

KAJIAN TEKNIS GEOMETRI PELEDAKAN KAITANNYA TERHADAP
PRODUKTIVITAS EXCAVATOR KOMATSU PC2000 PADA LAPISAN
INTERBURDEN B2-C DI PEBERKUH UNIT PERTAMBANGAN
TANJUNG ENIM PT. BUKIT ASAM (PERSERO), Tbk



SKRIPSI UTAMA

Dibuat untuk memenuhi persyaratan mendapatkan gelar
Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Pertambangan,
Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret

Oleh

Robby Permata
03071002095

UNIVERSITAS SEBELAS MARET

FAKULTAS TEKNIK

2012

23982/24532

S
623.307
Rob
K
2012
G.121812.



**KAJIAN TEKNIS GEOMETRI PELEDAKAN KAITANNYA TERHADAP
PRODUKTIVITAS EXCAVATOR KOMATSU PC2000 PADA LAPISAN
INTERBURDEN B2-C DI *PRE-BENCH* UNIT PERTAMBANGAN
TANJUNG ENIM PT. BUKIT ASAM (PERSERO), Tbk**



SKRIPSI UTAMA

**Dibuat untuk memenuhi persyaratan mendapatkan gelar
Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**

Oleh

**Robby Permana
03071002003**


**UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
2012**

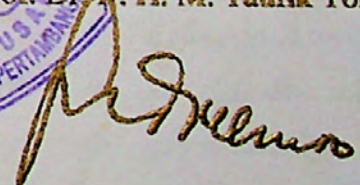
**KAJIAN TEKNIS GEOMETRI PELEDAKAN KAITANNYA TERHADAP
PRODUKTIVITAS EXCAVATOR KOMATSU PC 2000 PADA LAPISAN
INTERBURDEN B2-C DI PRE-BENCH UNIT PERTAMBANGAN
TANJUNG ENIM PT. BUKIT ASAM (PERSERO), Tbk**

SKRIPSI UTAMA

Disetujui untuk Jurusan Teknik Pertambangan
oleh Dosen Pembimbing :




Prof. Dr. H. M. Taufik Toha, DEA.


Ir. H. Djuki Sudarmono, DESS.

"Tidak ada yang ABADI, bahkan untuk seorang mahasiswa abadi.."

Kupersembahkan tulisan ini untuk:

- ♣ Kedua Orangtuaku*
- ♣ Keluarga Besariku*
- ♣ Sahabat dan rekan seperjuangan*
- ♣ Almamaterku*

Special Thanks For:

- ♣ Allah SWT yang telah memberikan taufik dan hidayah Nya sehingga Penulis dapat berjudoh dengan Teknik Pertambangan UNSRJ dan menyelesaikan masa perkuliahan ini dengan baik dan lancar.
- ♣ Kedua Orang Tua tercinta yang telah memberikan segalanya tanpa mepedulikan dirinya demi Penulis sehingga Penulis bisa seperti sekarang ini, semoga Allah senantiasa memberikan taufik dan hidayah Nya kepada keluarga kita, amin.....
- ♣ Saudara-saudaraku tersayang, Landho Ramandha ST, Dona Purnama Sari, Serby Permata Sari, semoga sukses selalu untuk kita....
- ♣ Oca Ambariani, yang gendut, tambem, manis dan baik hati, terima kasih untuk kebersamaan dan dukungan nya selama penyelesaian laporan ini, semoga kelak tetap selalu bersama.. ☺
- ♣ Kyu Kosan Bonsai : Andesky ST, Ariyan Suputra ST, Muhammad Samuel SPi, Priyo Suteja SP, Fery Aprianto SP, Jefry Heryanto SP, Beni SP, Wahyu SP, dll yang tak bisa disebutin satu2 namanya yang pernah tidur & nyanyi di kosan, mancing, maen PES...
- ♣ Miner X grup: Redi Akwallyu ST, Rayka Ranpatika ST, Arifiyanto KH "ebob" ST, M. Nasir "acon" ST, M. Ardiansyah "bedul" ST, Deka Levta ST, Deni Prabu ST, Hary Wahyudi "iik" ST, Endi Suryana ST.
- ♣ Seluruh rekan-rekan Tambang Angkatan 07 : Rangga C, Sarwo "bowo", Andi Syahbudi, dll yang nama nya tak bisa disebut satu2 (Keep our friendship forever !!!)
- ♣ Segenap Dosen Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya terutama Bapak Prof.Dr.Ir. Edi Sutriyono, MSc sebagai Pembimbing Akademik,
- ♣ Kakak Tingkat serta Adik tingkat Tambang UNSRJ.
- ♣ Segenap karyawan/ti PT. Bukit Asam, Tbk dan PT. Pama Persada Nusantara yang telah memberikan kesempatan pada Penulis untuk melakukan Kerja Praktek dan Tugas Akhir.
- ♣ Semua rekan, teman, Cs, Saudara dan pihak lainnya yang telah membantu dalam penulisan skripsi ini yang tak dapat disebutkan satu-persatu!!

ABSTRAK

KAJIAN TEKNIS GEOMETRI PELEDAKAN KAITANNYA TERHADAP PRODUKTIVITAS *EXCAVATOR KOMATSU PC 2000* PADA LAPISAN INTERBURDEN B2-C DI *PRE-BENCH* UNIT PERTAMBANGAN TANJUNG ENIM PT. BUKIT ASAM (PERSERO), Tbk

(Robby Permana, 03071002003, 2012, 147 Halaman)

Pre-Bench merupakan bagian dari areal penambangan Tambang Air Laya yang ditambang dengan metode penambangan terbuka (*surface mining*) dan dilakukan dengan sistem penambangan konvensional (kombinasi *Back Hoe* dan *Dump Truck*). Untuk membongkar lapisan interburden batubara B2-C PT. Bukit Asam melakukan aktivitas pemboran dan peledakan.

Merancang geometri usulan merupakan upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan produktivitas alat gali-muat dengan memperhatikan nilai *powder factor* dan harus mempertimbangkan distribusi fragmentasi batuan dan korelasinya terhadap produktivitas alat gali-muat. Geometri peledakan aktual yang digunakan saat ini yaitu meliputi burden sebesar 6 m, spasi antara 7 dan 8 m, *stemming* sebesar 3,75 m, dan kedalaman lubang sebesar 8 meter. Untuk geometri usulan I (R.L.Ash) dan usulan II (C.J. Konya) didapat burden sebesar 5,9 dan 5,5 m, spasi sebesar 7,7 dan 7,2 m, *stemming* sebesar 4,1 dan 4,7 m, *subdrilling* sebesar 1,2 dan 1,4 m, serta *powder coulounn* sebesar 5,1 dan 4,7 m.

Setelah dilakukan perhitungan maka dipilih geometri peledakan usulan teori C.J.Konya karena diperoleh penurunan nilai distribusi fragmentasi berukuran bongkah lebih sedikit dari 17,6% menjadi 12 % dibanding teori R.L Ash (13,8%). Dengan menurunnya nilai fragmentasi bongkah tersebut (12%) akan mengurangi waktu edar alat gali-muat dari 29,01 detik menjadi 25,25 detik sehingga dapat meningkatkan produktivitas alat gali-muat dari 821.81 Bcm/jam menjadi 871,84 Bcm/Jam.

Kata kunci : *Pemboran, geometri peledakan, powder factor, fragmentasi batuan dan produktivitas alat gali-muat.*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur Penulis ucapkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya Penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul "*Kajian Teknis Geometri Peledakan Kaitannya Terhadap Produktivitas Excavator Komatsu PC 2000 Pada Lapisan Interburden B2-C di Pre-Bench Unit Pertambangan Tanjung Enim PT. Bukit Asam (Persero), Tbk*" ini dengan lancar dan sesuai tepat pada waktunya.

Tugas akhir ini dilakukan pada bulan Oktober – November 2011 di unit penambangan Penunjang Tambang PT. Bukit Asam, Tbk. Laporan ini disusun berdasarkan pengamatan di lapangan, diskusi dan studi literatur yang relevan terhadap topik yang dibahas dalam laporan.

Pada kesempatan ini, Penulis mengucapkan terima kasih kepada Prof.Dr.Ir. H.M. Taufik Toha, DEA selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya sekaligus pembimbing pertama dan Ir.H. Djuki Sudarmono, DESS selaku pembimbing kedua. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada :

1. Prof.Dr. Badiyah Perizade, M.B.A. sebagai Rektor Universitas Sriwijaya.
2. Prof.Dr.Ir. Eddy Ibrahim M.S. dan Rr. Harminuke Eko Handayani, S.T, M.T. sebagai Ketua Jurusan dan Sekretaris Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya.
3. Prof.Dr.Ir. Edi Sutriyono, M.Sc. sebagai Pembimbing Akademik.
4. Bapak Saptorio D. Tutuko, selaku Asisten Manager Pemboran dan Peledakan PT. Bukit Asam (Persero), Tbk sekaligus pembimbing lapangan.
5. Segenap staf satuan kerja Pemboran dan Peledakan PT. Bukit Asam (Persero), Tbk yang telah banyak membantu.

6. Dosen dan Karyawan Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
7. Rayka, Redi, Deka, Ardi dan teman-teman yang telah banyak membantu dalam proses pembuatan laporan ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan ini tidak lepas dari kesalahan. Karena itu Penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun dari pembaca untuk kemajuan kita bersama guna penyempurnaan isi dari laporan ini.

Demikianlah laporan ini dibuat agar bermanfaat khususnya bagi penulis maupun pembaca, terima kasih.

Indralaya, Juli 2012

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB	
I. PENDAHULUAN	I-1
I.1. Latar Belakang	I-1
I.2. Tujuan Penelitian	I-2
I.3. Perumusan Masalah	I-3
I.4. Pembatasan Masalah	I-3
I.5. Metode Penelitian	I-3
II. TINJAUAN UMUM	II-1
II.1. Sejarah Perusahaan	II-1
II.2. Lokasi dan Kesampaian Daerah	II-2
II.3. Iklim dan Curah Hujan	II-3
II.4. Geologi dan Stratigrafi	II-4
II.5. Cadangan dan Kualitas Batubara Tambang Air Laya	II-9
II.6. Sistem Penambangan	II-11
III. TINJAUAN PUSTAKA	III-1
III.1. Pemboran	III-1
III.2. Peledakan Massa Batuan	III-10
III.3. Pola Pemuatan	III-38
III.4. Produktivitas Alat Gali-Muat	III-40

BAB	Halaman
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	IV-1
IV.1. Pemboran.....	IV-1
IV.2. Peledakan.....	IV-6
IV.2.1 Geometri Peledakan Aktual	IV-2
IV.2.2 Geometri Peledakan Usulan	IV-4
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	V-1
V.1. Kesimpulan.....	V-1
V.2. Saran	V-2

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1.1. Diagram Alir Penelitian	I-5
2.1. Peta Lokasi Penambangan	II-3
2.2. Kolom Stratigrafi Umum Tambang <i>Pre-Bench</i> Air Laya.....	II-6
3.1. Pola Pemboran	III-3
3.2. Pengaruh Energi Peledakan Pada Pola Pemboran	III-4
3.3. Pemboran dengan Lubang Tembak Tegak dan Miring.....	III-5
3.4. Geometri Peledakan	III-20
3.5. Pola Peledakan Berdasarkan Arah Runtuhan Batuan	III-28
3.6. <i>Blasting Machine</i>	III-29
3.7. <i>Blasting Ohmmeter</i>	III-30
3.8. <i>Lead Wire</i>	III-30
3.9. <i>Non Electric Detonator</i>	III-32
3.10. Proses Pecahnya Batuan Akibat Peledakan	III-34
3.11. Pola Pemuatan Berdasarkan Posisi Alat Gali-Muat Terhadap Alat Angkut.....	III-40
4.1 Kegiatan Pemboran di Site <i>Pre-Bench</i> PT Bukit Asam.....	IV-1
4.2 Fragmentasi Batuan Hasil Peledakan.....	IV-4
4.2 Geometri Peledakan Usulan.....	IV-7
a.1 <i>Sandvik</i> Tipe D 245 S.....	A-1
b.1 <i>Hydraulic Loading Excavator Komatsu</i> PC 2000 SE	B-1

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
II.1 Data Curah Hujan untuk UPTE Periode 2004-2010	II-4
II.2 Cadangan Batubara PT Bukit Asam Tanjung Enim Berdasarkan Tingkat Keyakinan Geologi.....	II-10
II.3 Penggolongan Kualitas Batubara PT Bukit Asam Berdasarkan ASTM.....	II-10
III.1 Klasifikasi Kuat Tekan Batuan (BIENIAWSKI)	III-9
III.2 Urutan Pembongkaran Batuan Menurut Kuat Tekan Unaksial	III-10
III.3 Kekerasan Batuan dan Kekuatan Batuan.....	III-10
III.4 Klasifikasi Jarak Antara Bidang Diskontinuitas.....	III-11
III.5 Perbedaan Ukuran Butir Oksidator Bahan Peledak.....	III-24
III.6 Bobot Nilai Tiap Parameter Untuk Penentuan Indeks Kemampuan Ledakan Menurut Lili.....	III-37
IV.1 Perbandingan Geometri Peledakan Aktual, R.L. Ash Dan C.J Konya.....	IV-1
D.1 Waktu Edar Pemboran Di <i>Pre-Bench</i> Tal.....	D-1
D.2 Distribusi Frekuensi Waktu Edar Pemboran	D-2
D.3 Distribusi Frekuensi Kedalaman Lubang Bor	D-3
D.4 Distribusi Frekuensi Jumlah Lubang Ledak.....	D-4
D.5 Jadwal <i>Shift</i> Kerja Harian Bagian Pemboran	D-5
D.6 Waktu Hambat Pengeboran.....	D-6
E.1 Geometri Peledakan Aktual.....	E-1
E.2 Distribusi Frekuensi Kedalaman Lubang Ledak	E-2
E.3 Distribusi Frekuensi Tinggi <i>Charging</i>	E-3
E.4 Distribusi Frekuensi Jumlah Lubang Ledak.....	E-4

Tabel		Halaman
G.1	<i>Powder Factor</i> Pada Geometri Aktual	G-2
I.1	Pembobotan Massa Batuan.....	I-1
J.2	Distribusi Fragmentasi Batuan Untuk Geometri Aktual	J-7
L.1	<i>Cycle Time</i> dan Produktivitas <i>Komatsu</i> PC 2000.....	L-2
M.1	Produktivitas Aktual PC 2000 SE Dalam Sebulan.....	M-1
N.1	Perbandingan <i>Digging Time</i> Elv 47-55C dan Elv 17-25E	N-1
O.1	Efisiensi Kerja (E)	O-1
O.2	Faktor <i>Bucket</i> (K)	O-2

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
A. Spesifikasi Teknis <i>Sandvik</i> Tipe D 245 S	A-1
B. Spesifikasi Teknis <i>Hydraulic Excavator</i> Komatsu PC 2000	B-1
C. Spesifikasi Bahan Peledak, Peralatan dan Perlengkapan Peledakan	C-1
D. Pemboran.....	D-1
E. Geometri Peledakan Aktual	E-1
F. Geometri Peledakan Usulan	F-1
G. Pemakaian Jumlah Bahan Peledak dan <i>Powder Factor</i> Pada Geometri Aktual.....	G-1
H. Perhitungan Jumlah ANFO dan <i>Powder Factor</i> Pada Rancangan Geometri Peledakan Usulan.....	H-1
I. Faktor Batuan	I-1
J. Perhitungan Teoritis Fragmentasi Batuan Aktual	J-1
K. Perhitungan Teoritis Fragmentasi Batuan Usulan.....	K-1
L. Perhitungan Produktivitas Alat Gali Muat.....	L-1
M. Produktivitas <i>Hydraulic Excavator</i> PC2000 SE Pada Geometri Usulan.....	M-1
N. <i>Digging Time</i> Elv 47-55C dan Elv 17-25E	O-1
O. Faktor Koreksi.....	N-1



BAB I PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Potensi Batubara di Indonesia saat ini memungkinkan untuk ditingkatkan lagi dengan memberikan prioritas yang lebih besar pada pengembangan dan pemanfaatannya. Oleh karena itu bahan galian tersebut perlu dilakukan penambangan sehingga semakin banyak berdirinya perusahaan – perusahaan pertambangan batubara di Indonesia, salah satunya adalah PT. Bukit Asam (Persero) Tbk (PTBA) yang merupakan salah satu Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang bergerak di bidang pertambangan batubara. PT. Bukit Asam (Persero) Tbk dalam usaha pertambangannya memiliki dua unit pertambangan yaitu Unit Pertambangan Tanjung Enim (UPTE) yang berlokasi di Tanjung Enim, Sumatera Selatan dan Unit Pertambangan Ombilin (UPO) yang berlokasi di Ombilin, Sawahlunto, Sumatera Barat.

PT. Bukit Asam (Persero) Tbk Unit Penambangan Tanjung Enim dalam memproduksi batubara, membagi daerah penambangannya menjadi dua bagian, yaitu Tambang Air Laya (TAL) dan Tambang Non Air Laya (NAL). Tambang NAL dibagi menjadi Bangko Barat (Pit 1 dan Pit 3), Muara Tiga Besar Utara (MTBU) dan MTBS.

Salah satu kegiatan penambangan operasional di PT Bukit Asam (Persero) Tbk di site *Pre-bench* Air Laya merupakan kontrak kerja penambangan dengan PT Pama Persada Nusantara dengan perjanjian dan aturan-aturan yang harus disepakati oleh semua pihak, Seluruh kemajuan dan setiap kegiatan selalu dievaluasi bersama-sama oleh kedua belah pihak dengan melakukan *joint survey*.

Dalam sebuah tambang sering dijumpai batuan yang relatif keras dan tidak dapat digali secara bebas dan untuk memberaikan batuan tersebut perlu proses peledakan. Proses peledakan ini merupakan salah satu metode yang paling sering digunakan dalam pemberaian batuan keras sehingga operasi penambangan dapat berjalan secara efektif dan efisien. Pada lokasi *Pre-bench* Air Laya, pembongkaran *interburden* B2-C dilakukan dengan menggunakan metode pemboran dan peledakan. Hal ini dilakukan mengingat lapisan batuan disini mempunyai tingkat kekerasan yang cukup tinggi sehingga tidak ekonomis lagi apabila menggunakan metode *ripping-dozing*.

Untuk kegiatan pemuatan lapisan tanah penutup dilakukan dengan menggunakan alat muat *Hydraulic Loading Excavator Komatsu PC 2000* dengan metode pemuatan yang digunakan adalah *single truck loading* sedangkan kegiatan pengangkutan material hasil peledakan menggunakan Komatsu HD 785.

Pencapaian target produksi batubara yang telah ditetapkan oleh PT. BA sangat dipengaruhi oleh kemampuan untuk membongkar lapisan tanah penutupnya. Dengan melakukan kajian terhadap geometri peledakan untuk membongkar *interburden* B2-C di Tambang *Pre-bench* Air Laya diharapkan dapat memperbaiki ukuran fragmentasi hasil peledakan sehingga proses *loading* yang dilakukan oleh *Hydraulic Loading Excavator Komatsu PC 2000* akan optimal.

I.2 Tujuan Penelitian

- 1 Menganalisa fragmentasi batuan hasil peledakan
- 2 Mengkaji rancangan geometri peledakan yang digunakan
- 3 Menentukan geometri peledakan usulan dengan pertimbangan distribusi fragmentasi batuan dan korelasi dengan produktivitas alat gali muat yang optimal.

I.3 Perumusan Masalah.

Kegiatan peledakan yang dilakukan menghasilkan distribusi ukuran fragmen batuan tertentu. Ukuran fragmentasi yang besar (*boulder*) akan mengakibatkan waktu penggalian (*digging time*) yang dibutuhkan *Hydraulic Loading Excavator Komatsu PC 2000* menjadi lebih besar yang berujung pada penurunan produktivitas.

Untuk mendapatkan fragmentasi yang diharapkan, maka perlu dilakukan suatu kajian teknis terhadap geometri peledakan aktual saat ini dan membuat desain geometri peledakan baru apabila diperlukan.

I.4 Pembatasan Masalah

Dalam penelitian ini permasalahan dibatasi pada :

1. Kajian terhadap geometri peledakan aktual dan kemungkinan dilakukan desain geometri peledakan baru.
2. Dalam penelitian ini, lapisan *interburden* B2-C di lokasi *Pre-bench* menjadi fokus lokasi penelitian.
3. Mengevaluasi hasil peledakan dengan pertimbangan distribusi fragmentasi hasil peledakan dan korelasinya terhadap produktifitas alat gali-muat.
4. Penelitian tidak dilihat dari segi ekonomi.

1.5 Metode Penelitian

Dalam penyusunan laporan ini, ada tahapan yang dilakukan untuk mendapatkan data yang diperlukan, yaitu :

1. Studi Literatur

Mempelajari literatur-literatur yang ada baik berupa *text book*, jurnal penelitian dan laporan-laporan yang berhubungan dengan penelitian dan faktor-faktor yang mendukungnya.

2. Pengambilan Data

a. Data Primer

Data primer merupakan data yang diambil langsung dari lapangan yang meliputi data geometri peledakan dan waktu edar alat gali muat.

b. Data Sekunder

Data yang diperoleh dari arsip dan data-data yang sudah ada diperusahaan yang digunakan sebagai kelengkapan dalam menyelesaikan penelitian, seperti spesifikasi bahan peledak, spesifikasi alat mekanis, dan lain sebagainya.

3. Pengolahan Data

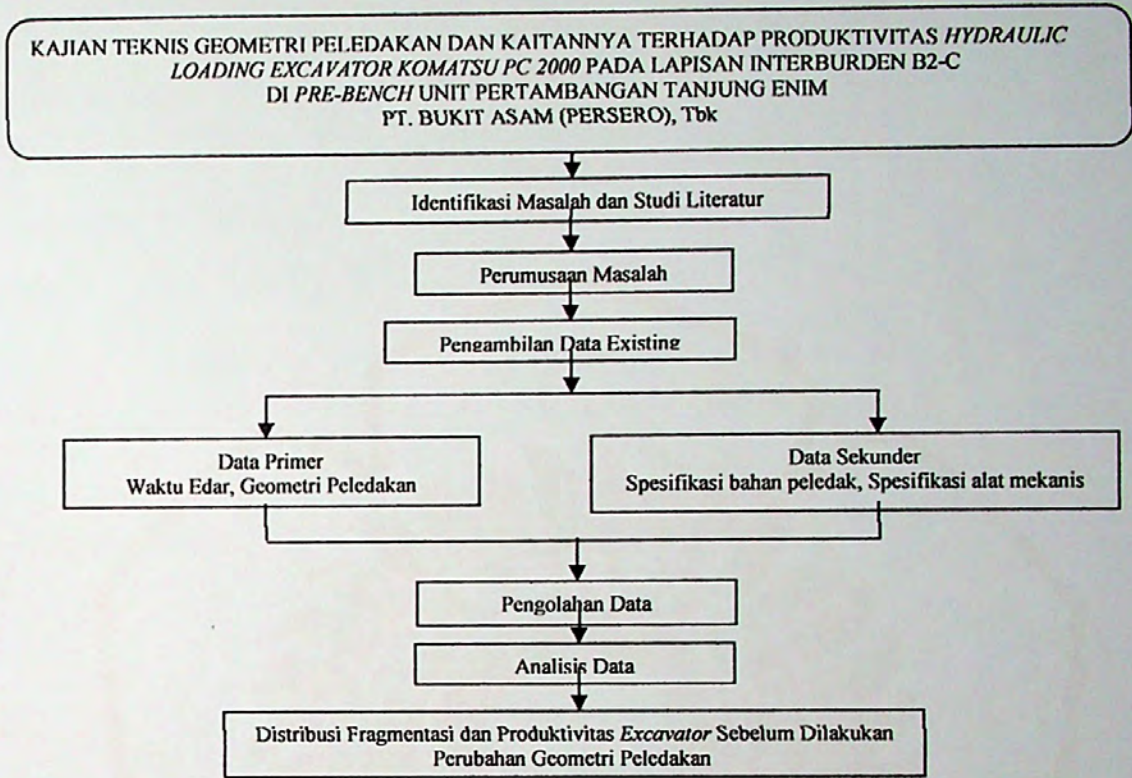
Pengolahan data merupakan perubahan dari data mentah yang diambil dari lapangan, disusun, kemudian dihitung nilai-nilai yang diperlukan seperti nilai rata-rata dengan metode statistik dan hasilnya akan digunakan dalam perhitungan selanjutnya sesuai dengan permasalahan yang ada.

4. Analisis Data

Analisis data merupakan proses pengolahan dari data-data hasil perhitungan yang telah ada. Kemudian diproses dan dianalisa sehingga didapat pemecahan dari masalah yang ada. Analisa data terdiri dari rancangan geometri usulan, fragmentasi batuan hasil peledakan dan produktivitas alat mekanis. Kemudian dilakukan analisa perbandingan produktivitas alat gali muat antara sebelum dan sesudah perubahan geometri peledakan dimana harus didapat output produktivitas alat gali muat yang lebih optimal.

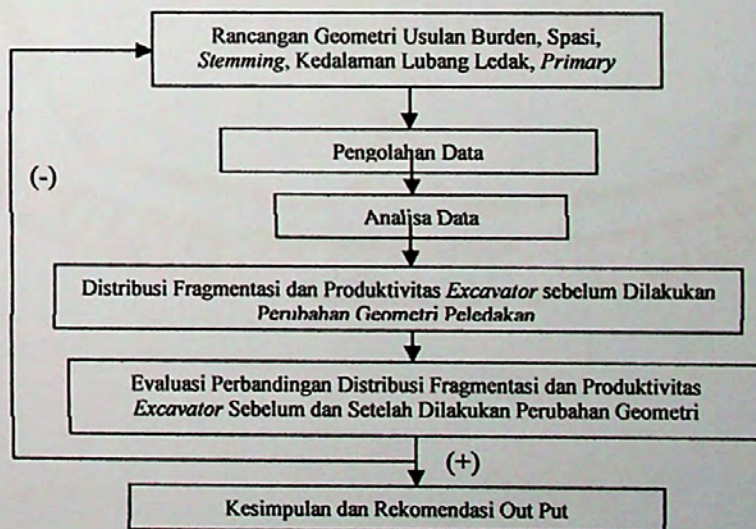
5. Kesimpulan

Setelah dilakukan analisa, maka didapat kesimpulan dan rekomendasi *output*.



GAMBAR 1.1

DIAGRAM ALIR PENELITIAN SEBELUM PERUBAHAN GEOMETRI PELEDAKAN



GAMBAR 1.2

DIAGRAM ALIR PENELITIAN SETELAH PERUBAHAN GEOMETRI PELEDAKAN

DAFTAR PUSTAKA

1., (2000), "Specification & Application Hand Book", Edisi 26, Komatsu, Halaman : 3A-19, 3A-28
2. Karim, Arifin. Ir., (1998), "Teknik Pemboran", Pusat Pengembangan Tenaga Pertambangan, Bandung
3. Konya, C.J. and Walter EJ. (1990), "Surface Blast Design", Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 114 – 157
4. Koesnaryo, S., (2001), "Teori Peledakan", Pusat Pendidikan dan Pelatihan Teknologi Mineral dan Batubara, Bandung
5. Rai, Astawa M., (2000), "Klasifikasi Massa Batuan", Tim Dana Pengembangan Keahlian Sub Sektor Pertambangan Umum dan Lembaga Pengembangan Masyarakat ITB, Bandung
6. Ash, R.L., 1990, Design of Blasting Round, "Surface Mining", B.A. Kennedy Editor, Society for Mining, Metallurgy, and Exploition, Inc., pp. 565-584
7. Moelhim, K. dkk., (2000), "Supervisory Teknik Peledakan". Lembaga Pengabdian kepada Masyarakat; ITB, Bandung
8. Peurifoy, R.L., (1970), "Construction, Planning, Equipment and Methods", A Maclaren Company, London, 200 – 205