



## Pengaruh Intensitas Curah Hujan Terhadap Kualitas Batubara MT-47 di Gerbong TLS II PT. Bukit Asam, Tbk.

(*Rainfall Intensity Effect on Coal Quality MT-47 in TLS 2 Carriages PT. Bukit Asam, Tbk.*)

Astrid Fadhilah<sup>1</sup>, Selfi Murnia Devi<sup>2</sup>, Putra<sup>3</sup>, Muhammad Abdul Ghony<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Akademi Komunitas Industri Pertambangan Bukit Asam

<sup>1</sup>astridfadhilah@akipba.ac.id, <sup>2</sup>selfimunjir730@gmail.com, <sup>3</sup>putra@akipba.ac.id, <sup>4</sup>m.abdulghony@akipba.ac.id

**Penulis Korespondensi:** Astrid Fadhilah | **Email:** astridfadhilah@akipba.ac.id

Diterima (*Received*): 02/09/2024 | Direvisi (*Revised*): 04/09/2024 | Diterima untuk Publikasi (*Accepted*): 02/04/2024

### ABSTRAK

PT. Bukit Asam, Tbk. merupakan salah satu pertambangan batubara terbesar di Indonesia yang selalu memprioritaskan kualitas batubara agar sesuai dengan permintaan konsumen. Agar kesesuaian kualitas dapat terpenuhi, pengendalian mutu batubara menjadi kegiatan penting untuk penjagaan dan pemastian kualitas batubara yang dikirim ke konsumen sesuai yang tercatat dengan kontrak jual beli. Pelaksanaan penambangan dan penumpukan batubara di stockpile terdapat permasalahan yaitu berkurangnya kualitas batubara, permasalahan tersebut beberapa diantaranya adalah kurang terjaganya kebersihan jalur area gerbong dan stockpile yang kurang baik serta cuaca alam yang tidak bisa diprediksi, salah satunya curah hujan. Kandungan air (*moisture*) adalah salah satu indeks yang paling penting di mana produk batubara dinilai. Penghilangan kadar air dari batubara sangat penting untuk meminimalkan kerugian ekonomi, penanganan dan masalah transportasi, dan untuk memaksimalkan nilai kalori batubara. Air yang terinfiltrasi dapat menguap, mengalir atau tetap berada di dalam timbunan. Berdasarkan analisis pengaruh curah hujan terhadap parameter *Total Moisture (TM)*, *Volatile Matter*, *Total Sulfur*, *Ash Content*, *Fixed Carbon*, dan *Gross Calorific Value* terjadi kenaikan kadar tertinggi dan penurunan kadar terendah. Parameter TM kenaikan tertinggi terjadi sebesar 32,27 dan penurunan terendah yaitu 21,40. Parameter VM terjadi kenaikan kadar yaitu 36,18 dan penurunan terendah yaitu 30,95. Parameter FC terjadi kenaikan yaitu 38,09 dan penurunan terendah yaitu 32,47. Parameter ASH terjadi kenaikan kadar tertinggi yaitu 7,48 dan penurunan terendah yaitu 1,52. Parameter TS terjadi kenaikan kadar tertinggi yaitu 0,22 dan penurunan terendah yaitu 0,67. Parameter GCV terjadi kenaikan yaitu 5,517 dan penurunan terendah yaitu 4,594.

**Kata Kunci:** Pengaruh curah hujan, kualitas batubara, analisis batubara

### ABSTRACT

*PT. Bukit Asam, Tbk. is one of the largest coal mining companies in Indonesia that always prioritizes coal quality to meet consumer demand. In order to meet quality requirements, coal quality control is an important activity to maintain and ensure the quality of coal sent to consumers as recorded in the sales and purchase contract. The implementation of coal mining and stacking in stockpiles has problems, namely the reduction in coal quality, some of these problems include poor cleanliness of the carriage area and stockpile and unpredictable weather, one of which is rainfall. Moisture content is one of the most important indices by which coal products are assessed. Removing water content from coal is essential to minimize economic losses, handling and transportation problems, and to maximize the calorific value of coal. Infiltrated water can evaporate, flow or remain in the pile. Based on the analysis of the effect of rainfall on the parameters of Total Moisture (TM), Volatile Matter, Total Sulfur, Ash Content, Fixed Carbon, and Gross Calorific Value, there was the highest increase in content and the lowest decrease in content. The highest increase in the TM parameter was 32.27 and the lowest decrease was 21.40. The VM parameter experienced an increase in levels of 36.18 and the lowest decrease was 30.95. The FC parameter experienced an increase of 38.09 and the lowest decrease was 32.47. The ASH parameter experienced the highest increase in levels of 7.48 and the lowest decrease was 1.52. The TS parameter experienced the highest increase in levels of 0.22 and the lowest decrease was 0.67. The GCV parameter experienced an increase of 5.517 and the lowest decrease was 4.594.*

**Keywords:** *Rainfall effect, coal quality, coal analysis*

© Author(s) 2024. This is an open access article under the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License (CC BY-SA 4.0).

## 1. Pendahuluan

PT. Bukit Asam, Tbk. merupakan kontributor utama bagi pendapatan negara dari sektor pertambangan batubara dengan operasi yang tersebar di beberapa wilayah. Banyak faktor dalam penanganan batubara di PT. Bukit Asam, Tbk. yang dapat mempengaruhi kualitas batubara. Baik pada saat penambangan maupun pada saat penumpukan batubara di *stockpile*, pelaksanaan penambangan dan penumpukan batubara di *stockpile* terdapat permasalahan yaitu berkurangnya kualitas batubara. Permasalahan tersebut beberapa diantaranya yaitu kurang terjaganya kebersihan jalur dan kondisi area *stockpile* yang kurang baik serta cuaca alam yang tidak bisa diperkirakan. Pengelolaan kualitas batubara tersebut membutuhkan sumber daya manusia yang ahli dan kompetitif dibidang kendali mutu pada pertambangan batubara.

PT. Bukit Asam, Tbk. merupakan salah satu pertambangan batubara terbesar di Indonesia yang selalu memprioritaskan kualitas batubara agar sesuai dengan permintaan konsumen. Perdagangan batubara juga melalui beberapa kali proses *handling* atau pengangkutan sebelum sampai di lokasi pengguna. Selama proses pengangkutan tersebut batubara akan terpapar udara bebas sehingga dapat mengubah kualitas batubara. Menurut Haipan, dkk. (2016) menyatakan bahwa perubahan kualitas nilai dari *total moisture* (TM) menyebabkan penurunan atau kenaikan nilai kalori batubara. Agar kesesuaian kualitas dapat terpenuhi, pengendalian mutu batubara menjadi kegiatan penting untuk penjagaan dan pemastian kualitas batubara yang dikirim ke konsumen sesuai yang tercatat dengan kontrak jual beli. Kegiatan pengendalian mutu ini mencakup pengambilan sampel, preparasi, dan pengujian.

Proses kendali mutu PT. Bukit Asam, Tbk. berada pada satuan kerja yang menanganinya yaitu Kenpro (Kendali Produk). Kenpro bertanggung jawab dalam membuat perencanaan pengiriman batubara untuk kebutuhan Tarahan dan Kertapati serta pengambilan contoh batubara untuk dilakukan pengujian batubara yang tujuannya untuk mengetahui parameter-parameter pada batubara. Material batubara dari *front Pit* diangkut menggunakan Dump Truck dan Bucket Wheel Excavator yang kemudian ditumpuk di Stockpile sebelum dimuat ke gerbong kereta api. Setelah itu, batubara yang diangkut menggunakan kereta api tersebut akan dikirim ke konsumen menggunakan kapal tongkang.

Proses pengangkutan ini memerlukan waktu yang tidak sedikit dan pemindahan dilakukan secara bertahap dari *front Pit*, *stockpile*, kereta api, hingga ke kapal tongkang. Hal ini menyebabkan adanya kemungkinan perubahan kualitas yang disebabkan karena material yang basah akibat faktor cuaca seperti curah hujan. Analisis pengaruh curah hujan terhadap hasil kualitas sampling MT-47 di gerbong TLS II perlu dilakukan karena pada saat ini brand tersebut

merupakan material yang paling sering dilakukan pengiriman, baik untuk tujuan ke Tarahan maupun Kertapati.

## 2. Dasar Teori

### 2.1. Curah Hujan

Hujan adalah tetesan air atau kristal es yang berasal dari awan dan turun ke permukaan bumi. Curah hujan merujuk pada jumlah air hujan yang terkumpul di area datar tanpa menguap, meresap, atau mengalir. Sebagai contoh, curah hujan sebesar 1 milimeter berarti bahwa pada area seluas satu meter persegi pada tempat yang datar, air yang tertampung setinggi satu milimeter, atau sekitar satu liter (Triatmodjo, 2008).

#### a. Proses Terjadinya Hujan

Menurut Sosrodarsono (1985), presipitasi adalah istilah umum untuk uap yang mengalami kondensasi dan jatuh ke tanah sebagai bagian dari siklus hidrologi, biasanya diukur dalam milimeter (mm). Jika uap air yang jatuh berbentuk cair disebut hujan (*rainfall*) dan jika berbentuk padat disebut salju (*snow*). Siklus hidrologi adalah proses berkelanjutan di mana air bergerak dari bumi ke atmosfer dan kembali lagi ke bumi. Proses ini dimulai dengan penguapan air dari permukaan tanah dan laut ke udara. Uap air kemudian naik ke atmosfer, mengalami kondensasi, dan membentuk awan. Awan ini akhirnya mengeluarkan hujan yang jatuh ke permukaan lautan dan daratan. Sebagian dari hujan tersebut tertahan oleh tumbuh-tumbuhan (*intersepsi*), sementara sisanya mencapai permukaan tanah. Air hujan yang mencapai tanah sebagian meresap ke dalam tanah (*infiltrasi*), sementara sisanya mengalir di permukaan (*aliran permukaan*), mengisi cekungan tanah, danau, serta sungai sebelum akhirnya mengalir ke laut. Air yang meresap ke tanah dapat mengalir secara vertikal (*perkolasi*) untuk mengisi air tanah (*groundwater*), yang kemudian muncul sebagai mata air atau mengalir ke sungai. Akhirnya, air di sungai akan mengalir ke laut (Triatmodjo, 2008).

#### b. Intensitas Hujan

Menurut BMKG (2022) kriteria intensitas curah hujan dibagi menjadi 5, yaitu:

1. Hujan sangat ringan intensitasnya < 5 mm dalam 24 jam.
2. Hujan ringan intensitasnya 5 – 20 mm dalam 24 jam.
3. Hujan sedang intensitasnya 20 – 50 mm dalam 24 jam.
4. Hujan lebat intensitasnya 50 – 100 mm dalam 24 jam.
5. Hujan sangat lebat intensitasnya > 100 mm dalam 24 jam.

#### c. Hari Tanpa Hujan

Hari Tanpa Hujan (HTH) dihitung secara berturut-turut mulai dari hari terakhir pengamatan. Jika hari terakhir tidak mengalami hujan (curah hujan < 1 mm),

hari-hari tersebut dihitung berdasarkan kriteria yang berlaku. Namun, jika hari terakhir pengamatan mengalami hujan (curah hujan  $\geq 1$  mm), hari tersebut langsung dikategorikan sebagai Hari Hujan (HH). Klasifikasi iklim menurut Schmidt-Ferguson lebih sesuai untuk daerah tropis karena mempertimbangkan fluktuasi suhu, melakukan analisis data yang sederhana, dan relevan secara global (Yuliani dkk., 2020). Penentuan jumlah Bulan Kering (BK) dan Bulan Basah (BB) diuraikan oleh Lakitan (2002) sebagai berikut:

- a) Bulan Kering (BK): bulan dengan curah hujan lebih kecil dari 60 mm
- b) Bulan Basah (BB): bulan dengan curah hujan lebih besar dari 100 mm
- c) Bulan Lembah: bulan dengan curah hujan antara 60-100 mm

## 2.2. Batubara

Batubara adalah bahan bakar fosil yang berupa batuan sedimen organik (non-klasik), terbentuk dari sisa-sisa tumbuhan prasejarah yang terakumulasi di suatu area pengendapan dan kemudian mengalami proses pembatubaraan (coalification). Batubara mengandung unsur utama seperti karbon, hidrogen, dan oksigen, serta unsur tambahan seperti belerang dan nitrogen. Batubara banyak digunakan sebagai bahan bakar untuk pembangkit uap di PLTU dan juga dapat diubah menjadi bentuk cair dan gas (Muchjidin, 2006).

### a. Proses Pembentukan Batubara

Teori yang menjelaskan mengenai terbentuknya batubara berdasarkan proses pembentukannya dapat dibedakan menjadi 2 macam, yaitu teori insitu yang mengatakan bahwa bahan-bahan pembentukan lapisan batubara, terbentuknya di tempat dimana tumbuh-tumbuhan asal batubara itu berada, sedangkan teori drift menyebutkan bahwa bahan-bahan pembentuk lapisan batubara terjadinya di tempat yang berbeda dengan tempat asalnya (Hower, 2017).

### b. Klasifikasi Batubara

Berdasarkan tingkat proses pembentukannya yang dikontrol oleh tekanan, panas dan waktu, batubara umumnya dibagi dalam beberapa kelas yaitu antrasit, bituminus, sub-bituminus, lignit atau batubara cokelat dan gambut.

### c. Analisis Batubara

Analisis batubara adalah cara yang dilakukan untuk mengetahui mutu atau kualitas batubara yang berkaitan dengan pemanfaatannya. Ada dua jenis pengujian, yaitu analisis proksimat (proximate analysis) dan analisis ultimat (ultimate analysis). Analisis proksimat adalah analisis untuk mengetahui nilai kandungan air bawaan (inherent moisture), kandungan abu (ash content), zat terbang (volatile matter), dan karbon terhambat (fixed carbon). Analisis ultimat adalah cara yang paling

sederhana untuk menunjukkan unsur-unsur pembentukan batubara yang penting, dimana unsur-unsur tersebut adalah Karbon (C), Hidrogen (H), Nitrogen (N), Oksigen (O), dan Sulfur (S).

### d. Parameter Kualitas Batubara

Penelitian kualitas batubara ditentukan oleh beberapa parameter yang terkandung dalam batubara yang ditentukan dari sejumlah analisis di laboratorium, parameter kualitas batubara pada umumnya terdiri dari: Kandungan Air Total (Total Moisture), Kandungan Air Bawaan (Inherent Moisture), Zat Terbang (Volatile Matter), Nilai Kalori (Calorific Value), Kandungan Sulfur (Total Sulfur), Kandungan Abu (Ash Content), Kandungan Karbon Terhambat (Fixed Carbon), Kandungan Air Bebas (Free Moisture) dan Indeks Ketergerusan (Hardgrove Grindability Index).

## 2.3. Kendali Produk

Proses pembentukan batubara yang berbeda pada tiap daerah menyebabkan terjadinya perbedaan kualitas batubara. Maka dari itu, Optimasi dan pengendalian mutu sangatlah penting untuk mengetahui kualitas batubara pada saat *load out* di gerbong kereta api serta mengatur agar kualitas batubara yang dikirim sesuai dengan spesifikasi *buyer*.

### a. Manajemen *Stockpile*

Menurut Suherman (2004), manajemen *stockpile* merupakan segala daya upaya untuk mendayagunakan faktor-faktor produksi, meliputi perencanaan, pengorganisasian, dan pengontrol sumber daya untuk mencapai sasaran secara efektif dan efisien. Efektif berarti bahwa tujuan dapat dicapai sesuai dengan rencana sedangkan efisien berarti bahwa tugas yang telah ada dilaksanakan secara benar, terorganisir, dan sesuai dengan perencanaan. Jumlah *stockpile* yang ada di Unit Pertambangan Tanjung Enim (UPTE) PT. Bukit Asam ada 8, diantaranya: *stockpile* 1 hingga *stockpile* 5, *stockpile* MTB CC 21, *stockpile* inpit BWE 202 dan *stockpile* inpit BWE 205.

### b. Sampling

Pengambilan sampel adalah hal yang paling penting dalam teknik pengendalian mutu, dikarenakan sampel yang akan diuji kualitasnya harus representatif dengan yang terdapat di lapangan. Jika sampel yang akan diuji tidak representatif dengan yang terdapat di lapangan, maka hasil pengujian akan salah walaupun pengujian dilakukan dengan baik dan benar. Berdasarkan tempat pengambilan dimana batubara berada dan tujuannya sampling dapat dibagi atas 4, yaitu *exploration sampling*, *pit sampling*, *production sampling*, dan *loading sampling*.

### c. Blending

*Blending management* adalah suatu proses pencampuran beberapa batubara yang memiliki kualitas

berbeda sehingga membentuk suatu batubara dengan kualitas tertentu yang diinginkan.

Proses *blending* ini diperlukan karena beberapa alasan, seperti batubara yang tidak memenuhi spesifikasi pasar (kurang memiliki nilai jual), sulitnya memperoleh batubara yang sesuai dengan spesifikasi pasar tanpa proses *blending* dan adanya peraturan yang semakin ketat mengenai batas emisi lingkungan.

Batubara yang tidak memenuhi spesifikasi pasar dapat menimbulkan masalah teknis, seperti korosi, *slagging*, *fouling*, dan masalah *bottom ash* ketika dibakar di *boiler* PLTU, yang berdampak pada penurunan efisiensi termal. Oleh karena itu, *coal blending* sangat penting untuk mengatasi masalah ini khususnya untuk pembangkit listrik berbahan bakar batubara di masa depan dan untuk memastikan unit pembangkit dapat beroperasi secara optimal. Proses *blending* batubara *high* dan *low grade* dengan perbandingan tertentu untuk mendapatkan kualitas batubara yang sesuai dengan permintaan pasar.

#### 2.4. Merk Dagang (brand) PT. Bukit Asam, Tbk.

PT. Bukit Asam, Tbk. memiliki 2 jenis produk yaitu *Mine Brand* dan *Market Brand* yang menunjukkan lokasi (source) batubara dan kualitas *range* batubara, *Mine Brand* merupakan spesifikasi batubara hasil dari penambangan yang ada di PT Bukit Asam, Tbk. sedangkan *Market Brand* 27 adalah spesifikasi batubara dengan nilai parameter kualitas batubaranya disesuaikan dengan permintaan pasar. Secara umum ada 3 kode *Mine Brand* di PT. Bukit Asam, Tbk diantaranya yaitu Air Laya (AL), Muara Tiga Besar (MT), Banko Barat (BB). Dan untuk *Market Brand* hanya 1 jenis yaitu Bukit Asam (BA). Rentang kualitas *Mine Brand* Muara Tiga Besar PT. Bukit Asam, Tbk. sebagai berikut:

- MT 45 (4401 – 4600 kkal/kg, ar)
- MT 47 (4601 – 4800 kkal/kg, ar)
- MT 49 (4801 – 5000 kkal/kg, ar)

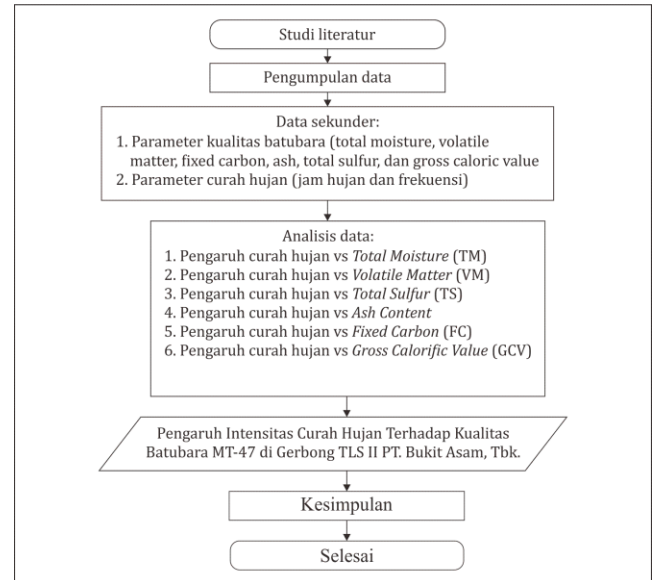
### 3. Data dan Metodologi

Metode yang digunakan untuk mengumpulkan dan mendukung data dari laporan ini, yaitu (Gambar 1):

1. Studi Literatur yaitu tahap pengumpulan informasi mengenai perubahan kualitas batubara pada saat pengiriman dan didapat dari berbagai sumber seperti jurnal, buku, dan artikel.
2. Pengumpulan data meliputi dokumentasi dan pengumpulan data hasil uji kualitas batu bara MT-47 yang didapat dari hasil uji laboratorium PT. Bukit Asam, Tbk. Dan data curah hujan yang didapat dari Satuan Kerja Hidrologi, BMKG dan MCC.

3. Analisis data dilakukan pada setiap parameter kualitas batubara kemudian dikorelasikan terhadap parameter curah hujan.

4. Pembuatan laporan dan kesimpulan yang merupakan hasil akhir dari analisis dan pembahasan.



Gambar 1 Diagram alir penelitian

### 4. Hasil dan Pembahasan

#### 4.1. Proses Load Out TLS 2

*Train Loading Station* (TLS) adalah stasiun pemuat batubara menuju gerbong kereta api. Di PT. Bukit Asam, Tbk terdapat 2 tujuan keberangkatan kereta api yaitu pelabuhan Tarahan (Lampung) dan dermaga Kertapati (Palembang).

Terdapat Proses *Load Out* TLS 2 sebelum material diangkat ke gerbong kereta api untuk dilakukan pengiriman, melalui tahapan dimana material dari *stockpile* 2 kemudian masuk ke *conveyor* melalui *vibrating feeder* dengan bantuan dorongan *bulldozer*. *Vibrating feeder* adalah alat yang berupa corong yang bergetar dengan tujuan memudahkan material agar dapat masuk ke jalur dan tidak lengket di dalam *vibrating feeder*. Dari *vibrating feeder*, material akan masuk ke jalur *conveyor* CC07 dan CC08 setelah itu masuk ke *Bunker Train Loading Station* 2.

Target pengiriman batubara dalam satu harinya adalah 23,5 rangkaian Tarahan dan 14 rangkaian Kertapati, dengan *supply* batubara dari 4 TLS. Dalam 1 shiftnya pengiriman batubara dapat mencapai 7-8 rangkaian Tarahan dan 3-4 rangkaian Kertapati.

#### 4.2. Analisis Data

Setiap pengambilan sampel dan pengujian akan mendapatkan variasi data tertentu yang menyebabkan perbedaan kualitas material. Maka dari itu, data kualitas

material *brand MT-47* ini dapat dijadikan sebagai rentang acuan untuk pengujian selanjutnya (Tabel 1).

Tabel 1 rentang kualitas batubara MT-47

No.	PARAMETER	SATUAN	RENTANG (RANGE)	RERATA
1	Total Moisture (TM) (%. ar)	(%. ar)	29.37 - 30.09	29.86
2	Proximate Analysis			
	• Moisture	(%. adb)	12.09 - 14.37	14.02
	• Ash Content	(%. adb)	2.25 - 4.18	3.49
	• Volatile Matter	(%. adb)	40.80 - 41.38	40.90
	• Fixed Carbon	(%. adb)	41.43 - 43.32	42.59
3	Calorific Value			
	• Gross Calorific Value	(kcal/kg. ar)	4601 - 4800	4700
	• Gross Calorific Value	(kcal/kg. adb)	5727 - 5879	5761
4	Total Sulphur (TS)			
	• Total Sulphur	(%. ar)	0.20 - 0.92	0.38
	• Total Sulphur	(%. adb)	0.24 - 1.12	0.46
5	Ultimate Analysis	(%. adb)		
	• Carbon	(C)	56.31 - 62.80	59.55
	• Hydrogen	(H)	4.55 - 6.20	5.38
	• Sulfur	(S)	0.24 - 1.12	0.48
	• Nitrogen	(N)	0.60 - 0.84	0.72
	• Oxygen	(O)	14.73 - 35.01	30.40
6	Ash Analysis (by weight)	(%)		
	• Silicon Dioxide (SiO <sub>2</sub> )		39.45 - 69.31	54.38
	• Aluminum Oxide (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )		9.26 - 25.54	17.40
	• Iron Oxide (FeO <sub>3</sub> )		1.71 - 10.98	6.34
	• Calcium Oxide (CaO)		3.13 - 11.79	7.46
	• Magnesium Oxide (MgO)		1.14 - 5.33	3.40
	• Titanium Dioxide (TiO <sub>2</sub> )		0.26 - 0.75	0.50
	• Potassium Oxide (K <sub>2</sub> O)		0.13 - 0.55	0.34
	• Phosphorus Pentoxide (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )		0.03 - 0.66	0.32
	• Sodium Oxide (Na <sub>2</sub> O)		0.26 - 6.86	3.30
	• Manganese Oxide (MnO)		0.01 - 0.11	0.05
	• Sulphur Oxide (SO <sub>3</sub> )		1.37 - 8.74	5.05
7	Ash Fusion Temperatures (Reducing / Oxidizing)	°C		
	• Deformation		1182 - 1243	1212
	• Spherical		1184 - 1251	1218
	• Hemisphere		1190 - 1288	1228
	• Flow		1206 - 1283	1244
8	Hargrove Grindability Index		49 - 61	55

Pengamatan berfokus pada bulan agustus untuk mengetahui pengaruh curah hujan terhadap kualitas batubara, khususnya pada material MT- 47, karena pada saat ini *brand* tersebut merupakan material yang paling sering dilakukan pengiriman, baik untuk tujuan ke Tarahan maupun Kertapati.

Berdasarkan parameter hasil analisis *mine brand* MT-47 di gerbong berbasis %AR pertanggal 1-31 Agustus 2022, didapatkan rata-rata yaitu *total moisture* 29,17, *volatile matter* 32,94, *fixed carbon* 34,99, *ash content* 2,85, *total sulfur* 0,38, *gross calorific value* 4.900. Berdasarkan curah hujan harian didapatkan rata-rata 16,11 mm, dengan curah hujan tertinggi 86 mm, rata-rata jam hujan 3,31 jam, dan rata-rata frekuensi 1, 45 kali yang dikategorikan sebagai hujan ringan (Tabel 2).

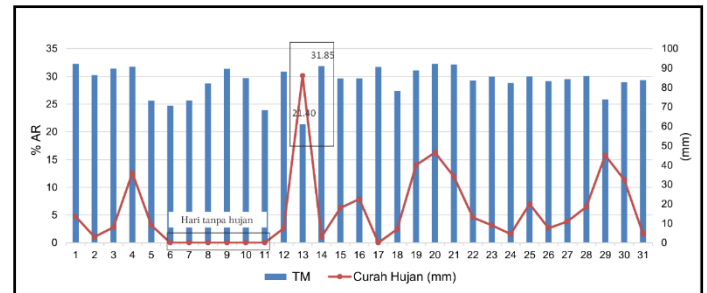
Berdasarkan pengamatan curah hujan pada gerbong TLS II terdapat 6 hari berturut-turut yang mengalami hari tanpa hujan (HTH), dan pada hari hujan (HH) terdapat 1 kali hujan lebat ditanggal 13. Hari hujan (HH) lainnya masuk dalam kategori hujan sedang dan ringan.

Tabel 2. Kualitas batubara vs curah hujan

Tanggal	TM	VM	FC	ASH	TS	GCV	Curah Hujan (mm)	Jam Hujan (jam)	Frekuensi (kali)
	%AR	%AR	%AR	%AR	%AR	%AR			
1	32.27	31.98	33.58	2.20	0.34	4.667	13,50	2,33	1
2	30.24	32.85	33.81	3.11	0.30	4.754	3,00	1,00	1
3	31.42	33.16	32.47	2.96	0.34	4.652	8,00	2,73	1
4	31.76	32.54	32.90	2.82	0.51	4.694	36,00	4,41	3
5	25.63	34.55	37.59	2.23	0.27	5.233	9,00	3,00	2
6	24.70	35.03	38.19	2.08	0.27	5.335	0,00	0,00	0
7	25.69	34.90	37.47	1.95	0.32	5.148	0,00	0,00	0
8	28.72	33.61	34.20	3.11	0.49	4.910	0,00	0,00	0
9	31.35	32.46	32.46	2.88	0.36	4.653	0,00	0,00	0
10	29.70	33.73	34.67	1.90	0.33	4.998	0,00	0,00	0
11	23.93	35.34	38.09	2.64	0.32	5.277	0,00	0,00	0
12	30.87	32.40	34.72	2.05	0.44	4.931	7,50	2,50	1
13	21.40	36.18	37.45	4.98	0.22	5.517	86,00	3,00	1
14	31.85	30.95	34.26	2.62	0.43	4.700	3,00	1,00	1
15	29.62	32.67	34.87	2.84	0.48	4.943	18,00	7,50	3
16	29.62	32.84	34.64	2.92	0.23	4.789	22,50	7,50	3
17	31.73	31.94	34.10	2.25	0.37	4.594	0,00	0,00	0
18	27.37	33.17	37.31	2.15	0.28	5.086	7,00	2,50	2
19	31.07	31.73	34.70	2.51	0.30	4.774	40,00	5,50	2
20	32.26	31.55	33.48	2.65	0.44	4.686	46,50	10,09	3
21	32.13	31.51	33.76	2.60	0.26	4.773	34,00	12,92	3
22	29.26	32.95	35.00	2.80	0.28	4.862	13,00	4,34	2
23	29.98	31.45	35.40	3.19	0.32	4.871	9,00	3,00	1
24	28.85	32.83	36.82	1.52	0.35	5.065	4,50	1,50	1
25	30.00	32.59	34.24	3.29	0.35	4.816	20,00	6,83	3
26	29.17	33.24	33.84	3.72	0.36	4.850	7,50	2,58	1
27	29.49	32.70	35.29	2.53	0.49	4.876	11,00	3,75	2
28	30.08	32.29	34.97	2.66	0.41	4.761	18,50	6,36	2
29	25.83	31.47	35.22	7.48	0.48	4.862	45,00	3,33	1
30	28.97	33.19	34.73	3.11	0.67	4.915	32,50	3,42	4
31	29.30	33.42	34.59	2.69	0.67	4.920	4,50	1,50	1
Rata-rata	29.17	32.94	34.99	2.85	0.38	4.900	16,11	3,31	16.13

Pengaruh curah hujan terhadap perubahan parameter kualitas batubara disajikan pada grafik berikut ini:

1. Curah hujan terhadap Parameter *Total Moisture* (TM)

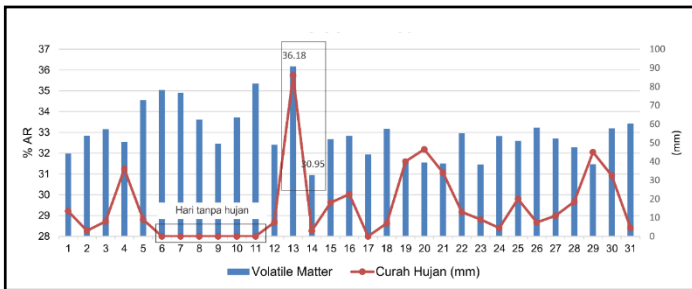


Gambar 2 Grafik TM vs curah hujan

Berdasarkan grafik TM vs curah hujan menunjukkan bahwa peningkatan kadar air terbesar yaitu pada tanggal 1 sebesar 32,27 dengan curah hujan 13,50 mm dalam waktu 2 jam 33 menit dengan frekuensi hujan sebanyak 1 kali, sedangkan pada tanggal 13 terjadi ketidaksesuaian (data anomali) yaitu terdapat penurunan kadar air terendah sebesar 21,40 dengan curah hujan yang lebih tinggi yaitu 86,00 mm dalam waktu 3 jam dengan frekuensi hujan sebanyak 1 kali (Gambar 2). Ketidaksesuaian ini disebabkan karena adanya hari tanpa hujan pada 6 hari sebelumnya dan pada saat proses penyempingan dilakukan sebelum terjadinya hujan.

Rentang kualitas parameter TM pada material MT-47 mempunyai batas bawah sebesar 29,37 namun pada tanggal 13 penurunan kadar air melebihi batas rentang kualitas sampai dengan 21,40 hal ini merupakan suatu data anomali pada pengamatan ini, yang akan menjadi acuan untuk melakukan penelitian lebih lanjut terhadap penyebab terjadinya perubahan kualitas akibat curah hujan.

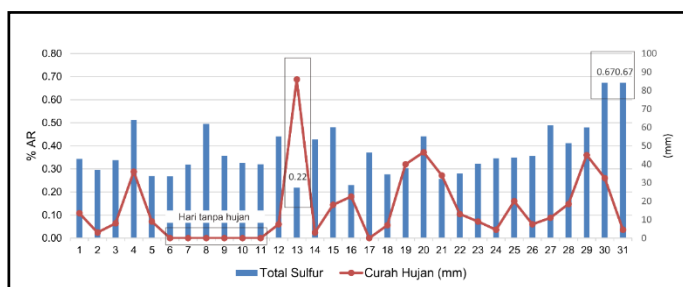
## 2. Curah Hujan terhadap Parameter *Volatile Matter* (VM)



Gambar 3 Grafik VM vs curah hujan

Berdasarkan grafik VM vs curah hujan menunjukkan bahwa peningkatan kadar zat terbang terbesar yaitu pada tanggal 13 sebesar 36,18 dengan curah hujan sebesar 86,00 mm dalam waktu 3 jam dengan frekuensi hujan sebanyak 1 kali, sedangkan penurunan kadar zat terbang terendah pada tanggal 14 yaitu sebesar 30,95 dengan curah hujan sebesar 3,00 mm dalam waktu 1 jam dengan frekuensi hujan sebanyak 1 kali (Gambar 3). Peningkatan maupun penurunan kandungan zat terbang pada batubara terjadi sesuai kondisi pembentukan batubara itu sendiri. Faktor lain yang mempengaruhi hasil penentuan *volatile matter* ini adalah suhu, waktu, kecepatan pemanasan, penyebaran butir, dan ukuran partikel (Kurniawan, 2020).

## 3. Curah Hujan terhadap Parameter *Total Sulfur* (TS)



Gambar 4 Grafik TS vs curah hujan

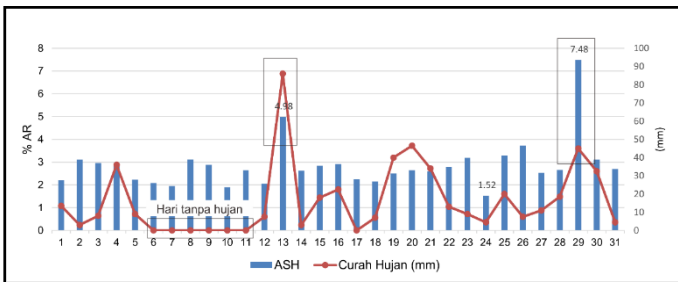
Berdasarkan grafik TS vs curah hujan menunjukkan bahwa kenaikan dan penurunan kadar pada parameter total sulfur mengalami peningkatan kadar total sulfur terbesar yaitu pada tanggal 30 dan 31 sebesar 0,67 dengan curah hujan ditanggal 30 yaitu 32,50 mm dalam waktu 3 jam 42 menit dengan frekuensi hujan sebanyak 4 kali, dan

ditanggal 31 dengan curah hujan 4,50 dalam waktu 1 jam 50 menit dengan frekuensi hujan 1 kali. Sedangkan penurunan kadar sulfur terendah pada tanggal 13 yaitu sebesar 0,22 dengan curah hujan 86,00 mm (intensitas hujan lebat) dalam waktu 3 jam dengan frekuensi hujan sebanyak 1 kali (Gambar 4).

Kandungan sulfur dalam batubara pada umumnya bersifat heterogen sekalipun dalam satu *seam* batubara yang sama. Baik heterogen secara vertikal maupun secara lateral. Namun demikian ditemukan juga beberapa *seam* yang sama memiliki kandungan sulfur yang relatif homogen. Batubara tidak akan terhindar dari kandungan sulfur, baik sulfur anorganik (yang berasal dari senyawa anorganik dalam bentuk mineral pirit dan markasit), maupun sulfur organik (yang terbentuk sebagai hasil kegiatan bakteri). Keberadaan sulfur akan mengakibatkan terjadinya air asam tambang. Unsur sulfur umumnya dapat dijumpai di dalam batubara dan jumlahnya dapat bervariasi mulai sangat kecil sampai 4%, kadang lebih tinggi. Tinggi atau rendahnya kadar total sulfur pada batubara terjadi sesuai kondisi pembentukan batubara itu sendiri. (Agung dkk., 2019).

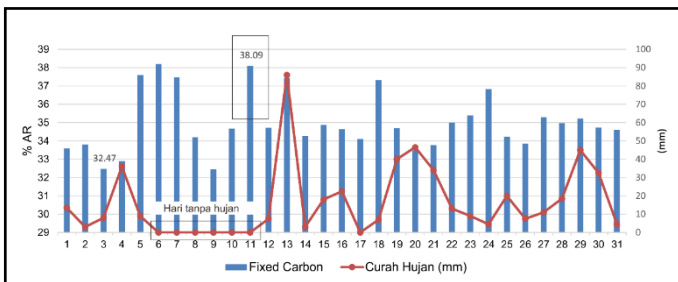
## 4. Curah Hujan terhadap Parameter *Ash Content*

Berdasarkan grafik *ash content* vs curah hujan menunjukkan bahwa peningkatan kadar abu terbesar yaitu pada tanggal 29 sebesar 7,48 dengan curah hujan 45,00 mm dalam waktu 3 jam 33 menit dengan frekuensi hujan 1 kali, sedangkan penurunan kadar abu terendah pada tanggal 24 yaitu sebesar 1,52 dengan curah hujan 4,50 mm dalam waktu 1 jam 50 menit dengan frekuensi hujan 1 kali (Gambar 5). Cuaca hujan yang menyebabkan material basah akan membuat kadar abu batubara turun, namun pada tanggal 13 terjadi ketidaksesuaian (data anomali) yang menunjukkan bahwa kadar abu meningkat seiring dengan intensitas curah hujan yang tinggi hal ini berbanding terbalik dengan yang data yang lainnya, yaitu kadar abu akan turun jika intensitas curah hujan tinggi. Ketidaksesuaian ini disebabkan karena material pengotor yang sudah tertutupi oleh debu-debu batubara sehingga sulit untuk dibedakan, hal ini juga dapat disebabkan oleh material pengotor yang tercampur ke dalam sampel. Ukuran batubara yang bervariasi juga menyebabkan material pengotor sulit dibedakan secara fisik, namun massa material pengotor biasanya lebih berat.



Gambar 5 Grafik ash content vs curah hujan

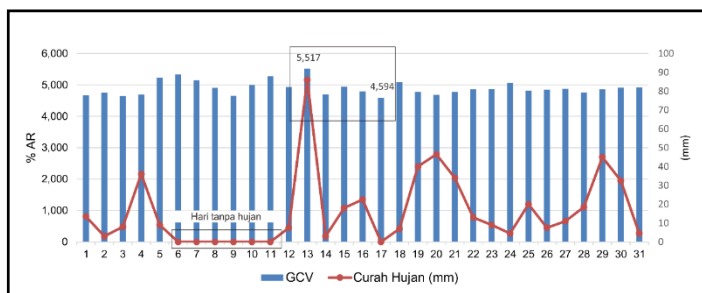
### 5. Curah Hujan terhadap Parameter Fixed Carbon



Gambar 6 Grafik ash content vs curah hujan

Berdasarkan grafik *fixed carbon* vs curah hujan menunjukkan bahwa pada tanggal 3 terjadi penurunan nilai *fixed carbon* sebesar 32,47 dengan curah hujan 8,00 mm dalam waktu 2 jam 73 menit dengan frekuensi hujan 1 kali, sedangkan pada tanggal 11 terjadi peningkatan nilai *fixed carbon* sebesar 38,09 dengan curah hujan 86,00 mm dalam waktu 3 jam dengan frekuensi hujan sebanyak 1 kali (Gambar 6). Pada dasarnya penurunan dan peningkatan nilai *fixed carbon* ini tidak dipengaruhi oleh curah hujan karena nilai *fixed carbon* didapatkan dari parameter *Inherent Moisture*, *Ash Content*, dan *Volatile Matter*.

### 6. Curah Hujan terhadap Parameter Gross Calorific Value (GCV)



Gambar 7 Grafik GCV vs Curah Hujan

Berdasarkan grafik GCV vs curah hujan menunjukkan bahwa peningkatan kadar GCV terbesar yaitu pada tanggal 13 sebesar 5,517 dengan curah hujan 86,00 mm dalam waktu 3 jam menit dengan frekuensi hujan 1 kali,

sedangkan penurunan kadar GCV terendah pada tanggal 17 yaitu sebesar 4,594 pada kondisi tidak hujan (Gambar 7). Sehingga nilai GCV yang didapatkan tidak dipengaruhi oleh hujan.

### 4.3. Pengaruh Curah Hujan terhadap Kualitas Batubara

Selama proses *load out*, material batubara dapat mengalami perubahan kualitas akibat pengaruh dari curah hujan. Perubahan kualitas ini dapat berupa peningkatan kadar dan penurunan kadar pada setiap parameter. Selain curah hujan banyak faktor lain yang dapat mempengaruhi perubahan kualitas seperti debu, pengotor, *human error* dan faktor-faktor lainnya (Alvares, 2021).

Kualitas batubara biasanya dilihat dari *gross calorific value* nya, semakin tinggi *gross calorific value* nya maka akan semakin bagus kualitasnya. *Gross calorific value* (nilai kalori) ini juga dapat dipengaruhi oleh parameter-parameter lain seperti kadar air (total moisture) dan kadar abu (ash content). Maka dari itu, *monitoring* kualitas batubara harus dilihat dari kadar air dan kadar abunya.

Material yang basah karena hujan merupakan faktor yang dapat menyebabkan perubahan kualitas batubara. Karena kegiatan *sampling* di gerbong tetap dilakukan ketika hujan. Hujan akan menyebabkan material di *stockpile* ataupun gerbong menjadi basah, sehingga kadar air pada sampel akan naik. Namun pada pengamatan ini curah hujan relatif tidak terlalu berpengaruh pada kualitas batubara, dengan intensitas hujan yang bervariasi tidak berpengaruh secara intens pada kenaikan dan penurunan kadar pada berbagai parameter. Kesalahan pengambilan titik sampel juga (*erractic high essay*) juga dapat terjadi dalam kondisi ini. Kesalahan ini bersifat *human error* dan terjadi ketika seorang *sampler* salah dalam mengambil titik sampel. Misal, dalam suatu gerbong terdapat sebagiannya tidak basah, kesalahan pengambilan titik sampel ini adalah ketika sampel diambil banyak di area yang basah dan sedikit diambil pada area yang kering. Kesalahan pengambilan titik sampel ini akan menyebabkan sampel yang diambil tak mewakili, dan menyebabkan kadar airnya meningkat.

Faktor cuaca dan waktu lama penumpukan di *stockpile* dapat menyebabkan penurunan kadar air. Cuaca yang panas dan lama waktu penumpukan akan membuat material menjadi kering dan kehilangan kadar air nya. Banyak nya kadar air yang hilang tergantung pada tingkat panas nya cuaca dan lama waktu penumpukannya. Selain itu cuaca hujan yang menyebabkan material menjadi basah membuat kadar abu batubara menurun.

## 5. Kesimpulan

Intensitas curah hujan di tambang Muara Tiga Besar pada bulan Agustus cenderung bervariasi sehingga didapatkan hasil rata-rata 16,11 mm yang dikategorikan sebagai intensitas curah hujan ringan. Curah hujan relatif tidak berpengaruh terhadap hasil analisis kualitas material MT-47. Berdasarkan grafik curah hujan vs parameter kualitas batubara menunjukkan bahwa terjadi kenaikan kadar tertinggi dan penurunan kadar terendah. Parameter TM terjadi kenaikan tertinggi terjadi pada tanggal 01 sebesar 32,27 dan penurunan terendah pada tanggal 13 yaitu 21,40. Parameter VM terjadi kenaikan kadar pada tanggal 13 yaitu 36,18 dan penurunan terendah ditanggal 14 yaitu 30,95. Parameter FC terjadi kenaikan pada tanggal 11 yaitu 38,09 dan penurunan terendah ditanggal 03 yaitu 32,47. Parameter ASH terjadi kenaikan kadar tertinggi pada tanggal 29 yaitu 7,48 dan penurunan terendah ditanggal 24 yaitu 1,52. Parameter TS terjadi kenaikan kadar tertinggi pada tanggal 13 yaitu 0,22 dan penurunan terendah ditanggal 30 & 31 yaitu 0,67. Parameter GCV terjadi kenaikan pada tanggal 13 yaitu 5,517 dan penurunan terendah ditanggal 17 yaitu 4,594.

## 6. Ucapan Terima Kasih

Ucapan terimakasih kepada PT. Bukit Asam, Tbk. khususnya satuan kerja Penanganan dan Angkutan Batubara (PAB) bagian Kendali Mutu dan Optimasi Produk (KENPRO) atas pemahaman mengenai praktik dan proses di industri batubara. Segenap *civitas* Akademi Komunitas Industri Pertambangan Bukit Asam (AKIPBA) atas dukungan dalam menyelesaikan penelitian.

## 7. Referensi

- Agung, N.M., Nugroho, W., & Hasan, H. (2019). Hubungan Kandungan Total Sulphur Terhadap Gross Calorific Value Pada Batubara PT. Carsurin Samarinda. *Jurnal Teknologi Mineral FT UNMUL*, 7(1), 1-8. <http://dx.doi.org/10.30872/jtm.v7i1>
- Alvares, N. (2021). *Analisa Faktor Yang Mempengaruhi Perbedaan Kualitas Batubara Pada Stockpile Dan Gerbong Kereta Api*. Akademi Komunitas Industri Pertambangan Bukit Asam. Laporan Akhir Tidak Diterbitkan.
- BMKG (2022). *Analisis Hujan Dan Prakiraan Hujan*. Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika, Palembang.
- Haipan, Nurhakim, & Riswan (2016). Pengaruh Curah Hujan Terhadap Total Moisture Batubara Basis As Received. *Jurnal GEOSAPTA*, 2(1), 1-7. <http://dx.doi.org/10.20527/jg.v2i1>
- Hower, J.C. (2002). *International Handbook Of Coal Petrography Second Edition, 1963, International Committee For Coal And Organic Petrology*. University

- of Newcastle upon Tyne, England.
- Kurniawan, I., Aryansyah, & Huda, A. (2020). Analisis kualitas batubara sebagai penentu factor swabakar. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian LPPM UMJ*. <http://jurnal.umj.ac.id/index.php/>
- Lakitan, B. (2002). *Dasar-Dasar Klimatologi*. PT Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Muchjidin (2006). *Pengendalian Mutu Dalam Industri Batubara*. Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Suherman (2004). *Manajemen Stockpile*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Sosrodarsono. S. & Takeda, K. (1985). *Hidrologi Untuk Pengairan*. PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Triatmodjo, B. (2008). *Hidrologi Terapan*. Beta Offset, Yogyakarta.
- Yuliani, S.E. & Priyana, Y. (2020). *Analisis Agihan Perkebunan Iklim Menurut Schmidt-Ferguson Menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) Di Kabupaten Sukoharjo*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.