merupakan kandungan utama dari batubara atau kokas dan memiliki peran penting dalam menentukan besarnya nilai bakar (*heating value*) suatu batubara.

Menurut Ocheri (2017) setiap industri baja memiliki desain dan spesifikasi bahan baku batubara masing-masing sesuai dengan yang dipersyaratkan oleh pabrik tersebut. Bila ada parameter fisik atau kimia yang melebihi batas tertentu atau tidak sesuai dengan spesifikasi, maka pabrik memungkinkan untuk mencampur suatu jenis batubara dengan jenis yang lain dengan spesifikasi atau *grade* yang berbeda melalui formulasi tertentu, sehingga didapatkan batubara dengan kualitas yang lebih baik. Proses pencampuran batubara tersebut dinamakan *coal blending*.

PT. Vinysea yang merupakan perusahaan baja terkemuka di Indonesia juga melakukan proses *coal blending* dari dua jenis batubara, yang memiliki spesifikasi dan harga berbeda. Permasalahannya adalah berapa komposisi dari kedua jenis tersebut untuk mendapatkan nilai optimum antara kualitas dan biaya produksi. Aspek teknis merupakan prioritas pertama, bila terpenuhi dilanjutkan optimasi dari sisi biaya.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan komposisi bahan baku yang tepat dan efisien untuk mendapatkan biaya produksi yang optimum dari berbagai variasi komposisi batubara. Setiap variasi komposisi tersebut ditentukan dari hasil penelitian di laboratorium, bukan dari hasil perhitungan teoritis, untuk menentukan kualitas dari beberapa parameter yang terkandung dalam *coal blending*.

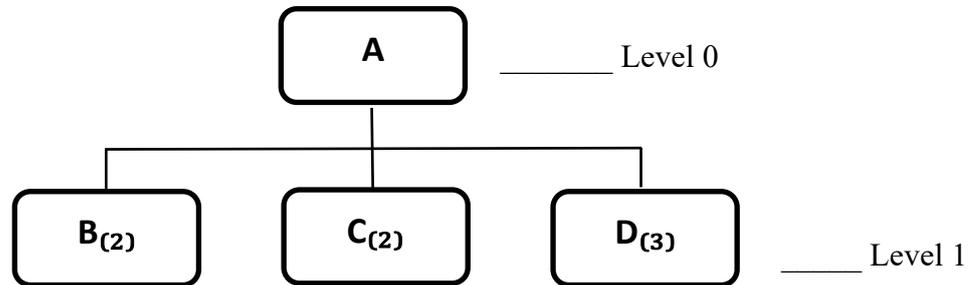
Batasan pada penelitian ini adalah data yang digunakan merupakan data hasil penelitian oleh divisi *Quality Control And Promotor* bagian *Laboratorium Coke Oven Plant*. Peneliti ingin mengetahui nilai parameter pengujian kualitas batubara sebagai bahan baku hanya pada proses pembakaran pada oven. Sedangkan jenis batubara yang digunakan ada dua macam, yaitu jenis GC-8 (German Creek-8) dan SMM (Suprabari Mapanindo Mineral).

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *Bill Of Material*

Menurut Assauri (2016) *Bill of Material* (BOM) merupakan daftar komponen dan deskripsinya, serta jumlahnya untuk setiap yang dibutuhkan, guna membuat satu unit produk. BOM mengutarakan daftar dari sejumlah komponen, bahan-bahan dan material yang dibutuhkan untuk membuat satu produk dan ditunjukkan dalam suatu struktur produk

secara peringkat. Produk akhir disebut sebagai level nol, sedangkan komponen berikutnya disebut sebagai level satu, dua dan seterusnya seperti pada gambar dibawah ini :



Gambar 1. Contoh *Tree BOM*

Pemberian level digunakan untuk menghitung MRP (*Material Requirement Planning*). Angka dalam kurung menunjukkan jumlah komponen untuk membuat satu unit komponen pada level atasnya. BOM terdiri dari berbagai bentuk dan dapat digunakan untuk berbagai keperluan. BOM dibuat sebagai bagian dari proses desain dan digunakan oleh *manufacturing engineer* untuk menentukan item yang harus dibeli atau diproduksi.

Bila ditinjau dari komponen-komponen pembentuk produknya, BOM dibedakan menjadi dua macam, diantaranya :

a. *Single Level BOM*

Format sederhana dari *Bill of Material* disebut sebagai *Single Level BOM*.

b. *Multi level BOM*

Single Level Bill of Material tidak cukup untuk menggambarkan produk yang memiliki *sub-assembly*. Untuk produk dengan *sub-assembly*, digunakan *Multi level Tree* dan *Multilevel Bill of Material*. *Multi level Tree* merupakan “pohon” dengan beberapa level yang menggambarkan struktur produk. Produk akhir berada pada level 0 (Nol), dan *level* bertambah untuk level-level dibawahnya.

2.2. Kokas

Kokas adalah hasil karbonisasi dari batubara atau arang dari batubara yang dipanaskan pada suhu tinggi didalam oven tanpa udara (tertutup), sehingga kandungan material *volatile* batubara tersebut hilang dan kandungan karbon tertambatnya meningkat. Bila batubara dipirolisis atau dikarbonisasi dengan memanaskannya tanpa kontak dengan udara, ia akan terkonversi menjadi zat padar, cair, dan gas (Subroto et al, 2007).

Berbagai jenis kokas diantaranya :

- Green Coke* adalah hasil karbonisasi padatan utama yang dihasilkan dari pemanasan fraksi karbon pada temperatur di bawah 900K.
- Calcined Coke* adalah kokas yang berasal dari minyak atau dari hasil pengolahan batubara dengan sebuah fraksi massa dari hidrogen kurang dari 0,1% berat. Kokas jenis ini dihasilkan melalui pemanasan dari *Green Coke* hingga suhu kira-kira 1600K.
- Petroleum Coke* adalah hasil karbonisasi dari fraksi didih karbon yang terbentuk dalam proses pengolahan minyak bumi.
- Coal Derived Pitch Coke* adalah hasil karbonisasi padatan yang paling utama dalam industri yang dihasilkan dari *coal-tar-pitch* atau tar (aspal).
- Metallurgical Coke* adalah kokas yang dihasilkan melalui karbonisasi batubara atau campuran batubara pada temperatur hingga di atas 1400K untuk menghasilkan bahan karbon makroporos yang kuat.

- f. *Delayed Coke* adalah bentuk yang paling utama digunakan untuk hasil karbonisasi utama pada fraksi didih hidrokarbon melalui proses pemasakan kokas. *Delayed Coke* memiliki tingkat grafit yang lebih baik dibandingkan dengan kokas yang dihasilkan dengan proses lain bahkan dengan bahan dasar yang sama.
- g. *Sponge Coke* memiliki tekstur optik yang ter–terorientasi (tak–terarah) dan digunakan sebagai pengisi untuk elektroda pada industri alumunium.
- h. *Needle Coke* adalah bentuk umum yang digunakan untuk kokas jenis khusus dengan tingkat grafit yang tinggi dihasilkan dari struktur mikrokristal yang dimilikinya (Harry Marsh, 1989).

2.3. Batubara

Batubara merupakan endapan senyawa organik karbon yang terbentuk secara alamiah dari sisa tumbuh-tumbuhan. Pengertian lain dari batubara adalah batuan sedimen (padatan) yang dapat terbakar. Dia berasal dari tumbuhan, dan berwarna cokelat sampai hitam, dimana sejak pengendapannya terkena proses fisika dan kimia yang dapat menjadikan kandungan karbonnya tinggi (Sukandarrumidi, 1995).

Berdasarkan tingkat proses pembentukannya yang dikontrol oleh tekanan, panas dan waktu, batubara umumnya dibagi menjadi lima kelas sebagai berikut :

- a. *Peat / Gambut*
Golongan ini sebenarnya termasuk jenis batubara, tapi merupakan bahan bakar. Hal ini disebabkan karena masih merupakan fase awal dari proses pembentukan batubara.
- b. *Lignite / Brown Coal*
Batubara lignit disebut juga batubara muda yaitu batubara yang merupakan batubara tingkat terendah dari batubara, berupa batubara yang sangat lunak dan mengandung air 70% dari beratnya.
- c. *Sub–Bituminous / Bitumen Menengah*
Karakteristik batubara sub-bituminous berada diantara batubara lignit dan bituminous.
- d. *Bituminous*
Golongan ini merupakan batubara dengan keadaan fisik yang tebal dan membentuk bongkah-bongkah prismatic, berwarna hitam mengkilap, terkadang berwarna cokelat tua. Batubara bituminous memiliki nilai kalor yang tinggi, mengandung 86% karbon dengan sedikit kandungan air, abu, dan sulfur.
- e. *Anthracite*
Batubara antrasit merupakan batubara dengan peringkat tertinggi atau disebut juga batubara tua. Batubara antrasit berbentuk padat, keras dengan warna hitam berkilauan, mengandung antara 86% - 98% karbon dari beratnya dengan kandungan air, abu, dan sulfur yang lebih sedikit.

2.4. Jenis Batubara

Pada proses produksi kokas, PT. Vinysea menggunakan dua jenis *coking coal* untuk mendapatkan komposisi *coal blend* yaitu *hard coking coal* dan *semi soft coking coal*. Jenis *hard coking coal* yang berasal dari Jerman, yaitu German Creek-8 (GC-8), merupakan batubara *Premium Low Volatile* dan berkualitas baik. Sedangkan jenis *semi soft coking coal* berasal dari PT. Suprabari Mapanindo Mineral (SMM) Kalimantan, Indonesia.

2.5. Parameter Kualitas Batubara Dan Kokas

Batubara mempunyai beberapa parameter dalam menentukan kualitas diantaranya sebagai berikut :

- a. Kadar Air

Kadar air total (*total moisture*) terdiri dari dua jenis, yaitu kandungan air bebas dan kandungan air bawaan. Kandungan air bebas merupakan air yang menempel di permukaan atau berada di celah rekahan batubara sedangkan kandungan air bawaan adalah kandungan air yang terikat di dalam pori internal batubara dan umumnya terikat bersamaan dengan proses pembatubaraan. Spesifikasi kadar air yang dijaga adalah kurang dari 10%.

b. Kadar Abu

Abu batubara adalah bagian dari sisa pembakaran batubara yang membentuk partikel halus. Abu tersebut merupakan bahan anorganik yang terbentuk dari perubahan bahan mineral karena proses pembakaran. Abu mewakili mineral yang terkandung di batubara, selain zat anorganik yang mudah menguap. Spesifikasi kadar abu berada di rentang 8-9%.

c. Kadar Zat Terbang

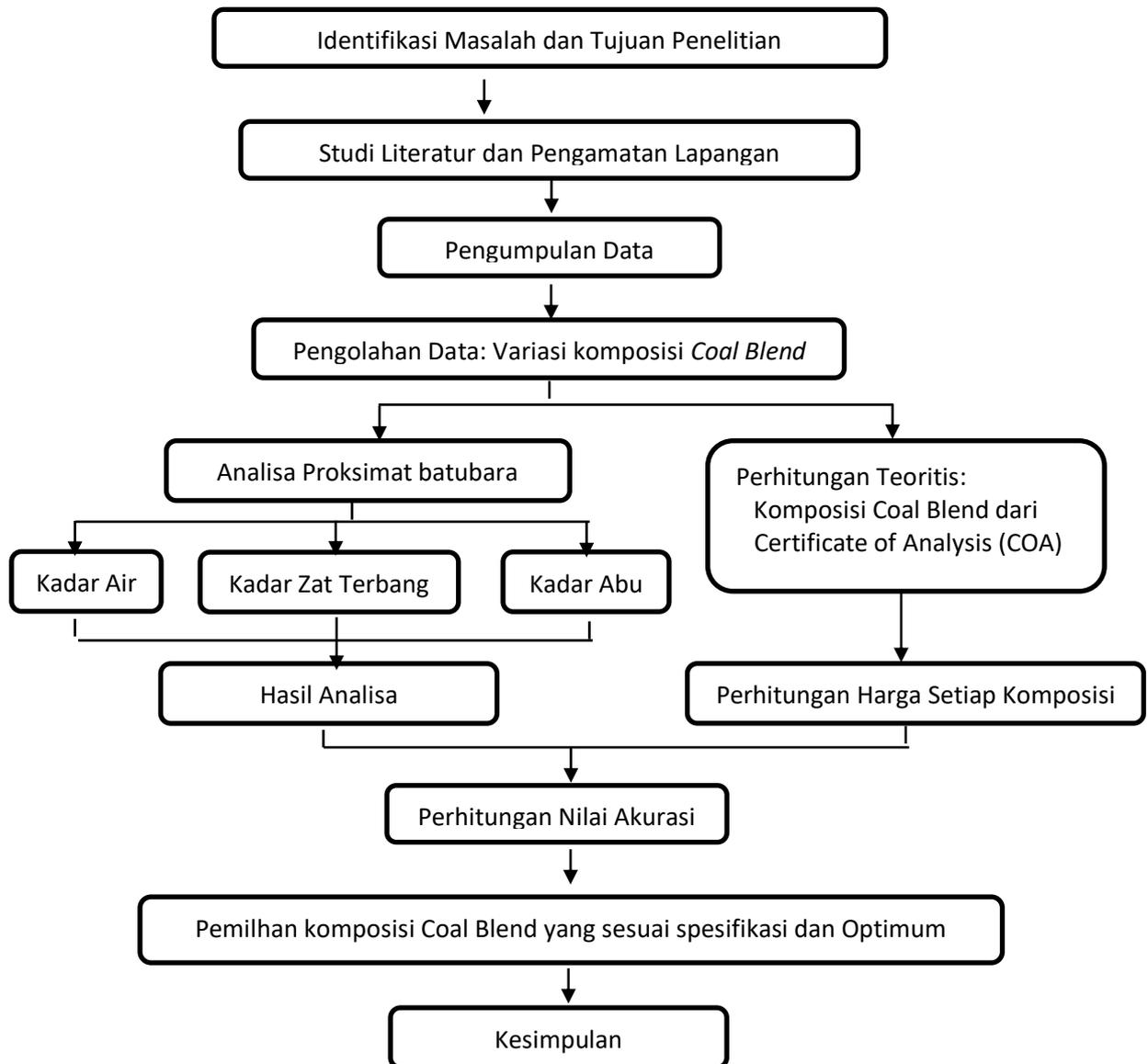
Zat terbang yang dikenal *volatile mater* adalah senyawa organik atau anorganik yang hilang saat batubara telah dihilangkan kandungannya dipanaskan pada suhu tinggi pada waktu tertentu. Zat yang hilang ini sebagian besar terdiri dari gas yang mudah menguap bila dipanaskan, seperti hidrogen, karbon dioksida, dan metana. Spesifikasi kadar zat terbang berada diantara 24% - 26%.

d. Karbon Tertambat

Karbon tertambat (*fixed carbon*) merupakan banyaknya *residu* yang tersisa setelah air, zat terbang, dan abu yang dihilangkan. Karbon tertambat menggambarkan sisa penguraian dari komponen organik batubara dengan tambahan kandungan sedikit senyawa nitrogen, sulfur, hidrogen, dan mungkin oksigen yang diserap atau bersatu secara kimia.

3. METODE PENELITIAN

3.1. Prosedur Kerja



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

3.2. Pengumpulan Data

Disamping uji kualitas batubara dari beberapa variasi komposisi batubara dengan menggunakan penelitian di laboratorium, juga dilakukan perhitungan secara teoritis. Perhitungan tersebut berdasarkan nilai analisa yang sudah tercantum pada *Certificate of Analysis* (COA) yang diberikan oleh supplier saat mengirimkan produknya. Tabel 1 berikut menunjukkan COA dari batubara GC-8 dan SMM.

Tabel 1. Certificate of Analysis (COA)

Parameter	SMM	GC-8
Kadar Air	2,38%	1,50%
Kadar Zat Terbang	35,65%	20,20%
Kadar Abu	8,62%	9,10%

Sumber : Supplier data pada Juni 2019

3.3. Pengujian Kualitas Laboratorium (Analisa Proksimat)

a. Persiapan Sampel

Pengambilan sampel batubara dari *Stock Yard* dilakukan setiap hari selama 7 hari kerja dengan ketentuan setiap pengambilan sampel sebanyak ± 5 kg untuk masing-masing jenis batubara (GC 5 kg dan SMM 5 kg), kemudian dilakukan penghancuran dengan menggunakan alat *Jaw Crusher*. Batubara yang telah dihancurkan dilakukan pencampuran (*mixing*) dengan variasi komposisi sesuai tabel dibawah, kemudian diambil 1 kg untuk dilakukan penghalusan menggunakan *diskmill* sebagai bahan pengujian analisis proksimat (Kode sampel SG 80/20 ~ SG 20/80). Variasi komposisi yang digunakan adalah sebagai berikut :

Tabel 2. Variasi Komposisi Coal Blend

Jenis Batubara	Variasi Komposisi (% berat)						
SMM	80	70	60	50	40	30	20
GC-8	20	30	40	50	60	70	80
Kode Blending	SG 80/20	SG 70/30	SG 60/40	SG 50/50	SG 40/60	SG 30/70	SG 20/80

b. Penetapan Kadar Air (ASTM D3173-03)

Sampel ukuran 200 *mesh* sebanyak 1 gram kedalam botol timbang yang sudah diketahui berat kosongnya, panaskan didalam *oven* pada suhu 105°C selama 2 jam. Dinginkan dalam desikator dan timbang kembali hingga diperoleh berat konstan.

$$Kadar\ Air\ (\%) = \frac{(m2-m3)}{(m2-m1)} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

m1 = Berat botol timbang kosong

m2 = Berat botol timbang + sampel batubara

m3 = Berat botol timbang + sampel batubara setelah pemanasan

c. Penetapan Kadar Abu (ASTM D3174-02)

Sampel ukuran 200 *mesh* sebanyak 1 gram kedalam cawan porselen yang sudah diketahui berat kosongnya, panaskan didalam *muffle furnace* pada suhu 800°C selama 4 jam. Kemudian sampel didinginkan dalam *desikator* dan timbang kembali hingga diperoleh berat konstan.

$$Kadar Abu (\%) = \frac{(\text{cawan setelah dipanaskan} - \text{cawan kosong})}{(\text{berat sampel})} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

- d. Penetapan Kadar Zat Terbang (ASTM D3175-07)
 Sampel ukuran 200 *mesh* sebanyak 1 gram kedalam cawan silika yang sudah diketahui berat kosongnya, panaskan dalam *muffle furnace* pada suhu 900°C selama 7 menit. Kemudian sampel didinginkan dalam *desikator* dan timbang kembali hingga diperoleh berat konstan.

$$Kadar Zat Terbang (\%) = \frac{(m_2 - m_3)}{(m_2 - m_1)} \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

- e. Penetapan Kadar Karbon Tertambat
 Untuk penetapan kadar karbon padat diperoleh dari pengurangan 100% dengan sejumlah analisis kadar air, kadar abu dan kadar zat tertambat.

$$Kadar Karbon Tertambat (\%) = 100\% - \text{Kadar Air} - \text{Kadar Abu} - \text{Kadar Zat Terbang} \dots\dots\dots (4)$$

3.4. Perhitungan Teoritis Variasi Komposisi

Perhitungan teoritis dilakukan dengan menggunakan data kualitas yang sudah tercantum pada *Certificate of Analysis* (COA) dari masing-masing jenis batubara. Disebut teoritis karena perhitungan hanya perkalian data kualitas COA dengan fraksi berat masing-masing jenis GC-8 dan SMM.

Rumus yang digunakan untuk menghitung parameter pada *coal blend* :

$$Kadar Air (\%) = \frac{(XS \times COA \text{ Kadar Air SMM}) + (XG \times COA \text{ Kadar Air GC-8})}{100\%} \dots\dots\dots (5)$$

$$Kadar Zat Terbang (\%) = \frac{(XS \times COA \text{ KadarZat Terbang SMM}) + (XG \times COA \text{ Kadar Zat Terbang GC-8})}{100\%} \dots\dots\dots (6)$$

$$Kadar Abu (\%) = \frac{(XS \times COA \text{ Kadar Abu SMM}) + (XG \times COA \text{ Kadar Abu GC-8})}{100\%} \dots\dots\dots (7)$$

Dimana :
 XS = % komposisi SMM
 XG = % komposisi GC-8

Selanjutnya hasil dari perhitungan secara teoritis diatas dibandingkan dengan hasil uji laboritaroum (Proksimat). Perbandingan kedua hasil disebut dengan nilai akurasi. Toleransi untuk nilai akurasi antara nilai COA dengan hasil analisa yaitu ± 0,5 (berada diantara 0,95 – 1,05) dengan memakai rumus berikut :

$$Akurasi (\%) = \frac{Nilai Analisa Laboratorium}{Nilai COA} \times 100\% \dots\dots\dots (8)$$

3.5. Perhitungan Biaya

Perhitungan yang digunakan untuk mendapatkan total biaya yang dibutuhkan dalam satu variasi komposisi berdasarkan harga batubara pada bulan Juni 2019 yaitu \$90.475/ton

untuk batubara SMM dan \$198.167/ton untuk batubara GC-8. Kemudian dihitung harga atau biaya batubara campuran sesuai dengan variasi komposisi masing-masing. Rumus menghitung harga batubara campuran adalah :

$$Total\ Biaya = \frac{(\%Komposisi\ x\ Harga\ SMM) + (\%Komposisi\ x\ Harga\ GC-8)}{100\%} \dots\dots\dots (9)$$

Tabel 3. Perhitungan Harga Batubara

Jenis Batubara		\$ / ton
Suprabari Mapanindo Mineral (SMM)		90.475
German Creek-8 (GC-8)		198.167
Variasi Komposisi	SG 80/20	112.013
	SG 70/30	122.783
	SG 60/40	133.552
	SG 50/50	144.321
	SG 40/60	155.090
	SG 30/70	165.859
	SG 20/80	176.629

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Bill Of Material Kokas

BOM ditentukan berdasarkan struktur produk dengan memuat informasi nomor dan jenis komponen, jumlah komponen yang di atasnya, dan sumber diperolehnya komponen.

Tabel 4. BOM Kokas

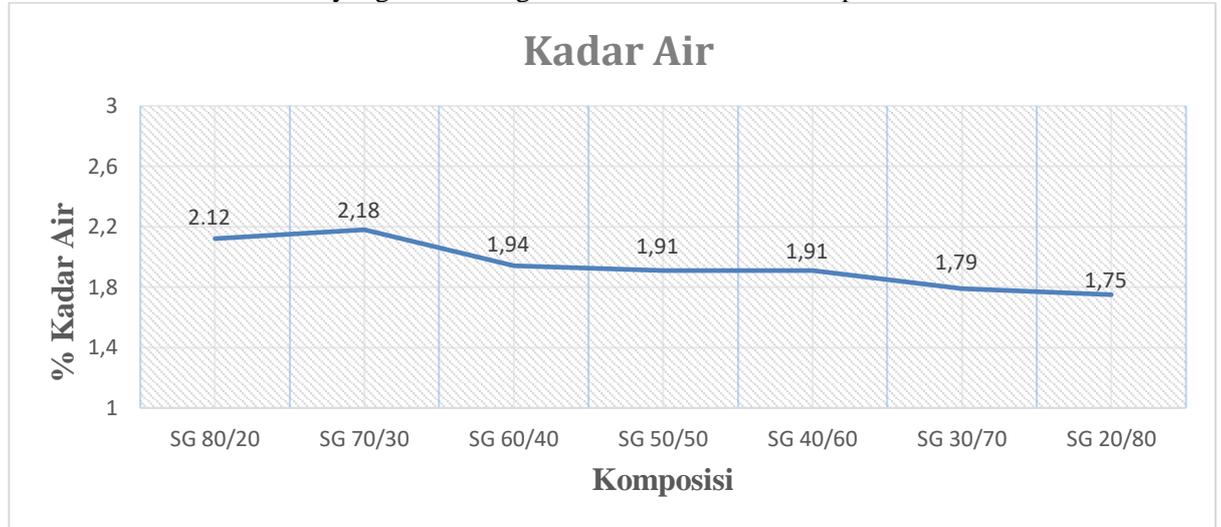
Level Komponen	Komponen	Jumlah
0	Kokas	1 ton
1	Batubara	1.286 ton
1	Gas	-
2	Batubara SMM	0.514 ton
2	Batubara GC-8	0.772 ton

Tabel diatas merupakan asumsi dari variasi komposisi dengan kode sampel SG 40/60 yang didapat berdasarkan perhitungan antara hasil pengujian analisa batubara dan hasil pengujian kokas yang sudah pernah dilakukan dengan simulasi berskala laboratorium.

4.2. Parameter Kualitas Batubara dari analisa Laboratorium

a. Kadar Air (*Moisture Content*)

Berikut nilai kadar air yang terkandung dalam batubara dari hasil penelitian :

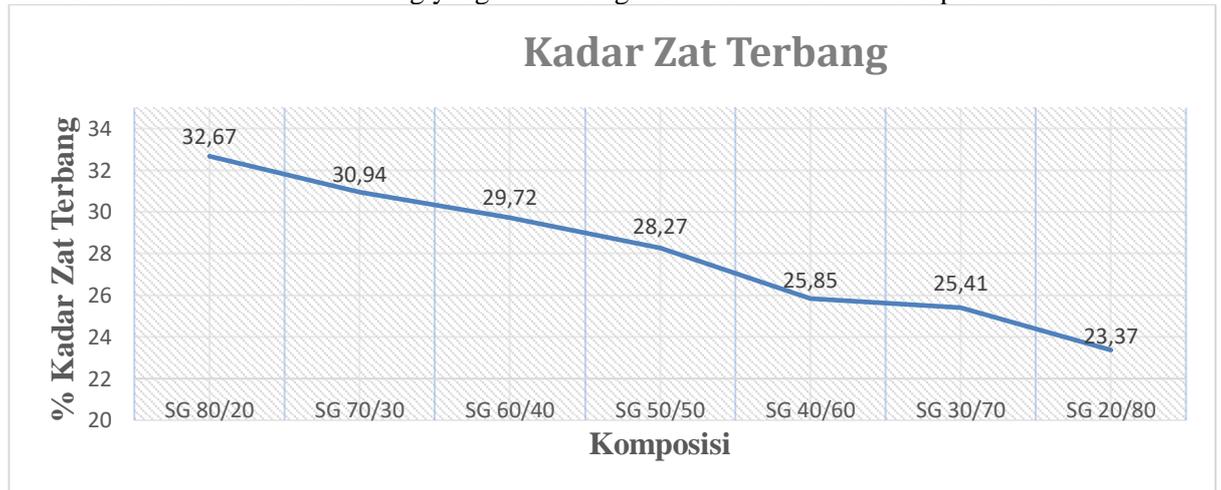


Gambar 3. Hasil Analisis Kadar Air untuk Setiap Komposisi

Kadar air dalam batubara dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti kelembaban pada saat proses karbonisasi ataupun pada saat preparasi sampel. Dari gambar 3 diatas dapat dilihat bahwa rentang kandungan air dalam sampel penelitian ini berada dalam rentang 1,75 – 2,18% sehingga masih berada dalam batas yang dipersyaratkan.

b. Kadar Zat Terbang (*Volatile Matter Content*)

Berikut nilai kadar zat terbang yang terkandung dalam batubara dari hasil penelitian :



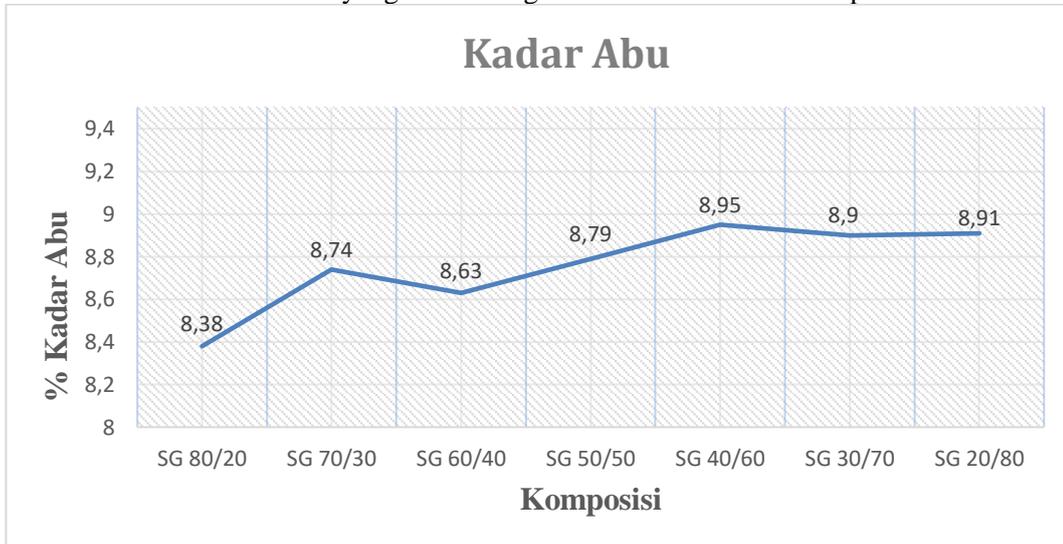
Gambar 4. Hasil Analisis Kadar Zat Terbang untuk Setiap Komposisi

Dari gambar 4 dilihat bahwa sampel yang memiliki kadar zat terbang terendah adalah sampel kode SG 20/80 yaitu sebesar 23,37% sedangkan yang memiliki kadar zat terbang tertinggi adalah sampel kode SG 80/20 yaitu sebesar 32,67%. Hal ini disebabkan karena kadar zat terbang yang terkandung dalam batubara SMM melebihi nilai yang dipersyaratkan sedangkan kadar zat terbang pada batubara GC-8 kurang dari nilai yang dipersyaratkan. Adapun kemungkinan jika nilai kadar zat terbang tidak

memenuhi nilai yang dipersyaratkan disebabkan karena ukuran *coal blend* yang digunakan, semakin kecil ukuran *coal blend* maka kemungkinan zat terbang/organik akan menguap dalam waktu yang relatif singkat dibandingkan dengan ukuran *coal blend* yang berukuran lebih besar.

c. Kadar Abu (Ash Content)

Berikut nilai kadar abu yang terkandung dalam batubara dari hasil penelitian :

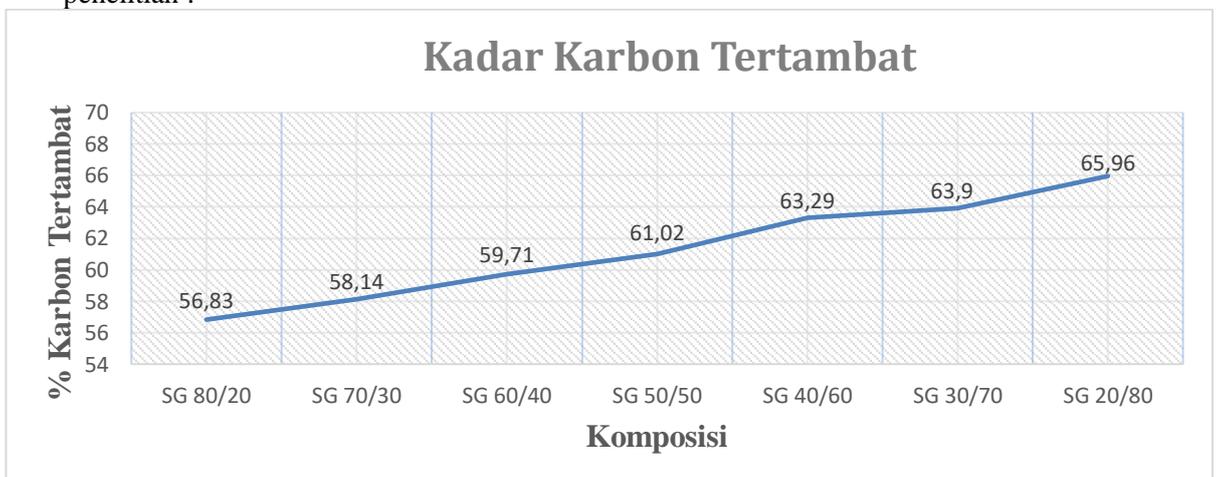


Gambar 5. Hasil Analisis Kadar Abu untuk Setiap Komposisi

Jika dilihat dari hasil penelitian kadar abu dari ketujuh sampel maka semuanya memenuhi nilai yang dipersyaratkan, yaitu berada dalam rentang 8 - 9%. Adapun kemungkinan jika kadar abu tidak memenuhi disebabkan karena proses karbonisasi suatu batubara pada suhu yang tinggi dapat meningkatkan nilai abu pada kokas.

d. Kadar Karbon Tertambat (Fixed Carbon)

Berikut nilai kadar karbon tertambat yang terkandung dalam batubara dari hasil penelitian :



Gambar 6. Hasil Analisis Kadar Karbon Tertambat Batubara

Dari Gambar 6 diatas, nilai karbon tertambat paling tinggi adalah komposisi SG 20/80 (SMM 20% dan GC-8 80%) dengan nilai 65.96%. Sedangkan komposisi batubara yang memiliki nilai karbon tertambat paling rendah adalah komposisi SG 80/20 (SMM 80% dan GC-8 20%) dengan nilai 56.93%. Dari gambar tersebut juga terlihat bahwa semakin besar komposisi GC-8 pada *coal blend* maka nilai karbon tertambatnya semakin besar.

4.3. Perhitungan Teoritis Kualitas Batubara

Hasil perhitungan secara teoritis untuk parameter kuaalitas *coal blend* untuk beberapa variasi komposisi adalah sebagaimana ditunjukkan oleh tabel 5 dibawah ini.

Tabel 5. Perhitungan Teori dari Variasi Komposisi

Parameter	SMM (%)	GC-8 (%)	Variasi Komposisi <i>Coal Blend</i> (%)						
			80/20	70/30	60/40	50/50	40/60	30/70	20/80
Kadar Air	2.38	1.5	2.20	2.12	2.03	1.94	1.85	1.76	1.68
Kadar Zat Terbang	35.65	20.2	32.56	31.02	29.47	27.93	26.38	24.84	23.29
Kadar Abu	8.62	9.1	8.72	8.76	8.81	8.86	8.91	8.96	9.00

4.4 Menghitung Nilai Akurasi

Perbandingan dibawah ini menunjukkan nilai akurasi dari hasil analisa laboratorium pada batubara dengan nilai hasil perhitungan secara teoritis sesuai dengan *Certificate of Analysis* seperti ditunjukkan oleh tabel 6 berikut :

Tabel 6. Perbandingan Nilai Teori dan Aktual

Variasi Komposisi		Parameter		
		Kadar Air	Kadar Zat Terbang	Kadar Abu
SG 80/20	COA	2.20	32.56	8.72
	Hasil Analisa	2.12	32.67	8.38
	Akurasi	0.96	1.00	0.96
SG 70/30	COA	2.12	31.02	8.76
	Hasil Analisa	2.18	30.94	8.74
	Akurasi	1.03	1.00	1.00
SG 60/40	COA	2.03	29.47	8.81
	Hasil Analisa	1.94	29.72	8.63
	Akurasi	0.96	1.01	0.98

SG 50/50	COA	1.95	27.93	8.86
	Hasil Analisa	1.91	28.27	8.79
	Akurasi	0.98	1.01	0.99
SG 40/60	COA	1.85	26.38	8.91
	Hasil Analisa	1.91	25.85	8.95
	Akurasi	1.03	0.98	1.00
SG 30/70	COA	1.76	24.84	8.96
	Hasil Analisa	1.79	25.41	8.90
	Akurasi	1.02	1.02	0.99
SG 20/80	COA	1.68	23.29	9.00
	Hasil Analisa	1.75	23.37	8.91
	Akurasi	1.04	1.00	0.99

Berdasarkan perbandingan diatas, antara perhitungan berdasarkan teori dengan hasil penelitian aktual didapatkan kesimpulan bahwa semua variasi komposisi dari batubara SMM dan GC-8, masih masuk dalam spesifikasi 3 parameter yang dipersyaratkan yaitu SG 40/60 dan SG 30/70 dengan tingkat akurasi penelitian masih berada pada angka 0,95 – 1,05.

4.5. Analisa Biaya Bahan Baku

Hasil perhitungan biaya untuk berbagai variasi komposisi batubara antara SMM dan GC-8 ditunjukkan pada tabel 7. Beberapa kriteria digunakan dalam membuat keputusan dalam memilih variasi komposisi batubara. Kriteria pertama adalah faktor teknis, dimana hasil *coal blend* harus memenuhi kriteria spesifikasi yang telah ditentukan. Spesifikasi ini sangat menentukan kualitas dari produk kokas yang dihasilkan. Kriteria berikutnya adalah sisi biaya, dimana biaya atau harga yang paling murah dipilih dari komposisi yang memenuhi spesifikasi.

Tabel 7. Analisa Keputusan

Parameter	Kadar Air	Kadar Zat Terbang	Kadar Abu	Harga (\$/t)	Keterangan
Spesifikasi	<10%	24-26%	8-9%		
Komposisi SG 80/20	2.12	32.67	8.38	112.013	Tidak diterima karena kadar zat terbang terlalu tinggi

SG 70/30	2.18	30.94	8.74	122.783	Tidak diterima karena kadar zat terbang terlalu tinggi
SG 60/40	1.94	29.72	8.63	133.552	Tidak diterima karena kadar zat terbang terlalu tinggi
SG 50/50	1.91	28.27	8.79	144.321	Tidak diterima karena kadar zat terbang terlalu tinggi
SG 40/60	1.91	25.85	8.95	155.090	Diterima karena semua parameter sesuai spesifikasi
SG 30/70	1.79	25.41	8.90	165.859	Diterima karena semua parameter sesuai spesifikasi
SG 20/80	1.75	23.37	8.91	176.629	Tidak diterima karena kadar zat terbang terlalu rendah

Tabel 7 menunjukkan berdasarkan parameter kualitas dari hasil pengujian yang dilakukan, didapatkan kesimpulan bahwa dari tujuh macam kode sampel dengan variasi komposisi yang berbeda hanya dua macam komposisi yang dapat diterima karena masuk dalam kriteria kualitas yang dipersyaratkan yaitu kode sampel SG 40/60 dan SG 30/70.

Kriteria kedua berdasarkan harga bahan baku untuk produksi kokas didapatkan bahwa komposisi dari *coal blend* yang memiliki harga paling optimum dengan kualitas yang sesuai adalah sampel SG 40/60 dengan harga \$155.090/t dibandingkan dengan sampel SG 30/70 dengan harga bahan batubara sebesar \$165.859/t.

5. KESIMPULAN

Setelah dilakukan penelitian mengenai variasi komposisi antara German Creek-8 (GC-8) dan Suprabari Mapanindo Mineral (SMM) diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

- Variasi komposisi batubara sangat mempengaruhi kualitas batubara dan didapat hasil bahwa dari tujuh macam variasi komposisi batubara hanya dua macam komposisi yang memenuhi spesifikasi yang dipersyaratkan yaitu komposisi dengan kode sampel SG 40/60 dan SG 30/70.
- Biaya bahan baku dari dua macam jenis variasi komposisi batubara yang sesuai dengan kualitas yang dipersyaratkan didapatkan pada komposisi SMM dan GC-8 40/60 dengan biaya sebesar \$155.090/ton

DAFTAR PUSTAKA

AOAC (Association of Official Analytical Chemist). 2012. *Official Methods of Analysis, Appendix K: Guidelines For Single Laboratory Validation Of Chemical Methods For Dietary Supplements and Botanical*.

Arif, I.. 2014. *Batubara Indonesia*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.

- Assauri, Sofjan. 2016. *Manajemen Operasi Produksi*. Depok: PT. Raja Grafindo Persada.
- ASTM (American Society For Testing Material). 2013. *Standard Test Method for Moisture in the Analysis Sampel of Coal and Coke*, D3173-03.
- ASTM (American Society For Testing Material). 2013. *Standard Test Method for Ash in the Analysis Sampel of Coal and Coke from Coal*, D3174-02.
- ASTM (American Society For Testing Material). 2013. *Standard Test Method for Volatile Matter in the Analysis Sampel of Coal and Coke*, D3175-07.
- Asvin, W., A, Syaichu. 2015. *Perencanaan Persediaan Bahan Baku dengan Menggunakan Metode Material Requirement Planning (MRP) Produk Kacang Shanghai pada Perusahaan Gangsar Nguntut-Tulungagung*. Nganjuk: STT POMOSDA.
- Badan Standar Nasional Indonesia. 1998. *Klasifikasi Sumberdaya dan Cadangan Batubara*. SNI 13-5014-1998. Jakarta: BSNI.
- Diez, M. A., Alvarez, R., Barriocanal, C. 2001. *Coal of Metallurgical Coke Production: Prediction of Coke Quality and Future Requirments for Coke Making*. *International J. Coal Geology*.
- Erlina, Y. 2012. *Pencampuran Batubara Coking dengan Batubara Lignite Hasil Karbonisasi sebagai Bahan Pembuatan Kokas*. Serang: Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
- Erna, Komariah, W. 2012. *Peningkatan Kualitas Batubara Indonesia Peringkat Rendah melalui Penghilangan Moisture dengan Pemanasan Gelombang*. Depok: Tesis Fakultas Teknik Prodi Magister Teknik Kimia., Universitas Indonesia.
- Fenqin, Liu. 2004. *Chinese Raw Material for Anode Manufacturing*.
- Marsh, H. 1998. *Introduction of Carbon Science., North Shield: Butterworth*.
- Muhammad, A, S. 2015. *Carbonization, Department Chemical Engineering*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Ocheri, C. 2017. *Selection of Coals for Making High Quality Metallurgical Coke at Ajakuta Steel Company Limited*. *J. Powder Metal* 6:150
- Subroto, Sarjito, Wijanto. 2014. *Pengembangan Teknologi Produksi Briket Kokas Lokal Murah Berbasis pada Bahan Baku Lokal Guna Mencukupi Kebutuhan dan Peluang Pasar Bahan Bakar Padat*. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Suman, S., Saxena, V. K., Prasad. S. 2013. *A Fundamental Concept about Coke Making in Coke Plant Eith the Help of Coal Preparation Plant*. *International J. IJERA*.
- Sukandarrumidi. 1995. *Batubara dan Gambut*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.