

**ANALISIS POWDER FACTOR (PF) PELEDAKAN UNTUK MENCAPAI
DIGGING RATE OPTIMAL PADA ALAT GALI MUAT DI PIT BENDILI
PT KALTIM PRIMA COAL KECAMATAN SANGATTA
KABUPATEN KUTAI TIMUR KALIMANTAN TIMUR**



SKRIPSI UTAMA

**Dibuat untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar Sarjana Teknik
Pada Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

Oleh

**Rabrat Hidayat
03071602641**

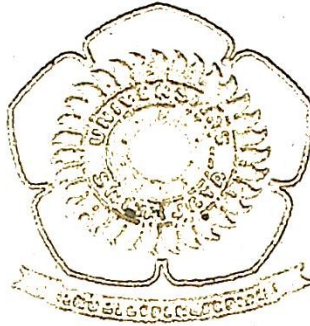
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

2012

R. 01320/24870

**ANALISIS POWDER FACTOR (PF) PELEDAKAN UNTUK MENCAPAI
DIGGING RATE OPTIMAL PADA ALAT GALI MUAT DI PIT BENDILI
PT KALTIM PRIMA COAL KECAMATAN SANGATTA
KABUPATEN KUTAI TIMUR KALIMANTAN TIMUR**



S
624.152.607
Rah
a
2012
C. 120851

SKRIPSI UTAMA

**Dibuat untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar Sarjana Teknik
Pada Jurusan Teknik Perencanaan Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

Oleh

**Rahmat Hidayat
03071602041**

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

2012

**ANALISIS POWDER FACTOR (PF) PELEDAKAN UNTUK MENCAPAI
DIGGING RATE OPTIMAL PADA ALAT GALI MUAT DI PIT BENDILI
PT KALTIM PRIMA COAL KECAMATAN SANGATTA
KABUPATEN KUTAI TIMUR KALIMANTAN TIMUR**

SKRIPSI UTAMA

Dibetajui untuk Jurusan Teknik Pertambangan
oleh Dosen Pembimbing :



Djuki Sudarmono 1/2012
5

Ir. H. Djuki Sudarmono, DESS.

A. Rahman

Ir. A. Rahman, MS

**ANALISIS POWDER FACTOR (PF) PELEDAKAN UNTUK MENCAPAI
DIGGING RATE OPTIMAL PADA ALAT GALI MUAT DI PIT BENDILI
PT KALTIM PRIMA COAL KECAMATAN SANGATTA
KABUPATEN KUTAI TIMUR KALIMANTAN TIMUR**

(Rahmat Hidayat, 03071002041, 2012, 125 Halaman)

ABSTRAK

Peledakan merupakan salah satu metode pemberaian lapisan overburden yang digunakan PT Kaltim Prima Coal, agar memudahkan alat gali muat saat pengupasan lapisan overburden. Salah satu yang harus dikontrol dan diperhatikan dalam suatu peledakan adalah powder factor. Powder factor (PF) merupakan perbandingan jumlah bahan peledak dengan volume material yang diledakan. PF yang optimum akan menghasilkan peledakan yang efektif dan efisien serta meningkatkan digging rate dan produktivitas alat gali muat.

Dari data aktual pada Pit Bendili untuk minggu ke 1 sampai 34 tahun 2011, PF peledakan bersifat fluktuatif, sehingga perlu pengkajian untuk mendapatkan nilai PF peledakan yang menghasilkan nilai digging rate optimal alat gali muat untuk mencapai produktivitas 2.075 bcm/jam.

Setelah dilakukan pengolahan data aktual digging rate rata-rata shovel Liebherr R996 pada Pit Bendili sebesar 3.100 bcm/jam untuk mencapai produktivitas 2.075 bcm/jam dan nilai PF peledakan yang optimal untuk mencapai digging rate tersebut berada pada range 0,32 kg/bcm sampai 0,34 kg/bcm. Pengamatan langsung dilapangan membuktikan bahwa peledakan dengan powder factor optimal menghasilkan fragmentasi batuan dengan ukuran > 40 cm kurang dari 20% dan digging rate shovel Liebherr R996 mencapai lebih dari 3.100 bcm/jam.

(Kata kunci : peledakan, powder factor, digging rate, produktivitas)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis persembahkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan kekuatan lahir dan batin sehingga laporan ini dapat terselesaikan pada waktunya.

Adapun tujuan dari penulisan ini adalah sebagai syarat untuk dapat menyelesaikan program Sarjana di Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya. Judul Tugas Akhir ini adalah **"Analisis *Powder Factor* (PF) Peledakan untuk Mencapai *Digging Rate* Optimal pada Alat Gali Muat di Pit Bendili PT Kaltim Prima Coal Kecamatan Sangatta Kabupaten Kutai Timur Kalimantan Timur"**, yang dilaksanakan dari tanggal 14 Juli 2011 sampai dengan tanggal 14 Oktober 2011.

Pada kesempatan ini Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ir. H. Djuki Sudarmono, DESS, dan Ir. A. Rahman, MS, Dosen Pembimbing Pertama dan Dosen Pembimbing Kedua yang telah membimbing Penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Tak lupa Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Prof. Dr. Ir. H.M. Taufik Toha, DEA, Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
2. Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, MS, dan Rr. Harminuke Eko, ST, MT, Ketua dan Sekretaris Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Evan Salehudin, selaku *Manager Mining Services Department*, Bapak Yuli Prihartono, selaku *Superintendent Drill and Blast* PT Kaltim Prima Coal Sangatta, Kalimantan Timur.

4. Bapak Pangihutan Siboro, selaku pembimbing lapangan Tugas Akhir dan seluruh karyawan yang ada di *Mining Services Department* PT Kaltim Prima Coal Sangatta, Kalimantan Timur.
5. Staff Tenaga Pengajar dan karyawan Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
6. Keluarga tercinta yang selalu memberikan dukungan dan doa dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
7. Dan untuk teman-teman yang juga telah membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

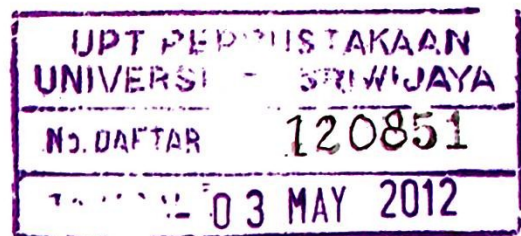
Dalam penyusunan tulisan ini, penulis sangat menyadari masih ada beberapa kesalahan. Oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan.

Semoga tulisan ini akan bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta dapat mensejahterahkan masyarakat dan umat manusia.

Palembang, April 2012

Penulis,

Rahmat Hidayat



DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB	
I. PENDAHULUAN.....	I-1
1.1 Latar Belakang.....	I-1
1.2 Rumusan Masalah.....	I-2
1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	I-2
1.4 Batasan Masalah.....	I-2
1.5 Metodologi Penelitian.....	I-2
II. TINJAUAN UMUM.....	II-1
2.1 Sejarah Singkat Perusahaan.....	II-1
2.2 Lokasi dan Kesampaian Daerah.....	II-2
2.3 Keadaan Geologi Daerah Penelitian.....	II-4
2.4 Iklim dan Curah Hujan.....	II-7
2.5 Cadangan dan Kualitas Batubara.....	II-9
2.6 Target Produksi.....	II-11
2.7 Kegiatan Penambangan.....	II-12
III. TINJAUAN PUSTAKA.....	III-1
3.1 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Peledakan.....	III-2
3.2 Mekanisme Pecahnya Batuan Akibat Peledakan.....	III-14
3.3 Pola Pemboran.....	III-16
3.4 Sistem Inisiasi Waktu Tunda dan Pola Peledakan.....	III-18
3.5 Alat Gali Muat.....	III-19
3.6 <i>System Dispatch</i>	III-22
3.7 Fragmentasi Batuan Hasil Peledakan Berdasarkan Split Dekstop.....	III-25

BAB	Halaman
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	IV-1
4.1 Pengolahan Data dan Perhitungan	IV-1
4.2 Pembahasan.....	IV-10
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	VI-1
5.1 Kesimpulan	V-1
5.2 Saran.....	V-1
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1.1. Diagram Alir Penelitian	I-4
2.1. Lokasi Daerah Kuasa Pertambangan PT KPC.....	II-3
2.2. Kolom Stratigrafi Daerah Pinang.....	II-5
2.3. Peta Geologi Regional PT Kaltim Prima Coal.....	II-8
2.4. Grafik Rata-rata Curah Hujan Bulanan PT KPC	II-9
2.5. Tahapan Penambangan PT Kaltim Prima Coal	II-13
3.1. Orientasi Bidang Lemah Utama Terhadap Arah Peledakan	III-6
3.2. Geometri Peledakan	III-9
3.3. Proses Pecahnya Batuan Akibat Peledakan	III-15
3.4. Pola Pemboran	III-17
3.5. Pola Sistem Inisiasi	III-20
3.6. Foto Mentah Fragmentasi	III-26
3.7. Delineasi Manual	III-27
3.8. Grafik Rosin-Ramler Hasil Perhitungan Split	III-28
4.1. Peta Topografi Pit Bendili PT Kaltim Prima Coal.....	IV-1
4.2. Sistem Pengisian Lubang Tembak dan Aksesoris Peledakan di Pit Bendili.....	IV-6
4.3. Diagram Distribusi Frekuensi <i>Powder Factor</i> pada Pit Bendili Minggu ke 1 sampai 34 Tahun 2011	IV-6
4.4. Grafik <i>Powder Factor</i> Peledakan untuk Mencapai <i>Digging Rate</i> dan Produktivitas Optimal	IV-11
b.1. Tahapan Pemboran dan Peledakan PT Kaltim Prima Coal.....	B-1
d.1. Bahan Peledak Curah dan Aksesoris Bahan Peledak	D-1
f.1. Spesifikasi <i>Shovel</i> Liebeherr R996.....	F-1

Gambar

Halaman

j.1.	Kurva Distribusi Kumulatif Fragmentasi Batuan Hasil Peledakan Lokasi BDP06+0304030.....	J-1
j.2.	Kurva Distribusi Kumulatif Fragmentasi Batuan Hasil Peledakan Lokasi BDP06+0303731.....	J-2
j.3.	Kurva Distribusi Kumulatif Fragmentasi Batuan Hasil Peledakan Lokasi BDP04-0603961.....	J-2
j.4.	Kurva Distribusi Kumulatif Fragmentasi Batuan Hasil Peledakan Lokasi BDP06+0204131.....	J-3
j.5.	Kurva Distribusi Kumulatif Fragmentasi Batuan Hasil Peledakan Lokasi BDP06+0204022.....	J-3
j.6.	Kurva Distribusi Kumulatif Fragmentasi Batuan Hasil Peledakan Lokasi BDP06+0204126.....	J-4
j.7.	Kurva Distribusi Kumulatif Fragmentasi Batuan Hasil Peledakan Lokasi BDP04-1503708.....	J-4
j.8.	Kurva Distribusi Kumulatif Fragmentasi Batuan Hasil Peledakan Lokasi BDP06+0303832.....	J-5
j.9.	Kurva Distribusi Kumulatif Fragmentasi Batuan Hasil Peledakan Lokasi BDP06+0403741.....	J-5
j.10.	Kurva Distribusi Kumulatif Fragmentasi Batuan Hasil Peledakan Lokasi BDP04-0504050.....	J-6
j.11.	Kurva Distribusi Kumulatif Fragmentasi Batuan Hasil Peledakan Lokasi BDP06+0403848.....	J-6

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
II.1. Cadangan Batubara PT Kaltim Prima Coal.....	II-10
II.2. Kualitas Batubara PT Kaltim Prima Coal	II-11
II.3. Target Produksi Batubara PT Kaltim Prima Coal	II-12
III.1. Klasifikasi Umum Jenis Penggalian Suatu Massa Batuan Berdasarkan UCS	III-3
III.2. Hubungan antara UCS dengan Kekerasan Batuan	III-3
III.3. Hubungan RQD dengan Frekuensi Bidang Lemah per Meter	III-4
III.4. Klasifikasi Jarak antar Bidang Lemah	III-5
III.5. <i>Powder Factor</i> Peledakan untuk Beberapa Jenis Batuan	III-14
IV.1. Geometri Peledakan di Pit Bendili.....	IV-2
IV.2. Spesifikasi Bahan Peledak Curah ANFO, Heavy ANFO, dan Titan Black	IV-3
IV.3. Perhitungan <i>Powder Factor</i> pada Lokasi Pengamatan.....	IV-8
IV.4. Distribusi Ukuran Batuan pada Lokasi Pengamatan	IV-9
IV.5. Perhitungan Produktivitas <i>Shovel</i> Liebherr R996 di Pit Bendili ..	IV-10
IV.6. Perbandingan antara Hasil Peledakan dengan <i>Range</i> PF Optimal dan Diluar <i>Range</i>	IV-12
A.1. Rata-rata Curah Hujan Bulanan PT Kaltim Prima Coal.....	A-1
E.1. Data Aktual PF Peledakan Pit Bendili Minggu ke 1 sampai 34 Tahun 2011	E-2
E.2. Distribusi Frekuensi PF Peledakan Pit Bendili Minggu ke 1 sampai 34 Tahun 2011	E-3
G.1. Data Aktual <i>Digging Rate</i> dan Produktivitas Liebherr R996 Pit Bendili Minggu ke 1 sampai 34 Tahun 2011	G-1
G.2. Distribusi Frekuensi <i>Digging Rate</i> Alat Gali Muat Pit Bendili Minggu ke 1 sampai 34 Tahun 2011	G-2

Tabel	Halaman
G.3. Distribusi Frekuensi Produktivitas Alat Gali Muat Pit Bendili Minggu ke 1 sampai 34 Tahun 2011	G-3
H.1. Data Analisis Hubungan PF, <i>Digging Rate</i> , dan Produktivitas Minggu ke 1 sampai 34 Tahun 2011	H-1
H.2. Distribusi Hubungan PF, <i>Digging Rate</i> , dan Produktivitas Minggu ke 1 sampai 34 Tahun 2011 di Pit Bendili.....	H-3
I.1. Kedalaman Rata-rata Lubang Ledak Lokasi BDP06+0304030	I-1
I.2. Kedalaman Rata-rata Lubang Ledak Lokasi BDP06+0303731	I-2
I.3. Kedalaman Rata-rata Lubang Ledak Lokasi BDP04-0603961	I-3
I.4. Kedalaman Rata-rata Lubang Ledak Lokasi BDP06+0204131	I-4
I.5. Kedalaman Rata-rata Lubang Ledak Lokasi BDP06+0204022	I-6
I.6. Kedalaman Rata-rata Lubang Ledak Lokasi BDP06+0204126	I-7
I.7. Kedalaman Rata-rata Lubang Ledak Lokasi BDP04-1503708	I-8
I.8. Kedalaman Rata-rata Lubang Ledak Lokasi BDP06+0303832	I-9
I.9. Kedalaman Rata-rata Lubang Ledak Lokasi BDP06+0403741	I-10
I.10. Kedalaman Rata-rata Lubang Ledak Lokasi BDP04-0504050	I-11
I.11. Kedalaman Rata-rata Lubang Ledak Lokasi BDP06+0403848	I-12
K.1. Distribusi Frekuensi <i>Digging Time</i> Lokasi BDP06+0304030.....	K-2
K.2. Distribusi Frekuensi Waktu Edar Lokasi BDP06+0304030	K-2
K.3. Distribusi Frekuensi <i>Digging Time</i> Lokasi BDP06+0303731.....	K-3
K.4. Distribusi Frekuensi Waktu Edar Lokasi BDP06+0303731.....	K-3
K.5. Distribusi Frekuensi <i>Digging Time</i> Lokasi BDP04-0603961.....	K-4
K.6. Distribusi Frekuensi Waktu Edar Lokasi BDP04-0603961	K-4
K.7. Distribusi Frekuensi <i>Digging Time</i> Lokasi BDP06+0204131.....	K-5
K.8. Distribusi Frekuensi Waktu Edar Lokasi BDP06+0204131	K-6
K.9. Distribusi Frekuensi <i>Digging Time</i> Lokasi BDP06+0204022.....	K-7
K.10. Distribusi Frekuensi Waktu Edar Lokasi BDP06+0204022	K-7
K.11. Distribusi Frekuensi <i>Digging Time</i> Lokasi BDP06+0204126	K-8
K.12. Distribusi Frekuensi Waktu Edar Lokasi BDP06+0204126	K-8

Tabel	Halaman
K.13. Distribusi Frekuensi <i>Digging Time</i> Lokasi BDP04-1503708	K-9
K.14. Distribusi Frekuensi Waktu Edar Lokasi BDP04-1503708	K-10
K.15. Distribusi Frekuensi <i>Digging Time</i> Lokasi BDP04-1503708	K-11
K.16. Distribusi Frekuensi Waktu Edar Lokasi BDP06+0303832	K-11
K.17. Distribusi Frekuensi <i>Digging Time</i> Lokasi BDP06+0403741	K-12
K.18. Distribusi Frekuensi Waktu Edar Lokasi BDP06+0403741	K-12
K.19. Distribusi Frekuensi <i>Digging Time</i> Lokasi BDP04-0504050	K-13
K.20. Distribusi Frekuensi Waktu Edar Lokasi BDP04-0504050	K-14
K.21. Distribusi Frekuensi <i>Digging Time</i> Lokasi BDP06+0403848	K-15
K.22. Distribusi Frekuensi Waktu Edar Lokasi BDP06+0403848	K-15

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
A. Rata – rata Curah Hujan Bulanan PT Kaltim Prima Coal	A-1
B. Tahapan Pemboran dan Peledakan PT Kaltim Prima Coal.....	B-1
C. Perhitungan Geometri dan <i>Powder Factor</i> Peledakan.....	C-1
D. Bahan Peledak Curah dan Aksesoris Peledakan.....	D-1
E. Data PF Peledakan Pit Bendili Minggu ke 1 sampai 34 Tahun 2011	D-1
F. Spesifikasi <i>Shovel</i> Liebherr R996.....	F-1
G. Data Aktual <i>Digging Rate</i> dan Produktivitas Liebherr R996 Pit Bendili Minggu ke 1 sampai 34 Tahun 2011	G-1
H. Hasil Pengolahan dan Analisis Data Historis Minggu ke 1 sampai 34 Tahun 2011	H-1
I. Data dan Perhitungan <i>Powder Factor</i> Peledakan pada Lokasi Pengamatan	I-1
J. Kurva Distribusi Kumulatif Fragmentasi Batuan	J-1
K. Data Perhitungan <i>Digging Rate</i> dan Produktivitas Alat Gali Muat pada Lokasi Pengamatan	K-1

BAB I PENDAHULUAN



1.1 Latar Belakang

PT Kaltim Prima Coal (PT KPC) merupakan salah satu perusahaan tambang batubara terbesar di Indonesia. Pada tahapan eksploitasi khususnya operasi penambangan, PT KPC menggunakan metode konvensional dengan sistem tambang terbuka (*open pit*). Sebelum mendapatkan batubara, terlebih dahulu dilakukan pengupasan lapisan batuan penutup (*overburden*). Pada PT Kaltim Prima Coal khususnya pada Pit Bendili dalam proses penggalian *overburden* menggunakan alat gali muat tipe Liebherr R996 dengan *productivity plan* 2.075 bcm/jam. Parameter yang menentukan produktivitas alat gali muat yaitu nilai *digging rate*, karena produktivitas memiliki hubungan *linier* dengan *digging rate*. Semakin besar nilai *digging rate* maka semakin besar pula produktivitas alat gali muat. Dari data aktual dapat diketahui nilai *digging rate* optimal Liebherr R996 untuk mencapai produktivitas *plan* 2.075 bcm/jam.

Untuk meningkatkan nilai *digging rate* Liebherr R996 pada saat pengupasan *overburden*, maka dilakukan suatu peledakan dengan tujuan membraikan lapisan *overburden*, agar mempermudah pada saat penggalian. Dalam suatu peledakan parameter yang sangat penting untuk diperhatikan dan dikontrol yaitu *powder factor* peledakan. *Powder factor* adalah perbandingan antara jumlah bahan peledak dengan volume material yang diledakan. Sehingga nilai PF dapat mempengaruhi hasil peledakan, jika PF terlalu kecil maka batuan hasil peledakan akan berupa *boulder* sedangkan jika terlalu besar selain tidak ekonomis akan terjadi *loss energy*. Sehingga dengan nilai PF optimal maka peledakan menjadi lebih efektif dan efisien.

Untuk kondisi aktual nilai PF peledakan di Pit Bendili pada saat ini bersifat fluktuatif, sehingga perlu pengkajian untuk menentukan nilai PF optimal tanpa mengabaikan nilai *digging rate* dan produktivitas alat gali muat. Sehingga dengan nilai PF optimal tersebut diharapkan dapat mencapai *digging rate* optimal untuk produktivitas diatas *plan*.

1.2 Rumusan Masalah

Salah satu parameter yang menentukan produktivitas alat gali muat yaitu nilai *digging rate*. Dari data aktual belum diketahui nilai *digging rate* optimal alat gali muat untuk mencapai produktivitas 2.075 bcm/jam dan belum diketahuinya hubungan antara nilai *powder factor* peledakan dengan *digging rate* alat gali muat Liebherr R996 pada Pit Bendili.

1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan nilai *powder factor* peledakan yang menghasilkan *digging rate* optimal alat gali muat Liebherr R996 pada Pit Bendili. Sedangkan manfaat dari penelitian ini yaitu nilai *powder factor* yang didapat menjadi acuan untuk proses peledakan pada Pit Bendili.

1.3 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini penulis hanya mengkaji proses peledakan dan penggalian serta pemuatan material hasil peledakan berkenaan dengan *powder factor*, *digging rate* optimal, dan produktivitas alat gali muat Liebherr R996 pada Pit Bendili PT Kaltim Prima Coal.

1.5 Metodologi Penelitian

Di dalam menyelesaikan permasalahan ini, penulis menggabungkan antara teori dengan data-data lapangan. Sehingga dari keduanya didapat pendekatan penyelesaian masalah.

Adapun urutan pekerjaan penelitian yaitu :

1. Studi Literatur

Dilakukan dengan mencari bahan-bahan pustaka yang menunjang, yang diperoleh dari :

- a) Instansi yang terkait
- b) Perpustakaan
- c) Informasi-informasi
- d) Grafik, dan tabel.

2. Pengambilan data

Dilakukan dengan cara :

- a) Mengumpulkan data historis *digging rate shovel* Liebherr R996 minggu ke 1 sampai 34 tahun 2011 dari *dispatch system*.
- b) Mengambil data historis *explosives usage* minggu ke 1 sampai 34 tahun 2011.
- c) Mengambil data historis produktivitas *shovel* Liebherr R996 minggu ke 1 sampai 34 tahun 2011 dari *dispatch system*.
- d) Mengamati keadaan lapangan, dan semua data percobaan hasil analisis di lapangan seperti *explosives usage*, volume material peledakan, *digging time*, *digging rate*, dan produktivitas *shovel*.

3. Pengolahan data

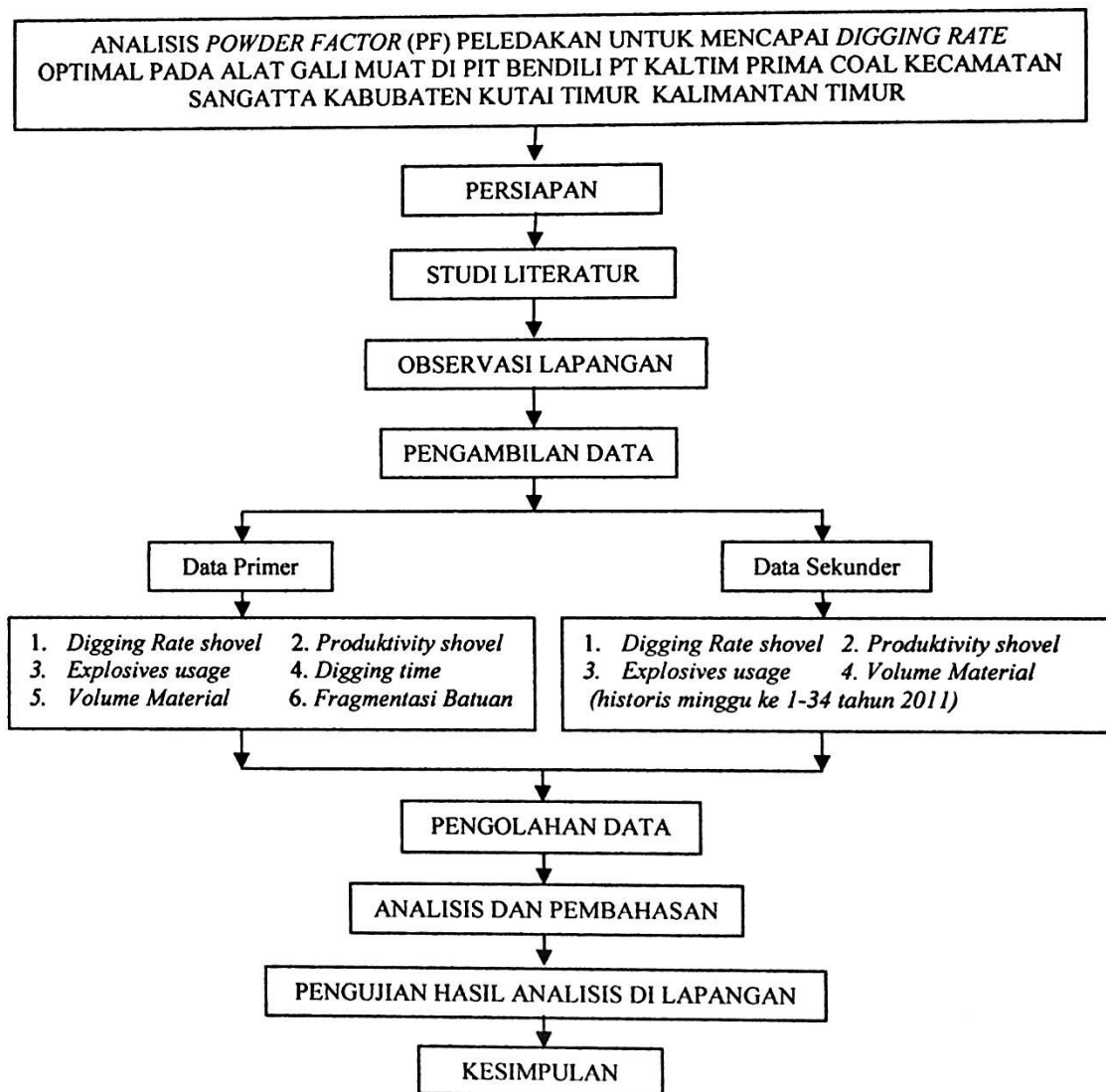
Pengolahan data dilakukan dengan melakukan beberapa perhitungan statistik distribusi frekuensi dan penggambaran menggunakan grafik. Selanjutnya disajikan dalam bentuk grafik-grafik ataupun rangkaian perhitungan dalam penyelesaian masalah yang ada.

4. Analisa hasil pengelompokkan data

Dapat dilakukan secara kualitatif maupun kuantitatif guna memperoleh kesimpulan sementara. Selanjutnya kesimpulan sementara ini akan diolah lebih lanjut dalam bagian pembahasan.

5. Kesimpulan

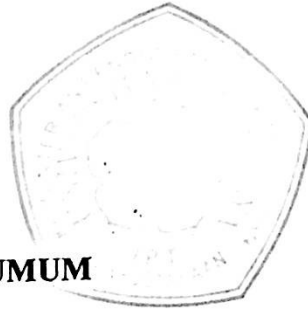
Setelah diperoleh korelasi antara hasil pengolahan data yang telah dilakukan dengan permasalahan yang diteliti. Peneliti melakukan percobaan hasil analisis di lapangan dan membandingkan data lapangan dengan hasil korelasi sebelumnya lalu dibuat kesimpulan.



GAMBAR 1.1
DIAGRAM ALIR PENELITIAN

BAB II

TINJAUAN UMUM



2.1 Sejarah Singkat Perusahaan

Pada tahun 1930 ditemukan informasi berharga tentang adanya batubara di daerah Pinang. Sejak tahun 1970 PT Rio Tinto Indonesia melakukan kegiatan eksplorasi. Pada tahun 1978 diselenggarakan tender penambangan batubara oleh pemerintahan Indonesia dan diikuti juga oleh PT Kaltim Prima Coal, sebuah gabungan usaha antara British Petroleum (BP) dan Conzine Rio Tinto Australia (CRA), dengan prosentase 50% : 50%, dan memperoleh daerah kontrak penambangan di wilayah Kalimantan Timur dengan dua lokasi yaitu disebelah utara Taman Nasional Kutai dan di sebelah utara Samarinda.

Pada tanggal 8 April 1982, PT Kaltim Prima Coal menandatangani persetujuan kontrak bagi hasil (PKP2B) dengan Perum Tambang Batubara (sekarang PT Tambang Batubara Bukit Asam / PTBA). Studi kelayakan penambangan selesai pada tahun 1986 menyatakan bahwa total cadangan batubara terukur diperkirakan mencapai 360 juta ton. Pada tahun 1988 PT Kaltim Prima Coal telah menyelesaikan rencana penambangan. Pembangunan kontruksi tambang dimulai tahun 1989. Sejak awal tahun 1990 sampai akhir tahun 1991 PT Kaltim Prima Coal telah mengekspor 2,2 juta ton batubara ke berbagai negara konsumen.

Pada tanggal 10 Oktober 2003 PT. Kaltim Prima Coal telah dibeli oleh PT. Bumi Resources Tbk., dan sekaligus menjadi perusahaan milik Indonesia. Pada tahun 2008 PT. Bumi Resources Tbk., menjual 70% saham perusahaanya ke dua perusahaan asing yang salah satunya adalah PT. TATA Group India. Dengan kata lain PT. Kaltim Prima Coal saat ini dimiliki oleh tiga pemegang saham.

2.2 Lokasi dan Kesampaian Daerah

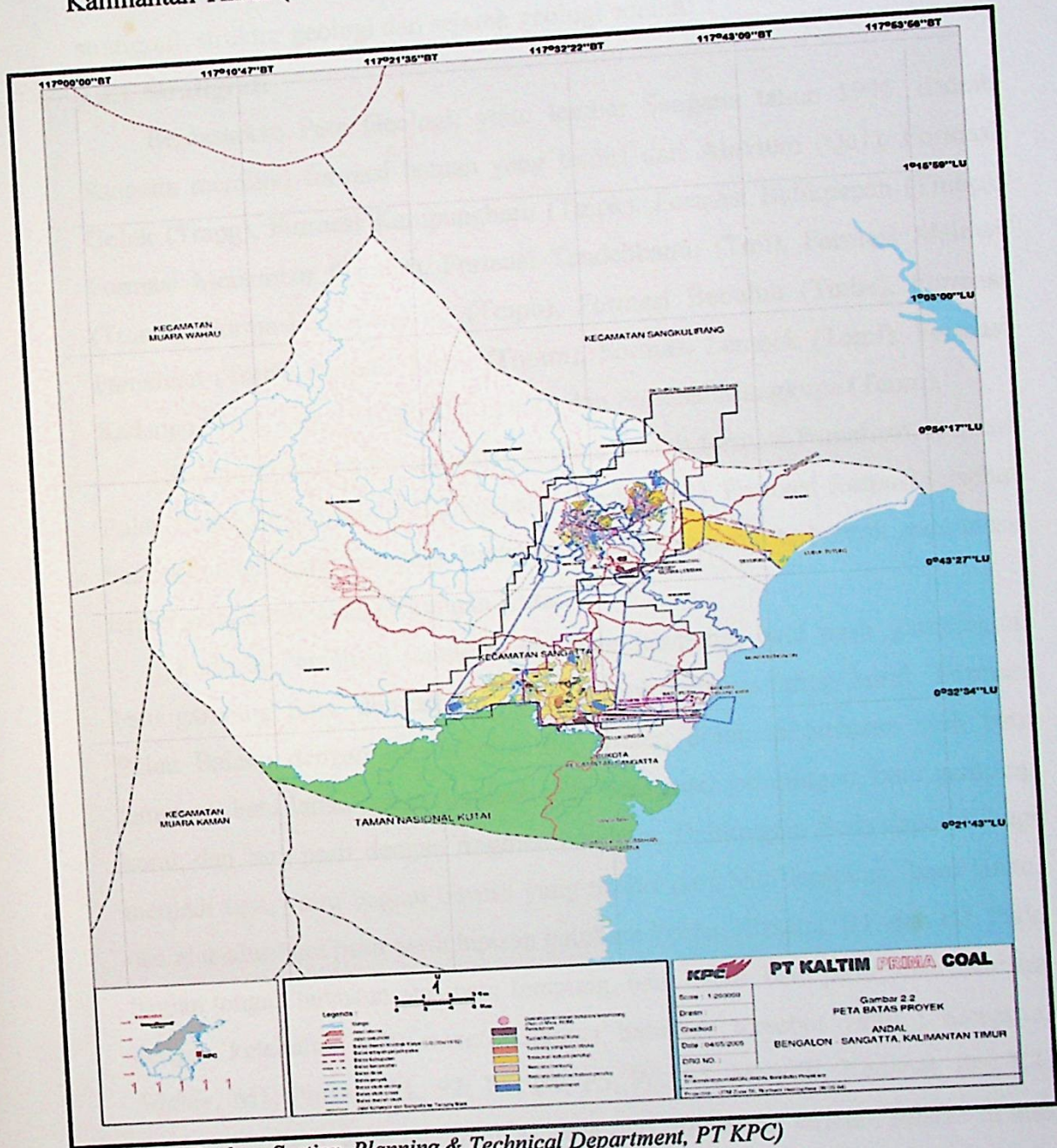
Lokasi pertambangan PT Kaltim Prima Coal secara geografis terletak pada $117^{\circ} 26' 24'' - 117^{\circ} 33' 36''$ BT dan $0^{\circ} 14' 24'' - 0^{\circ} 22' 48''$ LU. Sebaran batubara Pinang terletak pada wilayah seluas $\pm 40 \text{ km}^2$, dengan jarak 150 km di sebelah utara ibukota Propinsi Kalimantan Timur, Samarinda, $\pm 220 \text{ km}$ di sebelah utara pusat industri Balikpapan, $\pm 65 \text{ km}$ di sebelah utara Kota Administrasi Bontang dan $\pm 320 \text{ km}$ di sebelah selatan Tarakan. Lokasi daerah penambangan terletak di sebelah sungai Sangatta dan berjarak $\pm 20 \text{ km}$ dari pantai Timur Kalimantan.

Untuk mencapai lokasi tersebut dapat melalui beberapa alternatif rute perjalanan :

- a. Melalui rute darat : Balikpapan - Samarinda - Simpang Bontang - Sangatta dengan total jarak 370 km, dengan rincian 150 km dari Samarinda dan 220 km dari Balikpapan, dengan kondisi jalan aspal agak rusak terutama jalur Samarinda - Bontang dan dapat ditempuh dengan kendaraan roda empat.
- b. Melalui rute darat : Bontang - Simpang Bontang - Sangatta, dengan jarak 65 km, dengan kondisi jalan aspal yang cukup baik dan dapat ditempuh dengan kendaraan roda empat.
- c. Melalui udara : dapat ditempuh dengan pesawat *Cassa* dari bandara Sepinggian Balikpapan ke bandara Tanjung bara di Sangatta selama 45 menit.

Wilayah penambangan dibagi dalam dua blok, yaitu blok Lembak yang terletak di sebelah utara Sangatta dan blok Samarinda yang terletak di sebelah utara kota Samarinda. Blok Lembak terbagi menjadi dua, yaitu daerah Pinang seluas 8.687 ha dan daerah Lembak (area Bengalon) seluas 6.275 ha. Sedangkan untuk blok Samarinda terletak di daerah Separi-Santan seluas 19.227 ha. Daerah yang aktif sekarang adalah Pinang Barat dengan luas KP Eksploitasi 9.618 ha,

yang terletak di Kecamatan Sangatta, Kabupaten Kutai Timur, Propinsi Kalimantan Timur (Gambar 2.1).



(Sumber : Geology Section, Planning & Technical Department, PT KPC)

GAMBAR 2.1
LOKASI DAERAH KUASA PERTAMBANGAN PT KPC

2.3 Keadaan Geologi Daerah Penelitian

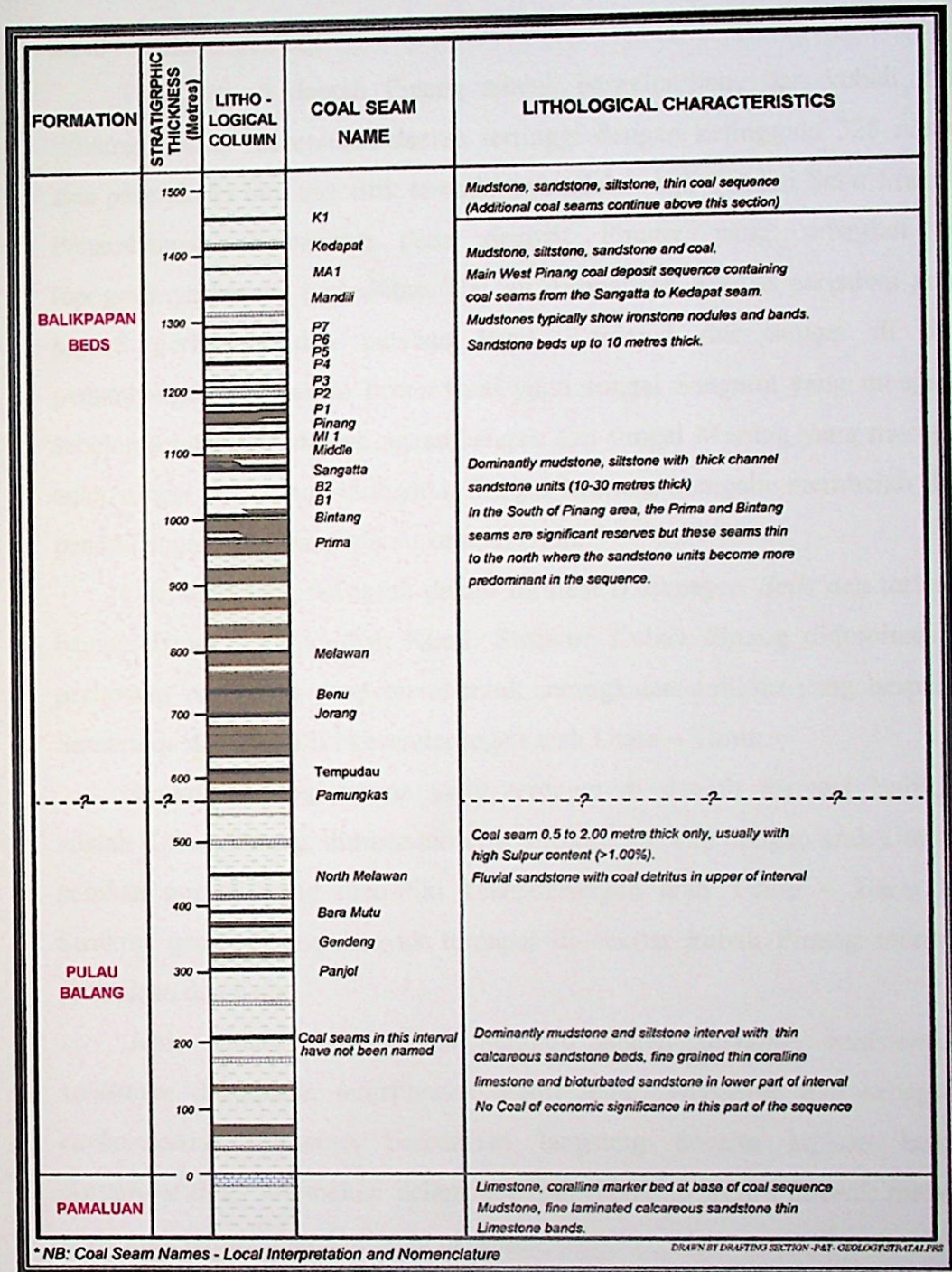
Keadaan geologi daerah penelitian di PT Kaltim Prima Coal berdasarkan stratigrafi, struktur geologi dan sejarah geologi adalah:

2.3.1 Stratigrafi

Berdasarkan Peta Geologi, yaitu lembar Sangatta tahun 1995, daerah Sangatta memiliki formasi batuan yang terdiri dari Aluvium (Qa1), Formasi Golok (Tm_{pg}), Formasi Kampungbaru (Tm_{pk}), Formasi Balikpapan (Tm_{bp}), Formasi Menubar (Tm_{me}), Formasi Tendehhantu (Tm_l), Formasi Maluwi (Tm_{ma}), Formasi Pulaubalang (Tm_{pb}), Formasi Bebuluh (Tm_{be}), Formasi Pamaluan (Tm_p), Formasi Maau (Tm_{mm}), Formasi Lembak (Tm_l), Formasi Kadango (Tm_k), Formasi Taballar (Tm_t), dan Formasi Mangkupa (Tm_m).

Stratigrafi daerah Pinang dari yang tua adalah formasi Pamaluan, formasi Pulau Balang, dan formasi Balikpapan (Gambar 2.2). Formasi-formasi tersebut banyak mengandung batubara. Endapan batubara tersebut terbentuk pada masa tersier yang merupakan Cekungan Kutai.

Formasi Pamaluan tersusun dari batu lempung, batu pasir gampingan, batu gamping tipis, dengan lapisan penunjuk batu gamping koral. Formasi Pulau Balang dengan ketebalan \pm 400 meter, dominan tersusun oleh batu lempung, batu lanau dengan lapisan tipis batu pasir gampingan, batu gamping koral, dan batu pasir dengan fragmen batubara. Balikpapan Beds dapat di bagi menjadi tiga, yaitu bagian bawah yang terdiri dari batu lempung, batu lanau, dan alur-alur batu pasir serta lapisan batubara Prima, Bintang, B1, dan B2. Pada bagian tengah tersusun atas batu lempung, batu lanau, batu pasir, dan batubara dengan ketebalan 1-20 meter. Lapisan batubara tersebut yaitu : Sangatta, Middle, M1, Pinang, P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, Mandili, Kedapat, dan K1. Balikpapan Beds yang mempunyai lebih dari 500 meter terletak selaras di atas formasi Pulau Balang dan endapan yang ekonomis terletak di bagian bawah Balikpapan Beds yang berkala Miosen.



(Sumber : Departemen Geologi PT Kaltim Prima Coal)

GAMBAR 2.2

KOLOM STRATIGRAFI DAERAH PINANG

2.3.2 Struktur geologi

Topografi di daerah Pinang adalah bergelombang dan kubah Pinang (Pinang Dome) merupakan daerah tertinggi dengan ketinggian 325 meter di atas permukaan laut dan titik terendahnya adalah tepi Selatan Selat Makassar. Penambangan dipusatkan pada deposit Pinang yang sebagian besar topografinya berupa perbukitan. Hal ini disebabkan adanya peristiwa geologi seperti perlipatan dan patahan kecil. Terdapat dua sungai di daerah penambangan PT Kaltim Prima Coal yaitu sungai Sangatta yang mengalir di sebelah selatan dari daerah penambangan dan sungai Murung yang merupakan anak sungai dari sungai Sangatta. Sungai Murung mengalir membelah daerah penambangan dari arah Selatan ke arah Utara.

Daerah Pinang termasuk dalam formasi Balikpapan *Beds* dan terletak di bagian Timur Laut lembah Kutai. Struktur Kubah Pinang didominasi oleh perlipatan-perlipatan yang membentuk serangkaian antiklin yang berpusat di Samarinda dan memiliki kecenderungan arah Utara – Timur.

Struktur geologi utama yang terdapat di daerah formasi Balikpapan adalah Kubah Pinang, dimana terdapat struktur antiklin dengan arah Utara, dan patahan normal yang memiliki kecenderungan arah Timur – Barat Daya. Struktur geologi yang banyak terdapat di sekitar kubah Pinang merupakan perlapisan dan kekar.

Jenis batuan utama tanah penutup adalah *siltstone*, *mudstone*, dan *sandstone*. Ketebalan *interburden* relatif tetap. *Mudstone* dan sebagiannya *carbonaceous*, biasanya berbatasan langsung dengan lapisan batubara. *Sandstone* tidak ditemukan dalam keadaan menerus secara *lateral*, melainkan berbentuk lensa dalam berbagai ukuran.

Dari uji kuat tekan batuan (UCS), terlihat perbedaan kuat tekan uniaksial yang cukup besar antara *sandstone* (19,0 Mpa) dan *siltstone* (18,4 Mpa) terhadap *mudstone* (2,0 Mpa). *Density insitu* rata-rata batuan utama dan lapisan

batubara adalah 2,48 ton/bcm, 2,40 ton/bcm, 2,37 ton/bcm, 1,27 ton/bcm berturut-turut untuk *siltstone*, *mudstone*, *sandstone* dan batubara.

2.3.3 Sejarah Geologi

Pada kala Oligosen, wilayah pembentukan batubara Pinang merupakan Cekungan Kutai yang mengalami penurunan menjadi sedimen laut dangkal, terutama *mudstone* dan *sandstone* halus dari Bongon *Shale* hingga terbentuk Formasi Pamaluan.

Pada kala Miosen awal, pengangkatan wilayah ke arah Barat telah menghasilkan banyak suplai sedimen yang masuk ke Cekungan Kutai dan menghasilkan Formasi Delta, salah satunya adalah wilayah Sangatta.

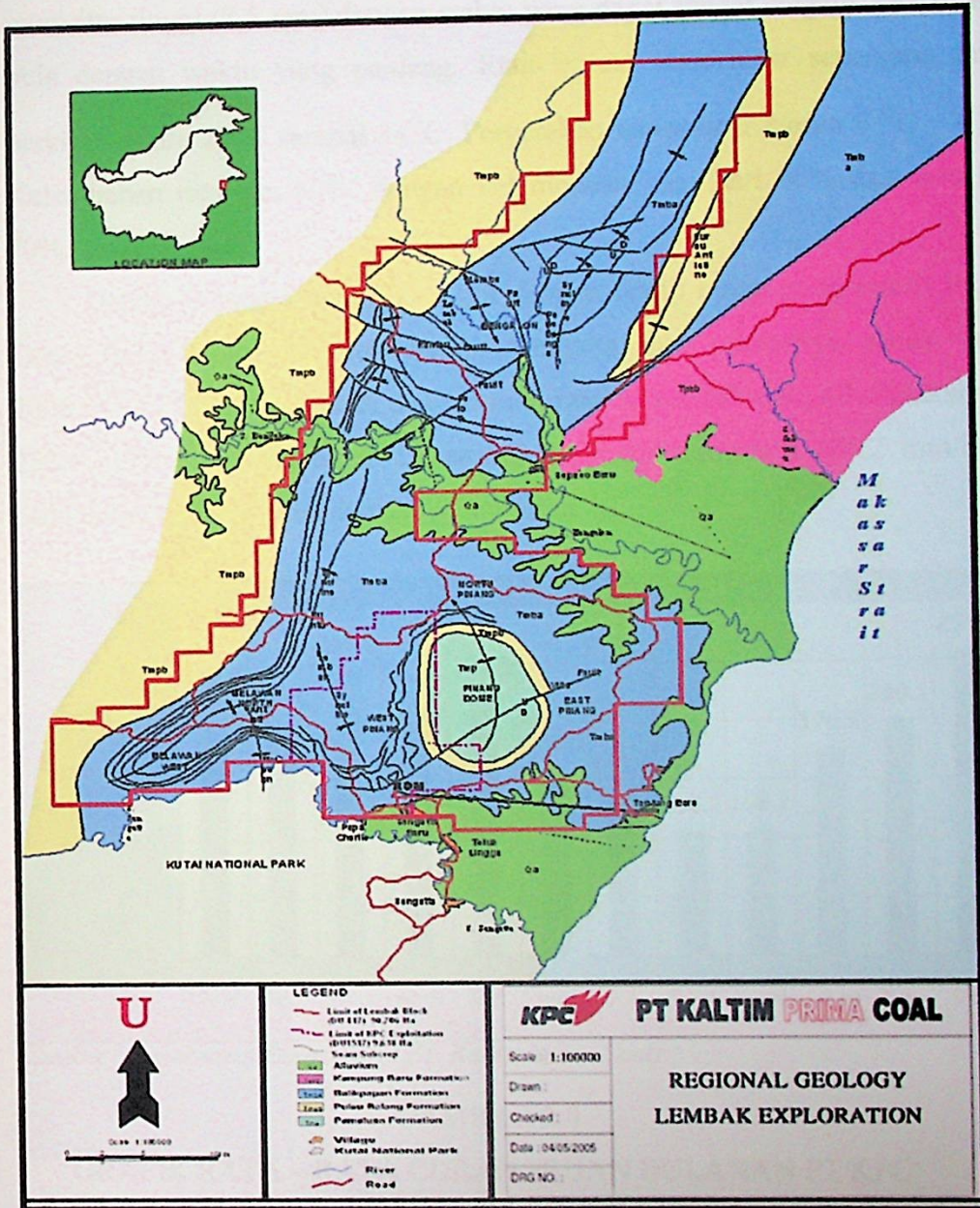
Pengumpulan endapan delta pada saat awal mengakibatkan terbentuknya Formasi Pulau Balang terutama paparan delta yang lebih rendah dari endapan laut dangkal, dan diikuti oleh Formasi Balikpapan Beds yang terdiri dari *mudstone*, batu lempung dan batu pasir. Di dalam Formasi Balikpapan Beds tersebut terdapat sejumlah *peat* yang pada akhirnya akan membentuk lapisan batubara Pinang Barat. Penurunan yang terjadi di wilayah ini diduga tidak serentak sehingga menimbulkan terbentuknya patahan-patahan.

Deposit yang membentuk Formasi Balikpapan Beds kemudian diikuti dengan pembentukan Formasi Kampung Baru Beds pada kala Pliosen. Selama kala Pliosen Marine dari Bongon *Shale* dan Formasi Pamaluan mengalami tekanan. Terobosan perlapisan endapan oleh deposit dari Bongon *Shale* dan Formasi Pamaluan mengakibatkan terbentuknya struktur antiklin dengan sinklin melalui Cekungan Kutai, sebagian Kubah Pinang dan sinklin lembah wilayah Pinang (Gambar 2.3).

2.4 Iklim dan Curah Hujan

Seperti halnya daerah lain di Indonesia, Sangatta dan sekitarnya beriklim tropis yang dipengaruhi oleh dua musim yaitu musim kemarau dan musim hujan. Musim hujan terjadi pada bulan November sampai dengan bulan Juli,

sedangkan musim kemarau terjadi pada bulan Juli sampai dengan bulan Oktober.

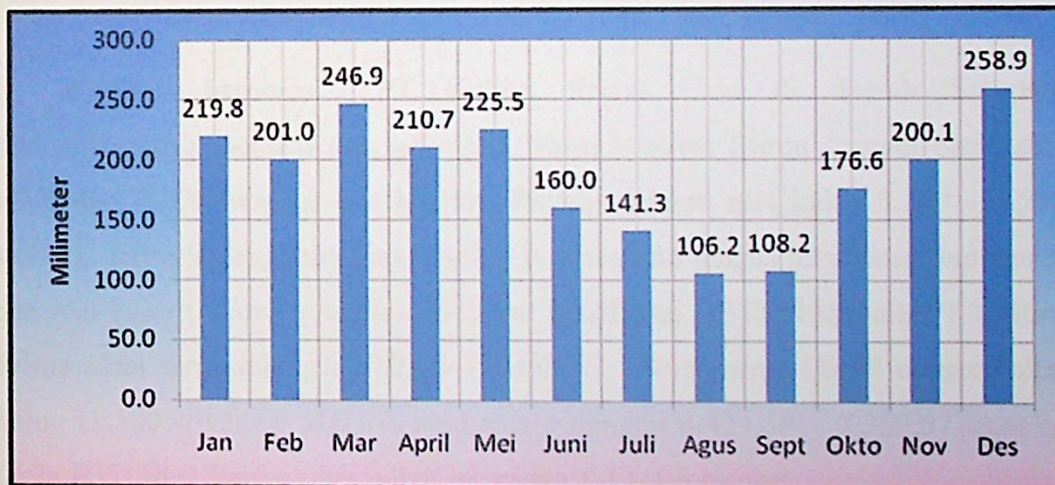


(Sumber: Geology Department, PT Kaltim Prima Coal)

GAMBAR 2.3
 PETA GEOLOGI REGIONAL PT KALTIM PRIMA COAL

Sangatta termasuk dalam daerah berhujan tropis, dengan ciri – ciri intensitas curah hujan yang sangat bervariasi dari rendah (1,6 mm) hingga hujan intensitas tinggi (2,5 mm) dengan waktu yang dapat sangat singkat, tetapi dapat pula dengan waktu yang panjang. Rata – rata temperatur sepanjang tahun berkisar antara 20°C sampai 34°C. Pergerakan temperatur harian 3 °C – 4 °C. Kelembaban rata-rata 80%, dengan kelembaban pagi hari 90% dan sore hari 70%.

Daerah Sangatta memiliki iklim dengan curah hujan yang relatif tinggi. Data curah hujan rata-rata daerah Sangatta dan sekitarnya untuk tahun 2000 – 2011 (Januari – Juni) dengan nilai rata-rata mm/bulan, nilai maksimum 258,9 mm/bulan pada bulan Desember dan nilai minimum 106,2 mm/bulan pada bulan Agustus (Gambar 2.4) (Lampiran A).



(Sumber : Departemen Environment PT. Kaltim Prima Coal)

GAMBAR 2.4

GRAFIK RATA – RATA CURAH HUJAN BULANAN PT KPC

2.5 Cadangan dan Kualitas Batubara

Cadangan batubara yang dapat dipasarkan oleh PT KPC diperkirakan sebesar 631 juta ton (Tabel II.1) dengan jenis batubara *high rank sub-bituminous*

dan *miosen Age*. Deposit ini terdapat di Balikpapan di Lembah Kutai, lokasinya sekitar 20 km dari pesisir di daratan rendah kawasan hutan tropis dengan aliran sungai deras dan punggung bukit yang curam.

TABEL II.1
CADANGAN BATUBARA PT KALTIM PRIMA COAL

Area	Cadangan yang dapat dipasarkan	Cadangan terukur	Total
	(juta ton)	(juta ton)	(juta ton)
Sanggata	462	2199	2661
Bengalon	169	438	607
Total	631	2637	3268

(Sumber : Mine Planing PT KPC)

Kualitas batubara PT Kaltim Prima Coal di daerah Sangatta diklasifikasikan menjadi dua golongan, yaitu kualitas Prima dengan nilai kalor lebih dari 6.600 kkal/kg dan kualitas Pinang dengan nilai kalor 5.700 - 6.550 kkal/kg. Kriteria penggolongan tersebut berdasarkan lengas total (*total moisture*) dan nilai kalor (*calorific value*). Menurut klasifikasi ASTM batubara PT Kaltim Prima Coal termasuk grup "*High Volatile C Bituminous Coal*" dengan nilai kalor 11.500 – 13.000 BTU/lb atau setara dengan 6.424,58 – 7.262,57 kkal/kg (1,79 BTU/lb=1 kal/kg) dan bobot isi antara 1,3 – 1,5 gr/cm³.

Kelompok lapisan batubara utama yang dijumpai di operasi tambang PT Kaltim Prima Coal adalah Prima, Pinang dan Melawan dengan nilai kalor tertinggi dimiliki oleh lapisan batubara Prima yaitu sekitar 6.750 kkal/kg disusul oleh Pinang sekitar 6.200 kkal/kg dan Melawan sekitar 5.400 kkal/kg. Perbandingan kualitas antara ketiganya bisa dilihat di Tabel II.2.

TABEL II.2
KUALITAS BATUBARA PT KALTIM PRIMA COAL

PARAMETER/KARAKTERISTIK	PRIMA	PINANG	MELAWAN
Lengas total, %	9,5	13,5	23,0
Analisa proksimat (ADB)			
Kandungan abu, %	4,0	7,0	4,0
Zat terbang, %	39,0	37,5	38,0
Karbon tertambat, %	51,0	45,5	38,0
Nilai kalor			
Nilai kalor kotor, kkal/kg	6750	6000	5370
Nilai kalor bersih, kkal/kg	6500	5750	5100
Indeks kekerasan penggerusan (HGI)			
Sulphur, %	0,5	0,4	0,1
Chroline, %	<0,01	<0,01	0,01
Phosphorous, %	<0,004	<0,004	0,002
Analisa ultimate (daf)			
Karbon, %	80,5	77,5	74,8
Hidrogen, %	5,7	5,5	5,4
Nitrogen, %	1,6	1,7	1,5
Sulfur, %	0,5	0,4	0,2
Oksigen (by diff.)	11,7	14,9	18,1
Titik leleh abu			
Deformation, °C	1150	1150	1240
Spherical, °C	1300	1210	1290
Hemisphere, °C	1350	1310	1310
Flow, °C	1450	1350	1360
Analisa komposisi dan kadar abu			
SiO ₂ (silika), %	51,0	37,0	21,7
Al ₂ O ₃ %	31,0	20,0	8,6
Fe ₂ O ₃ %	10,0	16,8	19,0
CaO %	1,3	8,8	22,4
MgO %	1,2	5,8	15,3
TiO ₂ %	1,0	0,6	0,6
Na ₂ O %	1,5	2,8	1,8
K ₂ O %	1,8	0,9	1,0
P ₂ O ₅ %	0,5	0,5	0,2
SO ₃ (sulfat) & lainnya %	0,5	6,8	8,6

(Sumber : Coal Technical Service PT Kaltim Prima Coal)

2.6 Target Produksi

Permintaan batubara yang semakin meningkat menyebabkan PT Kaltim Prima Coal juga meningkatkan produksi pertahunnya. Produksi baik batubara maupun material *overburden* dapat dilihat pada Tabel II.3

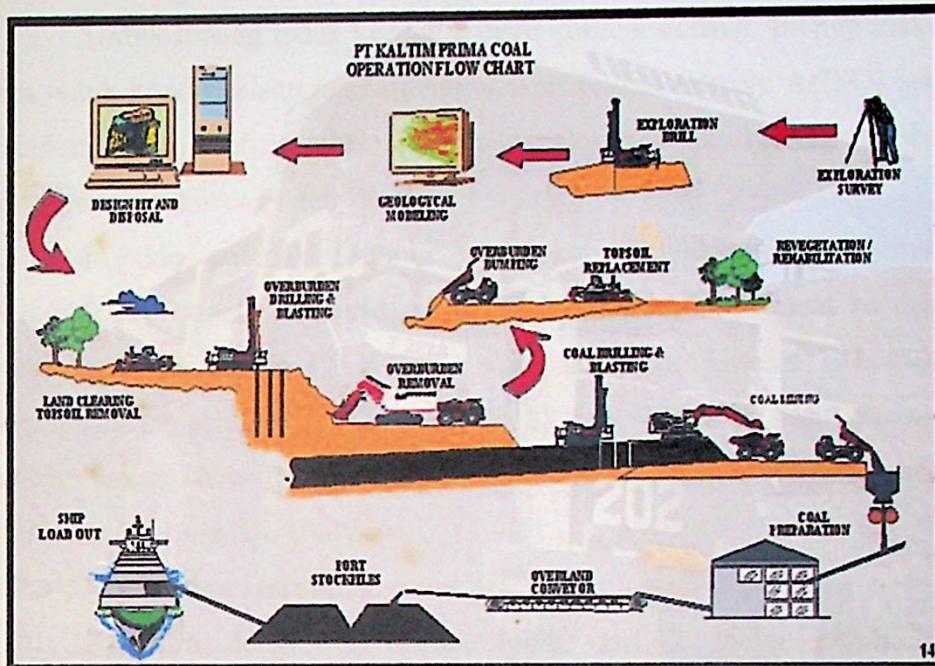
TABEL II.3
TARGET PRODUKSI BATUBARA PT KALTM PRIMA COAL

Tahun	Produksi Batubara (juta ton)	Produksi <i>Overburden</i> (bcm)
1991	2,1	28.670.055
1992	7,3	47.260.529
1993	8,3	65.593.867
1994	9,5	71.733.328
1995	11,5	70.659.082
1996	12,1	87.010.265
1997	13,6	112.492.809
1998	15	123.622.195.
1999	14,3	124.338.379
2000	13,5	103.434.429
2001	15,9	115.142.944
2002	18,4	145.813.032
2003	16,3	129.595.289
2004	22,1	168.818.320
2005	27,5	259.125.850
2006	32,5	304.191.880
2007	30,6	287.044.242
2008	31,5	307.852.241
2009	35,5	391.412.932
2010	35.1	400.031.206
2011	46,3	530.200.000

(Sumber : Coal Technical Service PT. Kaltim Prima Coal)

2.7 Kegiatan Penambangan

Kegiatan penambangan pada PT Kaltim Prima Coal menggunakan sistem tambang terbuka dengan metode konvensional alat muat dan alat angkut. Operasi penambangan berlangsung selama 24 jam sehari yang terdiri dari 3 *shift* operasional. Adapun urutan kegiatan penambangan di PT Kaltim Prima Coal secara garis besar meliputi, Pembersihan lahan (*land clearing*), Penggalian *overburden*, Penimbunan *overburden*, Penggalian batubara, Reklamasi lahan, Pengolahan dan Pengapalan batubara (Gambar 2.5).



(Sumber : Mining Operation Division PT Kaltim Prima Coal)

GAMBAR 2.5

TAHAPAN PENAMBANGAN PT KALTIM PRIMA COAL

2.7.1 Pembersihan Lahan

Pembersihan lahan bertujuan untuk membersihkan lahan dari jenis tumbuhan yang ada di daerah tersebut. Kegiatan *land clearing* ini dilakukan dengan alat *bulldozer*. Tanah penutup yang paling atas (*top soil*) yang kaya akan unsur hara bagi tumbuh-tumbuhan dikupas dan dikumpulkan pada suatu tempat tertentu yang nantinya akan disebar sebagai lapisan teratas pada lokasi penimbunan (*dumping area*) untuk keperluan reklamasi daerah bekas tambang.

2.7.2 Penggalian Tanah Penutup

Penggalian tanah penutup batubara dengan ketebalan kurang dari 2,0 m menggunakan *ripper*. Sedangkan tanah penutup yang mempunyai ketebalan lebih dari 2,0 m dilakukan dengan peledakan dengan menggunakan alat bor jenis *rotary tricone drag bit* dengan diameter 7 7/8 inch atau 200 mm.

Untuk lubang ledak kering dengan kondisi normal menggunakan ANFO dan untuk kondisi *sleep load* menggunakan Fortan (Heavy ANFO) sebagai alas sebelum diisi oleh ANFO lagi, sedangkan untuk lubang tembak basah menggunakan Fortis (Titan Black).

Metode peledakan yang diterapkan adalah metode sumbu ledak non-elektrik (nonel). Batuan hasil peledakan kemudian dimuat ke dalam *dump truck* Liebherr T282B, CAT 789B, CAT 785, dan Hitachi EH 4500 dengan kapasitas masing-masing 360 ton, 188 ton, 134 ton, dan 280 ton dengan menggunakan *shovel* Liebherr R996S, *backhoe* Liebherr R996B, *backhoe* EX-3500 dan *backhoe* EX-3600.

2.7.3 Penggalian Batubara

Batubara dengan ketebalan lebih dari 2 meter pembongkarannya menggunakan peledakan karena untuk mempercepat dan mempermudah dalam proses pemuatan.

Sedangkan batubara yang ketebalannya kurang dari 2 meter atau terdapat material pengotor digali dengan menggunakan *ripper* yang ditarik oleh *bulldozer*. Batubara yang tergalil kemudian dimuat kedalam *dump truck* Caterpillar 785B yang kapasitasnya 150 ton, dengan menggunakan *back hoe* Hitachi EX2500 dengan kapasitas *bucket* 15 m³.

2.7.4 Penimbunan Tanah Penutup

Sistem manajemen lapisan tanah penutup bertujuan untuk mengidentifikasi material *non acid forming* (NAF) dan material *potential acid forming* (PAF). Tujuan akhirnya adalah untuk menghindari terjadinya air asam tambang (AAT). Lapisan tanah penutup diangkut ke tempat penimbunan yang dirancang dan disediakan agar tidak mengalami kontak langsung dengan air dan udara secara bersamaan. Kemampuan membangkitkan asam material lapisan tanah penutup diidentifikasi dipermukaan kerja sebelum digali dan dimuat dengan menganalisis contoh material saat pemboran geologi dan produksi.

2.7.5 Reklamasi

Reklamasi dimaksudkan untuk memperkecil kerusakan lingkungan akibat kegiatan penambangan dengan cara mengembalikan daerah yang telah ditambang ke fungsi semula. Tahap kegiatan reklamasi lahan sebagai berikut:

1. Penimbunan berdasar lokasi dan tipe material
2. Penyebaran tanah pucuk
3. Preparasi yang terdiri dari kegiatan ripping dan drainage
4. Penanaman

2.7.6 Pengolahan dan Pengapalan Batubara

Setelah diangkut menggunakan *dump truck*, batubara tersebut dibawa ke unit pengolahan (*Coal Processing Plant / CPP*). Sebagian besar batubara yang diproduksi oleh PT Kaltim Prima Coal tidak mengalami proses pencucian, karena dianggap sudah cukup bersih. Pencucian hanya dilakukan pada batubara yang berada di atas (*roof*) dan berada di bawah (*floor*) lapisan batubara tersebut. Produksi batubara dari hasil pencucian sebesar $\pm 4\%$ dari keseluruhan produksi batubara PT Kaltim Prima Coal.

Di CPP, batubara tersebut akan diperkecil ukurannya hingga -50 mm menggunakan *crusher*. Hasil dari *crusher* tersebut akan dibawa ke *stockpile* melalui *conveyor* PT Kaltim Prima Coal memiliki dua lokasi *stockpile*. Yang pertama dekat dengan lokasi penambangan, yang kedua terletak di Tanjung Bara Coal Terminal.

Stockpile yang berada dekat dengan areal penambangan terbagi menjadi tiga yaitu *Stockpile* I yang menampung batubara Melawan, Prima, atau Pinang dengan kapasitas 10.000 ton. *Stockpile* II yang menampung batubara Melawan dengan kapasitas 60.000 ton. Dan *Stockpile* III menampung batubara Prima dengan kapasitas 30.000 ton. Dari ketiga *stockpile* tersebut akan masuk ke *overland conveyor* menuju Tanjung Bara Coal Terminal. *Conveyor* ini memiliki panjang 13,2 km dengan kapasitas 2.700 ton per jam.

Stockpile di dermaga Tanjung Bara memiliki total kapasitas hidup 500.000 ton yang dapat diperbesar hingga 1.000.000 ton. Kemudian dibawa kembali dengan *conveyor* menuju ke kapal yang memiliki kapasitas maksimum hingga 180.000 ton.

17
16
—
33

DAFTAR PUSTAKA

1. Koesnaryo. S., (2001), "Teori Peledakan", Pusat Pendidikan dan Pelatihan Teknologi Mineral dan Batubara, Bandung.
2. Rai. Astawa M., (2000), "Klasifikasi Massa Batuan", Tim Dana Pengembangan Keahlian Sub Sektor Pertambangan Umum dan Lembaga Pengembangan Masyarakat ITB, Bandung.
3. E.Hoek & J Bray, (1981). " *Rock Slope Engineering* ". Spon Press, London.
4. Ash, R.L., (1990), *Design of Blasting Round*, "Surface Mining", B.A Kennedy, Editor, Society for Mining, Metalurgy, and Exploration, Inc
5. Bieniawski, (1989), "*Engineering Rock Mass Classification*", John Wiley & Sons, New York.
6. Konya, C. & J. Edward, (1990), "*Surface Blast Design*", Prentice Hall, Engelwood Cliff, New Jersey.
7. Carlos Lopez Jimeno, Emilio Lopez Jimeno, Francisco Javier A.C, (1995), "*Drilling and Blasting of Rocks*", AA. Balkema Publisher, Old Post Rodd, USA.
8. Wiggin, M.T., (2002), "*Drill and Blast Manual*", Mining Services Department, PT. KPC, Kutai Timur
9. Anonymous, (2001), "*Split Desktop Software Manual*", Split Engineering Llc, Tucson, US.
10., (2004), "*Specification & Application Hand Book*", Edisi 26, Liebherr, Australia.
11. Bhandari, Sushil, (1997), "*Engineering Rock Blasting Operation*", A.A. Balkema, Rotterdam.
12. Gary B. Hemphill P. E., (1981), "*Blasting Operation*". Mcgraw – Hill Book Company, Newyork.