

**ANALISIS KUALITAS BATUBARA DARI PROSES *WASHING*
PLANT DI PT TELEN ORBIT PRIMA DESA BUHUT JAYA
KECAMATAN KAPUAS TENGAH KABUPATEN
KAPUAS PROVINSI KALIMANTAN TENGAH**

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Strata 1
Pada Jurusan Teknik Pertambangan**



OLEH

**SAMUEL TAMBA
DBD 113 089**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS PALANGKA RAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN
2020**

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

NAMA : SAMUEL TAMBA

NIM : DBD 113 089

JURUSAN : TEKNIK PERTAMBANGAN

Menyatakan bahwa penyusunan Skripsi ini adalah hasil penelitian saya sendiri, terkecuali kutipan-kutipan yang telah saya jelaskan sumbernya di daftar pustaka. Apabila terdapat pelanggaran dalam Penulisan dan Penyusunan Skripsi ini, saya bersedia untuk menerima sanksi sesuai aturan dan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sehat, sadar tanpa ada tekanan dan paksaan dari siapapun.

Palangka Raya, Desember 2020

Penulis,

SAMUEL TAMBA
DBD 113 089

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

ANALISIS KUALITAS BATUBARA DARI PROSES WASHING PLANT DI PT
TELEN ORBIT PRIMA DESA BUHUT JAYA KECAMATAN KAPUAS TENGAH
KABUPATEN KAPUAS PROVINSI KALIMANTAN TENGAH

Oleh

SAMUEL TAMBA
DBD 113 089

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada
Hari/Tanggal : Senin, 04 Desember 2020
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

Tim Dosen Penguji,

1. Ir. YULIAN TARUNA, M.Si.
NIP. 19580705 198903 1 019
2. LISA VIRGIYANTI, S.T., M.T.
NIP. 19770904 200801 2 011
3. FAHRUL INDRAJAYA, S.T., M.T.
NIP. 19791215 200812 1 001
4. DODY A.K WIJAYA, S.Hut., M.Si.
NIP. 19831207 201212 1 001
5. YOS DAVID INSO, S.T., M.T.
NIP. 19880404 201903 1 014

Ketua

Sekretaris

Anggota

Anggota

Anggota



Mengetahui,
Dekan
Fakultas Teknik

Irwanto Nugwantoro, MT
NIP. 19651119199302 1 001

Menyetujui,
Ketua Jurusan
Teknik Pertambangan

Fahrul Indrajaya, ST., MT
NIP. 19791215 200812 1 001

HALAMAN PERSEMBAHAN

**“Biarlah Ia semakin besar, tetapi aku semakin kecil”
Yohannes 3:30**

Kupersembahkan untuk :

- **Tuhan Yesus Kristus yang selalu menyertaiku dan satu-satunya sandaran hidupku.**
- **Bapak, Mama, dan adik-adikku yang selalu menjadi penyemangatu, kalian adalah harta yang paling berharga yang pernah kumiliki.**
- **Oppung, Tulang/Nantulang, Bapa Tua, Namboru, terima kasih untuk segala dukungan yang telah diberikan keluargaku selama ini.**
- **Pembimbing Skripsi Bapak Ir. Yulian Taruna, M.Si dan Ibu Lisa Virgiyanti, S.T., M.T. serta Bapak/Ibu Dosen dan Staf Jurusan Teknik Pertambangan yang sudah banyak membantu.**
- **Teman-teman yang ada di kampus UPR khususnya teman-teman seperjuangan TP 13 yang menjadi teman bertukar pikiran dan bercerita selama studi.**
- **Arta Elisabet Sihombing, S.H. sebagai penyemangat, teman berbagi cerita suka dan duka, serta pengingat dalam masa studi.**

Janganlah khawatir akan segala sesuatu sebab Tuhan telah menyediakan bagimu segala yang terbaik ☺☺☺

-Boo & Bee

SARI

Penelitian ini dilakukan pada PT. Telen Orbit Prima, yang terletak di desa buhut jaya kecamatan Kapuas tengah kabupaten kapuas provinsi Kalimantan tengah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kualitas batubara *before washing* dan *after washing* serta proses *washingplant* dalam mencapai target produksi. Analisis sampel yang berasal dari *plantfeed* dan *washing plant* dilakukan analisis Proksimat di laboratorium PT. Telen Orbit Prima. Analisis proksimat dilakukan untuk mengetahui kandungan *Total Moisture*, *Ash Content*, *Volatille Matter*, *Fixed Carbon* dan, *Calorific Value*.

Hasil analisis diperoleh *Total moisture* pada batubara mengalami peningkatan persentase terbesar sebesar 8,76 % dan terkecil sebesar 1,45 %. Kualitas batubara yang mengalami peningkatan terdapat pada parameter *ash content*, *volatile matter*, *fixed carbon*, dan *calorific value*. Parameter *ash content* pada batubara mengalami penurunan persentase terbesar sebesar 29,34 % dan penurunan persentase terkecil sebesar 6,47 %. Untuk parameter *calorific value* mengalami peningkatan kualitas berdasarkan *air dried basis* dan *as received basis* di waktu yang sama. Peningkatan terbesar berdasarkan kedua basis tersebut dengan peningkatan *calorific value* 2148 cal/gr dalam *air dried basis* dan 1058,43 cal/gr dalam *as received basis*.

Washing plant pada prosesnya dilakukan pengaturan nilai *density* yang disesuaikan dengan kualitas *feed* yang masuk (*before washing*). Nilai *density* yang diatur besarnya beragam antara lain 1,46 dengan perolehan *ash* produk 9,37 % dan *yield* sebesar 67,58%, nilai *density* 1,47 dengan perolehan *ash* produk 10,61 % dan *yiled* sebesar 67,63 %, nilai *density* 1,48 dengan perolehan *ash* produk 10,40 % dan *yield* sebesar 67,61 %, nilai *density* 1,49 dengan perolehan *ash* produk 9,43 %, dan *yield* sebesar 67,28 %, nilai *density* 1,50 dengan perolehan *ash* produk 10,23 % dan *yield* sebesar 68,66 %, nilai *density* 1,55 dengan perolehan *ash* produk 11,26 % dan *yield* sebesar 60,11 %.

Kata Kunci : Kualitas, Washing plant, Density, Yield.

ABSTRACT

This research was conducted at PT. Telen Orbit Prima, which is located in the village of Buhut Jaya, Central Kapuas district, Kapuas district, Central Kalimantan province. The purpose of this study was to determine the quality of coal before washing and after washing and the washing process in achieving the production target. Proximate analysis of samples from the plant feed and washing plant was analyzed in the PT. Telen Orbit Prima. Proximate analysis was conducted to determine the content of Total Moisture, Ash Content, Volatile Matter, Fixed Carbon and, Calorific Value.

The results of the analysis showed that total moisture in coal experienced an increase in the largest percentage of 8.76% and the smallest was 1.45%. The quality of coal that has increased is in the parameters of ash content, volatile matter, fixed carbon, and calorific value. The ash content parameter in coal experienced the largest percentage decline of 29.34% and the smallest percentage decrease was 6.47%. The calorific value parameter has increased the quality based on air dried basis and as received basis at the same time. The biggest increase based on these two bases was the increase in calorific value of 2148 cal / gr in air dried basis and 1058.43 cal / gr on as received basis.

In the washing plant process, the density value is adjusted according to the quality of the incoming feed (before washing). Density values that are regulated in various sizes include 1.46 with the acquisition of product ash of 9.37% and yield of 67.58%, the density value of 1.47 with the acquisition of product ash of 10.61% and yield of 67.63%, the value of density 1.48 with the acquisition of product ash 10.40% and yield of 67.61%, the density value of 1.49 with the acquisition of product ash 9.43%, and the yield of 67.28%, the density value of 1.50 with the acquisition of product ash 10.23% and a yield of 68.66%, a density value of 1.55 with a yield of 11.26% product ash and a yield of 60.11%.

Keywords: Quality, Washing plant, Density, Yield.

KATA PENGANTAR

Puji syukur Penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia - Nya sehingga Skripsi dengan judul “Analisis Kualitas Batubara dari proses *Washing Plant* di PT. Telent Orbit Prima Desa Buhut Jaya Kecamatan Kapuas Tengah Kabupaten Kapuas Provinsi Kalimantan Tengah ” dapat selesai tepat pada waktunya.

Pada penyusunan Skripsi nantinya, Penulis melakukan analisis mengenai Kualitas Batubara dari proses *Washing Plant* di PT. Telent Orbit Prima Desa Buhut Jaya Kecamatan Kapuas Tengah Kabupaten Kapuas Provinsi Kalimantan Tengah.

Dalam penyusunan Skripsi ini, Penulis banyak mendapatkan bantuan dan bimbingan serta dukungan dari berbagai pihak, oleh karena itu Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Waluyo Nuswantoro, MT, Dekan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya;
2. Bapak Fahrul Indrajaya, ST., MT Ketua Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Palangka Raya sekaligus Dosen Penguji I;
3. Bapak Yossa Yonathan Hutajulu, ST., MT, Sekretaris Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Palangka Raya;
4. Bapak Ir. Yulian Taruna, M.Si, Dosen Pembimbing I;
5. Ibu Lisa Virgiyanti, ST., MT, Dosen Pembimbing II;
6. Bapak Dody A.K. Wijaya, S. Hut., M.Si, Dosen Penguji II;
7. Bapak Yos David Inso, ST., MT, Dosen Penguji III;

8. Seluruh Staf Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Palangka Raya;
9. Bapak Budi Utomo dan bapak Mulkan selaku pembimbing lapangan di PT. TELEN ORBIT PRIMA;
10. Seluruh Karyawan dan Staff di PT. TELEN ORBIT PRIMA;
11. Arta E. Sihombing yang menjadi penyemangat didalam mengerjakan Proposal Skripsi; dan
12. Para sahabat dan rekan-rekan mahasiswa Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Palangka Raya.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penyusunan Skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan karena keterbatasan pengetahuan dan buku literatur yang Penulis miliki. Untuk itu Penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca demi kesempurnaan Skripsi ini.

Penulis berharap agar Skripsi ini bermanfaat bagi kita semua, khususnya kepada teman-teman mahasiswa/i Jurusan Pertambangan Universitas Palangka Raya.

Palangka Raya, Desember 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iv
SARI	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan masalah.....	4
1.3 Maksud dan Tujuan	4
1.3.1 Maksud	4
1.3.2 Tujuan.....	4
1.4 Manfaat	4
1.5 Batasan Masalah	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA	6
2.1 Penelitian Terahulu.....	6
2.2 Genesa Batubara.....	8
2.2.1 Teori Insitu	9
2.2.2 Teori Drift	9
2.3 Parameter kualitas batubara.....	9
2.3.1 Kadar air.....	9
2.3.2 Kandungan abu (<i>Ash</i>).....	10
2.3.3 Zat Terbang (<i>Volatile Matter</i>).....	12
2.3.4 Karbon Tetap (<i>Fixed Carbon</i>).....	12
2.3.5 Nilai Kalor.....	13
2.3.6 Kandungan Sulfur	13
2.4 Klasifikasi Batubara	14
2.5 Pentingnya Pencucian Batubara	16
2.6 Metode Pencucian Batubara	18
2.6.1 Jigging	19
2.6.2 Spiral	20
2.6.3 <i>Dense Medium Separation</i>	22
2.7 Sifat Fisik dan Kimia Batubara	27
2.7.1 Sifat-sifat Fisik Batubara	27
2.7.2 Sifat-sifat Kimia Batubara	28
2.8 Preparasi Batubara.....	30
2.8.1 Operasi Kominusi Untuk Preparasi Batubara	31

2.8.2 Operasi Pengayakan Pada Pencuciaan Batubara	32
2.9 Pengambilan Sampel Batubara Produksi.....	37
2.9.1 Skema Pengambilan Sampel	38
2.9.2 Menetapkan Sistem Pengambilan Sampel.....	39
BAB III METODE PENELITIAN	42
3.1 Gambaran Umum Wilayah Penelitian.....	42
3.1.1 Lokasi dan Kesampaian Daerah	43
3.1.2 Kesampaian Daerah Penelitian.....	44
3.1.3 Keadaan Iklim dan Curah Hujan	45
3.1.4 Flora dan Fauna	46
3.1.5 Sosial Kependudukan	46
3.1.6 Profil Perusahaan dan Laboratorium Batubara PT. TOP	47
3.2 Kondisi Geologi.....	50
3.2.1 Kondisi Geologi Regional	50
3.2.2 Kondisi Geologi Daerah Penelitian	55
3.2.3 Geomorfologi Regional	56
3.3 Alat dan Bahan	57
3.3.1 Alat dan Bahan Pengambilan Data Lapangan	57
3.3.2 Alat dan Bahan Pengolahan Data	58
3.4 Tata Laksana	58
3.4.1 Langkah Kerja	58
3.4.2 Metode Penelitian.....	61
3.5 Waktu Penelitian	63
3.6 Bagan Alir Penelitian	64
BAB IV HASIL dan PEMBAHASAN	65
4.1 Hasil	65
4.1.1 Kualitas Batubara Sebelum Pencucian (<i>Before Washing</i>) dan Sesudah Pencucian (<i>After Washing</i>) Batubara	65
4.1.2 Proses <i>Washing Plant</i> Dalam Mencapai Kualitas Batubara (<i>Ash 10%</i>) Serta Mencapai Target Produksi <i>Yield (69%)</i>	75
4.1.2.1 Pengaturan <i>Density Media</i> Terhadap Pencapaian <i>Yield Washing Plant</i> dan Kadar <i>Ash Batubara After</i> <i>Wash</i>	81
4.2 Pembahasan	84
4.2.1 Kualitas Batubara Sebelum Pencucian (<i>Before Washing</i>) dan Sesudah Pencucian (<i>After Washing</i>) Batubara	84
4.2.2 Proses <i>Washing Plant</i> Dalam Mencapai Kualitas Batubara ...	92
4.2.2.1 Pengaturan <i>Density Media</i> Terhadap Pencapaian <i>Yield Washing Plant</i> dan Kadar <i>Ash Batubara After</i> <i>Wash</i>	99

BAB V KESIMPULAN dan SARAN	105
---	------------

5.1 Kesimpulan	105
----------------------	-----

5.2 Saran	107
-----------------	-----

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi Batubara Menurut Kirk and Orthmer,1979	14
Tabel 2.2 Spesifikasi Kualitas Batubara (Larsen,1978)	14
Tabel 2.3 Jumlah dan berat <i>increment</i> dalam prosedur <i>general purpose sampling</i> untuk cargo 1000 ton ke bawah.....	39
Tabel 3.1 Koordinat Wilayah IUP PT. Telen Orbit Prima	43
Tabel 3.2 Tabel Curah Hujan Tahun 2010 – Maret 2018	46
Tabel 3.3 waktu penelitian	63
Tabel 4.1 Parameter Kualitas Batubara <i>Before Washing</i>	71
Tabel 4.2 Parameter Kualitas Batubara <i>After Washing</i>	72
Tabel 4.3 Area <i>coal washing plant</i> PT. Telen Orbit Prima.....	76
Tabel 4.4 Hasil Pengaturan nilai <i>Density Media</i> 1,46 Terhadap Pencapaian <i>Yield</i> dan Kadar <i>Ash</i> Batubara <i>After Wash</i> di PT Telen Orbit Prima	81
Tabel 4.5 Hasil Pengaturan nilai <i>Density Media</i> 1,47 Terhadap Pencapaian <i>Yield</i> dan Kadar <i>Ash</i> Batubara <i>After Wash</i> di PT Telen Orbit Prima	81
Tabel 4.6 Hasil Pengaturan nilai <i>Density Media</i> 1,48 Terhadap Pencapaian <i>Yield</i> dan Kadar <i>Ash</i> Batubara <i>After Wash</i> di PT Telen Orbit Prima	81
Tabel 4.7 Hasil Pengaturan nilai <i>Density Media</i> 1,49 Terhadap Pencapaian <i>Yield</i> dan Kadar <i>Ash</i> Batubara <i>After Wash</i> di PT Telen Orbit Prima	82
Tabel 4.8 Hasil Pengaturan nilai <i>Density Media</i> 1,50 Terhadap Pencapaian <i>Yield</i> dan Kadar <i>Ash</i> Batubara <i>After Wash</i> di PT Telen Orbit Prima	82
Tabel 4.9 Hasil Pengaturan nilai <i>Density Media</i> 1,55 Terhadap Pencapaian <i>Yield</i> dan Kadar <i>Ash</i> Batubara <i>After Wash</i> di PT Telen Orbit Prima	82
Tabel 4.10 Target Product Batubara TOP Dari <i>Washing Plant</i>	102
Tabel 4.11 Kontrak Penjualan TOP <i>Brand</i> sesuai Permintaan Pembeli	103

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Operasi pemisahan pada spiral	21
Gambar 2.2 Ilustrasi derajat liberasi	31
Gambar 2.3 Peremuk <i>Roller</i> Bergigi Ganda	32
Gambar 2.4 Penempatan Pengayak Primer	33
Gambar 2.5 Penempatan Pengayak Sekunder	35
Gambar 2.6 Pengayak <i>Dewatering</i> dan <i>Dense Medium Recovery</i>	36
Gambar 2.7 Stratifikasi dan Pemisahan di Pengayak.....	37
Gambar 3.1 Blok Prospek PT. Telen Orbit Prima	42
Gambar 3.2 Korelasi Satuan Peta Geologi Lembar Buntok, Kalimantan	54
Gambar 3.3 Bagan Alir Penelitian	64
Gambar 4.1 Pengambilan sampel pada <i>Two Way Cut</i> dan <i>mechanical sample</i> <i>coveyor</i>	65
Gambar 4.2 <i>Jaw Crushe</i>	66
Gambar 4.3 <i>Rotary Sample Divider</i> (RSD)	66
Gambar 4.4 Oven (1) dan (2)	67
Gambar 4.5 <i>Milling</i> (mengecilkan ukuran batubara)	68
Gambar 4.6 Pengujian <i>Ash</i>	68
Gambar 4.7 Pengujian Proksimat (1), Pengujian nilai kalor (2)	69
Gambar 4.8 <i>Total moisture</i>	73
Gambar 4.9 <i>Ash content</i>	73
Gambar 4.10 <i>Calorific Value</i> dalam basis <i>air dried</i> (adb)	74
Gambar 4.11 <i>Calorific Value</i> dalam basis <i>as received</i> (ar)	74

Gambar 4.12 <i>Calorific Value dalam basis dry ash-free (daf)</i>	75
Gambar 4.13 Area <i>Coal Processing Plant (CPP)</i> PT. Telen Orbit Prima	76
Gambar 4.14 Bagan Alir <i>Coal Crushing</i> di PT Telen Orbit Prima	79
Gambar 4.15 Bagan Alir Pencucian Batubara di PT Telen Orbit Prima	80
Gambar 4.16 Hubungan Pengaturan Density Media Terhadap Pencapaian Yield dan Target Ash Sesuai AMP PT Telen Orbit Prima Tahun 2018	83

LAMPIRAN

Peta Kesampaian Daerah

Peta Geologi Lembar Buntok

Peta Geologi Regional Daerah Penelitian

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sektor usaha pertambangan khususnya dalam skala besar adalah salah satu sektor usaha yang juga membutuhkan modal yang besar. Kebutuhan modal yang besar itu menyebabkan perusahaan tambang berusaha agar kegiatan penambangan yang akan dilakukannya dapat menghasilkan keuntungan yang sebesar-besarnya dengan pengembalian modal secepat mungkin. Untuk mengupayakan hal tersebut PT. Telen Orbit Prima yang bergerak di sektor pertambangan melakukan upaya untuk memaksimalkan keuntungan yang diperoleh dengan melakukan proses pencucian terhadap batubara yang memiliki kualitas rendah sebelum dijual. Batubara yang memiliki kualitas rendah tidak memiliki nilai jual yang baik karena tidak diinginkan konsumen.

Batubara bisa mempunyai karakteristik atau kualitas yang berbeda dari suatu tempat ke tempat lainnya. Pemanfaatan batubara sangat tergantung pada kualitas dari batubara tersebut. Ada sekitar 16 atau lebih parameter penentu kualitas batubara, beberapa yang penting misalnya kadar abu (*ash content*), titik leleh abu (*ash fusion temperature*), kelembaban/lengas (*moisture*), kadar belerang (*sulfur content*), kadar zat terbang (*volatile matter*). Walaupun ada sekitar 16 atau lebih parameter penentu kualitas batubara namun dalam pemanfaatannya, tidak semua parameter dijadikan patokan tetapi hanya

sebagian parameter yang persyaratannya harus dipenuhi sesuai kebutuhan pemanfaatannya.

Untuk mengoptimalkan operasi pencucian batubara, informasi yang akurat mengenai kualitas batubara yang akan diolah sangat diperlukan. Di samping itu, informasi mengenai sifat batubaranya juga sangat penting terutama dipakai sebagai petunjuk untuk mengontrol kualitas maupun dalam menyusun kontrak penjualan. Di dalam kontrak penjualan batubara, kualitas batubara dan sifat tertentu yang diinginkan oleh pembeli selalu disebutkan dan tentu saja harus dipenuhi oleh penjual. Cadangan batubara yang dimiliki PT. TOP berkisar 39 juta ton batubara dan dikelompokkan kedalam 2 golongan kualitas yaitu, *Clean* (*Ash Content* <15%) 30% dan *Dirty* (*Ash Content* > 15%) 70% dari jumlah cadangan. Batubara *Dirty* akan dilakukan proses pencucian sedangkan batubara *Clean* hanya dilakukan proses *crushing*.

Pada proses pencucian batubara, perusahaan menetapkan target kualitas *ash content* setelah proses pencucian sebesar 10% serta pencapaian *yield* dari produksi sebesar 69%. Pencucian batubara dilakukan dengan memanfaatkan perbedaan densitas relatif untuk memisahkan batubara bersih dari pengotornya (*shale*) yang berkadar abu tinggi, dan kadang-kadang juga untuk memisahkan *middling*. Adanya hubungan antara densitas relatif dengan kadar abu membuat pengendalian densitas relatif di dalam operasi pencucian akan dapat mempertahankan batubara bersih dengan kadar abu tertentu, sehingga nilai kalor, sulfur dan sifat-sifat penting lainnya juga dapat ditentukan. Operasi pencucian batubara selalu memerlukan data karakteristik ketercucian

(*washability*). Data ini dapat pula dipakai untuk mengevaluasi kerja suatu alat operasi pencucian batubara. Sebelum dilakukan pencucian terhadap suatu batubara kotor, harus diketahui distribusi densitas relatif, artinya harus diketahui berapa bagian dari batubara kotor tersebut merupakan batubara dengan densitas relatif rendah, menengah, atau tinggi, dan kadar abu dari setiap fraksi densitasnya. Batubara kotor (*Before Washing*) dan batubara bersih (*After Washing*) dari *washing plant* dilakukan analisis kualitas sampel batubara. Analisis sampel batubara dilakukan dengan uji *Rapid* (per tiga jam) dan *General Analisis* (per shift). Metode pengujian kualitas sampel batubara dilakukan analisis laboratorium dengan standar ISO. Analisis kualitas sampel batubara dilakukan untuk mengontrol produktifitas serta kualitas produk dari *washing plant*. Metode yang digunakan dalam proses pemisahan batubara bersih dengan pengotor adalah metode *Dense Medium Separation*, yang dalam penerapannya proses pemisahan menggunakan media dari campuran magnetite dan air pada siklon media berat (*Heavy Medium Cyclone*).

Berdasarkan latar belakang diatas, maka penulis memilih judul “ Analisis Kualitas Batubara dari Proses *Washing Plant* di PT Telen Orbit Prima Desa Buhut Jaya, Kecamatan Kapuas Tengah, Kabupaten Kapuas, Provinsi Kalimantan Tengah”

1.2 Rumusan Masalah

Yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana kualitas batubara sebelum pencucian (*Before Washing*) dan setelah melalui proses pencucian (*After Washing*) ?
2. Bagaimana proses *Washing Plant* dalam mencapai kualitas batubara sesuai dengan standar yang ditetapkan perusahaan yaitu (*Ash 10%*) serta mencapai target produksi (*Yield 69%*) ?

1.3 Maksud dan Tujuan

1.3.1 Maksud

Maksud dilakukan penelitian skripsi di PT. Telen Orbit Prima adalah untuk menganalisis kualitas batubara dari proses *Washing plant*.

1.3.2 Tujuan

1. Untuk mengetahui kualitas batubara *before washing* terhadap *after washing*.
2. Untuk mengetahui proses *washing plant* dalam menjaga kualitas batubara dan mencapai target produksi.

1.4 Manfaat

Manfaat dari penelitian skripsi ini bagi mahasiswa adalah dapat mengetahui peningkatan nilai serta menjaga kualitas batubara yang diharapkan setelah melalui proses *washing plant*, dan manfaat penelitian skripsi ini bagi perusahaan adalah mendapatkan masukan nilai optimum

untuk proses *washing plant* demi mencapai target produksi dan nilai kualitas yang ditentukan sehingga mendapatkan keuntungan lebih dari penjualan produk batubara.

1.5 Batasan Masalah

1. Penelitian dilakukan *Coal Processing Plant (CPP) Departmen PT. Telen Orbit Prima*
2. Hanya membahas *washing plant* yang dimulai dari *Crusher* .
3. Membahas mengenai tahapan proses pencucian batubara dengan metode *Dense Medium Separation* di PT Telen Orbit Prima.
4. Data yang digunakan berupa data hasil analisis proksimat (*total moisture, ash content, volatile matter, fixed carbon, calorific value*) dari laboratorium.



BAB II KAJIAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Ferry ariadi wardhany (2018), *Coal Washing plant* bertujuan untuk memisahkan dari material pengotornya dalam upaya meningkatkan kualitas batubara. Dalam proses pabrik pencucian batubara terjadi perubahan nilai parameter kualitas batubara di *washing plant* sehingga perlu diketahui parameter kualitas batubara apa saja yang mengalami perubahan dan bagaimana pengaruh antara satu parameter dengan parameter lainnya. *Dense Medium Separation* (DMS) merupakan metode pemisah mineral dan batubara berdasarkan *spesifik gravity* yang dikenal juga dengan proses *sink and float* (tenggelam dan terapung). *Spesifik gravity* media yang digunakan untuk pemisahan DMS merupakan *spesifik gravity medium* yaitu terletak diantara *spesifik gravity* mineral tenggelam dan terapung. Media ini bercampur dengan air dan membentuk media ini digunakan magnetit. DMS digunakan untuk pemisahan batubara dengan syarat tidak boleh ada material halus karena jika material ini bersatu dengan air akan membentuk suspensi yang tinggi dan lebih kental. Proses ini menghasilkan dua produk yaitu *Sink* Produk yaitu batubara yang berat (tidak diinginkan) dan *Float* Produk yaitu batubara yang ringan (yang diinginkan). Adapun perbedaan yang terjadi pada parameter kualitas batubara dalam pencucian yaitu *total moisture*, *ash content*, *total sulphur* dan *calorific value*. Setelah dilakukan analisa antarabatubara *plantfeed* dengan batubara *washing* menunjukkan bahwa

yang mempengaruhi proses pencucian batubara adalah bertambahnya nilai rata-rata *total moisture* sebesar 3,87%, berkurangnya nilai persentase rata-rata *ash content* sebesar 12,06%, naiknya nilai rata-rata *calorific value* ar sebesar 1062 cal/gr dan *calorific value* adb sebesar 1276 cal/gr serta penggunaan *specific gravity* yang tepat digunakan agar bertujuan untuk meningkatkan nilai kualitas batubara tersebut.

Yakup Cebeci, Ugur Ulusoy (2013), Dalam penelitian ini, sebuah pabrik pencucian batu bara di Zonguldak dioptimalkan menggunakan pemerataan pendekatan peningkatan kualitas produk yang memaksimalkan hasil tanaman untuk batasan abu yang diberikan berdasarkan data *sink-float*. Dengan memaksimalkan hasil menggunakan *Solver* yang merupakan rutin optimasi yang tersedia di Excel® untuk kadar abu elemen-identik dan tingkat abu spesifik sebesar 9,50%, titik potong optimal ditentukan untuk mencuci fraksi ukuran kasar (100-18 mm)) dan fraksi ukuran serat (18- 0,5 mm) oleh *Drewboy Heavy Medium (HM) Bath* dan *HM Cyclone*. Hasilnya dibandingkan dengan operasi pabrik dalam hal produksi dan kadar abu. Nilai hasil % dan abu % yang dihitung dengan nilai hasil % dan abu % eksperimental dari data *sink-float* dari batubara yang digunakan juga dibandingkan dan mereka berada dalam persetujuan yang baik ($R^2 > 0,99$). Dengan menyamakan abu inkremental untuk mendapatkan abu komposit 9,5%, hasil komposit dimaksimalkan menjadi 30,71% sementara hasil tanaman sekitar 24,00%. Pendekatan ini mengidentifikasi kondisi operasi optimal untuk masing-masing sirkuit pembersih sebagai 1,693 dan 1,682

untuk *Drewboy HM Bath* dan *HM Cyclone*. Layak disebutkan bahwa, peningkatan (6,71%) dalam hasil ini akan luar biasa ketika mempertimbangkan umur lubang pencucian dan produksi tahunan pabrik (sekitar 700.000 ton). Selain itu, hasil dimaksimalkan menjadi 33,41% untuk abu target 11,61% oleh studi optimasi yang sama. Titik potong operasi optimal untuk *Drewboy HM Bath* dan *HM Cyclone* masing-masing ditentukan sebagai 1,900 dan 1,888. Optimalisasi hasil juga dilakukan dengan mengambil α sama dengan 80, yang dapat dianggap ideal untuk pemisah HM.

2.2 Genesa Batubara

Batubara adalah batuan yang terbentuk dari hasil akumulasi sisa-sisa tumbuhan atau bagian tumbuhan yang terawetkan dalam lapisan sedimen pembawanya (pada zaman geologi purba) dan menjadi kaya akan unsur karbon oleh proses karbonisasi yang selanjutnya terpadatkan dan karena pengaruh temperatur dan tekanan terjadi proses pematubaraan (*coalification*).

Genesa batu bara berdasarkan tempat terjadinya dibagi menjadi 2 yaitu :

2.2.1 Teori *In situ*

Bahan-bahan pembentuk lapisan batubara terjadinya ditempat dimana tumbuh-tumbuhan itu berada (terjadi di tempat itu juga) atau secara *autochthonous* yang mempunyai ciri-ciri sbb : Penyebarannya luas dan kualitasnya baik (karena kadar abunya rendah).

2.2.2 Teori *Drift*

Bahan-bahan pembentuk lapisan batubara terjadinya ditempat lain dari tumbuh-tumbuhan asal itu berada, karena sudah tertransportasi (*allochtonous*), yang mempunyai ciri-ciri sebagai berikut ; penyebarannya tidak luas tetapi banyak, kualitasnya kurang baik karena banyak mengandung pengotor.

2.3 Parameter Kualitas Batubara (Berdasarkan Analisis Proksimat)

Untuk mengetahui kualitas dari batubara maka dapat diketahui dengan menggunakan parameter-parameter dari batubara. Parameter-parameter batubara diperoleh dari sifat dan karakteristik yang terkandung di dalam batubara tersebut yaitu :

2.3.1 *Kadar Air.*

Kadar air dalam batubara secara umum ada dua yaitu kadar air bebas (*free moisture*) dan kadar air bawaan (*inherent moisture*). Kadar air bebas (*free moisture*) secara mekanis terdapat dalam permukaan dan retakan-retakan serta kapiler-kapiler besar (*makro kapiler*) batubara dan mempunyai tekanan gas normal. Jumlah kandungan air bebas secara prinsip tergantung dari kondisi yaitu dari lembab sampai kering. Hal tersebut juga tergantung dari penambangan, benefisiasi, transportasi, penanganan dan penyimpanan juga distribusi ukuran butirnya.

Kadar air bawaan berada pada mikro pori, yang mempunyai tekanan lebih rendah dari tekanan uap normal. Kandungan air bawaan ini penting

diketahui, karena dapat digunakan untuk mengindikasikan peringkat batubara. Semakin tinggi kandungan air bawannya, peringkat batubaranya semakin rendah.

Kadar air total (*total moisture*) adalah banyaknya air yang terkandung dalam batubara sesuai kondisi di lapangan (*as received*), baik yang terikat secara kimiawi maupun pengaruh kondisi luar. Kadar air total adalah penjumlahan dari kadar air bebas dan kadar air bawaan, yang merupakan salah satu parameter penting karena berpengaruh terhadap pengangkutan, penanganan dan penggerusan terutama dalam proses pembakarannya.

2.3.2 Kandungan Abu (*Ash Content*)

Seperti telah diketahui bahwa kandungan batubara terdiri dari air, material batu bara (*Coal matter*) dan material bukan batu bara (*mineral matter*).

Mineral matter terdiri dari dua macam yaitu mineral matter bawaan (*Inherent Mineral Matter*) dan material mineral dari luar batubara (*Extraneous Mineral Matter*). *Inherent Mineral Matter* berhubungan dengan tumbuh-tumbuhan yang hidup di rawa-rawa dan sulit dipisahkan dari batubara, biasanya berjumlah 0,5 – 1,0 %. *Extraneous Mineral Matter* terjadi pada waktu penambangan (*parting*), yang terbawa ketika terjadi banjir ke lapisan batubara pada waktu pembentukannya. *Extraneous Mineral Matter* dapat dipisahkan dari batubara dengan proses pencucian.

Abu merupakan sisa-sisa zat organik yang terkandung dalam batubara sebagai pengotor, baik dari proses pembentukannya maupun dari proses penambangannya. Apabila batubara dipanaskan maka *mineral matter* tersebut akan mengalami perubahan secara kimia menjadi abu.

Perubahan secara kimia tersebut antara lain sebagai berikut :

- Kehilangan air dari senyawa-senyawa yang mengandung hidrogen
- Kehilangan CO₂ dari karbonat.
- Oksidasi FeS₂ menjadi besi sulfida dan magnesium oksida.
- Penguapan dan penguraian dari alkali chloride.

Secara umum untuk memperkirakan jumlah *mineral matter* dapat ditentukan dengan menggunakan rumus sbb :

$$MM = 1,1 \times \text{Kandungan Abu}$$

Atau

$$MM = 1,08 + 0,55 S$$

Dimana :

MM = *Mineral Matter*
 A = Kandungan abu
 S = Kandungan sulfur

Komposisi utama dari kandungan abu adalah Na₂O, yang sangat berpengaruh terhadap titik leleh abu dan dapat menimbulkan kotoran pada pipa pemanas PLTU.

2.3.3 Zat Terbang (*Volatile Matter*)

Zat terbang (*Volatile Matter*) merupakan zat aktif yang menghasilkan energi atau panas apabila batubara dibakar. Zat terbang terdiri dari *Combustible gasses* (gas-gas yang mudah terbakar) seperti gas hidrogen, CO, dan CH₄ serta gas-gas yang dapat dikondensasikan seperti tar dengan sejumlah kecil gas-gas yang tidak terbakar seperti CO₂ dan air yang terbentuk karena hasil dehidrasi dan kalsinasi.

Zat terbang juga dapat digunakan sebagai ukuran untuk menentukan peringkat batubara. Semakin tinggi kandungan zat terbang rendah peringkat batubara.

Pengaruhnya dalam preparasi batubara adalah jika kandungan zat terbang tinggi (>24 %) maka batubara akan mudah terbakar. Untuk mengatasi hal tersebut sebaiknya batubar tidak dilakukan penggerusan terlalu halus, karena sangat berpotensi untuk mudah meledak.

2.3.4 Karbon Tetap (*Fixed Carbon*).

Fixed Carbon menunjukkan kandungan karbon batubara, berupa zat padat dan jumlahnya ditentukan oleh kadar air, abu dan zat terbang. Semakin tinggi nilai karbon tetap semakin tinggi kandungan karbonnya yang berarti peringkatnya semakin baik. Kandungan *Fixed Carbon* dapat dihitung dengan cara :

$$FC = 100 \% - (A + VM + IM)$$

Dimana :

FC	= <i>Fixed Carbon</i> (Karbon tetap)
IM	= <i>Inherent Moisture</i> (Kadar Air Bawaan)
AC	= <i>Ash Content</i> (Kadar Abu)
VM	= <i>Volatile Matter</i> (Zat Terbang)

Rasio antara *Fixed Carbon* dengan *Volatile Matter* disebut dengan “FR” (*Fuel Ratio*). FR juga dapat digunakan sebagai ukuran dalam menentukan peringkat batubara.

2.3.5 Nilai Kalor (*Calorific Value*).

Nilai kalor dari batubara merupakan penjumlahan dari harga panas komponen yang terbakar seperti karbon, hidrogen, dan sulfur. Nilai kalor yang benar-benar dimanfaatkan dalam proses pembakaran batubara adalah nilai kalor bersih (*net calorific value*). Sedangkan nilai kalor yang biasa digunakan sebagai laporan dari analisa adalah keseluruhan (*gross calorific value*).

2.3.6 Kandungan Sulfur.

Sulfur merupakan zat pencemar, maka adanya sulfur yang tinggi sangat tidak dikehendaki.

Ada 3 macam bentuk sulfur yaitu :

- *Pyritic Sulfur* (FeS_2) biasanya berjumlah 20 – 80 % dari total sulfur dan berasosiasi dengan abu batubara.
- *Organic Sulfur* biasanya berjumlah relatif dan bervariasi antara 20 sampai 80 % dari total sulfur. Sulfur Organik terikat secara kimia dengan substansi atau zat-zat lain.

- *Sulphate* sebagian besar terdiri dari kalsium sulfat dan besi sulfat.

2.4 Klasifikasi Batubara

Berdasarkan kualitasnya, batubara memiliki kelas (*grade*) yang secara umum diklasifikasikan menjadi empat kelas utama menurut standar ASTM (Kirk-Othmer, 1979) atau lima kelas jika dimasukkan *peat* atau gambut sebagai jenis batubara yang paling muda (Larsen, 1978). Dalam tabel disajikan kelas batubara berdasarkan sifat fisik dan sifat kimia disertai dengan kriteria berdasarkan analisis *proximate* dan nilai kalornya, juga kriteria berdasarkan *analisis ultimate* dan kandungan sulfur total serta densitasnya

Tabel 2.1. Klasifikasi Batubara Menurut (Kirk and Orthmer, 1979)

Sifat-sifat batubara yang dianalisa (adb)	Kelas Batubara			
	<i>I. Antracite</i>	<i>II. Bituminous</i>	<i>III. Subituminous</i>	<i>IV. Lignite</i>
<i>Analisa Proximat/kalor</i>				
<i>Fixed Carbon (%)</i>	≥ 86	86 – 54	53 – 56	≤ 52
<i>Volatile Matter (%)</i>	≤ 14	14 -54	53 – 56	≥ 52
<i>Mouisture (%)</i>	≤ 16	5 – 16	18 – 30	≥ 38
<i>Calorivic Value (%)</i>	7740 – 8300	7410 -8741	5990 – 7540	≤ 5250
<i>Analisa Ultimate/Density</i>				
Carbon (%)	75 – 85	65 -80	55 – 70	35 – 45

Hidrogen (%)	1,5 – 3,5	4,5 – 6	5,5 – 6,5	6 – 7,5
Oksigen (%)	5,5 – 9	4,5 – 10	15 – 30	38 – 48
Nitrogen (%)	0,5 – 1	0,5 – 2,5	0,8 – 1,5	0,6 – 1
Sulfur (%)	0,5 – 2,5	0,5 – 6	0,3 – 1,5	0,3 – 2,5
<i>Density</i> (%)	1,35 – 1,70	1,28 – 1,35	1,35 – 1,40	1,40 – 1,45

Tabel 2.2 Spesifikasi Kualitas Batubara (Larsen,1978)

Klasifikasi Batubara	Spesifikasi
<i>Peat</i>	Berwarna Coklat
	Sangat Lunak
	Batubara paling rendah mutunya
<i>Lignite</i>	Berwarna coklat mengkilap
	Kandungan dan oksigen tinggi
	Kandungan kalor rendah
<i>Sub-Bituminous</i>	Transisi antara <i>Lignite</i> dan Bituminous
	Berwarna hitam kusam
<i>Bituminous</i>	Kalor sedang
	Kualitas baik
	Lebih keras dari <i>sub-bituminous</i>
	Kadar air dan oksigen rendah
<i>Antracite</i>	Kandungan karbon cukup tinggi
	Nilai kalor tertinggi
	Kualitas paling baik

	Kandungan air dan oksigen rendah
--	----------------------------------

2.5 Pentingnya Pencucian Batubara

Pencucian batubara adalah usaha yang dilakukan untuk memperbaiki kualitas batubara, agar batubara tersebut memenuhi syarat penggunaan tertentu. Termasuk didalamnya pembersihan untuk mengurangi *impurities* anorganik. Karakteristik batubara dan *impurities* yang utama ditinjau dari segi pencucian batubara secara mekanis adalah komposisi ukuran yang disebut *size consist*, perbedaan berat jenis (*density*) dari material yang dipisahkan, kimia permukaan dan *impurities*nya serta kekerasan.

Pencucian batubara sangat diperlukan karena adanya persyaratan batubara yang diminta oleh konsumen terutama kadar abu yang ada kaitannya dengan *caloric value* dan persyaratan yang diminta adalah persyaratan mengenai sifat fisik, sifat kimia dan persyaratan ukuran batubaranya.

Operasi dasar dari *coal washing plant* adalah sebagai berikut :

- a. *size reduction*
- b. *coal separation*
- c. *sizing (screening dan classifying)*
- d. *handling stockpiling*
- e. *blending*
- f. *coal sampling*
- g. *loading in barge*

Dalam pencucian batubara, yang harus dipertimbangkan ialah metode pencucian mana yang akan diterapkan untuk mempersiapkan batubara sesuai keperluan pasar, dan apakah pencucian masih diperlukan, karena pada prinsipnya batubara dapat dijual langsung setelah ditambang. Oleh karena itu dalam memutuskan ini perlu dimasukkan juga pertimbangan komersial. Untuk menentukan kesesuaian alat yang digunakan dalam mencuci batubara syarat yang diperlukan adalah ukuran butir dari batubara yang akan dicuci, berat jenis dan kapasitas produksi yang digunakan. Alat-alat tersebut antara lain dapat dipilih *Dense Medium Separation, Concentration Table, Jig dan Flotasi*.

Pencucian batubara dilakukan karena batubara hasil penambangan bukanlah batubara yang bersih, tetapi masih banyak mengandung material pengotor. Pengotor batubara dapat berupa pengotor homogen yang terjadi di alam saat pembentukan batubara itu sendiri, yang disebut dengan *inherent impurities*, maupun pengotor yang dihasilkan dari operasi penambangan itu sendiri, yang disebut *extraneous impurities*.

Dengan demikian pencucian batubara bertujuan untuk memisahkan dari material pengotornya dalam upaya meningkatkan kualitas batubara sehingga nilai panas bertambah, kandungan abu dan kandungan air berkurang. Batubara yang terlalu banyak pengotor cenderung akan menurunkan kualitas batubara itu sendiri sehingga tidak dapat diandalkan dalam upaya penjualan ke konsumen.

Evaluasi uji kinerja proses dilakukan untuk mengetahui tingkat keberhasilan suatu proses pencucian. Ada beberapa cara yang digunakan untuk

mengevaluasi kinerja proses pada pencucian batubara yaitu dengan perolehan batubara (*yield*) dan efisiensi. Perolehan batubara adalah perbandingan berat batubara bersih dengan berat batubara umpan dan dirumuskan sebagai berikut:

$$Yield = \frac{\text{berat batubara bersih}}{\text{berat batubara umpan}} \times 100\%$$

Rumus dari Fraser dan Yansei (1923) menyatakan bahwa perolehan batubara tercuci sebagai persen perolehan dari batubara mengapung dengan kandungan abu sama yang terdapat dalam umpan dari hasil analisis berat jenis dan ditulis sebagai berikut :

$$\text{Effisiensi} = \frac{\text{yield batubara tercuci}}{\text{yield batubara mengapung dengan kadar abu sama}} \times 100$$

2.6 Metode Pencucian Batubara

Proses pencucian batubara sudah sejak lama dilakukan dalam industri untuk meningkatkan kualitas batubara dan dapat meliputi kegiatan yang luas, yaitu dimulai dari suatu kegiatan sederhana seperti peremukan (*crushing*) dan klasifikasi ukuran (*screening*) sampai pada proses yang menggunakan *reagent* kimia. Pencucian batubara sangat menonjol dalam usaha untuk mengurangi atau menghilangkan sejumlah mineral pengotor yang terkenal yaitu abu (*ash*) dan belerang dalam bentuk pirit yang ada dalam batubara kotor hasil penambangan dimana dalam beberapa hal dapat menimbulkan persoalan dalam pembakaran atau persoalan yang menyangkut lingkungan.

2.6.1 Jigging

Operasi konsentrasi yang bekerja berdasarkan gaya gravitasi yang dapat dipakai untuk operasi pencucian batubara berukuran $+0,5$ mm meliputi *jig*, spiral, dan meja goyang. Alat-alat ini bisa digunakan untuk memisahkan batubara sampai ukuran halus, tetapi, efisiensi pemisahannya akan makin kecil dengan berkurangnya ukuran partikel.

Perbedaan laju pengendapan pengotor yang densitasnya lebih besar daripada densitas batubara memungkinkan pemisahan berbagai ukuran batubara dilakukan di dalam suatu bak air (Sudarsono Arif S, 2003:135). Pemisahan berdasarkan perbedaan densitas ini dapat juga dilakukan dengan cara lain, yaitu dengan menggunakan aliran air yang bergerak secara teratur, yaitu air yang arah gerakannya diatur berubah-ubah secara periodik. Gerakan air yang dapat diatur ini misalnya gerak ke atas dan ke bawah (arah vertikal) secara bergantian, kemudian gerak air secara horizontal. Gerak air naik turun secara vertikal akan mengakibatkan terjadinya stratifikasi partikel, yaitu partikel berat akan terletak di bawah sedang partikel ringan akan di atas. Gerak air secara horizontal akan mendorong batubara bersih terpisah dari pengotornya. Gerakan air secara vertikal dan horizontal ini disebut operasi *jigging* dan alatnya adalah *jig*. Aliran air ke atas (*pulsion*) dan aliran air ke bawah (*suction*) akan membentuk sedemikian rupa sehingga pengotor akan tertarik ke bawah sedang batubara akan terdorong ke atas. Aliran air ke atas dengan kecepatan yang cukup tinggi akan membuka lapisan stratifikasi dan batubara akan terdorong ke atas. Pada aliran air ke bawah, lapisan

stratifikasi akan tertutup, pengotor akan terperangkap di dalam lapisan stratifikasi. Proses ini berlangsung berulang-ulang sehingga pengotor dapat dipisahkan dari batubara .

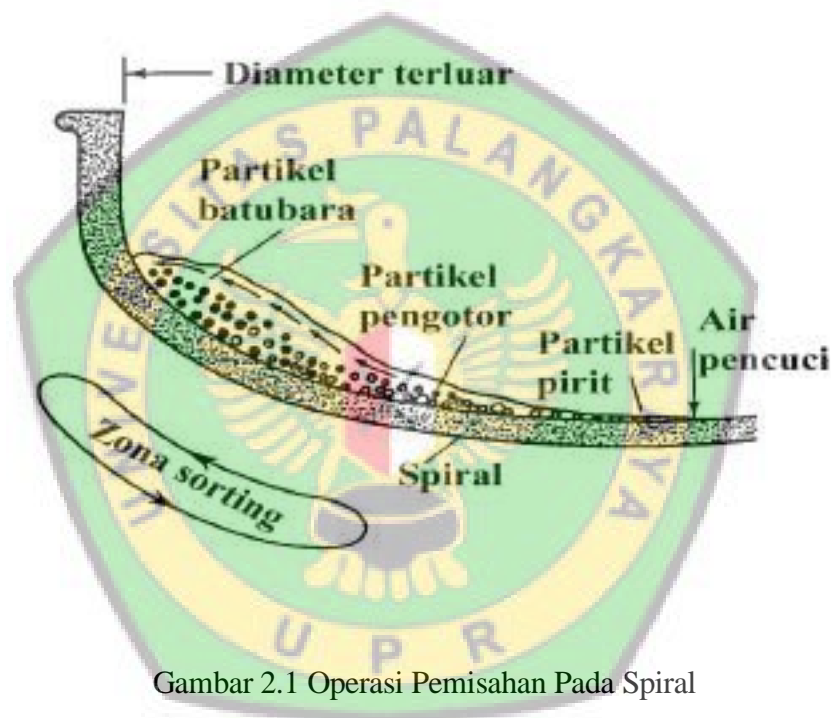
2.6.2 Spiral

Pencucian batubara halus harus mendapat pertimbangan khusus karena fraksi ini biasanya diolah tidak hanya demi kepentingan nilai ekonomi saja, tetapi memperhatikan masalah pengelolaan lingkungan juga. Karena ukurannya yang kecil maka masalah yang timbul tentu berbeda dengan masalah yang timbul pada saat mengolah batubara kasar. Pabrik pencucian batubara dituntut untuk mengolah batubara halus. Metoda penangkapan partikel batubara halus bisa dilakukan dengan spiral, atau meja goyang. Pemisahan batubara bersih dari partikel pengotor yang lebih berat dapat dilakukan dengan menggunakan metoda konsentrasi gravitasi.

Dalam mempertimbangkan perlunya mengolah batubara halus secara memuaskan harus memperhatikan juga permintaan pasar. Pembangkit listrik tenaga uap (PLTU), biasanya lebih toleran terhadap kadar abu, maka densitas *cut point* yang tinggi bisa diterapkan (artinya material *near density*-nya bisa besar), sehingga memungkinkan penggunaan sistem pencucian batubara halus dengan metoda gravitasi yang saat ini sangat baik yaitu spiral (Sudarsono Arief S, 2003:142).

Potongan melintang spiral batubara dirancang agar bisa berubah-ubah dari atas hingga ke bawah. Batubara kotor dan air diumpankan dari bagian atas

spiral, kemudian mengalir ke bawah. Sewaktu mengalir ke bawah, material berat cenderung berkumpul di bagian dalam saluran (pada radius yang lebih pendek), sedangkan partikel ringan berada di tepi sebelah luar, sehingga terjadi pengelompokan partikel berat dan partikel ringan (gambar 2.1). Kemudian partikel berat dan ringan dipisahkan oleh *splitter* yang ada di dasar spiral dan jika partikel middling diperlukan, bisa digunakan *tow splitter*.



Gambar 2.1 Operasi Pemisahan Pada Spiral

Spiral batubara dibuat dari bahan *polyurethane* dan *fiberglass*, dan memiliki 5-7 ulir dengan diameter luar sekitar 700 mm dan lebar salurannya sekitar 270 mm. Untuk meningkatkan kapasitas kerja pada areal lantai yang sama, dua buah spiral atau lebih bisa dipasang bersama-sama pada sebuah kolom. Spiral ganda seperti itu bisa dipasang pada *bank* yang terdiri dari 2,4,6 atau 8 kolom. Product box ini dilengkapi dengan *splitter* yang berguna untuk memisahkan aliran material menjadi tiga produk, yaitu batubara bersih (di

bagian paling luar), *middling* (di bagian tengah), dan pengotor (di bagian paling dalam). Pengumpanan ke masing-masing *spiral* dilakukan dari *distributor box* dengan kecepatan sekitar 1-2 ton partikel kering/jam pada kekentalan 20% hingga 40%.

a. Keuntungan Spiral

1. Biaya pengolahan material secara keseluruhan yang relatif lebih murah (biaya rendah)
2. Perawatan yang mudah
3. Memerlukan atau luasan sebagai tempat peletakan (lantai) yang relatif tidak luas.

b. Kekurangan spiral

1. Ukuran feed yang diperlukan terbatas, biasanya ukuran antara 14 sampai 400 mesh.
2. Diperlukan suplai air yang cukup atau sirkulasi air pengolahan yang digunakan pada proses pemisahan mineral sebagai *medium wash water*.

2.6.3 Dense Medium Separation

Metode *Dense Medium Separation* adalah proses pemisahan material satu dengan material lainnya berdasarkan atas cairan media berat dan umumnya tidak bereaksi langsung dengan material yang akan dipisahkan. Ada tiga macam media yang digunakan yaitu larutan garam dan air, *organic liquid* dan suspensi antara *solid* dan air. *Dense medium separation* ini dibedakan menjadi dua bagian yaitu *heavy liquid separation* dan *heavy*

media separation. Proses pemisahannya berdasarkan *sink* (tenggelam) dan *float* (mengapung).

1. Heavy Liquid Separation (HLS)

Heavy Liquid Separation adalah suatu cara pemisahan yang mendasarkan pada perbedaan density (berat jenis) material berat dan material ringan dengan menggunakan media pemisah suatu liquid yang biasanya merupakan cairan organik.

Cairan yang sering digunakan adalah :

- Tetra Bromethane ($C_2H_2Br_4$) SG = 2,96
- Ethylene Dibromide ($C_2H_2Br_2$) SG = 2,17
- Penta Chlorethane (C_2HCl_5) SG = 1,68
- Trichlorethylene (C_2HCl_3) SG = 1,46
- Calcium Cholride ($CaCl_2$) SG = 1,55

Keuntungan HLS adalah :

- a. Peralatan yang dibutuhkan relatif kecil
- b. Berat jenis dapat diperhitungkan secara tepat

$$\text{Berat Jenis (BJ) campuran} = \frac{(\text{Volume}_1 \times \text{BJ}_1) + (\text{Volume}_2 \times \text{BJ}_2)}{\text{Volume Keseluruhan}}$$

- c. Cairan dapat mudah dipisahkan dari produkta jika percobaan telah selesai
- d. Pencucian batubara menggunakan HLS akan menghasilkan produkta yang optimal.

Kerugian HLS adalah biaya pengolahannya relatif mahal.

Industri yang menggunakan HLS dalam produksinya adalah sebagai berikut :

a. *Lessing* Proses

Merupakan proses untuk memisahkan batubara dari pengotornya. Sebagai media pemisahannya adalah $CaCl_2$. Biasanya batubara yang dipisahkan dengan proses ini mempunyai ukuran 60 mesh. Hasilnya merupakan batubara yang bersih dan ringan. Pemisahannya menggunakan *elevator*.

b. *Bertrand* Proses

Dalam pemisahan ini cairan yang digunakan juga $CaCl_2$. Untuk mengurangi pemakaian dari medium ini maka dilakukan dengan cara menyemprotkan cairan dengan berat jenis dari media yang bertahap misalnya 1,05, 1,18, 1,25, 1,40 dan seterusnya ke dalam batubara yang dimasukkan ke dalam meja goyang.

Maksud disemprotkan dengan berat jenis yang berurutan adalah bila material langsung disemprotkan dengan cairan berat jenis = 1,40 maka material ini akan menyerap cairan berat ini dan lainnya akan lenih kecil dari 1,40. Padahal cairan berat jenis 1,40 lebih mahal harganya daripada cairan berat jenis 1,05 sehingga proses ini akan memakan biaya yang mahal. Sekarang ini HLS sudah tidak banyak digunakan hanya digunakan dilaboratorium saja.

c. *Du Pont* Proses

Pada *Du Pont* proses ini biasanya material tidak langsung dilakukan pemisahan dengan cairan tetapi dikerjakan dulu dalam suatu tempat yang mempunyai cairan berat jenis yang rendah. Hal ini dimaksudkan untuk mengurangi penyerapan.

Syarat yang harus dipenuhi adalah :

1. Material harus dilakukan preparasi agar tidak ada yang berukuran halus.
2. Digunakan *parting liquid* harus mempunyai kelarutan yang rendah terhadap air.
3. *Viscositas* rendah,
4. Diharapkan mempunyai tekanan uap yang rendah, stabil dan tidak mudah terbakar.
5. Tempat pemisahan harus tertutup untuk menghindari penguapan karena *parting liquid* ada yang beracun.
6. Diharapkan ada sirkulasi dari *parting liquid*. Yang dipakai *parting liquid* adalah *starch acetate* 0.01 % dan *tannic acid*.

2. *Heavy Media Separation (Heavy Medium Cyclone)*

Jenis yang paling umum untuk pencucian batubara adalah siklon media berat (*heavy medium cyclone*). Di dalam *heavy medium cyclone* umpan harus diayak terlebih dahulu untuk menghilangkan bijih yang berukuran halus. Butir halus diayak dan butir *slime* dicuci karena partikel yang halus akan menambah kekentalan dari medium. Selain itu suspensi yang

digunakan harus dapat disirkulasikan kembali. Suspensi ini terdiri dari campuran magnetite dan air.

Mekanisme *Heavy Medium Separation* :

- a. *Oversize* \pm 50 mm masuk kedalam *cone* yang berisi media dengan densitas tertentu.
- b. Pada *cone* terjadi pemisahan (*sink and float*). Secara terpisah *float* dan *sink* dialirkan ke "*drainage screen*".
- c. Material tercuci maupun material *ganggue* disemprot dengan air agar material itu terbebas dari media.
- d. Air dan media diproses kembali untuk mendapatkan densitas tertentu dengan memasukkannya kedalam *cone*.
- e. Media yang lolos saringan dikembalikan ke *cone*.

Di dalam siklon, umpan akan terbagi menjadi dua bagian yaitu *overflow* dan *underflow*. *Overflow* dikumpulkan pada sebuah tabung, yang disebut *vortex finder*, yang letaknya di tengah menembus bagian atas siklon. *Underflow* dikeluarkan melalui sebuah lubang di ujung bawah kerucut. Tempat keluarnya *underflow* ini dinamakan sebagai *apex*, *spigot*, *underflow nozzle* atau *bottom discharge nozzle*. Dalam operasi pencucian batubara, batubara bersih keluar sebagai *overflow* sedangkan pengotornya ke luar ke *apex* sebagai *underflow*.

2.7 Sifat Fisik dan Kimia Batubara

2.7.1 Sifat-sifat Fisik Batubara

Sifat fisik batubara tergantung kepada unsur kimia yang membentuk batubara tersebut, semua fisik yang dikemukakan dibawah ini mempunyai hubungan erat satu sama lain.

a. Berat Jenis (*Density*)

Berat jenis (*density*) batubara berkisar dari $1,25 \text{ kg/cm}^3$ sampai $1,70 \text{ kg/cm}^3$, pertambahannya sesuai dengan peningkatan derajat batubaranya. Tetapi berat jenis batubara turun sedikit dari lignit ($1,5 \text{ kg/cm}^3$) sampai batubara bituminous ($1,25 \text{ kg/cm}^3$), kemudian naik lagi menjadi $1,5 \text{ kg/cm}^3$ untuk antrasit ($2,2 \text{ kg/cm}^3$). Berat jenis batubara juga sangat bergantung pada jumlah dan jenis mineral kandungan abu dan juga kekompakan porositasnya.

b. Kekerasan

Kekerasan batubara berkaitan dengan struktur batubara yang ada. Keras atau lemahnya batubara juga terkandung pada komposisi dan jenis batubaranya. Uji kekerasan batubara dapat dilakukan dengan mesin *Hardgrove Grindibility Index (HGI)*. Nilai *HGI* menunjukkan nilai kekerasan batubara. Nilai *HGI* berbanding terbalik dengan kekerasan batubara. Semakin tinggi nilai *HGI*, maka batubara tersebut semakin lunak. Dan sebaliknya, jika nilai *HGI* batubara tersebut semakin rendah maka batubara tersebut semakin keras.

c. Warna

Warna batubara bervariasi mulai dari berwarna coklat pada lignit sampai warna hitam legam pada antrasit.

d. Goresan

Goresan batubara warnanya berkisar antara terang sampai coklat tua. Pada lignit, mempunyai goresan hitam keabu-abuan, batubara bitumina mempunyai warna goresan hitam, batubara antrasit mempunyai warna goresan dari coklat sampai hitam legam.

e. Pecahan

Pecahan dari batubara memperlihatkan bentuk dari potongan batubara dalam sifat memecahnya. Ini dapat pula memperlihatkan sifat dan mutu dari suatu batubara. Antrasit dan batubara sub-bitumina mempunyai pecahan konkoidal. Batubara dengan zat terbang tinggi, cenderung memecah dalam bentuk persegi, balok atau kubus.

2.7.2 Sifat-sifat Kimia Batubara

Sifat kimia dari batubara sangat berhubungan langsung dengan senyawa penyusun dari batubara tersebut, baik senyawa organik ataupun senyawa anorganik. Sifat kimia dari batubara sebagai berikut :

a. Karbon

Jumlah karbon yang terdapat dalam batubara bertambah sesuai dengan peningkatan derajat batubaranya. Kenaikan derajatnya dari 60% sampai 100%. Persentase akan lebih kecil daripada lignit dan menjadi besar pada antrasit dan hampir 100% dalam *grafit*. Unsur karbon dalam batubara sangat penting peranannya sebagai penyebab panas. Karbon

dalam batubara tidak berada dalam unsurnya tetapi dalam bentuk senyawa. Hal ini ditunjukkan dengan jumlah karbon yang besar yang dipisahkan dalam bentuk zat terbang.

b. Hidrogen

Hidrogen yang terdapat dalam batubara berangsur-angsur habis akibat evolusi metan. Kandungan hidrogen dalam lignit berkisar antara 5%, 6% dan 4.5% dalam batubara bitumina dan antrasit sekitar 3% sampai 3,5%.

c. Oksigen

Oksigen yang terdapat dalam batubara merupakan oksigen yang tidak reaktif. Sebagaimana dengan hidrogen kandungan oksigen akan berkurang selama evolusi atau pembentukan air dan karbondioksida. Kandungan oksigen dalam lignit sekitar 20% atau lebih, dalam batubara bitumina dan batubara antrasit sekitar 4% sampai 10% dan sekitar 1,5% sampai 2%.

d. Nitrogen

Nitrogen yang terdapat dalam batubara berupa senyawa organik yang terbentuk sepenuhnya dari protein bahan tanaman asalnya jumlahnya sekitar 0,55% sampai 3%. Batubara bitumina biasanya mengandung lebih banyak nitrogen daripada lignit dan antrasit.

e. Sulfur

Sulfur dalam batubara biasanya dalam jumlah yang sangat kecil dan kemungkinan berasal dari pembentuk dan diperkaya oleh bakteri

sulfur. Sulfur dalam batubara biasanya kurang dari 4%, tetapi dalam beberapa hal sulfurnya bisa mempunyai konsentrasi yang tinggi. Sulfur terdapat dalam tiga bentuk, yaitu :

✓ Sulfur Piritik (*Piritic Sulfur*)

Sulfur Piritik biasanya berjumlah sekitar 20% - 80% dari total sulfur yang terdapat dalam *makrodeposit* (lensa, urat, kekar) dan *mikrodeposit* (partikel halus yang menyebar).

✓ Sulfur Organik biasanya berjumlah sekitar 20% - 80% dari total sulfur, biasanya berasosiasi dengan konsentrasi sulfat selama pertumbuhan endapan.

✓ Sulfat Sulfur terutama berupa kalsium dan besi, jumlahnya relatif kecil dari seluruh jumlah sulfurnya.

2.8 Preparasi Batubara

Tujuan utama preparasi batubara adalah meningkatkan kualitas batubara agar siap jual, di antaranya menyiapkan kondisi batubara sesuai dengan keinginan pengguna, misal menyesuaikan ukuran butir, membuat agar batubara lebih homogen, mengurangi kadar sulfur, mengurangi kadar abu.

Keberhasilan operasi pencucian batubara sangat tergantung pada ukuran butiran pengotor yang harus dipisahkan dari batubara, karena itu sebelum menentukan jenis operasi yang akan dipakai, harus dilakukan pengamatan ukuran butiran pengotor yang terdapat di dalam batubara untuk mengetahui derajat liberasinya. Pada Gambar 2.2 ditunjukkan ilustrasi

pemahaman derajat liberasi. Derajat liberasi sangat tergantung pada ukuran mineral yang akan dibebaskan, apabila ukuran mineralnya terlalu kecil dan tersebar merata, maka operasi kominusi harus dilakukan sampai ukuran yang relatif kecil, akibatnya biaya akan meningkat. Agar butiran mineral matter dapat dibebaskan dari batubara maka diperlukan usaha untuk memperkecil ukuran batubara. Proses untuk memperkecil material umumnya disebut kominusi (*comminution*).

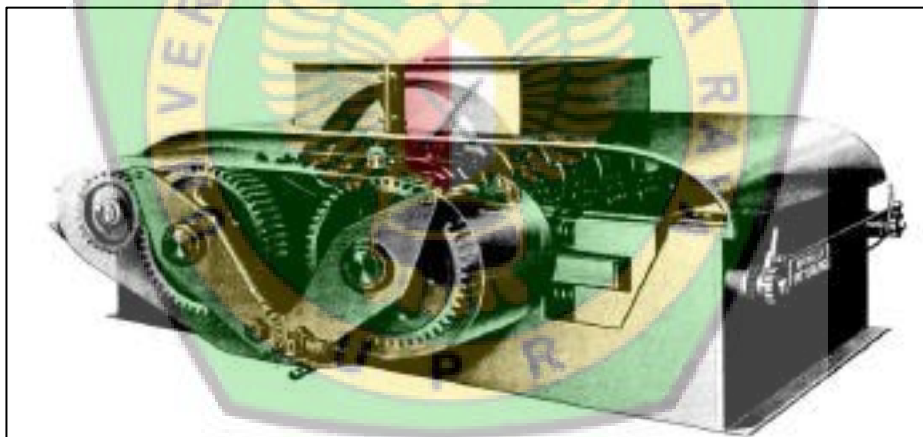


Gambar 2.2 Ilustrasi Derajat Liberasi

2.8.1 Operasi Kominusi Untuk Preparasi Batubara

Operasi pengecilan ukuran pada pabrik pencucian batubara bertujuan pertama untuk menyesuaikan ukuran partikel batubara dengan ukuran yang dapat diterima oleh operasi pencucian, kedua agar ukuran partikel batubara sesuai dengan permintaan pasar. Operasi pengecilan ukuran harus dilakukan secara bertahap, karena tidak mungkin atau sampai saat ini belum ada alat yang dapat memperkecil ukuran batuan yang semula berukuran 50 cm menjadi langsung berukuran 1 cm dalam satu kali peremukan. Apabila

material yang datang dari tambang berukuran katakanlah 50 cm, maka pada tahap pertama harus dilakukan pengecilan ukuran menjadi misalnya 10 cm, kemudian pada tahap kedua dilakukan pengecilan ukuran menjadi 2 cm. Tahap selanjutnya adalah memperkecil ukuran butiran batubara sampai diperoleh derajat liberasi pengotor yang diinginkan. Dalam melaksanakan tahap kominusi, pengecilan ukuran harus dilakukan sampai pada ukuran yang diperlukan saja, tanpa harus memperkecil sehingga menjadi terlalu halus, karena akan menambah biaya tahap kominusi yang umumnya relatif mahal (Sudarsono Arief S, 2003:90).



Gambar 2.3. Peremuk *Roller Bergigi Ganda*

2.8.2 Operasi Pengayakan Pada Pencucian Batubara

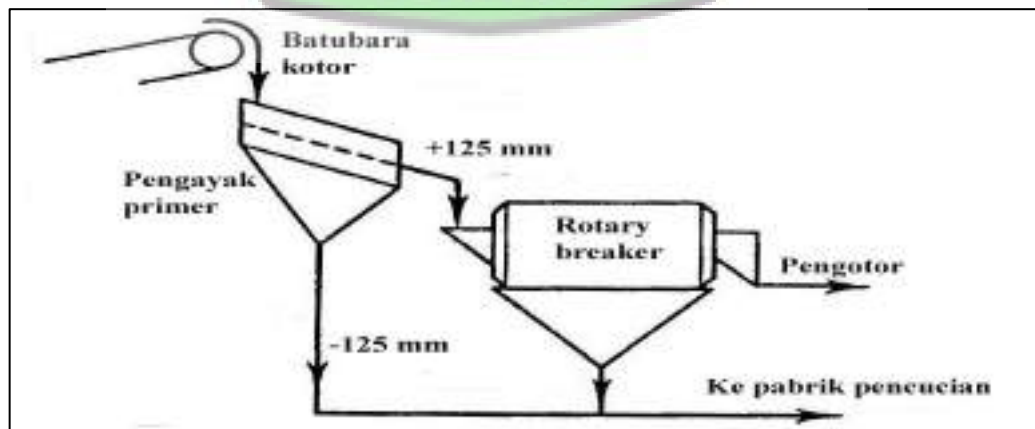
Batubara kotor yang diumpankan ke pabrik pencucian terdiri dari berbagai ukuran. Operasi alat pencucian akan sangat baik bila selang ukuran partikel terbesar dan terkecil relatif pendek, karenanya sebelum dilakukan pencucian harus dilakukan operasi pengayakan agar partikel dapat dikelompokkan berdasarkan ukurannya. Kegiatan pengelompokkan ke dalam

kelompok-kelompok ukuran dilakukan baik sebelum, selama, atau sesudah operasi pemisahan menjadi batubara bersih dan pengotor. Pengelompokan batubara kasar dilakukan dengan cara mengayak, sedang pemisahan partikel halus harus dilakukan di dalam suatu media (air).

A. Pengayak Primer

Pengayak primer dipakai pada awal proses untuk menyiapkan batubara kotor agar ukuran partikelnya sesuai dengan syarat operasi pencucian. Hasil yang diperoleh adalah kelompok batubara dengan berbagai fraksi ukuran misalnya:

- fraksi + 125 mm untuk operasi kominusi
- fraksi - 125 mm untuk *jig*
- fraksi -125 mm + 6 mm untuk *dense medium bath*
- fraksi - 50 mm + 0,5 mm untuk *dense medium cyclone*
- fraksi - 50 mm untuk sistem *water washing cyclone*
- fraksi - 0,5 mm atau - 0,25 mm untuk *flotasi*

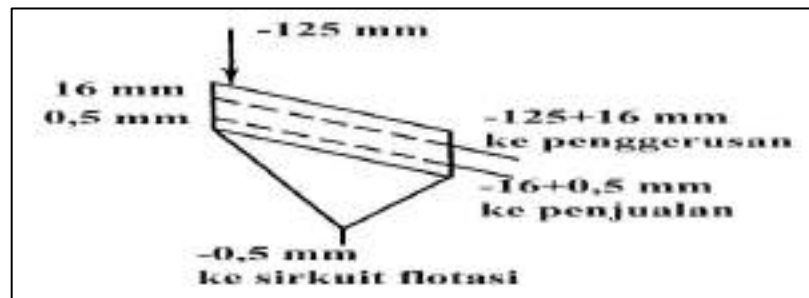


Gambar 2.4 Penempatan Pengayak Primer

Pengelompokkan ukuran partikel terhadap alat konsentrasi yang diberikan di atas hanyalah panduan umum saja, karena penentuan alat yang akan dipakai harus ditentukan dari uji ketercucian batubara, dan kebutuhan pasar. Ukuran partikel terbesar bisa 150 mm atau 75 mm; sedangkan ukuran terkecilnya mungkin 30 mm. Siklon media *dense* sering juga dipakai untuk partikel dengan ukuran terbesar 40 mm dan yang terkecil sekitar 6 mm.

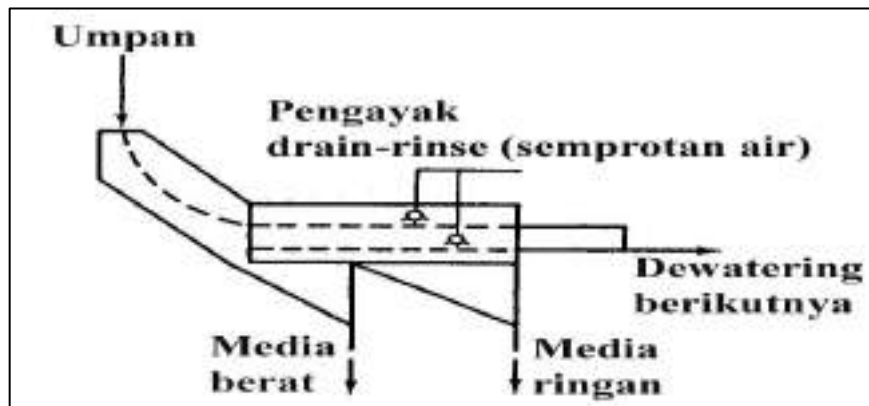
B. Pengayak Sekunder

Pengayak sekunder biasanya dipakai untuk mengayak material di antara dua bagian tertentu dan jika pemisahan *middling* diperlukan. Sebagai contoh misalnya (Gambar 2.15) dari umpan batubara yang berukuran -125 mm, produk batubaranya diayak dengan pengayak 16 mm dan 0,5 mm. Fraksi -16+0,5 mm langsung dialirkan ke *centrifuge* untuk dikurangi kadar airnya. Sedangkan fraksi -125+16 mm digerus kembali hingga ukurannya menjadi -50 mm kemudian dicampur kembali dengan produk yang sudah siap dipasarkan. Tetapi, bila diperlukan, fraksi yang berukuran -125 mm +16 mm ini bisa dicuci kembali di dalam *dense medium bath* untuk memisahkan fraksi batubara bersihnya dari *middling*. Batubara bersih dari *dense medium bath* disatukan dengan produk bersih lainnya yang siap jual, sedang *middling* menjadi bahan buangan dari *dense medium bath*. Material yang berukuran di bawah 0,5 mm masuk ke sirkuit flotasi.



Gambar 2.5 Penempatan Pengayak Sekunder

1. Pengayak untuk pengurangan kadar lengas dan mengambil kembali medium berat. Batubara yang telah lolos melalui *jig* dipastikan mengandung banyak lengas. Pengurangan kadar lengas dilakukan dengan memakai pengayak *dewatering*.
2. Pengayak *dewatering* bisa berbentuk pengayak statis atau getar. Kadang-kadang dipakai kedua jenis pengayak tersebut dengan menempatkan sebuah *sieve bend* atau *cross flow* pengayak yang statis sebelum pengayak *dewatering* getar. Apabila dipakai pengayak *dewatering* getar dua tingkat, pengayak yang di atas akan mengeluarkan partikel kasar dan pengayak di bawahnya akan dapat melakukan pengurangan kadar lengas. Pengurangan kadar lengas ini menjadi lebih efisien karena jumlah batubara yang diproses lebih sedikit. Proses pengurangan kadar lengas ini biasanya dilakukan dengan memakai *wedge wire deck* yang sisi-sisinya berjarak 0,5 mm atau 1 mm. Pengayak di bagian atas dapat pula dipakai untuk memisahkan partikel kasar untuk digerus kembali.



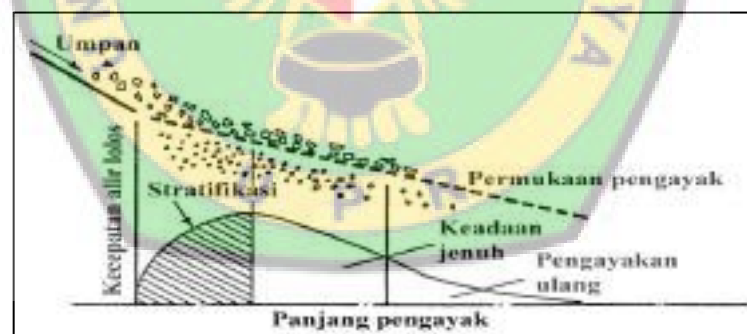
Gambar 2.6 Pengayak *Dewatering* dan *Dense Medium Recovery*

Sistem pencucian yang memakai suspensi *media dense* biasanya menggunakan magnetit halus, agar diperoleh densitas relatif media pemisah sesuai dengan yang diinginkan. Seperti halnya dalam uji endap-apung, batubara bersih diapungkan dan bahan pengotornya akan mengendap. Sebagian magnetit akan terbawa baik di dalam batubara bersih maupun di dalam pengotornya, karena itu magnetit harus diambil kembali. Pengambilan kembali magnetit ini dilakukan dengan memakai pengayak *deck wedge wire*; caranya sama dengan pemakaian pengayak *dewatering* tetapi digunakan semprotan air untuk membilas sebanyak mungkin magnetit dari permukaan partikel batubara (atau permukaan pengotor).

3. Pengayak *desliming* dipakai untuk mengeluarkan *slime*, yaitu partikel pengotor yang sangat halus dan kemungkinan besar adalah tanah liat berukuran lebih kecil dari 0,5 mm biasanya dilakukan pada awal sirkuit flotasi. Gerakan partikel di sepanjang permukaan pengayak dan getaran pengayak menyebabkan batubara seolah-olah mengalir di dalam air. Partikel kecil akan turun ke bawah di sela-sela partikel besar sampai di

permukaan pengayak. Proses ini disebut *stratifikasi* yang merupakan dasar operasi pengayakan. Jika ukuran partikel lebih kecil dari lubang pengayak, partikel akan lolos. Proses dasar lainnya adalah probabilitas partikel, yang menyebabkan partikel bergerak turun ke dasar dan lolos melalui lubang pengayak. Partikel yang ukurannya lebih besar dari ukuran lubang pengayak tidak akan lolos lubang pengayak.

Pada Gambar 2.7 ditunjukkan proses stratifikasi partikel yang lolos. Di bawah pengayak digambarkan grafik yang menunjukkan kecepatan aliran partikel yang lolos di sepanjang pengayak. Pada mulanya partikel kecil akan lolos dari lubang pengayak dengan kecepatan tertinggi. Kecepatan ini kemudian akan menurun dengan bertambahnya jarak di sepanjang pengayak (Sudarsono Arief S, 2003:100).



Gambar 2.7. Stratifikasi dan Pemisahan di Pengayak

2.9 Pengambilan Sampel Batubara Produksi

Tahap pengambilan sampel batubara produksi terbagi menjadi dua

1. Skema pengambilan sampel (sampling sheme) yang merujuk pada beberapa banyak satu lot dapat dibagi menjadi menjadi sampling unit dan berapa

banyak *increment* harus diambil untuk setiap sampling unitnya sehingga dicapai presisi yang diinginkan.

2. Sistem pengambilan sampel (*sampling system*) merupakan implementasi dari pengambilan sampel, apakah dilakukan secara manual atau mekanis.

2.9.1 Skema Pengambilan Sampel

Skema pengambilan sampel atau perencanaan pengambilan sample umumnya telah ditentukan sebelum pengambilan sampel dilakukan. Untuk mengambil satu *lot* batu bara, misalnya satu pengiriman, satu vessel, atau satu tongkang, kita membagi *lot* tersebut menjadi beberapa sampling unit. Dari satu sampling unit diambil beberapa *increment* dan kemudian disatukan membentuk satu gross sample. Apabila pengiriman hanya terdiri atas satu tongkang, maka dalam hal ini sampling unit sama dengan *lot*.

Banyaknya *increment* yang harus diambil dan cara-cara menggabungkan *increment* sehingga terbentuk sampel atau subsample, akan ditentukan oleh presisi yang diperlukan untuk menetapkan karakteristik kualitas dari *lot* dan oleh bervariasinya batubara yang akan diuji. Presisi yang dianjurkan oleh satandar ASTM adalah $\pm 1/10$ kali kandungan *ash* (kering) untuk *general purpose sampling* batubara yang telah diketahui ukuran butirannya (partikel) dan keadaan preparasinya (masih kasar atau telah dicuci). Untuk batubara kasar berukuran *top size* 50 mm, jumlah minimal *increment* untuk *lot* 1.000 ton adalah 35, sedangkan untuk batubara yang telah mengalami pencucian jumlah itu lebih kecil lagi, yakni 15 (lihat tabel 2.3).

Tabel 2.3 Jumlah dan berat *increment* dalam prosedur *general purpose sampling* untuk cargo 1000 ton ke bawah

Top Size	16 mm	50 mm	150 mm
Batubara yang telah bersih			
Jumlah minimal <i>increment</i>	15	15	15
Berat minimal satu <i>increment</i>	1 kg	3 kg	7 kg
Batubara yang masih kasar			
Jumlah minimal <i>increment</i>	35	35	35
Berat minimal satu <i>increment</i>	1 kg	3 kg	7 kg

Untuk *lot* yang lebih besar dari 1.000 ton dan hanya diperlukan satu *gross sample* digunakan rumus :

$$N_2 = N_1 \sqrt{\frac{\text{tonase lot total (ton)}}{1000 \text{ ton}}}$$

Dimana : N_1 = jumlah *increment* seperti tertera dalam Tabel 2.3

N_2 = jumlah *increment* yang diperlukan

2.9.2 Menetapkan Sistem Pengambilan Sampel

Suatu sistem pengambilan sampel mengacu pada pelaksanaan pengambilan sampel, apakah akan dilakukan secara manual atau secara mekanis karena kedua cara ini berbeda.

a. Pengambilan sampel secara manual

Prosedur untuk menetapkan system pengambilan sampel secara manual sebagai berikut:

1. Tentukan nominal *top size* dari batu bara yang akan diambil sampelnya.
2. Hitung berat minimal dari satu *increment*
3. Pilih peralatan pengambilan sampel secara manual yang cocok
4. Kumpulkan *increment* pada interval pengambilan sampel yang diperlukan dan jika perlu dibentuk beberapa subsample atau satu gross sample

b. Pengambilan sampel secara mekanis

Prosedur untuk menetapkan suatu system pengambilan sampel secara mekanis sebagai berikut:

1. Pastikan kecepatan alir maksimal, minimal, dan rata-rata dari batu bara yang akan diambil sampelnya
2. Tentukan nominal top size dari batu bara
3. Tentukan luas lubang pemotong (*cutter aperture*) *primary sampler* dan pilih kecepatan pemotong yang cocok
4. Hitung berat *increment primer* dari aliran batu bara maksimal dan minimal untuk menentukan apakah *mass* basis sampling diperlukan. Periksa apakah berat yang diperoleh pada kecepatan minimal melampaui berat minimal suatu *increment*
5. Tetapkan apakah akan menggunakan *mass* basis sampling atau *time* basis sampling, dan apakah diperlukan random stratified sampling

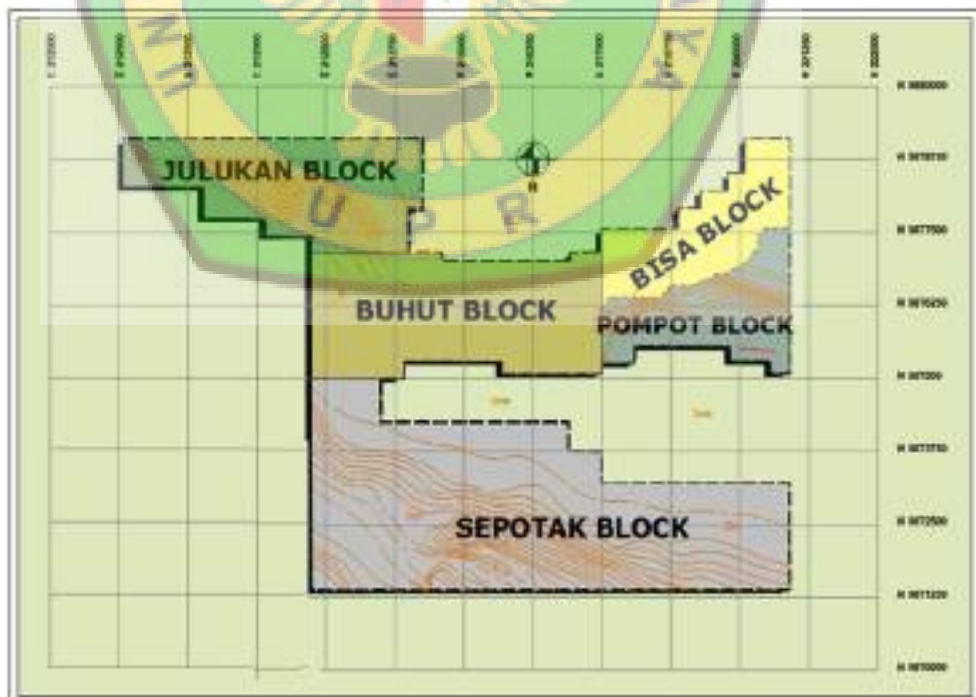
6. Dengan menggunakan berat *increment primer* maksimal dan interval waktu minimal saat pengambilan *increment primer* pada kecepatan alir yang maksimal, tentukan perlu tidaknya suatu pemotongan sekunder (*secondary cutter*) sebelum langkah pengerusan. Hal ini berkaitan dengan kapasitas muat dari pengerusan yang akan diajukan untuk sistem tersebut.



BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Gambaran Umum Wilayah Penelitian

PT. TOP (Telen Orbit Prima) *Jobsite* Buhut Jaya yang berdiri pada 11 Februari 2008, merupakan owner pertambangan nasional yang memiliki izin eksploitasi seluas 4,897 ha yang berlaku selama 30 tahun (sampai tahun 2037). Lahan tersebut terdiri atas 5 blok; hingga sekarang sudah 3 blok yang telah dieksplorasi (blok Buhut, Bisa, & Pompot). Studi Kelayakan Penambangan Batubara PT. Telen Orbit Prima *Jobsite* Buhut Jaya Kecamatan Kapuas Tengah, Kabupaten Kapuas, Propinsi Kalimantan Tengah. Disetujui tanggal 9 November 2011, No. 271/PU/DPE/2011 dengan kapasitas produksi 3.9 Juta Mton pertahun.



Gambar 3.1. Blok Prospek PT Telen Orbit Prima

3.1.1 Lokasi Daerah Penelitian

Secara administratif areal Ijin Usaha Pertambangan PT. Telen Orbit Prima berada di wilayah Kecamatan Kapuas Tengah, Kabupaten Kapuas, Propinsi Kalimantan Tengah. Sedangkan secara geografis terletak pada koordinat sebagai berikut:

Tabel 3.1 Koordinat Wilayah IUP PT. Telen Orbit Prima

No	Garis Bujur (BT)			Garis Lintang (LS)		
	°	'	"	°	'	"
1	114	29	29.00	01	05	34.28
2	114	29	05.88	01	05	34.28
3	114	29	05.88	01	05	53.45
4	114	28	56.16	01	05	53.45
5	114	28	56.16	01	06	03.21
6	114	28	40.00	01	06	03.21
7	114	28	40.00	01	06	12.94
8	114	28	27.05	01	06	12.94
9	114	28	27.05	01	06	24.32
10	114	27	41.78	01	06	24.32
11	114	27	41.78	01	06	37.28
12	114	27	24.00	01	06	37.28
13	114	27	24.00	01	06	42.17
14	114	26	08.03	01	06	42.17
15	114	26	08.30	01	06	37.23
16	114	25	48.64	01	06	37.23
17	114	25	48.64	01	06	12.80
18	114	25	56.74	01	05	12.80
19	114	25	56.74	01	05	34.09
20	114	23	00.61	01	06	34.09
21	114	23	00.61	01	06	0.00
22	114	23	49.07	01	06	0.00
23	114	23	49.07	01	06	17.57
24	114	24	24.60	01	06	17.57

25	114	24	24.60	01	06	27.37
26	114	24	52.08	01	06	27.37
27	114	24	52.08	01	09	45.06
28	114	29	29.00	01	06	45.06
29	114	29	29.00	01	08	45.93
30	114	27	41.67	01	08	45.93
31	114	27	41.67	01	08	27.93
32	114	27	22.29	01	08	27.93
33	114	27	22.29	01	08	11.64
34	114	25	32.40	01	08	11.64
35	114	25	32.40	01	07	47.15
36	114	25	45.54	01	07	47.15
37	114	25	45.54	01	07	37.40
38	114	26	43.54	01	07	37.40
39	114	26	43.54	01	07	44.58
40	114	27	41.72	01	07	44.58
41	114	27	41.72	01	07	39.12
42	114	28	01.12	01	07	39.12
43	114	28	01.12	01	07	29.39
44	114	28	57.21	01	07	29.39
45	114	28	57.21	01	07	37.57
46	114	29	02.06	01	07	37.57
47	114	29	02.06	01	07	44.56
48	114	29	29.00	01	07	44.56

Sumber : Surat Keputusan Bupati Kapuas Nomor. 921 Tahun 2007 (Koordinat KP Eksploitasi)

3.1.2 Kesampaian Daerah Penelitian

Daerah penyelidikan terletak di wilayah Desa Buhut dan sekitarnya berada \pm 67 km kearah baratdaya Kota Muara Teweh atau \pm 450 km ke arah utara Kota Banjarmasin dan \pm 223 km ke arah timurlaut Palangka Raya. Secara administratif termasuk dalam wilayah Kecamatan Kapuas Tengah, Kabupaten Kapuas, Provinsi Kalimantan Tengah. Kesampaian

daerah (lampiran) dapat dicapai dengan route sebagai berikut dengan 3 alternatif rute, yaitu:

a. Alternatif 1

Melalui jalan darat dengan menggunakan kendaraan roda empat dengan rute Banjarmasin – Kuala Kapuas – Palangkaraya – Pujon – Buhut ($\pm 11,5$ jam)

b. Alternatif 2

Melalui jalan darat dengan menggunakan kendaraan roda empat dengan rute Palangka Raya-Buntok-Muara Teweh ± 8 jam. Kemudian dari Muara Teweh – Paring Lahung ± 1 jam menggunakan transportasi air (*speed boat*). Dilanjutkan dari Paring Lahung – Buhut ± 45 menit menggunakan kendaraan roda empat.

a. Alternatif 3

Menggunakan jalan darat dengan kendaraan roda empat dari Palangka Raya – Bukit Rawi – Timpah – Buhut ± 6 jam.

3.1.3 Keadaan Iklim dan Curah Hujan

Lokasi penambangan batubara PT. Telen Orbit Prima beriklim tropis dengan suhu rata-rata 30° - 35° C. Terjadi 2 kali pergantian musim, yaitu musim penghujan dan musim kemarau. Perubahan cuaca ekstrim yang sering terjadi juga berpengaruh dalam pelaksanaan kegiatan penambangan. Keberadaan musim penghujan memiliki pengaruh negatif yang harus diwaspadai, dikarenakan pada saat musim penghujan akan terjadi penambahan debit air sump dan kehilangan jam kerja harian.

Tabel 3.2 Tabel Curah Hujan Tahun 2010 – Maret 2018

Rain Fall Max (mm)												
Tahun	Jan	Feb	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agust	Sept	Okt	Nov	Des
2010	56	97.3	132.4	76.7	92	25.2	152.6	81.7	35.1	49.6	83.4	85.4
2011	58.1	110	100	75	130	39.5	100	84	100	71	81.4	34
2012	47	75	75.5	72.6	27.6	26	83	28	83	26.9	63	68
2013	50	78	69	110	140	112	90	25	132	100	65	54
2014	47	90	95	98	149	130	164	180	60	46	32.4	120
2015	82	445	112									
2017							37	102	120	44.5	103.3	54
2018	51	70	78									

Sumber : *Monitoring Control* PT. Pamapersada Nusantara DistrikTOPB, 2015
& *Operation and Engineering Department* PT. Telen Orbit Prima, 2018

3.1.4 Flora dan Fauna

Jenis flora yang masih tumbuh tersisa di daerah penyelidikan antara lain : meranti ulin, punsi, rotan dan berbagai jenis perdu serta semak belukar. Sedangkan, jenis fauna yang dijumpai antara lain : ular, biawak, babi hutan, rusa, kancil, kera serta berbagai jenis burung dan ikan air tawar (sumber: studi kelayakan PT TOP tahun 2006).

3.1.5 Sosial dan Kependudukan

Penduduk di Kecamatan Kapuas Tengah, khususnya diwilayah Desa Buhut dan sekitarnya umumnya terdiri dari Suku Dayak Kapuas, Suku Banjar dan Jawa serta beberapa suku lainnya adalah merupakan pendatang,

khususnya Suku Jawa yang berdiam di sana pada umumnya mengikuti program transmigrasi.

Suku Dayak Kapuas, sebagian dari mereka telah memeluk agama Kristen dan Islam, sebagian lainnya masih memeluk agama asal (tradisi) Kaharingan. Para pendatang (Suku Banjar, Jawa, dan lain-lain.) umumnya beragama Islam. Kehidupan antar umat beragama terlihat baik, begitu pula dengan sarana peribadatan yang telah tersedia. Mata pencaharian penduduk setempat umumnya berladang, berdagang dan sebagian bekerja di Perusahaan. Jumlah rumah tangga yang ada di desa Buhut jaya sebanyak \pm 300 kepala keluarga (sumber : Studi kelayakan PT TOP)

3.1.6 Profil Perusahaan dan Laboratorium Batubara PT Telen Orbit Prima

A. Profil perusahaan PT Telen Orbit Prima

Dalam Struktur Organisasi PT Telen Orbit Prima selaku pemegang Ijin Usaha Pertambangan no. 531/Distamben/tahun 2009 memiliki perusahaan rekanan, yaitu :

- PT. Pamapersada Nusantara : Kontraktor Tambang
- PT. Satria Alam Manunggal : Kontraktor Hauling
- PT. United Tractors : Sparepart & maintenance Unit A2B
- PT. Singosari Karunia Sejahtera : Sub-kon Hauling
- PT. Bandang Mining Coal : Sub-kon Alat Berat dan Hauling
- PT. Bluepac Services : Jasa Security

Departemen Di PT. Telen Orbit Prima :

- **CHQP** (*CPP, Hauling, Quality dan Laboratorium, Port*)
 - *CPP (Coal Processing Plant)* :Tempat proses crushing dan washing untuk memproduksi batubara.
 - *Hauling* : Proses pengiriman batubara dari Stockpile CPP ke paringlahung.
 - *Quality & Laboratorium* : Memastikan dan mengontrol kualitas batubara yang dihasilkan agar sesuai standar yang ditetapkan. Melakukan analisa terhadap batubara yang sudah maupun belum diproses.
 - *Port* : Proses pengiriman barging batubara dari Paring Lahung atau Teluk Timbau hingga ke costumer.
- **HCGS** (*Human Capital General Service Accounting & Finance*).
 - Pengelolaan Mess, Fasilitas Karyawan dan Pembayaran.
- **SHE** (*Safety, Health & Environment*)
 - Pengelolaan Keselamatan Dan Kesehatan Kerja
- **CDER** (*Comunity Development External Relation*)
 - Pemberdayaan Hubungan masyarakat.
- **OPRENG** (*Operation & Engineering*)
 - Melakukan perencanaan tambang, reklamasi tambang.
 - Pengawasan dan evaluasi operasional
 - Pengendalian kualitas bahan galian dan recovery tambang
 - Tahap eksplorasi dan pengambilan contoh batuan
 - Pemantauan progress kemajuan tambang,

- menghitung volume survey (OB dan Coal) operation.
- Memastikan plant dari GMP terlaksana.

B. Profil Laboratorium Batubara PT Telen Orbit Prima

Laboratorium Batubara PT Telen Orbit Prima berdiri pada bulan Juli 2013, merupakan salah satu unit kerja yang tergabung dalam *Quality Assurance* di bawah *Coal Processing Plant Department*. Sesuai dengan tugas *Quality Assurance*, Laboratorium Batubara PT. Telen Orbit Prima memberikan layanan yang berhubungan dengan kontrol kualitas produksi batubara. PT. Telen Orbit Prima dan *Costumer* lainnya yang tergabung dalam *Turangga Resources Group*, antara lain :

- PT. Suprabari Mapanindo Mineral
- PT. Asmin Bara Bronang (Support Rapid & Composite Washing Plant)
- PT. Kalimantan Prima Nusantara (Support Rapid & Composite Washing Plant)

Laboratorium PT. Telen Orbit Prima memiliki Visi dan Misi, yaitu :

Visi : Menjadi Unit Handal dalam Bisnis dan Expert dalam Quality

Misi : Menjadi unit yang memberikan keuntungan bisnis signifikan bagi group serta berkontribusi kepada group dengan menjaga kestabilan ekonomi, sosial, dan lingkungan

3.2 Kondisi Geologi

3.2.1 Kondisi Geologi Regional

A. Fisiografi

Fisiografi daerah penelitian Lembar Buntok menunjukkan wilayah bagian utara merupakan daerah perbukitan dengan ketinggian antara 100-500 meter dari permukaan air laut dan mempunyai tingkat kemiringan antara 8-15 derajat dan merupakan daerah perbukitan/pegunungan dengan kemiringan \pm 15-25 derajat. Bagian selatan terdiri dari pantai dan rawa-rawa dengan ketinggian antara 0-5 meter dari permukaan air laut yang mempunyai elevasi 0-8% serta dipengaruhi oleh pasang surut.

B. Stratigrafi

Berikut formasi batuan penyusun dari peta Geologi Lembar Buntok, Kalimantan Tengah.

– ALUVIUM (*Qa*)

Formasi Aluvium terdiri atas lumpur kelabu – hitam, lempung bersisipan limonit dan gambut, pasir, kerikil, kerakal dan bongkahan batuan yang lebih tua. Merupakan hasil endapan sungai atau dataran banjir. Tebalnya mencapai 10meter.

– FORMASI DAHOR (*TQd*)

Formasi Dahor terdiri atas batupasir kurang padat sampai lepas, bersisipan batulanau, serpih, lignit dan limonit. Terendapkan dalam lingkungan peralihan dengan tebal mencapai 300 meter. Umurnya diduga Plio – Plistosen. Formasi ini tidak selaras di atas formasi – formasi

dibawahnya dan umumnya berada pada morfologi dataran rendah yang kadang – kadang sulit dibedakan dengan endapan permukaan.

– **FORMASI WARUKIN (*Tmw*)**

Formasi Warukin terdiri atas batupasir kasar– sedang, sebagian konglomeratan, bersisipan batulanau dan serpih, setengah padat, berlapis dan berstruktur perairan silang–silur dan lapisan bersusun. Struktur lipatan terbuka dengan kemiringan lapisan sekitar 10^0 . Formasi ini berumur Miosen Tengah–Miosen Atas dengan tebal mencapai 500 meter dan terendapkan di daerah transisi. Formasi warukin berada selaras di atas Formasi Berai dan Montalat. Sesuai dengan sifat fisiknya formasi ini menempati daerah morfologi dataran bergelombang landai.

– **FORMASI BERAI (*Tomb*)**

Formasi Berai terdiri atas batugamping berlapis dengan batulempung, napal dan batubara, sebagian tersilikakan dan mengandung limonit. Batugamping berfosil foram besar diantaranya, *spiroclypeous* sp., *Lepidocyclina* sp., *Borelis* sp., *Cycloclypeous* sp., *Nummulitas fichtelli* (Michelotti), *Lepidocyclina* (Eulepidina) *ephipiodes* JONES & CHAPMAN, *Operculina* sp., *Spiroclypeous tidoengis* VAN DER VLERK, *Heterostegina* sp., dan *Amphistegina* sp., yang menunjukkan umur Oligosen Tengah-Oligosen Akhir. Disamping itu juga berfosil foram bentos. Formasi ini diendapkan di laut dangkal dengan tebal mencapai 1250 meter serta menempati morfologi perbukitan karst.

– **FORMASI MONTALAT (*Tomm*)**

Formasi Montalat terdiri atas batupasir kuarsa putih berstruktur silang silur, sebagian gampingan, bersisipan batulanau/serpih atau batubara. Mengandung fosil *Globigerina venezuelana* HEDBERG, *Globigerina atripartite* KOCH, *Globigerina selli* (BORSETTI), *Globigerina praebulloides* BLOW, *Globigerina angustiumbilitata* BOLLI, *Globorotaliana* BOLLI dan *Casigerinella chipolensis* (CUSHMAN & POTTON), yang berumur Oligosen. Diendapkan dilaut dangkal terbuka dengan ketebalan mencapai 1400 meter. Formasi ini menjemari dengan Formasi Berai dan selaras di atas Formasi Tanjung, jenis perlipatan mirip dengan Formasi Tanjung tetapi sedikit lebih terbuka. Sebarannya menempati morfologi perbukitan.

– **FORMASI TANJUNG (*Tet*)**

Formasi Tanjung merupakan bagian bawah perselingan antara batupasir, serpih, batulanau dan konglomerat, sebagian bersifat gampingan. Konglomerat disusun oleh kuarsa, feldspar, granit, sekis, gabbro dan basal. Di dalam batupasir kuarsa dijumpai glaukonit. Bagian atas formasi disusun oleh perselingan batupasir kuarsa bermika, batulanau, batugamping dan batubara. Batulanau menganung fosil foram plankton yaitu : *Globigerina tripartita* KOCH, *Globigerina ochitaensis* HOWE&WALLACE, *Globigerina* sp, dan *Globorotalia* sp., yang menunjukkan umur Eosen-Oligosen. Sedangkan batugamping mengandung fosil foram besar diantaranya *Operculina* sp.,

Discocyclina sp., dan *Biplanispira* yang berumur Eosen Akhir. Formasi ini tidak selaras diatas batuan mesozoikum, terlipat hampir utara – selatan dengan kemiringan lapisan umumnya 20° serta mempunyai tebal sekitar 1300 meter. Tersebar di daerah perbukitan.

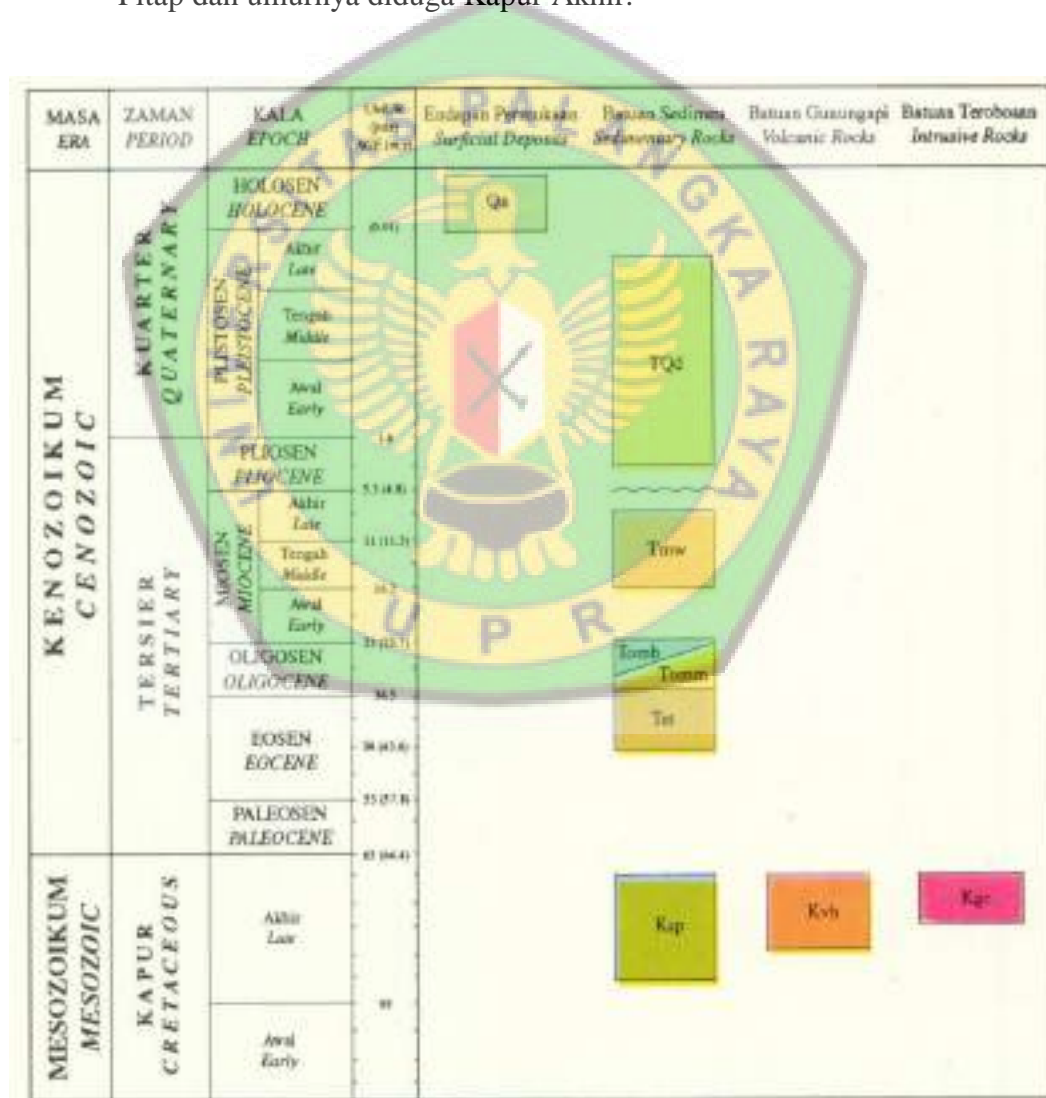
- *Ksp* Batuan sedimen dan vulkanik tak terpisahkan yang tersusun berlapis. Batuan sedimen terdiri atas batulanau kelabu tua, batugamping kristalin kelabu tua, batupasir halus kelabu, serpih merah dan serpih napalan. Tebal lapisan antara 20 – 300 cm, sebagian terlipat. Batuan vulkanik terdiri atas andesit, basal dan ampibolit. Andesit dan basal berupa leleran berwarna kelabu hijau, berubah menjadi mineral lempung, kalsit ataupun klorit, berpiroksin dan porfiritik. Basal bertekstur pilotaksit dan amygdaloidal. Ampibolit pecah – pecah berupa lensa di dalam basal, tebal mencapai 40 cm. Unit ini menempati daerah morfologi perbukitan tinggi. Ketebalan mencapai 100 meter. Untuk keperluan praktis dan kesinambungan dengan lembar sekitarnya, unit ini dibandingkan dengan Formasi Pitap yang berumur Kapur Akhir.

- **BATUAN VULKANI KASALE (*Kvh*)**

Batuan Vulkanik Kasale berupa retas, sumbat, stocks yang umumnya terdiri atas basal piroksin kelabu hijau, porfiritik sampai pilotaksit. Sebagian besar berubah membentuk mineral lempung, klorit dan kalsit. Unit ini mencapai tebal 50 meter dan menempati daerah morfologi perbukitan tinggi serta dikorelasikan dengan Formasi Haruyan yang berumur Kapur Atas.

– GRANIT KAPUR (*Kgr*)

Granit Kapur berupa granit biotit berwarna kelabu muda, sebagian terkekarkan. Singkapannya berasosiasi dengan Formasi Pitap dan Haruyan dan tersebar di daerah morfologi berbukitan tinggi. Variasi batuan ini antara lain granodiorite biotit, adamalit biotit, granit gneiss, sebagian bertekstur grafik dan mirmekit. Batuan ini menerobos Formasi Pitap dan umurnya diduga Kapur Akhir.



Gambar 3.2 Korelasi Satuan Peta Geologi Lembar Buntok, Kalimantan

C. Struktur Geologi

Untuk daerah perbukitan dibagian timur lembar buntok dijumpai beberapa unsur struktur pada batuan Mesozoikum antara lain; struktur terbreksikan, kelurusan yang berarah utara – selatan, bongkah dan blok dll. Maka dapat disimpulkan bahwa batuan ini telah mengalami deformasi. Sedangkan pada batuan tersier menunjukkan struktur lipatan yang tidak ketat berarah hamper utara–selatan, maka diduga lipatan ini berkaitan erat dengan struktur batuan Mesozoikum. Adapun kelurusan yang memotong struktur utama diduga terbentuk pada deformasi kedua, dimana batuan Tersier telah terlipat dan termampatkan. Demikian pula hampir sejalan untuk struktur yang berkembang di peta bagian utara dan barat laut.

3.2.2 Kondisi Geologi Daerah Penelitian

A. Morfologi

Kondisi morfologi daerah penelitian pada Pit Bisa dikategorikan pada kondisi morfologi bergelombang kuat dengan ketinggian di atas 100 m dari permukaan laut.

B. Stratigrafi

Stratigrafi wilayah penelitian yang dilakukan pada Pit Bisa dan Pit Buhut adalah formasi Berai dan Pamalukan yang merupakan formasi pembawa batubara. Di daerah penyelidikan formasi Pamalukan tersingkap di hampir seluruh bagian daerah eksploitasi. Penyebarannya memanjang timur – barat, seperti yang tersingkap pada bagian hilir Sungai Menghantai dan Sungai Tiwaidiwung. Formasi Berai terdiri dari

batu gamping abu – abu terang, sangat kompak dan keras, mengandung fosil foram besar dan fosil koral, sebagian terkristalisasi, dan sebagian lainnya memperlihatkan kesan berlapis.

C. Struktur Geologi

Struktur geologi wilayah penelitian pada Pit Bisa dan Pit Buhut terdapat patahan/sesar dan perlipatan batuan. Sesar terdiri dari sesar normal, sesar mendatar dan sesar naik, lipatan-lipatan berupa sinklin dan antiklin. Maka diduga kehadiran sesar, kelurusan dan perlipatan berhubungan erat dengan kegiatan tektonik pada Zaman Tersier.

3.2.3 Geomorfologi Regional

Secara umum morfologi daerah penelitian dapat dibagi menjadi 2 (dua) satuan morfologi, yaitu :

- Satuan morfologi pendataran yang menempati bagian selatan Blok Prospek Buhut – Bisa hingga bagian utara Blok Prospek Sepotak yang tersebar di sepanjang daerah tepian S. Buhut dan S. Mahantai. Satuan morfologi ini disusun oleh batugamping dari Formasi Berai.
- Satuan morfologi perbukitan bergelombang lemah sampai sedang yang menempati bagian utara Blok Prospek Buhut –Bisa dan disusun oleh litologi Formasi Tanjung, sedangkan di Blok Prospek Sepotak menempati bagian tengah hingga bagian selatan disusun oleh litologi Formasi Warukin.

Sungai - sungai yang mengalir di daerah Blok Prospek Buhut – Bisa, meliputi sungai Sekombet, dan Sebuhi yang mengalir ke Sungai Julukan (sebelah barat daerah Blok Prospek Buhut), serta Sungai Atepbaner, Ahas, Manghantai, Kajaronte, Sepan, Nanapbajang, Tiwaidiwung, dan Nanapompot yang mengalir ke sungai Buhut di sebelah selatan Blok Prospek Buhut – Bisa. Sedangkan sungai di Blok Prospek Sepotak yaitu Sungai Sepatok, Sungai Sepotok, Sungai Hantangan dan Sungai Buhut Putih, dimana sungai – sungai ini bermuara ke Sungai Buhut. Berdasarkan bentuk penampang sungai dan bentuk lembahnya yang menyerupai huruf “U” , maka daerah tersebut termasuk dalam tahapan stadia dewasa.

3.3 Alat dan Bahan

3.3.1 Alat dan Bahan Pengambilan Data Lapangan

Alat dan bahan yang digunakan dalam pelaksanaan pengambilan data skripsi ini adalah :

1. Kamera
2. Buku dan alat tulis
3. Alat Pelindung Diri (APD)
4. Sekop
5. *Clipboard*
6. Kompas geologi
7. Plastik sampel
8. Peralatan uji laboratorium serta alat preparasi batubara.

3.3.2 Alat dan Bahan Pengolahan Data

Alat dan bahan yang digunakan dalam pengolahan data penelitian skripsi ini adalah laptop (menggunakan Microsoft Excel dan Microsoft Word) , kalkulator, buku tulis dan alat tulis.

3.4 Tata Laksana Penelitian

3.4.1 Langkah Kerja

Adapun langkah kerja dalam penelitian Tugas Akhir, ini sebagai berikut ;

1. Melakukan Registrasi dan Medical Check Up PT TOP (Telen Orbit Prima) untuk kelengkapan data Induksi.
2. Mengikuti Induksi PT. Telen Orbit Prima, yang merupakan tahap awal dalam penelitian di lapangan, dimana saya diberi pembekalan mengenai kondisi di lapangan dan bagaimana standar *safety* atau kondisi aman pada saat berada di area CPP (*coal processing plant*) dan pada saat melakukan kegiatan-kegiatan area CPP (*coal processing plant*).
3. Mengisi form biodata diri yang merupakan tahap selanjutnya untuk mendapatkan *mine permit*.
4. Melakukan perkenalan diri dengan pihak Dept. CHQP (*CPP, Hauling, Quality and Laboratorium, Port*) untuk konsultasi judul Penelitian Tugas Akhir.
5. Melakukan orientasi lapangan terlebih dahulu guna mengetahui kondisi lapangan sebelum melakukan pengambilan data-data yang diperlukan untuk penyusunan laporan Tugas Akhir.
6. Melakukan pengamatan terhadap kegiatan di area Coal Processing Plant PT Telen Orbit Prima.
7. Melakukan sampling di area *washing plant (Belt Conveyor before washing dan Belt Conveyor After Washing)*.

8. Melakukan pengamatan mengenai proses pencucian batubara pada CPP (*coal processing plant*) di PT Telen Orbit Prima dan di dokumentasikan.
9. Melakukan kegiatan preparasi sampel dan menganalisis sampel di laboratorium PT Telen Orbit Prima berdasarkan parameter yang telah ditentukan.

Pengujian sampel dilaboratorium dilakukan analisa *Proksimat* untuk mengetahui kandungan nilai kalori (CV), *Total Moisture*, dan *Ash Content* pada batubara.

- a. Analisa *Calorific Value*, untuk uji kalori siapkan batubara yang telah ditimbang 1 gr, kemudian pasang benang pada alat pengukur. Fungsi benang adalah sebagai penghantar listrik (pembakar). Setelah benang dipasang masukkan ke dalam alat *parr calorimeter* yang telah dialiri oksigen. Tunggu hingga 15 menit maka nilai kalori akan muncul dengan sendirinya pada print hasil pengujian dengan satuan cal/gr.
- b. Analisa *total moisture*, untuk analisa *total moisture* menyiapkan batubara yang telah dipreparasi yang berukuran 13 mm, kemudian *tray* kosong dan catat sebagai (m_1), timbang 100 gr batubara masukkan dalam *tray* dan ratakan, catat sebagai (m_2). Masukkan batubara yang sudah ditimbang kedalam *drying oven* pada temperatur 40 °C selama 3 jam. Setelah itu timbang batubara dan *tray*, catat sebagai (m_3). Hitung kadar *free moisture* dengan rumus :

$$\%M = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \times 100\%$$

Setelah didapat kadar *Free Moisture* lalu batubara dimasukkan ke dalam *hammer mill* untuk mendapatkan ukuran 3 mm. Kemudian timbang 10 gr batubara dengan cawan kosong setelah ditimbang masukkan ke dalam oven bersuhu 105 °C setelah 3 jam yang dialiri nitrogen yang berfungsi untuk mengikat uap air agar batubara benar-benar kering. Setelah 3 jam kadar *Moisture In Air-Dry sample* akan muncul pada layar komputer dengan sendirinya. Kemudian hitung nilai *Total Moisture* dengan rumus :

$$\% \text{ TM} = \% \text{ IM} + \% \text{ FM}$$

c. Analisa *Ash Content*, batubara yang sudah mengalami proses pengeringan diambil sampel dan ditimbang sebanyak 0.800 gram untuk analisis kadar abunya. Kemudian batubara yang sudah ditimbang dan diam, bil abunya tadi dimasukkan ke dalam alat seperti oven yaitu *puhnic* suhu awal untuk melakukan proses pembakaran yaitu 0 – 500 °C selama satu jam, lalu satu jam kemudian suhu dinaikkan sampai 815 °C. Setelah selesai pembakaran pada suhu 815 °C suhu diturunkan lagi ke suhu normal yaitu 500 °C. Pengujian ini dilakukan selama 120 menit. Batubara yang sudah dibakar kemudian didinginkan dan ditimbang kembali untuk mengetahui persentase kadar abunya.

10. Setelah melakukan penelitian di lapangan dan menganalisis data sampel di laboratorium, data-data yang diambil tersebut dikonsultasikan kepada pembimbing lapangan.

11. Melakukan pengolahan dan analisis data dengan Penyusunan Laporan Tugas Akhir, memasukkan keterangan sesuai dengan keadaan lapangan.
12. Melakukan Presentasi dengan Pembimbing dan *Department CHQP*.

3.4.2 Metode Penelitian

Metode penelitian ini dilakukan dengan 5 tahapan yaitu tahap persiapan, tahap pengumpulan data, tahap pengolahan data, tahap analisis data dan tahap penyusunan laporan akhir.

1. Tahap Persiapan

Pada tahap persiapan ini sasaran utamanya merupakan gambaran umum daerah penelitian. Studi literatur dilakukan dengan mencari bahan-bahan pustaka yang menunjang kegiatan penelitian yang diperoleh dari buku, jurnal, serta dari pihak perusahaan terkait.

2. Tahap Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data ini dilakukan dimana data dapat diperoleh dari pengamatan langsung di lapangan (*data primer*) dan literatur-literatur yang berhubungan dengan permasalahan yang ada (*data sekunder*). Pengambilan data dilakukan sesuai dengan jenis data yang dibutuhkan, yaitu :

- a. *Data Primer* : Data parameter kualitas batubara pada lokasi *plantfeed (before washing)* yang meliputi : *Total Moisture (TM)*, *ash content*, *Volitile Matter (VM)*, *Fixed Carbon (FC)* dan *Calorific Value (CV)*.
Data parameter kualitas batubara di *coal washing plant (after*

washing) yang meliputi : *Total Moisture (TM)*, *ash content*, *Volitile Matter (VM)*, *Fixed Carbon (FC)* dan *Calorific Value (CV)*.

- b. Data Sekunder : Gambaran umum daerah penelitian , kondisi geologi setempat, keadaan umum perusahaan serta SOP *coal washing plant*

3. Pengolahan data

Pada tahap pengolahan data dilakukan pengujian sampel yang diperoleh dari *washing plant* di laboratorium milik perusahaan PT. Telen Orbit Prima. Pengolahan data yang dilakukan adalah menggunakan *Microsoft excel* untuk parameter kualitas batubara pada lokasi *Plantfeed* dan *coal washing plant* seperti : *Total Moisture (TM)*, *ash content*, *Volitile Matter (VM)*, *Fixed Carbon (FC)* dan *Calorific Value (CV)*.

4. Analisis data

Dari rumusan-rumusan yang telah didapat kemudian dilakukan analisa untuk menemukan jawaban atas pertanyaan perihal rumusan dan hal-hal yang diperoleh dalam penelitian. Analisis yang data yang dilakukan adalah :

- a. Menganalisis hasil perhitungan data parameter kualitas batubara pada lokasi *plantfeed* dan *coal washing plant*
- b. Membandingkan hasil analisa parameter kualitas batubara pada lokasi *plantfeed* dan *coal washing plant*, apakah target perubahan kualitas batubara (*after washing*) sesuai dengan yang diinginkan?
- c. Perhitungan *Yield* pada *coal washing plant*

$$Yield = \frac{\text{Massa Produk yang dihasilkan (After Wash)}}{\text{Massa Feed yang masuk (Before Wash)}} \times 100\%$$

5. Kesimpulan

Hasil data akhir berupa kesimpulan yang diperoleh dari analisa pengolahan data serta evaluasi hasil pengolahan data, hasil sintesis data keseluruhan ini dirangkum kedalam laporan tertulis untuk dipertanggungjawabkan dalam bentuk laporan hasil penelitian skripsi. Kemudian diperoleh suatu hasil berupa kesimpulan yang bisa jadi saran atau masukan bagi pihak perusahaan terhadap permasalahan yang dihadapi dalam upaya penanganan kualitas batubara.

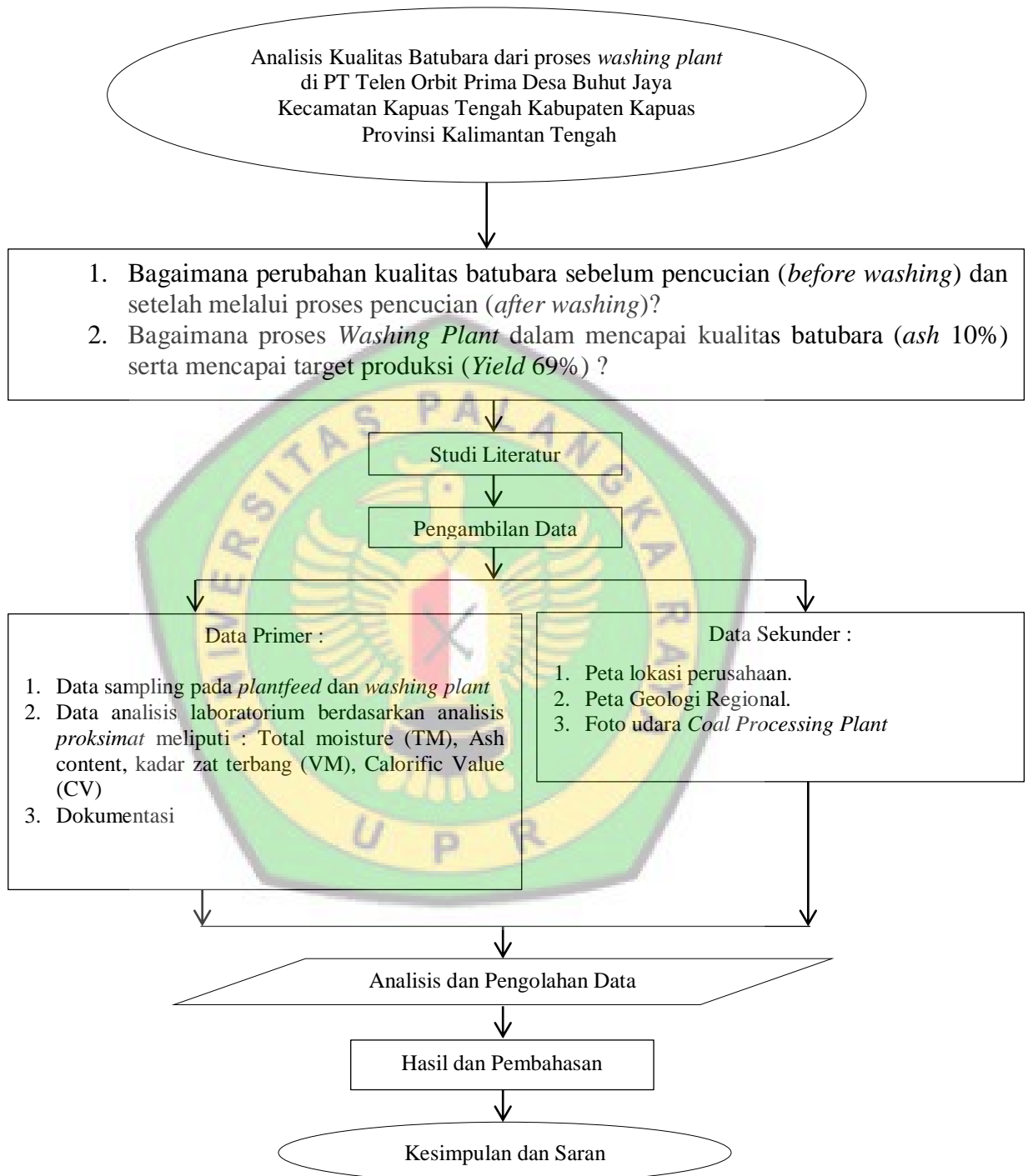
3.5 Waktu Penelitian

Penelitian skripsi ini di laksanakan pada kurun waktu 12 Juli – 20 Oktober 2018 di PT Telen Orbit Prima dengan kegiatan dapat di lihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 3.3 Waktu Penelitian

No	KEGIATAN	2018											
		JULI			AGUSTUS				SEPTEMBER				
		II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
1	Orientasi	■	■										
2	Studi literature	■	■	■									
3	Pengambilan data				■	■							
4	Pengolahan data						■						
5	Pembahasan dan evaluasi							■	■				
6	Pembuatan laporan			■					■	■	■	■	■

3.6 Bagan Alir Penelitian



Gambar 3.3 Bagan Alir Penelitian

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

4.1.1 Kualitas Batubara Sebelum Pencucian (*Before Washing*) dan Sesudah Pencucian (*After Washing*) Batubara

1. Tahap Kegiatan Pengambilan Sampel



Two Way Cut



Mechanical Sampler Conveyor

Gambar 4.1 Pengambilan sampel pada *Two Way Cut (Before Washing)* dan *Mechanical Sample Coveyor (After Washing)*

Pengambilan sampel yang dilakukan berada pada dua titik lokasi yaitu *Two Way Cut* dan *Mechanical Sampler conveyor*.

Sampel dari *Two Way Cut* merupakan sampel yang akan dianalisis sebagai hasil *Before Washing* dan untuk sampel dari *mechanical sample* akan dianalisis sebagai hasil dari *After Washing*.

Dalam pengambilan sampel yang dilakukan pada ujung ban, *scoop* harus melalui seluruh jatuhan batubara. *Scoop* yang digunakan untuk mengambil *increment* harus mempunyai kapasitas yang cukup untuk mengambil jumlah minimal *increment* tanpa adanya luberan.

2. Tahap Preparasi Sampel



Gambar 4.2 *Jaw Crusher*

Sampel batubara dilakukan pengecilan ukuran conto (*crushing*) dengan menggunakan *Jaw Crusher*. Pada tahap pengecilan ukuran conto ini dilakukan dengan dua tahap penggerusan yaitu: pertama pengecilan ukuran sampai ukuran 11,2 mm , kemudian sampel dihomogenkan dengan menggunakan *Rotary Sample Divider* (RSD). Pengecilan ukuran kedua dilakukan setelah dihomogenkan sampai ukuran 4,75 mm. kemudian dihomogenkan kembali menggunakan RSD.



Gambar 4.3 *Rotary Sample Divider* (RSD)

Rotary Sample Divider (RSD) merupakan peralatan pembagi sampel yang bekerja secara mekanis. Alat ini terdiri dari 8 *container* yang dibentuk seperti segmen-segmen pada plat berputar sekitar 60 rpm. Dalam 8 segmen *container*, satu container akan mengandung fraksi seperdelapan dari jumlah batubara yang masuk ke RSD, sehingga dapat dilakukan pengambilan fraksi 1/8, 1/4, atau 1/2.



(1)

(2)

Gambar 4.4 Oven (1) dan (2)

Oven (1) digunakan untuk mengalirkan udara yang sedikit panas pada sampel. Oven ini digunakan untuk mengeringkan sampel *general analysis rapid* yang membutuhkan waktu 10-15 menit saja dengan suhu maksimal 110°C . Kemudian sampel didinginkan ± 15 menit.

Oven (2) digunakan untuk *general analysis standart* dimana sampel akan di keringkan ± 3 jam untuk dilakukan penimbangan pertama dengan suhu oven harus tetap stabil tidak lebih dari 40°C .

Kemudian sampel akan ditimbang perjamnya sampai diperoleh bahwa berat sampel telah stabil.



Gambar 4.5 *Milling* (mengecilkan ukuran batubara)

Milling atau pengecilan ukuran batubara bertujuan untuk memperkecil *increment* batubara yang sudah berukuran – 4.75 mm menjadi ukuran – 212 μm .

3. Tahapan Pengujian Sampel di Laboratorium



Gambar 4.6 Pengujian *Ash*

Sejumlah perubahan kimia terjadi apabila suatu sampel batubara dipanaskan. Zat yang pertama menguap pada suhu 100°C adalah

moisture. Karbon dioksida lepas dari karbonat dan besi sulfida teroksidasi menjadi besi oksida pada suhu sekitar 500°C. Oksidasi oksida sulfur tertambat pada suhu yang lebih tinggi dari 800°C. Supaya perubahan ini dapat terkendali, penentuan *ash* dilakukan dengan cara pemanasan dua tahap: sampel ditempatkan didalam suatu *muffle furnace* dan dipanaskan sampai suhu 500°C selama 30 menit kemudian suhu dinaikkan sampai mencapai 815°C dalam waktu 60 menit.

Dalam standar ISO sampel ditimbang 1 gr batubara halus, menyebarkannya dalam cawan silika sampai kepadatan permukaan maksimal 0,15g/cm². Kemudian sampel dalam cawan dipanaskan sampai suhu 500°C selama 30 menit kemudian menaikkan suhu sampai 815°C selama 60 menit.



(1)

(2)

Gambar 4.7 Pengujian Proksimat (1), Pengujian nilai kalor (2)

Pada *furnace* kerja, pembakaran sifatnya terbuka. Uap air dan gas-gas pembentuk asam langsung keluar ke udara tanpa mengalami pengembunan. Di laboratorium, pembakaran dilakukan dalam ruangan

tertutup, yaitu dalam *bomb*, dan setelah pembakaran selesai kebanyakan produknya mengembun. Hal ini menghasilkan energi yang dibebaskan oleh batubara menjadi lebih tinggi karena ada tambahan *latent heat* yang keluar karena proses kondensasi. Energi yang diukur dengan cara ini disebut *gross calorific value*. Panas yang dibebaskan per satuan berat batubara dalam kondisi terbuka disebut *net calorific value*. Besaran ini berbeda nyata dengan *gross calorific value*, terutama dalam batubara *brown coal* atau lignit yang mengandung moisture tinggi.

4. Perbandingan kualitas sebelum dan sesudah pencucian batubara

Pada lokasi penelitian yang dilakukan di *Coal Processing Plant* PT Telen Orbit Prima Sampel dari *Two Way Cut* merupakan sampel yang akan dianalisis sebagai hasil *Before Washing* dan untuk sampel dari *mechanical sample* akan dianalisis sebagai hasil dari *After Washing*.

Batubara *Before Washing* adalah batubara yang masih dalam kondisi kotor yang menjadi umpan untuk proses pencucian. Batubara *Before Washing* terlebih dahulu dilakukan *crushing* (mereduksi ukuran) agar bias masuk kedalam pabrik pencucian tersebut dengan ukuran batubara ± 50 mm. Untuk parameter yang digunakan pada batubara *Before Washing* (Tabel 4.1) adalah *Total Moisture*, *Inherent Moisture*, *Ash Content*, *Volatille Matter*, *Fixed Carbon*, dan *Calorific Value*.

Tabel 4.1 Parameter Kualitas Batubara *Before Washing*

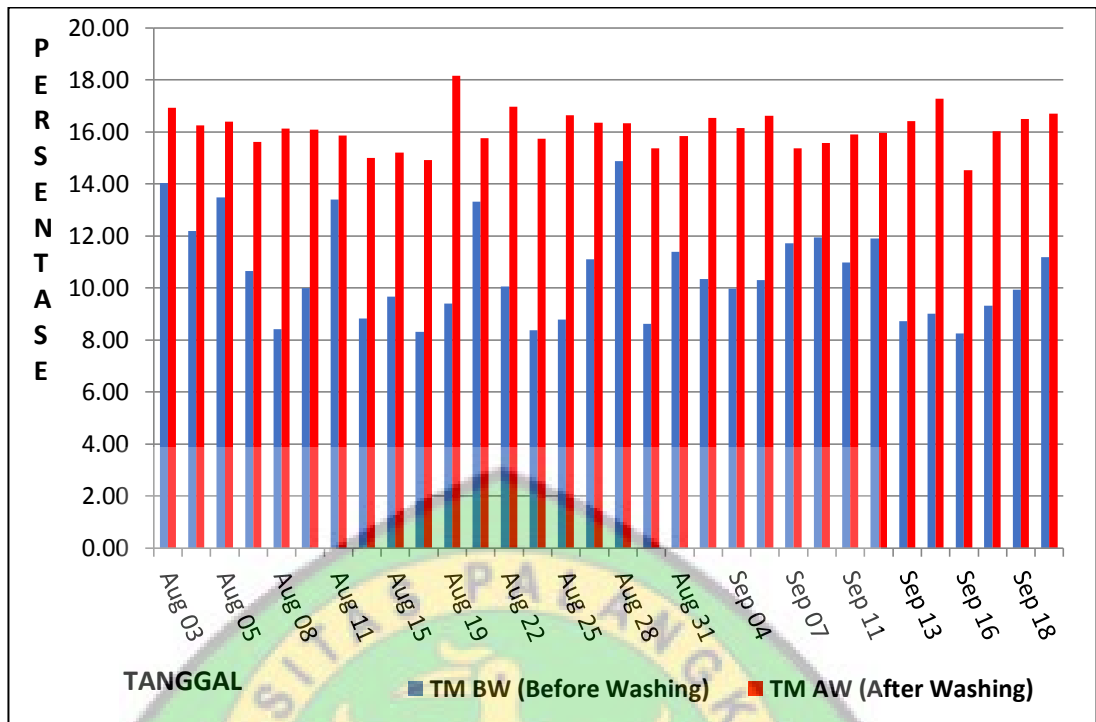
Date	ANALISIS PROKSIMAT BEFORE WASHING							
	TM	IM	ASH	VM	FC	CV		
	Ar	adb	adb	adb	adb	adb	ar	daf
Aug 03	14.03	7.10	20.00	36.06	36.84	5606.00	5187.81	7689.99
Aug 04	12.19	6.64	21.34	34.92	37.10	5504.00	5176.80	7642.32
Aug 05	13.48	6.16	23.12	34.87	35.85	5378.00	4958.49	7604.64
Aug 07	10.65	5.86	30.33	34.11	29.70	4996.00	4741.80	7829.49
Aug 08	8.42	5.53	31.66	33.48	29.33	4854.00	4705.51	7728.07
Aug 10	10.00	5.55	30.65	33.06	30.74	4881.00	4651.03	7650.47
Aug 11	13.39	7.39	15.83	37.26	39.52	5969.00	5582.28	7774.16
Aug 14	8.83	5.19	27.38	36.05	31.38	5252.00	5050.36	7788.82
Aug 15	9.67	5.84	24.50	36.16	33.50	5376.00	5157.33	7717.48
Aug 18	8.32	4.68	35.27	31.26	28.79	4604.00	4428.19	7666.94
Aug 19	9.40	5.58	36.30	29.72	28.40	4436.00	4256.53	7632.48
Aug 21	13.32	6.36	23.58	35.50	34.56	5388.00	4987.52	7690.55
Aug 22	10.05	5.92	31.61	31.51	30.96	4734.00	4526.18	7578.04
Aug 24	8.38	4.83	39.80	30.28	25.09	4164.00	4008.68	7520.32
Aug 25	8.79	6.08	28.56	21.16	44.20	4893.00	4751.82	7486.23
Aug 26	11.10	6.45	20.58	36.44	36.53	5600.00	5321.65	7674.39
Aug 28	16.88	8.53	20.82	34.85	35.80	5297.00	4813.45	7497.52
Aug 29	8.61	5.40	31.64	32.78	30.18	4787.00	4624.57	7603.24
Aug 31	11.39	5.92	26.80	33.38	33.90	5036.00	4743.20	7485.14
Sep 02	10.34	5.72	29.21	33.36	31.71	5047.00	4799.68	7756.26
Sep 04	9.98	5.90	28.24	33.20	32.66	5115.00	4893.22	7766.47
Sep 05	10.31	6.24	22.29	35.81	35.66	5502.00	5263.17	7698.33
Sep 07	11.72	6.11	27.94	33.10	32.85	5095.00	4790.57	7725.55
Sep 08	11.94	6.58	23.71	34.38	35.33	5438.00	5125.99	7800.89
Sep 11	10.98	6.52	22.32	34.40	36.76	5445.00	5185.22	7651.77
Sep 12	11.90	7.38	23.23	34.62	34.77	5251.00	4994.74	7567.37
Sep 13	8.73	5.48	31.75	33.18	29.59	4795.00	4630.13	7639.00
Sep 15	9.01	5.62	30.78	32.94	30.66	4695.00	4526.36	7382.08
Sep 16	8.25	5.58	33.16	32.88	28.38	4653.00	4521.42	7595.49
Sep 17	9.32	5.83	31.33	31.46	31.38	4574.00	4404.48	7278.80
Sep 18	9.19	5.39	40.71	28.98	24.92	4884.00	4697.28	7486.20
Sep 19	11.18	6.46	23.24	34.41	35.89	5250.00	4985.09	7467.99

Batubara *After Washing* ialah hasil batubara bersih yang sudah melalui proses pencucian dengan ukuran ± 50 mm untuk meningkatkan kualitas yang lebih baik. Untuk parameter yang digunakan pada batubara *After Washing* (Tabel 4.2) adalah *Total*

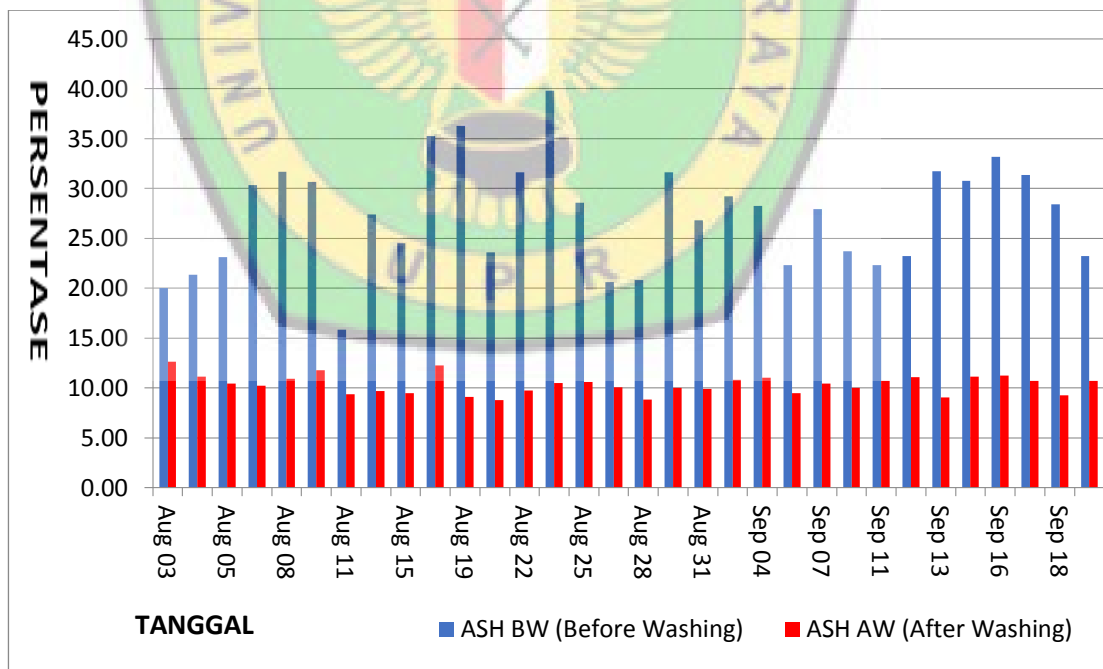
Moisture, Inheren Moisture, Ash Content, Volatile Matter, Fixed Carbon, dan Calorific Value.

Tabel 4.2 Parameter Kualitas Batubara *After Washing*

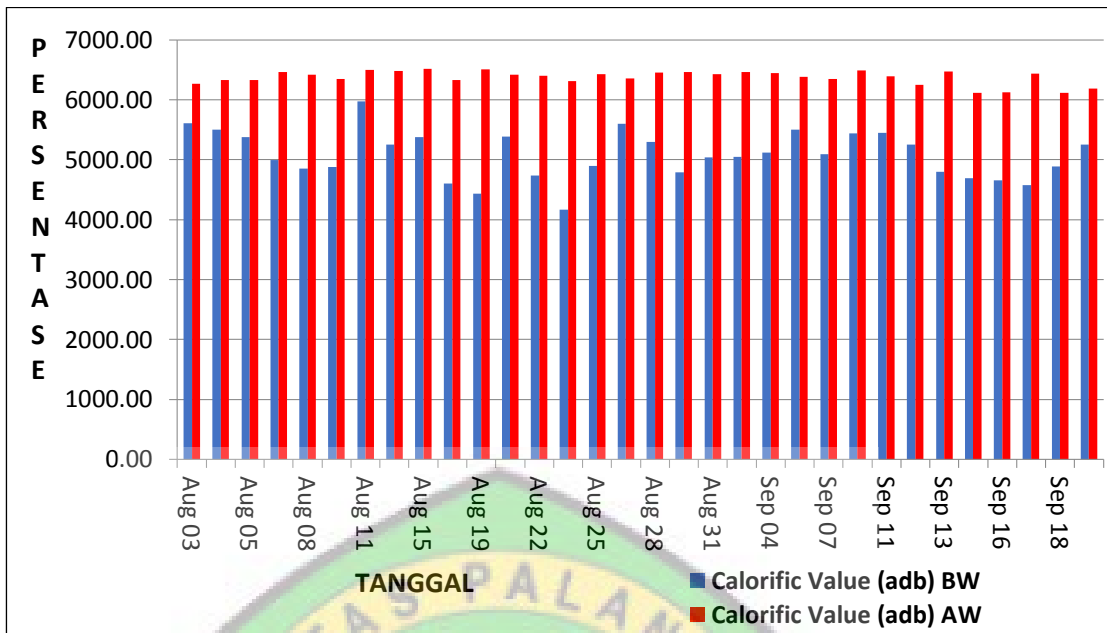
Date	ANALISIS PROKSIMAT AFTER WASHING							
	TM	IM	ASH	VM	FC	CV		
	ar	adb	adb	adb	adb	adb	ar	daf
Aug 03	16.93	7.45	12.64	39.03	40.88	6264.00	5622.37	7838.82
Aug 04	16.25	7.48	11.11	39.11	42.30	6329.00	5729.07	7774.23
Aug 05	16.39	8.03	10.44	39.49	42.04	6325.00	5750.06	7757.88
Aug 07	15.61	7.38	10.20	39.84	42.58	6461.00	5886.89	7839.12
Aug 08	16.12	8.06	10.94	39.24	41.76	6416.00	5853.54	7920.99
Aug 10	16.09	7.40	11.78	39.44	41.38	6351.00	5754.99	7858.20
Aug 11	15.86	7.98	9.36	40.08	42.58	6496.00	5939.72	7858.70
Aug 14	14.99	7.56	9.69	39.56	43.19	6484.00	5962.84	7835.65
Aug 15	15.20	8.29	9.48	40.43	41.80	6512.00	6021.35	7919.25
Aug 18	14.92	6.60	12.26	39.19	41.95	6333.00	5768.86	7805.03
Aug 19	18.16	8.44	9.08	39.40	43.08	6505.00	5814.43	7886.76
Aug 21	15.76	9.33	8.76	39.70	42.21	6418.00	5962.86	7835.43
Aug 22	16.96	8.65	9.72	39.48	42.15	6398.00	5815.98	7837.80
Aug 24	15.73	9.34	10.46	38.75	41.45	6312.00	5867.11	7870.32
Aug 25	16.64	8.11	10.62	31.58	49.69	6423.00	5826.76	7903.29
Aug 26	16.34	9.03	10.06	39.03	41.88	6360.00	5848.93	7860.59
Aug 28	16.33	9.06	8.84	39.22	42.88	6457.00	5940.81	7864.80
Aug 29	15.36	8.12	10.02	39.06	42.80	6459.00	5950.04	7890.30
Aug 31	15.83	7.82	9.88	39.55	42.75	6430.00	5871.26	7812.88
Sep 02	16.54	7.22	10.80	39.14	42.84	6462.00	5812.87	7882.41
Sep 04	16.15	7.55	11.01	38.63	42.81	6447.00	5847.28	7916.26
Sep 05	16.61	8.90	9.49	39.17	42.44	6380.00	5840.05	7817.67
Sep 07	15.37	8.94	10.42	38.33	42.31	6351.00	5902.54	7875.74
Sep 08	15.57	7.96	9.98	39.22	42.84	6491.00	5954.31	7910.07
Sep 11	15.90	7.70	10.70	38.70	42.90	6395.00	5826.86	7837.01
Sep 12	15.96	8.34	11.05	38.76	41.85	6248.00	5728.58	7750.90
Sep 13	16.41	7.55	9.06	39.50	43.89	6470.00	5849.94	7758.72
Sep 15	17.27	9.19	11.14	37.90	41.77	6118.00	5573.64	7679.18
Sep 16	14.52	6.90	11.26	38.68	43.16	6124.00	5622.77	7482.89
Sep 17	16.03	6.55	10.70	38.16	44.59	6432.00	5779.51	7772.81
Sep 18	17.73	9.30	9.67	38.24	42.79	6242.00	5659.55	7550.92
Sep 19	16.69	7.84	10.70	38.66	42.80	6184.00	5590.16	7591.46



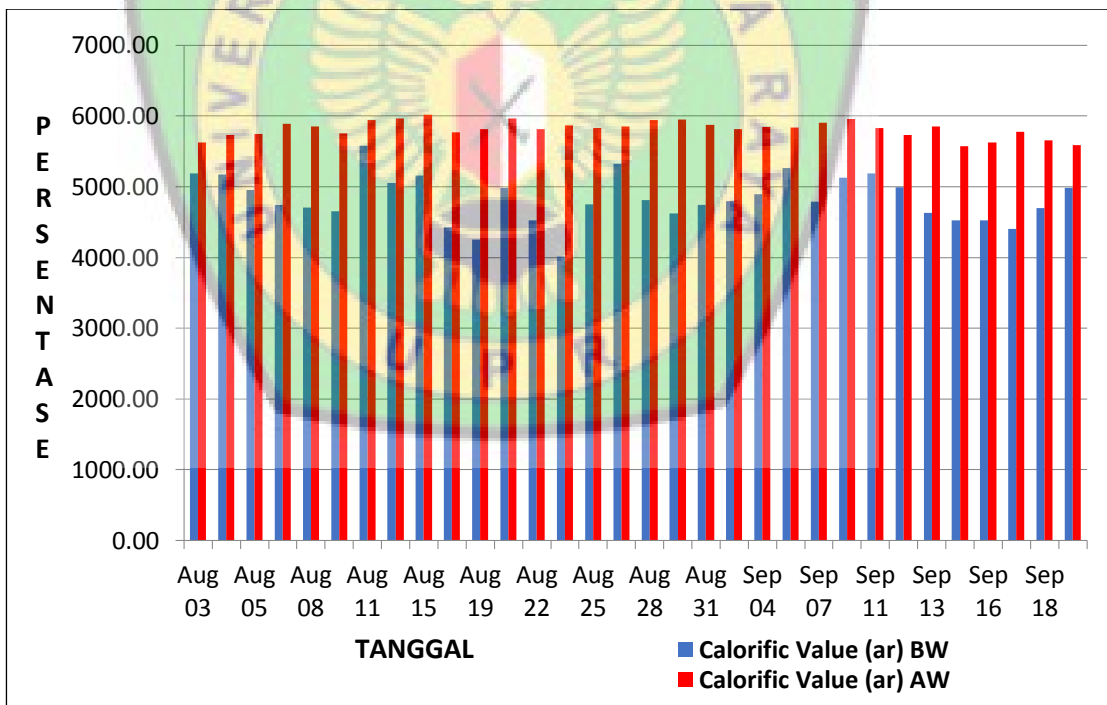
Gambar 4.8 Total moisture



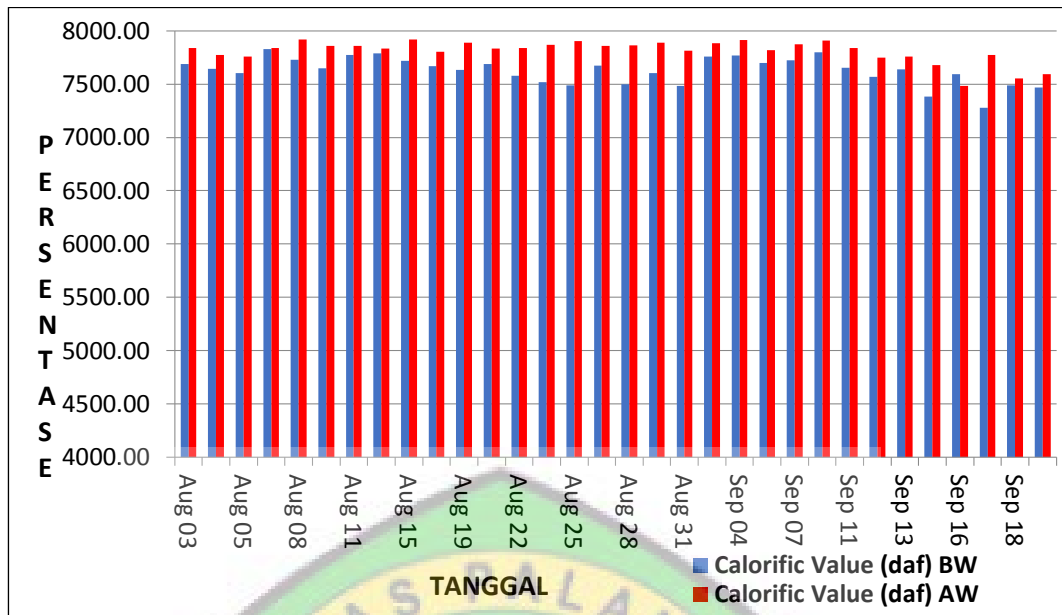
Gambar 4.9 Ash content



Gambar 4.10 Calorific Value dalam basis air dried (adb)



Gambar 4.11 Calorific Value dalam basis as received (ar)



Gambar 4.12 Calorific Value dalam basis dry ash-free (daf)

4.1.2 Proses Washing Plant Dalam Mencapai Kualitas Batubara (Ash 10%) Serta Mencapai Target Produksi Yield (69%)

Metode pencucian batubara pada PT Telen Orbit Prima untuk batubara *coarse* (batubara berukuran 1,4 mm–50 mm) menggunakan metode *Dense Medium Separation* dan untuk batubara *finer* (batubara < 1,4 mm) menggunakan *Spiral Distributor*. Metode *Dense Medium Separation* adalah proses pemisahan material yang satu dengan material lainnya berdasarkan atas cairan media berat dan umumnya tidak bereaksi langsung dengan material yang akan dipisahkan. Media yang digunakan di PT Telen Orbit Prima adalah suspensi antara *solid* dan air. *Dense medium separation* ini dibedakan menjadi dua bagian yaitu *heavy liquid separation* dan *heavy media separation*. Di PT Telen Orbit Prima metode *dense medium separation* menggunakan *heavy media separation*, dengan media yang

digunakan adalah *magnetite* dan air. Proses pemisahannya berdasarkan *sink* (tenggelam) dan *float* (mengapung).



Gambar 4.13 Area coal processing plant (CPP) PT Telen Orbit Prima

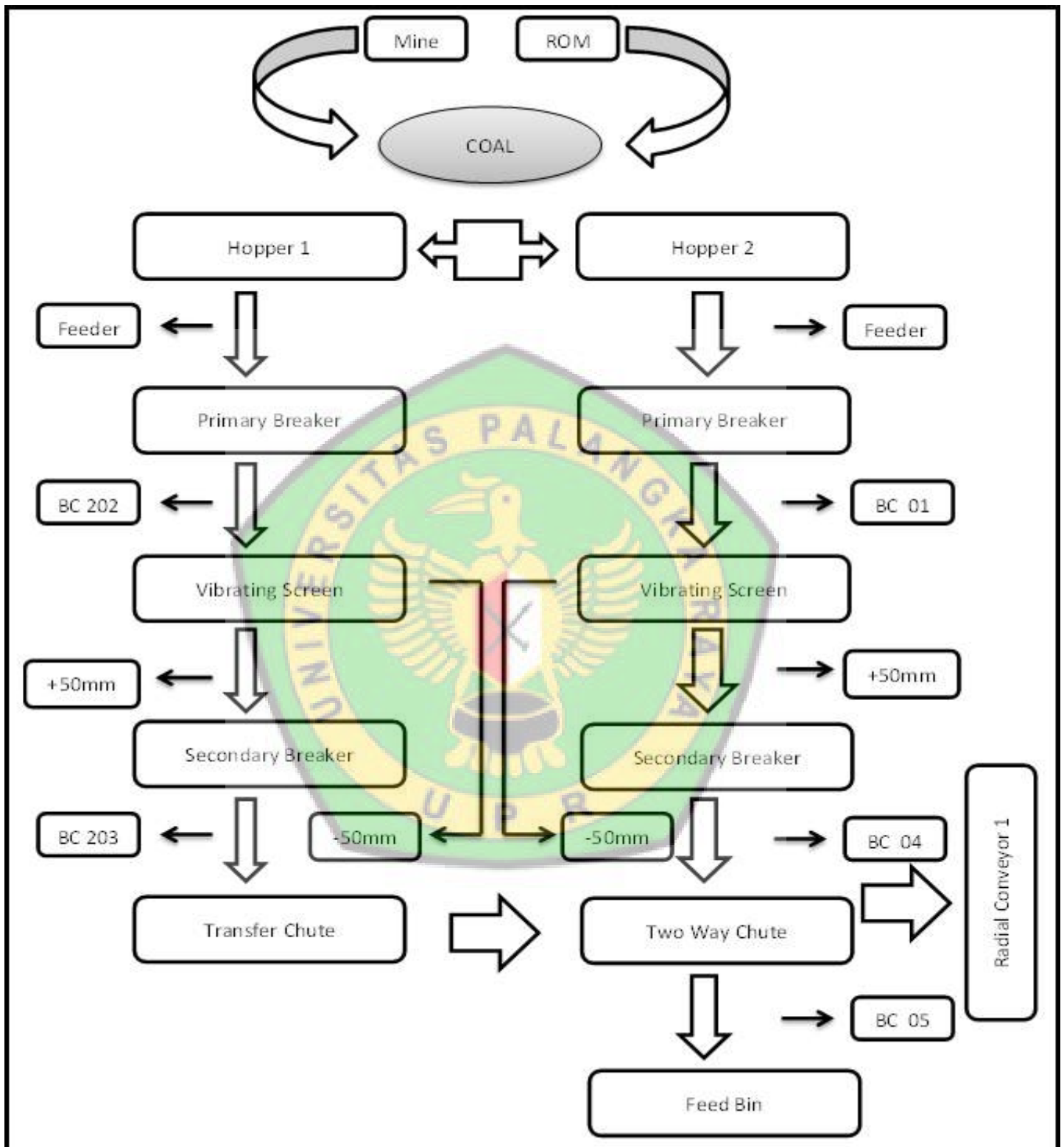
Tabel 4.3 Area Coal Processing Plant PT. Telen Orbit Prima

No	Nama Alat	Fungsi
1	<i>Hopper, primary breaker</i>	Tempat menampung material dan mereduksi batubara sampai ukuran ≤ 100 mm.
2	<i>Secondary breaker</i>	Mereduksi batubara sampai ukuran ≤ 50 mm.
3	<i>Transfer chute, two way chute</i>	Meneruskan material menuju BC 5 atau BC 6
4	<i>Feed bin</i>	Menampung material sebelum di teruskan ke <i>washing plant</i>
5	<i>Washing plant</i>	Memisahkan batubara produk dari pengotor
6	<i>Discard bin</i>	Menampung sementara material pengotor
7	<i>Thickener</i>	Mengendapkan lumpur yang terdapat didalam air
8	<i>Product conveyor</i>	Menyalurkan batubara produk menuju <i>stockpile after wash</i>
9	<i>Stockpile after wash</i>	Tempat penampungan sementara batubara dari proses <i>washing plant</i>
10	<i>BC 6 dan radial conveyor 1.</i>	Meneruskan batubara clean ke <i>stockpile clean</i>
11	<i>Stockpile clean</i>	Tempat penampungan sementara batubara <i>clean</i> yang hanya melalui proses <i>crushing</i> .

Gambar 4.13 menunjukkan area *coal processing plant* PT. Telen Orbit Prima. Untuk menjelaskan area tersebut diatas : Area no 1 menunjukkan daerah *hopper* berfungsi untuk menampung material *dumping* dari *dump truck* (DT) dan juga *primary breaker* berfungsi untuk mereduksi ukuran batubara dari 500 mm ke 100 mm. Area no 2 merupakan tempat *secondary breaker* yang berfungsi untuk mereduksi ukuran batubara dari 100 mm ke 50 mm. Area no 3 merupakan *transfer chute* dan *two way chute* yang berfungsi untuk meneruskan material menuju *belt conveyor* (BC) 5 (*dirty coal*) atau BC 6 (*clean coal*). Area no 4 merupakan *feed bin* yang berfungsi untuk menampung material yang berasal dari *crusher* sebelum diteruskan ke *washing plant*. Area no 5 merupakan *washing plant* yang berfungsi untuk memisahkan batubara dari material pengotor, proses pencucian batubara di PT Telen Orbit Prima didasarkan pada perbedaan berat jenis dan perbedaan ukuran. Sehingga proses pencucian batubara di PT Telen Orbit Prima memiliki sistem yang kompleks, dimana alat pencucian saling berhubungan satu sama lain. Area no 6 merupakan *discard bin* yang berfungsi sebagai tempat penampungan sementara material pengotor. Area no 7 merupakan *thickener* yang berfungsi sebagai tempat untuk mengendapkan lumpur (*slime*) yang terdapat didalam air proses pencucian. Area no 8 merupakan *product conveyor* yang berfungsi untuk menyalurkan batubara hasil pencucian ke *stockpile After Wash* (area no 9). Area no 10 merupakan *radial conveyor* 1 yang berfungsi membawa material ke *stockpile clean* (area no 11).

Bagan Alir di bawah ini menunjukkan tahapan proses pencucian batubara di PT Telen Orbit Prima yang terdiri dari tahapan *crushing coal* (peremukan batubara) ukuran dan tahapan pencucian batubara.





Gambar 4.14 Bagan Alir *Coal Crushing* di PT Telen Orbit Prima

4.1.2.1 Pengaturan *Density* Media Terhadap Pencapaian *Yield Washing*

Plant dan Kadar Ash Batubara After Wash

Tabel 4.4 Hasil Pengaturan nilai *Density* Media 1,46 Terhadap Pencapaian *Yield* dan Kadar Ash Batubara *After Wash* di PT Telen Orbit Prima

Result	Density	Ash BW (%)	Ash AW (%)	Yield (%)	Target Yield (%)	Target Ash (%)	FEED (TON)	PRODUCT (TON)
Aug 15	1.46	24.50	9.48	63.90	69.00	10.00	2438	1558
Aug 19	1.46	36.30	9.08	68.72	69.00	10.00	1007	692
Aug 21	1.46	23.58	8.76	67.60	69.00	10.00	2256	1525
Aug 31	1.46	26.80	9.88	70.59	69.00	10.00	2591	1829
Sumproduct	1,46	26.40	9.37	67.58	69.00	10.00	8292	5604

Tabel 4.5 Hasil Pengaturan nilai *Density* Media 1,47 Terhadap Pencapaian *Yield* dan Kadar Ash Batubara *After Wash* di PT Telen Orbit Prima

Result	Density	Ash BW (%)	Ash AW (%)	Yield (%)	Target Yield (%)	Target Ash (%)	FEED (TON)	PRODUCT (TON)
Aug 03	1.47	20.00	12.64	68.36	69.00	10.00	2525	1726
Aug 04	1.47	21.34	11.11	69.97	69.00	10.00	3010	2106
Aug 05	1.47	23.12	10.44	67.40	69.00	10.00	2865	1931
Aug 08	1.47	31.66	10.94	64.60	69.00	10.00	2534	1637
Aug 10	1.47	30.65	11.78	65.35	69.00	10.00	2306	1507
Aug 11	1.47	15.83	9.36	71.03	69.00	10.00	4035	2866
Aug 14	1.47	27.38	9.69	63.43	69.00	10.00	1739	1103
Aug 18	1.47	35.27	12.26	60.73	69.00	10.00	899	546
Aug 24	1.47	39.80	10.46	68.93	69.00	10.00	3434	2367
Aug 28	1.47	20.82	8.84	69.20	69.00	10.00	1357	939
Aug 29	1.47	31.64	10.02	67.62	69.00	10.00	3394	2295
Sep 02	1.47	29.21	10.80	67.10	69.00	10.00	3699	2482
Sumproduct	1,47	26.90	10.61	67.63	69.00	10.00	31797	21505

Tabel 4.6 Hasil Pengaturan nilai *Density* Media 1,48 Terhadap Pencapaian *Yield* dan Kadar Ash Batubara *After Wash* di PT Telen Orbit Prima

Result	Density	Ash BW (%)	Ash AW (%)	Yield (%)	Target Yield (%)	Target Ash (%)	FEED (TON)	PRODUCT (TON)
Aug 07	1.48	30.33	10.20	70.74	69.00	10.00	3213	2273
Aug 22	1.48	31.61	9.72	74.29	69.00	10.00	2299	1708

Aug 25	1.48	28.56	10.62	70.45	69.00	10.00	3147	2217
Sep 04	1.48	28.24	11.01	65.27	69.00	10.00	3536	2308
Sep 05	1.48	22.29	9.49	68.68	69.00	10.00	2918	2004
Sep 07	1.48	27.94	10.42	63.43	69.00	10.00	3399	2156
Sep 08	1.48	23.71	9.98	66.97	69.00	10.00	2940	1969
Sep 12	1.48	23.23	11.05	67.56	69.00	10.00	3897	2633
Sep 15	1.48	30.78	11.14	65.47	69.00	10.00	2942	1926
Sep 18	1.48	40.71	9.67	67.27	69.00	10.00	2432	1636
Sep 19	1.48	23.24	10.70	64.99	69.00	10.00	2191	1424
Sumproduct	1,48	27.97	10.40	67.61	69.00	10.00	32914	22254

Tabel 4.7 Hasil Pengaturan nilai *Density* Media 1,49 Terhadap Pencapaian *Yield* dan Kadar Ash Batubara *After Wash* di PT Telen Orbit Prima

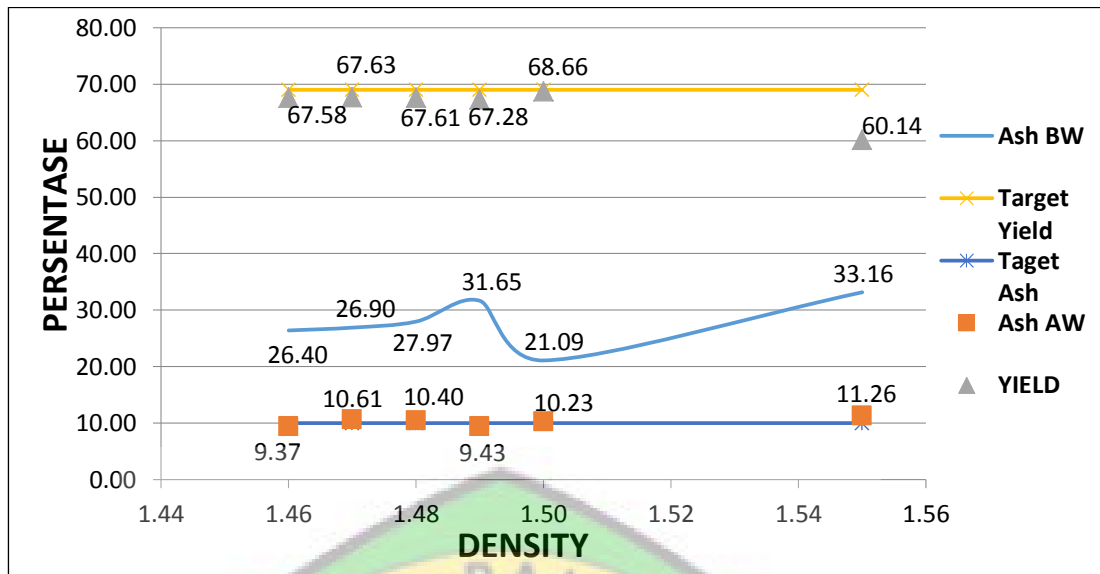
Result	Density	Ash BW (%)	Ash AW (%)	Yield (%)	Target Yield (%)	Target Ash (%)	FEED (TON)	PRODUCT (TON)
Sep 13	1.49	31.75	9.06	68.10	69.00	10.00	3019	2056
Sep 17	1.49	31.33	10.70	64.63	69.00	10.00	933	603
sumproduct	1,49	31.65	9.43	67.28	69.00	10.00	3952	2659

Tabel 4.8 Hasil Pengaturan nilai *Density* Media 1,50 Terhadap Pencapaian *Yield* dan Kadar Ash Batubara *After Wash* di PT Telen Orbit Prima

Result	Density	Ash BW (%)	Ash AW (%)	Yield (%)	Target Yield (%)	Target Ash (%)	FEED (TON)	PRODUCT (TON)
Aug 26	1.50	20.58	10.06	71.12	69.00	10.00	4113	2925
Sep 11	1.50	22.32	10.70	62.73	69.00	10.00	1701	1067
Sumproduct	1,50	21.09	10.23	68.66	69.00	10.00	5814	3992

Tabel 4.9 Hasil Pengaturan nilai *Density* Media 1,55 Terhadap Pencapaian *Yield* dan Kadar Ash Batubara *After Wash* di PT Telen Orbit Prima

Result	Density	Ash BW (%)	Ash AW (%)	Yield (%)	Target Yield (%)	Target Ash (%)	FEED (TON)	PRODUCT (TON)
Sep 16	1.55	33.16	11.26	60.14	69.00	10.00	1011	608



Gambar 4.16 Hubungan Pengaturan *Density* Media Terhadap Pencapaian Yield dan Target Ash Sesuai AMP PT Telen Orbit Prima Tahun 2018

Perhitungan sederhana tentang sumproduct 2 material atau lebih dengan perbedaan spesifikasi parameter

$$Q_b = \frac{(Q_1 \times W_1) + (Q_2 \times W_2)}{(W_1 + W_2)}$$

Q_b = Sumproduct

Q_1 = Kualitas produk batubara 1 W_1 = Berat atau jumlah tonase produk batubara 1

Q_2 = Kualitas produk batubara 2 W_2 = Berat atau jumlah tonase produk batubara 2

4.2 Pembahasan

4.2.1 Kualitas Batubara Sebelum Pencucian (*Before Washing*) dan Sesudah Pencucian (*After Washing*) Batubara

1. Tahapan Kegiatan Pengambilan Sampel

Diketahui kapasitas unit *washing plant* dalam proses pencucian adalah 380 ton per jam dengan kecepatan *belt conveyor* sebesar 500 ton per jam untuk batubara kotor (*before washing*) dan 400 ton per jam untuk batubara bersih (*after washing*). Untuk mengetahui jumlah *increment* dan berat sampel dapat dijelaskan sebagai berikut:

a. Sampel *Before Washing*

Batubara yang masuk sebagai umpan ke unit *washing plant* diketahui dibawah 1.000 ton per jam, oleh karena itu jumlah minimal *increment* dan berat minimal satu *increment* yang diambil adalah sama berdasarkan tabel 2.3 untuk batubara kotor. Jumlah minimal *increment* yang diambil adalah sebanyak 35, dan berat minimal satu *increment* adalah 3 kg untuk ukuran batubara 50 mm. Oleh karena itu untuk berat sampel yang diambil adalah $3 \text{ kg} \times 35 = 105 \text{ kg}$.

b. Sampel *After Washing*

Batubara yang keluar sebagai produk dari unit *washing plant* juga diketahui dibawah 1.000 ton per jam, oleh karena itu jumlah minimal *increment* dan berat minimal satu *increment* yang diambil adalah sama berdasarkan tabel 2.3 untuk batubara bersih. Jumlah

minimal *increment* yang diambil adalah sebanyak 15, dan berat minimal satu *increment* adalah 3 kg untuk ukuran batubara 50 mm. Oleh karena itu untuk berat sampel yang diambil adalah $3 \text{ kg} \times 15 = 45 \text{ kg}$.

Untuk mengumpulkan *increment* pada *mechanical* sampel diatur berdasarkan *time basis sampling*, yang dapat ditentukan berdasarkan kapasitas dan kecepatan *conveyor*. Untuk penentuan *time basis sampling* dapat dijelaskan sebagai berikut.

$$T = Q/(g \times n)$$

dimana t = waktu pengambilan tiap *increment* (menit)

Q = berat satu unit (ton)

g = kecepatan alir maksimal dari *belt* (ton/menit)

n = banyaknya *increment*

Pada unit *coal washing plant* PT Telen Orbit Prima diketahui kecepatan alir dari *belt conveyor* adalah 400 ton/jam, kemudian batubara dimuatkan kedalam *belt* tersebut adalah dibawah 1000 ton sehingga menghasilkan 15 *increment*, sehingga waktu yang diperlukan untuk mengambil satu *increment* adalah $1000/(1/60 \times 400 \times 15)$ menit atau 10 menit.

2. Tahapan Preparasi Sampel

Proses pemecahan dan memperkecil ukuran batubara dilakukan pada alat penggerus *jaw crusher* PT Telen Orbit Prima. Hasil penggerusan batubara pada alat *jaw crusher* berukuran 4.75 mm. Setelah

batubara melalui proses *sizing* maka batubara akan dimasukkan ke dalam alat *rotary sample divider* (RSD) yang bertujuan untuk membagi batubara kedalam 8 sampel dan batubara dapat tercampur secara homogen.

Setelah dilakukan proses pencampuran beberapa kali (minimal 2 kali) dengan tujuan sejumlah *increment* akan terpisah pada setiap putarannya terbagi merata ke setiap kontainer, kemudian sampel akan disatukan dengan sampel yang saling berlawanan. Membagi sampel menjadi 2 bagian, 1 sampel akan digunakan untuk test rapid dan yang lain untuk pengujian *general analysis standart*. Mengambil sampel sebanyak 100 gram lalu masukan ke dalam oven selama $\pm 10-15$ menit untuk mengeringkan sampel. Lalu dinginkan sampel selama ± 5 menit. Kemudian lanjutkan ke tahapan berikutnya, yaitu pengecilan ukuran (*milling*) menjadi $-212 \mu\text{m}$. Lalu masukkan sampel ke dalam toples secara *spot random* sebanyak 50 gram. Kemudian dapat dilakukan analisis rapid yaitu pengujian cepat untuk mendapatkan nilai *Ash*. Timbang sampel sebanyak 100 gram, lalu keringkan didalam oven selama 3 jam, lakukan penimbangan setiap jamnya untuk mendapatkan berapa banyak air yang menguap. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan kandungan *free moisture* di dalam batubara.

3. Perubahan kualitas sebelum dan sesudah pencucian batubara
 - a. Perubahan *total moisture* sebelum dan sesudah pencucian batubara

Grafik gambar 4.8 terlihat menunjukkan perbedaan *total moisture* batubara *before washing* dan batubara *after washing* dimana nilai *total moisture* mengalami kenaikan. Selisih *total moisture* yang terjadi besarannya beragam. Nilai *total moisture* tertinggi terjadi pada tanggal 19/08/2018 dengan *total moisture* 18,16 %, sedangkan nilai *total moisture* terkecil terjadi pada tanggal pada tanggal 16/09/2018 dengan *total moisture* 14,52 %. Selisih terbesar terjadi pada tanggal 19/08/2018 dengan nilai selisih *total moisture* 8,76 %.

Perubahan nilai *total moisture* terjadi akibat dari perubahan ukuran permukaan batubara dan proses pencucian batubara yang menggunakan media larutan air dan *magnetite*, sehingga meningkatkan *free moisture* yang terikat dipermukaan batubara.

b. Perubahan kandungan *ash* sebelum dan sesudah pencucian batubara

Grafik gambar 4.9 menunjukkan perbedaan *ash content* pada batubara *before washing* dan *after washing* setelah dianalisa ternyata mengalami penurunan yang signifikan, dimana *ash content* terendah setelah mengalami pencucian batubara terjadi pada tanggal 21/08/2018 dengan kadar *ash content* 8,76 %, sedangkan nilai *ash content* tertinggi terjadi pada tanggal 03/08/2018 dengan kadar *ash content* 12,64 %. Selisih *ash content* yang terjadi besarannya beragam. Selisih yang tertinggi terjadi pada tanggal 24/08/2018 dengan angka 29,34 %, sedangkan selisih terendah terjadi ditanggal 11/08/2018 dengan angka 6,47 %. Perubahan kandungan *ash content* batubara

yang terjadi akibat hilangnya sebagian material pengotor batubara, sehingga menghasilkan produk batubara yang memiliki kandungan *ash content* yang lebih rendah dibandingkan sebelum pencucian. Besaran selisih *ash content* yang beragam terjadi akibat perbedaan jenis material umpan yang masuk kedalam proses pencucian. Material batubara dengan kualitas *high dirty* yang masuk sebagai umpan berbeda hasilnya dengan material umpan dengan kualitas *medium dirty*. Untuk menurunkan kadar *ash content* hasil proses pencucian batubara perlu dilakukan pengaturan dengan menurunkan nilai *density* media pada *washing plant* sehingga semakin banyak material pengotor yang dapat dipisahkan dari produk batubara.

c. Perubahan *calorific value* sebelum dan sesudah pencucian batubara

Grafik gambar 4.10 menunjukkan perbedaan *calorific value* berdasarkan basis *air dried* (adb), *air dried basis* menunjukkan data yang dinyatakan sebagai persentase terhadap batubara kecuali kandungan air permukaan. Pada batubara *before washing* dan *after washing* setelah dianalisis menunjukkan peningkatan yang beragam. *Calorific value adb* yang masuk sebagai umpan kedalam *washing plant* (*before washing*) setelah di analisis memiliki nilai yang beragam, dimana *calorific value adb* terendah *before washing* terjadi pada tanggal 24/08/2018 dengan *calorific value adb* sebesar 4164 cal/gr dan *calorific value adb* tertinggi *before washing* terjadi pada tanggal 11/08/2018 dengan *calorific value adb* sebesar 5969 cal/gr.

Calorific value adb yang keluar sebagai produk dari *washing plant* (*after washing*) setelah dianalisis memiliki nilai yang relatif tidak jauh berbeda, dimana *calorific value adb* terendah *after washing* terjadi pada tanggal 18/09/2018 dengan *calorific value adb* sebesar 6117 cal/gr dan *calorific value adb* tertinggi terjadi pada tanggal 15/08/2018 dengan *calorific value adb* sebesar 6512 cal/gr. Selisih (peningkatan) *calorific value adb* dikatakan beragam karena memiliki perbedaan selisih antara *before washing* dan *after washing* yang berbeda-beda. Selisih tertinggi *calorific value adb* terjadi pada tanggal 24/08/2018 dengan nilai selisih 2148 cal/gr dimana *calorific value adb before washing* sebesar 4164 cal/gr sedangkan *calorific value adb after washing* sebesar 6312 cal/gr. Selisih terendah *calorific value adb* terjadi pada tanggal 11/08/2018 dengan nilai selisih 527 cal/gr dimana *calorific value adb before washing* sebesar 5969 cal/gr sedangkan *calorific value adb after washing* sebesar 6496 cal/gr. Peningkatan nilai *calorific value* terjadi akibat menurunnya persentasi dari kadar *ash conten* batubara yang cukup besar.

Grafik gambar 4.11 menunjukkan perbedaan *calorific value* berdasarkan basis *as received* (ar), pada batubara *before washing* dan *after washing* setelah dianalisis menunjukkan peningkatan yang cenderung naik yang tidak jauh berbeda dengan basis-*air dried*. Ini menunjukkan bahwa proses pencucian akan mempengaruhi nilai *calorific value* batubara tersebut. Pada batubara *before washing* dan

after washing setelah dianalisis menunjukkan peningkatan yang beragam. *Calorific value arb* yang masuk sebagai umpan kedalam *washing plant (before washing)* setelah di analisis memiliki nilai yang beragam, dimana *calorific value arb* terendah *before washing* terjadi pada tanggal 24/08/2018 dengan *calorific value* sebesar 4008,68 cal/gr dan *calorific value arb* tertinggi *before washing* terjadi pada tanggal 11/08/2018 dengan *calorific value arb* sebesar 5582,28 cal/gr. *Calorific value arb* yang keluar sebagai produk dari *washing plant (after washing)* setelah dianalisis memiliki nilai yang relatif tidak jauh berbeda, dimana *calorific value arb* terendah *after washing* terjadi pada tanggal 15/09/2018 dengan *calorific value arb* sebesar 6021 cal/gr dan *calorific value arb* tertinggi terjadi pada tanggal 15/08/2018 dengan *calorific value* sebesar 6021,35 cal/gr. Selisih (peningkatan) *calorific value arb* dikatakan beragam karena memiliki perbedaan selisih antara *before washing* dan *after washing* yang berbeda-beda. Selisih tertinggi *calorific value arb* terjadi pada tanggal 24/08/2018 dengan nilai selisih 1058,43 cal/gr dimana *calorific value arb before washing* sebesar 4008,68 cal/gr sedangkan *calorific value arb after washing* sebesar 5867,11 cal/gr. Selisih terendah *calorific value arb* terjadi pada tanggal 11/08/2018 dengan nilai selisih 357,44 cal/gr dimana *calorific value arb before washing* sebesar 5582,28 cal/gr sedangkan *calorific value arb after washing* sebesar 5939,72 cal/gr. Peningkatan nilai *calorific value arb* terjadi akibat menurunnya

persentasi dari kadar *ash conten* batubara yang cukup besar tetapi masih dipengaruhi oleh kadar air permukaan. Hal tersebut dapat diperhatikan dari nilai selisih *calorific value* dalam basis *as received* yang lebih kecil dibandingkan dengan basis *air dried*.

Grafik gambar 4.12 menunjukkan perbedaan *calorific value* berdasarkan basis *dry ash-free* (daf), pada batubara *before washing* dan *after washing* setelah dianalisis menunjukkan perubahan yang tidak jauh berbeda. Perubahan ini tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan dikarenakan pada perhitungannya mengabaikan kadar *moisture* dan *ash content* yang melekat pada batubara sehingga menunjukkan kemiripan antara *calorific value before washing* dan *after washing*. *Calorific value daf* yang masuk sebagai umpan kedalam *washing plant (before washing)* setelah di analisis memiliki nilai yang tidak jauh berbeda, dimana *calorific value daf* terendah *before washing* terjadi pada tanggal 17/09/2018 dengan *calorific value daf* sebesar 7278,80 cal/gr dan *calorific value daf* tertinggi *before washing* terjadi pada tanggal 07/08/2018 dengan *calorific value* sebesar 7829,49 cal/gr. *Calorific value daf* yang keluar sebagai produk dari *washing plant (after washing)* setelah dianalisis memiliki nilai yang relatif tidak jauh berbeda, dimana *calorific value daf* terendah *after washing* terjadi pada tanggal 16/09/2018 dengan *calorific value daf* sebesar 7482,89 cal/gr dan *calorific value daf* tertinggi terjadi pada tanggal 08/08/2018 dengan *calorific value daf* sebesar 7920,99

cal/gr. Selisih (peningkatan) *calorific value daf* dapat dikatakan seragam karena memiliki perbedaan selisih antara *before washing* dan *after washing* yang tidak jauh berbeda. Selisih tertinggi *calorific value daf* terjadi pada tanggal 17/09/2018 dengan nilai selisih 495 cal/gr dimana *calorific value daf before washing* sebesar 7278,80 cal/gr sedangkan *calorific value daf after washing* sebesar 7772,81 cal/gr. Selisih terendah *calorific value daf* terjadi pada tanggal 16/09/2018 dengan nilai selisih -112 cal/gr dimana *calorific value daf before washing* sebesar 7595,49 cal/gr sedangkan *calorific value daf after washing* sebesar 7482,89 cal/gr. Konversi dari basis *adb* ke basis *daf* antara batubara *before washing* dan *after washing* tidak akan memiliki selisih yang cukup besar atau bahkan hampir sama nilainya dalam basis *daf*. Hal ini disebabkan dalam perhitungan basis *dry ash free* mengabaikan pengaruh nilai *inherent moisture* dan kandungan *ash*. Sehingga dalam hal ini batubara hasil *washing plant* tidak mempengaruhi pada parameter *calorific value* dalam basis *dry ash free*.

4.2.2 Proses *Washing Plant* Dalam Mencapai Kualitas Batubara

Sebelum batubara dicuci, batubara yang ada di PT Telen Orbit Prima yang dibedakan berdasarkan spesifikasi kadar *ash* batubara yaitu *Medium clean (MC)*, *Medium Dirty (MD)* dan *High Dirty (HD)* akan ditampung di ROM (*room of mine*). Batubara dari ROM akan diangkut menuju unit

crushing plant untuk dilakukan peremukan ukuran batubara (*crushing*) sebelum dilakukan proses pencucian batubara. Batubara yang dicuci adalah batubara *high dirty* dan *medium dirty*. Batubara *medium clean* hanya dilakukan peremukan ukuran batubara (*crushing*) dengan menggunakan *crusher* dan nantinya akan dicampur dengan produk batubara yang telah dicuci (*after wash*).

Batubara *medium dirty* mendominasi batubara di PT Telen Orbit Prima sehingga batubara hasil penambangan kualitas *high dirty* jika *crushing plant* dan *washing plant* beroperasi maka *high dirty* dari tambang akan didahulukan untuk *dicrushing* dan dicuci. Hal ini dikarenakan kualitas batubara *high dirty* banyak pengotor (*partings*) dan untuk menghindari kadar *ash* batubara *high dirty* jika tertampung lama di ROM akan semakin tinggi.

Sebelum batubara kualitas batubara kotor (*dirty coal*) dicuci, batubara kualitas kotor (*dirty coal*) yang berasal dari ROM atau langsung dari PIT akan diangkut ke *hopper* menggunakan *dump truck*. Setelah batubara di *hopper* maka akan masuk menuju *primary breaker (crusher primary)* untuk dikecilkan ukurannya menggunakan *double roll crusher* hingga ukuran 100 mm. Di *hopper* dilengkapi dengan pengayak *grizzly* yang berfungsi mencegah masuknya bongkahan besar batubara dan pengotornya (*bolder*) ke dalam *primary crusher (crusher primary)*, sehingga *break down primary breaker* bisa dicegah. Batubara yang sudah diremukkan menjadi

ukuran 100 mm dialirkan menggunakan *belt conveyor* menuju *secondary breaker* (*secondary breaker*).

Di *secondary breaker* terjadi peremukan batubara hingga mencapai 50 mm. Batubara yang ukurannya dibawah 50 mm akan lolos lewat *vibrating screen* dan langsung dialirkan menggunakan *belt conveyor* menuju *feed bin tank*.

Batubara kualitas kotor (*dirty coal*) yang berukuran ± 50 mm akan ditampung terlebih dahulu di *feed bin tank*. Kapasitas *feed bin tank* mencapai 100 ton. Dibawah *feed bin tank* terdapat sebuah *vibrating feeder* yang berfungsi memasukkan batubara menuju *plant feed conveyor*. Kecepatan *vibrating feeder* ini diatur di *control room washing plant* dan disesuaikan dengan kecepatan produk *after wash* yang terbaca di *belt scale*.

Batubara kualitas kotor (*dirty coal*) yang ditampung di *feed bin tank* dialirkan menuju *desliming screen* menggunakan *plant feed conveyor*. Kapasitas *plant feed conveyor* mencapai 500 ton/jam. *Desliming screen* merupakan alat *vibrating screen* yang berfungsi untuk memisahkan batubara ukuran besar (*coarse coal*) dan batubara berukuran halus (*finer coal*). Di *desliming screen* material yang masuk sebagai umpan akan disemprot menggunakan air untuk menghilangkan *slime* (lumpur) dari batubara. Dengan adanya gaya getar dan lubang ayakan sehingga batubara yang berukuran besar (*coarse coal*) akan masuk menuju *mixing box* dan batubara

halus (*finer coal*) akan lolos pada lubang *desliming screen* ditampung di *finer tank*.

1. Proses Pencucian Batubara Berukuran Besar (*Coarse Coal*) di PT Telen Orbit Prima

Batubara berukuran besar (*coarse coal*) didapatkan ketika batubara memasuki alat *desliming screen* dimana ukuran $> 1,4 \text{ mm} - \pm 50 \text{ mm}$ tidak melewati lubang ayakan *desliming screen*, selanjutnya akan masuk menuju *mixing box* dan diproses.

Mixing box merupakan tempat pencampuran media dengan batubara kualitas kotor (*dirty coal*). Batubara kualitas kotor (*dirty coal*) yang sudah bercampur dengan media akan dipompa menuju *heavy medium cyclone* menggunakan *heavy medium cyclone pump* untuk dipisahkan berdasarkan *density* (berat jenis).

Batubara berukuran besar (*coarse coal*) yang mempunyai berat jenis lebih kecil dari berat jenis media akan terapung (*float*) dan yang mempunyai berat jenis lebih tinggi akan tenggelam (*sink*) Di *heavy medium cyclone* dihasilkan *product* (batubara bersih) dan *reject* (mineral pengotor).

Untuk batubara biasanya berat jenisnya 1,3-1,6 sehingga dalam pengaturan berat jenis media biasanya 1,45-1,55. Batubara yang menjadi *product* (batubara bersih) akan dibilas di float screen menggunakan air untuk mengambil kembali magnetit yang bercampur dengan batubara *product* sehingga dapat digunakan kembali. Air beserta magnetit yang

lolos lubang *float screen* akan ditampung di *circulating medium tank* dan *dilute medium tank*. Batubara bersih yang menjadi *product* akan jatuh menuju *product conveyor* dan *radial conveyor 2* untuk mengalirkannya menuju *stockpile batubara after wash*.

Reject (mineral pengotor) akan menjadi *discard* dan juga dibilas dengan air di *sink screen* untuk mengambil kembali magnetit dari *reject* (mineral pengotor). Air beserta magnetit yang lolos lubang *sink screen* akan ditampung juga di *circulating medium tank* dan *dilute medium tank*. *Reject* (mineral pengotor) akan jatuh menuju *discrad conveyor*. Kemudian *discard conveyor* akan mengalirkan *reject* menuju *discard bin tank*. Di *discrad bin tank*, *reject* akan ditampung terlebih dahulu, kemudian akan diangkut menggunakan *dump truck* menuju disposal area.

Magnetit dan air yang ditampung di *dilute medium tank* akan dipompa menggunakan *dilute medium pump* menuju *magnetite separator*. Dengan menggunakan *magnetite separator*, magnetit yang sudah bercampur air dipisahkan menggunakan gaya magnet. Magnetit yang lengket pada *drum magnetit separator* akan diambil *scraper magnetite separator*, kemudian konsentrat magnetite ditampung dan dialirkan menuju *circulating medium tank*. Media yang ditampung di *circulating medium tank* akan dipompa menggunakan *circulating medium pump* menuju *circulating medium head box* sebelum media dialirkan menuju *mixing box*. Hal ini berarti terjadi sirkulasi media untuk

menjaga kestabilan suspensi media yang digunakan dalam proses pencucian batubara berukuran besar (*coarse coal*) dan untuk menjaga kestabilan nilai kekentalan dan *density* media.

2. Proses Pencucian Batubara Berukuran Halus (*Fines Coal*) di PT Telen Orbit Prima

Pada proses pencucian batubara ukuran halus (*fines coal*) tidak jauh berbeda dengan pencucian batubara ukuran besar (*coarse coal*), akan tetapi pada pencucian batubara ukuran halus (*fines coal*) medianya hanya menggunakan air, tanpa magnetit.

Batubara ukuran halus (*fines coal*) merupakan yang berukuran < 1,4 mm. Pada saat batubara kotor (*dirty coal*) diproses di *desliming screen* terdapat pemisah berupa pengayak yang memisahkan batubara *coarse* dengan batubara berukuran halus (*fines coal*). Batubara berukuran halus (*fines coal*) lolos pada lubang ayakan *desliming screen* dan ditampung di *fines tank*.

Batubara yang tertampung di *fines tank* akan dipompa menggunakan *fines pump* menuju *classifying cyclone* untuk memisahkan batubara dari pengotornya. Cara kerja alat ini sama seperti *heavy medium cyclone* untuk batubara berukuran besar (*coarse coal*), tetapi pada *classifying cyclone* tidak menggunakan larutan *magnetite* sehingga batubara berukuran halus (*fines coal*) bersama material pengotor yang berat jenisnya lebih besar dari berat jenis air akan tenggelam menuju

dasar *classifying cyclone* dan batubara berukuran halus yang berat jenisnya lebih kecil akan terapung dan menuju *spiral distributor*. Sedangkan air pengotornya akan dialirkan menuju *Thickener*.

Sebelum batubara berukuran halus (*finer coal*) dan mineral pengotor dialirkan menuju *Spiral Distributor* terdapat *Guard Screen* yang berfungsi menyaring batubara berukuran halus (*finer coal*). Batubara yang berukuran $< 0,8$ mm akan lolos menuju *spiral distributor*. Batubara berukuran halus (*finer coal*) yang berukuran $< 0,8$ mm akan langsung dialirkan menuju *Discard Screen*. Batubara berukuran halus (*finer coal*) yang berukuran $> 0,8$ mm akan di proses di *Spiral Distributor*. Batubara berukuran halus (*finer coal*) cenderung mengalir pada bagian luar *spiral distributor* karena berat jenisnya lebih kecil dari air, sedangkan batubara halus beserta mineral pengotornya yang berat jenisnya lebih besar akan mengalir pada bagian dalam *spiral distributor*. Pada bagian bawah *spiral distributor* terdapat *launder* (sekat pemisah) untuk membedakan batubara halus bersih dan batubara halus kotor.

Batubara berukuran halus yang bersih akan dialirkan dan ditampung menuju *Product Tank*, sedangkan batubara berukuran halus beserta pengotornya akan dilairkan dan ditampung di *discard Tank*. Dari *product tank* dan dari *discard tank* batubara yang menjadi *product spiral distributor* akan dipompa menuju *thickening cyclone*. Di *thickening cyclone* terdapat empat pipa pemisah. Tiga pipa menyatu untuk batubara berukuran halus yang dipompa dari *product tank*. Dan satu pipa untuk

batubara berukuran halus yang dipompa dari *discard tank*. Di *thickening cyclone* terjadi pemisahan untuk memastikan tidak ada lagi pengotor bercampur di batubara berukuran halus dan air. Karena hal ini berpengaruh terhadap kadar *ash* batubara *after wash* dan penjernihan air di *thickener*.

Batubara berukuran halus yang dari tiga pipa *thickening cyclone* akan dialirkan menuju *product screen*. Di *product screen* batubara yang berukuran halus akan dipisahkan dari air (proses *dewatering*) dan jatuh menuju *product conveyor*, *radial conveyor 2* dan menuju *stockpile after wash*. Sedangkan satu pipa yang menjadi tempat proses batubara berukuran halus yang dipompa dari *discard tank* akan jatuh menuju *discard screen* untuk dipisahkan material pengotor dan air (proses *dewatering*) dan akan dialirkan *discard conveyor* menuju *discard bin*.

Dari *discard bin* material pengotor batubara akan diangkat menggunakan *dump truck* menuju disposal area.

4.2.2.1 Pengaturan *Density Media* Terhadap Pencapaian *Yield Washing Plant* dan Kadar *Ash Batubara After Wash*

Densitas (*density*) dan densitas relatif adalah istilah yang seringkali ditemukan dalam pencucian batubara. Pemahaman istilah densitas dan densitas relatif sangat penting berkaitan dengan operasi pencucian batubara, karena prinsip pemisahan batubara dari pengotornya (*shale*) dilakukan berdasarkan pengertian itu. Berkaitan dengan operasi pencucian batubara, perhitungan

berat material haruslah juga dikaitkan dengan volumenya. Densitas batubara bersih adalah sekitar $1,3 \text{ kg/m}^3$.

Batubara yang baru ditambang tidak hanya terdiri dari batubara bersih dan *shale*. Batubara juga mengandung partikel yang memiliki densitas relatif antara 1,4 sampai 2,4 dan bahkan ada yang lebih kecil dari 1,4 dan lebih besar dari 2,4. Contohnya, pirit memiliki densitas relatif sekitar 5. Jika sejumlah partikel diambil dari batubara kemudian ditentukan densitas relatifnya dan dianalisis kadar abunya, umumnya partikel yang densitas relatifnya kecil akan memiliki kadar abu yang rendah, sedangkan partikel yang densitas relatifnya tinggi memiliki kadar abu yang tinggi pula. Partikel *middling* memiliki densitas relatif yang berada di tengah-tengah, dan kadar abunya lebih besar dari kadar abu batubara bersih tetapi lebih kecil dari kadar abu *shale*. Bila densitas relatif meningkat, kadar abunya juga akan meningkat. Prinsip ini merupakan dasar operasi pencucian batubara yang menghasilkan batubara kadar abu rendah, dari batubara kotor yang diolah di dalam *heavy medium bath*, *cyclone*, *jig* dan *launder*.

Density Media sangat penting untuk pencapaian *yield*. *Yield* adalah perbandingan antara product yang dihasilkan dengan feeding yang masuk. *Yield* adalah parameter produksi yang penting di pabrik pencucian batubara dan dinyatakan dalam persen (%). *Yield* yang baik proses yang berjalan adalah *yield*nya yang sesuai dengan target yang ditentukan perusahaan. *Yield* 80% artinya dari 100 ton batu bara yang masuk ke washing plant (*feeding*), 80 ton menjadi produk.

Rumus untuk menghitung *yield* adalah :

$$Yield = \frac{\text{Massa Produk yang dihasilkan (After Wash)}}{\text{Massa Feed yang masuk (Before Wash)}} \times 100\%$$

Density akan mempengaruhi nilai *yield*. Bila *density* media rendah, maka *yield* akan dihasilkan rendah dan kualitas *ash* akan rendah juga. Dan jika *density* media tinggi, maka *yield* yang dihasilkan akan tinggi dan *ash* tinggi.

Density media di PT. Telen Orbit Prima yang digunakan selama penelitian nilainya antara 1,46 sampai 1,55. Nilai *density* disetting berdasarkan kualitas batubara berdasarkan spesifikasi kadar *Ash* batubara dan kualitas *ash* yang keluar per tiga jam. Pengaturan *density* untuk material *medium dirty* dan *high dirty* berbeda. Untuk *high dirty*, *density* yang akan digunakan nilainya lebih rendah karena banyak *partings* (pengotor) yang harus dipisahkan dari batubara. Jika nilai *density* semakin tinggi penggunaan magnetite sebagai campuran media akan semakin boros karena itu perlu penambahan *magnetite* untuk menjaga kestabilan kekentalan media.

Density media dapat ditentukan dengan cara menghitung perbandingan berat magnetite dan volume air yang digunakan. Berdasarkan wawancara yang dilakukan dengan staff dan karyawan, jika nilai *density* ingin dinaikkan misalnya 1,46 menjadi 1,50 maka akan dilakukan *mixing* media untuk 1 ton magnetite diperlukan level magnetite tank 25% terisi air, berdasarkan kualitas *ash after wash* yang keluar per tiga jam dan kualitas material *feeding*. Sehingga pengaturan *density* tergantung tiga parameter

tersebut. Jika kualitas *ash* hasil pencucian yang keluar per 3 jam lebih rendah dari kualitas *ash* yang ditargetkan, maka *density* akan dinaikkan dan jika lebih tinggi, *density* akan diturunkan. Untuk menikkan *density*, kondisi *circulating medium tank* minimum 35%.

Setelah dilakukan analisis dan pengolahan data, maka didapat rata-rata *density* media yang digunakan sebesar 1,47 dengan *yield* sebesar 68,65% untuk bulan agustus dan rata-rata *density* media yang digunakan sebesar 1,49 dengan *yield* sebesar 66,07% untuk bulan September.

Pencapaian target *yield washing plant* diusahakan harus tercapai sesuai *annual plan* PT Telen Orbit Prima 2018 dan kadar *ash* batubara *after wash* harus sesuai dengan target kadar *ash TOP Brand* sebagai syarat kontrak penjualan PT Telen Orbit Prima terhadap pembeli untuk menghindari *penalty point* dan *rejection point*. Berikut Tabel *annual mine plan* PT Telen Orbit Prima 2018 dan kualitas batubara sesuai kontrak penjualan TOP Brand terhadap pembeli.

Tabel 4.9 Target Product Batubara TOP Dari *Washing Plant*

TOP WASHED COAL			
Proximate Analisis			
		Target	Corection
TM	(AD)	16 %	18,5 % max
IM	(AD)	8 %	10 % max
ASH	(AD)	10 %	12 % max
VM	(AD)	39 %	41,5 % max
FC	(AD)	43 %	36,5 % min

CV	(AD)	6400 Kcal/Kg	
	(GAR)	5843,47 Kcal/Kg	
	(DAF)	7804,87 Kcal/Kg	

Tabel 4.10 Kontrak Penjualan TOP *Brand* sesuai Permintaan Pembeli

TOP BRAND COAL						
Proximate Analisis					Ash Constituents	
			Pinalty	Rejection		
TM	(AD)	13,70%		16 % max	SiO ₂	66%
IM	(AD)	7,39%		12 % max	Al ₂ O ₃	25%
ASH	(AD)	11,00%	11,50%	12,5 % max	Fe ₂ O ₃	4%
VM	(AD)	38,80%		30 % min	CaO	1,20%
TS	(AD)	0,47%	0,50%	0,65 % max	MgO	0,50%
FC	(AD)	43,30%		43 % max	K ₂ O	0,3 % max
CV	(AD)	6.320 Kcal/Kg			Na ₂ O	0,1 % max
	(GAR)	5.890 Kcal/Kg	< 5.890 Kcal/Kg	5.700 Kcal/kg	P ₂ O ₅	0,20%
	(NAR)	5.540 Kcal/Kg	< 5.400 Kcal/Kg	5.300 kcal/kg	sO ₃	0,90%
HGI		48		43	TiO ₂	1,30%
					Mn ₃ O ₄	0,10%

Dari tabel 4.9 dan 4.10 diatas menunjukkan bahawa target kualitas batubara dari washing plant berbeda dengan TOP brand coal, hal ini dikarenakan produk batubara untuk kontrak penjualan akan dilakukan *blending* antara produk batubara *clean* dengan produk *washed coal*.

Berdasarkan tabel 4.4 dapat dilihat pengaturan nilai *density* 1,46 pada *ash before washing* sebesar 26,40 % menghasilkan *product (after washing)* dengan kandungan *ash* sebesar 9,37 % dengan capaian *yield* sebesar 67,58%. Berdasarkan tabel 4.5 dapat dilihat pengaturan nilai *density* 1,47 pada *ash before washing* sebesar 26,90 % menghasilkan *product (after washing)* dengan

kandungan *ash* sebesar 10,61 % dengan capaian *yield* 67,63 %. Berdasarkan tabel 4.6 dapat dilihat pengaturan nilai *density* 1,48 pada *ash before washing* sebesar 27,97 % menghasilkan *product (after washing)* dengan kandungan *ash* sebesar 10,40 % dengan capaian *yiled* 67,61 %. Berdasarkan tabel 4.7 dapat dilihat pengaturan nilai *density* 1,49 pada *ash before washing* sebesar 31,65 % menghasilkan *product (after washing)* dengan kandungan *ash* sebesar 9,43 dengan capaian *yield* 67,28 %. Berdasarkan tabel 4.8 dapat dilihat pengaturan nilai *density* 1,50 pada *ash before washing* sebesar 21,09 % menghasilkan *product (after washing)* dengan kandungan *ash* sebesar 10,23 dengan capaian *yield* 68,6 %. Berdasarkan tabel 4.9 dapat dilihat pengaturan nilai *density* 1,55 pada *ash before washing* sebesar 33,16 % menghasilkan *product (after washing)* dengan kandungan *ash* sebesar 11,26 % dengan capaian *yield* 60,66 %.

Di *Washing Plant* PT Telen Orbit Prima dilengkapi alat pembaca *density* media menggunakan sinar radiasi sehingga secara otomatis akan ditampilkan di layar monitoring *control room washing plant*. Alat ini terletak di pipa *circulating medium tank* menuju *head box*. Dari layar monitoring inilah nilai *density* media diatur.

BAB V

KESIMPULAN dan SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan analisis kualitas batubara dari proses washing plant di PT. Telen Orbit Prima dapat disimpulkan bahwa :

1. Kualitas batubara sebelum pencucian (*before washing*) dan setelah proses pencucian (*after washing*) mengalami perubahan kualitasnya sebagian ada yang menurun dan ada yang meningkat. Kualitas batubara yang mengalami penurunan terdapat pada parameter *total moisture* dan *inherent moisture*. *Total moisture* pada batubara mengalami peningkatan persentase terbesar sebesar 8,76 % yang terjadi pada tanggal 19/08/2018 dan terkecil sebesar 1,45 % yang terjadi pada tanggal 28/08/2018. Kualitas batubara yang mengalami peningkatan terdapat pada parameter *ash content*, *volatile matter*, *fixed carbon*, dan *calorific value*. Parameter *ash content* pada batubara mengalami penurunan persentase terbesar sebesar 29,34 % yang terjadi pada tanggal 24/08/2018 dan penurunan persentase terkecil sebesar 6,47 % yang terjadi pada tanggal 11/08/2018. Untuk parameter *calorific value* mengalami peningkatan kualitas berdasarkan *air dried basis* dan *as received basis* di waktu yang sama. Peningkatan terbesar terjadi pada tanggal 25/08/2018 berdasarkan kedua basis tersebut dengan peningkatan *calorific value* 2148 cal/gr dalam *air dried basis* dan 1058,43 cal/gr dalam *as received basis*.

2. PT. Telen Orbit Prima mempunyai dua cara proses pengolahan yaitu *crushing plant* dan *washing plant*. Pada *crushing* alat yang digunakan berupa *hopper*, *grizzly feeder*, *crusher*, *screen* dan *feed bin* yang masing-masing mempunyai fungsi tersendiri. Sedangkan pada *washing plant* memiliki dua proses pencucian yaitu : pencucian batubara berukuran besar (*coarse coal*) dan pencucian batubara berukuran halus (*finer coal*). Pada proses pencucian batubara berukuran besar menggunakan alat *desliming creen*, *mixing box*, *heavy medium cyclone*, *float screen*, *sink screen*, *magnetite separator* dan lain-lainnya yang masing-masing mempunyai fungsi tersendiri. Sedangkan pada proses pencucian batubara berukuran halus menggunakan alat *finer tank*, *finer pump*, *classifying cyclone*, *guard screen*, *spiral distributor*, *product tank*, *product screen* *finer coal*, *thickening cyclone*, *discard bin tank* dan lain-lainnya yang mempunyai fungsi masing-masing.

Washing plant pada prosesnya dilakukan pengaturan nilai *density* yang disesuaikan dengan kualitas *feed* yang masuk (*before washing*). Nilai *density* yang diatur besarnya beragam antara lain 1,46 dengan perolehan *ash* produk 9,37 % dan *yield* sebesar 67,58%, nilai *density* 1,47 dengan perolehan *ash* produk 10,61 % dan *yiled* sebesar 67,63 %, nilai *density* 1,48 dengan perolehan *ash* produk 10,40 % dan *yield* sebesar 67,61 %, nilai *density* 1,49 dengan perolehan *ash* produk 9,43 %, dan *yield* sebesar 67,28 %, nilai *density* 1,50 dengan perolehan *ash* produk 10,23 % dan *yield* sebesar 68,66 %, nilai *density* 1,55 dengan perolehan

ash produk 11,26 % dan *yield* sebesar 60,11 %. Dengan pengaturan nilai *density* yang digunakan pada *washing plant* telah mencapai target *ash content* sebesar 10 % dan untuk target *yield* yang ditetapkan sebesar 69% tidak dapat dicapai.

5.2 Saran

1. Sebaiknya jika terjadi blendingan kualitas *high dirty* dan *medium dirty*, *density* diturunkan dari *density* sebelumnya agar kualitas *ash after wash* sesuai target.
2. Sebaiknya untuk kualitas penggunaan air diperhatikan lagi untuk *mixing* media karena akan berpengaruh terhadap kualitas media dan untuk proses menghilangkan *slime* di *desliming screen* serta untuk menjaga kualitas air yang akan digunakan kembali sudah jernih dari *overflow thickener* menuju *water process*.
3. Kondisi unit pencucian batubara (*Washing Plant*) lebih diperhatikan lagi, terutama pompa *dense medium cyclone* dan *desliming screen* agar kondisi alat saat digunakan dalam keadaan baik dan dalam perbaikan alat dilakukan semaksimal lagi agar tidak mengulang-ulang pekerjaan itu agar target tercapai.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM (2003), *Standard practice for quality management in an organization that samples or test coal and coke*, ASTM D6796-01, Annual Books of ASTM Standard, Volume 5.05, American society for Testing and Materials.
- Cebeci Yacub & Ugur Ulusoy, 2013 *An Optimization Study Of Yield For A Coal Washing Plant From Zonguldak Region*. Diperoleh Dari https://www.researchgate.net/publication/257211127_An_optimization_study_of_yield_for_a_coal_washing_plant_from_Zonguldak_region. Diakses pada 15 Oktober 2019.
- Hauge, P. dan Harris, P., (1995), *Sampling dan Statistika* (penerjemah :Yulianto), PT. Pustaka Binaman Pressindo, Jakarta.
- Herdianto, Dedy. 2007 *coal processing plant*. PT Bahari Cakrawala Sebaku, Kotabaru
- Kirk, R. E. & Othmer, D. F., 1979. *Encyclopedia of Chemical Technology*. Third Edition ed. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Kitestguardians, 2005. *Pencucian Batubara*. Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya, Palembang.
- Muchjidin. 2006. *Pengendalian Mutu Dalam Industri Batubara*. Penerbit ITB. Bandung.
- Sudarsono Arif S, 2003. *Pengantar Preparasi dan Pencucian Batubara*. Departemen Teknik Pertambangan ITB.
- Sutrisno, Supriatna, S., dkk. 1994. *Peta Geologi Lembar Buntok*, Kalimantan
- Suyartono, S. (2001), *Hidup dengan Batubara. Dari kebijakan hingga pemanfaatan* (kumpulan tulisan mengenai batubara oleh Suyartono,S), Yayasan Media Bakti Tambang, Jakarta.
- Wardhany Ferry ariadi, dkk, 2018. *Kajian Teknis Coal Washing Plant Di Pt Bahari Cakrawala Sebaku Kalimantan Selatan*. Universitas Lambung Mangkurat.
- Yaniuk, D.W. (1997), *Quality Control, UNDP Coal Technology Course*, Institute of Coal Research, Newcastle, Australia.