

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : OPTIMASI SPACING LUBANG LEDAK METODE
PELEDAKAN PRE-SPLITTING PADA BATUBARA
MENGGUNAKAN PROGRAM MATLAB 6.1

Nama : Supriohadi

N I M : 12D 098 202

Telah dinyatakan lulus ujian Sarjana pada tanggal 29 Agustus 2003.

Semarang, September 2003

Disahkan oleh :

Jurusan Fisika

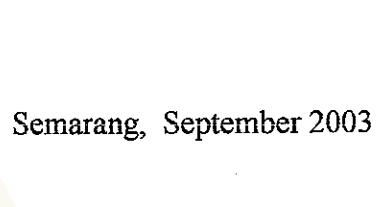
Tim Penguji Ujian Sarjana



Ir. Hemowo Danusaputro, MT
NIP. 131 601 638

Ketua,

Ir. M. Munir, MSi
NIP. 131 639 679



LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Skripsi : OPTIMASI SPACING LUBANG LEDAK METODE
PELEDAKAN *PRE-SPLITTING* PADA BATUBARA
MENGGUNAKAN PROGRAM MATLAB 6.1

Nama : Supriohadi

N I M : J2D 098 202

Telah selesai dan dinyatakan layak untuk mengikuti ujian sarjana pada jurusan
Fisika Fakultas MIPA Universitas Diponegoro Semarang.

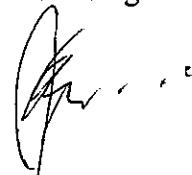
Disetujui oleh : Semarang, 20 Agustus 2003

Pembimbing I



Ir. Hernowo Danusaputro, M.T
NIP. 131 601 938

Pembimbing II



Ir. Dwilyanto JS., MT
NIP. 110 025 886

PERSEMBAHAN

*Sebuah Maha Karya Art & Science dalam hidupku yang kupersembahkan bagi
Keluarga besarku dan calon Anak ~ Isteriku Yang Kucintai
serta bagi seluruh Seniman yang menyiapkan kuasnya dengan menggunakan
bahan peledak kepada setiap batuan yang diukirnya . . .*



MOTTO

“Imajinasi lebih penting daripada pemahaman”

Sir. Albert Einstein

“Sesungguhnya ketidakaturan itu mengikuti suatu aturan”

Sir. Supriohadi Koswara SSi.



KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmannirrahim.

Segala puji bagi kami panjatkan kepada Allah SWT., Tuhan semesta alam, atas segala rahmat dan hidayah-Nya yang telah dikaruniai kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Tugas akhir yang berjudul "**Optimasi Spacing Lubang Ledak Metode Peledakan Pre-Splitting Pada Batubara Menggunakan Program Matlab 6.1**" ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana S-1 Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Diponegoro, Semarang.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa hormat dan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah terlibat serta memberikan banyak kontribusi ilmiah, moril dan materiil baik secara langsung maupun tidak langsung kepada penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini, terutama kepada :

1. DR. Wahyu Setyabudi, M.S selaku Dekan Fakultas MIPA, Universitas Diponegoro Semarang.
2. Ir. Hernowo D.S, M.T selaku Ketua Jurusan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Diponegoro Semarang serta sebagai pembimbing pertama penulis dalam menyelesaikan penyusunan tugas akhir ini.
3. Ir. Dwiyanto J.S, MT selaku pembimbing kedua penulis yang telah memberikan *D' First Inspiration.*

4. Seluruh Dosen Jurusan Fisika yang telah memnyumbangkan ilmu nya kepada penulis selama massa perkuliahan.
5. Drs. Ismet Harmaini, selaku Direktur Utama PT. Tambang Batubara Bukit Asam (Persero).
6. Ir. Ansyori Akhmad MT., selaku Ka. Tambang Air Laya, PTBA.
7. Ir. Ahmad Abbas selaku pembimbing lapangan divisi Pentam.
8. Ir. A. Rivai MT., selaku pembimbing lapangan divisi Geoteknik.
9. Seluruh Tim Pengeboran dan Peledakan, Tim Penunjang Tambang, Tim Perencanaan dan Operasi Tambang, Tim Geologi, Tim Geoteknik dan Tim Lab. Geoteknik PTBA.
10. Ayahanda dan Ibunda penulis atas seluruh kasih dan sayangnya serta bimbingannya untuk memandang hidup secara lebih bijaksana dengan turut menjalaninya bersama kebersihan hati dan kelapangan dada.
11. Babeh dan Emak di Tanjung Enim atas ketulusan hatinya yang telah menjadikan penulis sebagai bagian dari keluarganya.
12. Retno Pangestuti atas cintanya yang telah mendampingi penulis dalam suka maupun duka semoga akan tetap setia dan terus mendampingi seluruh hidup penulis.
13. Agung Cahyono SSi. sebagai *wingman project* dan sahabat terbaik atas kritik dan sarannya yang bermanfaat dalam penulisan tugas akhir ini serta atas kemurahan dan ketulusan hatinya yang telah memberikan penulis satu keluarga lagi di Semarang.

14. Seluruh Tim Bumi Makmur Sentosa Bahagia Abadi Selamanya yang belum disebut M. Nurdin WP. SSi. dan Oskar K. SSi. yang telah mendahului massa hidup penulis sebagai mahasiswa serta Antonius F. yang sama-sama masih hidup sebagai mahasiswa *lansia* bersama penulis.
15. Seluruh rekan-rekan *saintis* Bp. Rasito SSi., *Stephen Hawking Bin Hartono*, Didik calon SSi dan seluruh rekan-rekan Fisika '98 dan seluruh angkatan yang sama-sama menimba ilmu sebagai saintis.
16. Serta seluruh pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Akhirnya penulis berharap karya tulis ilmiah ini dapat berguna bagi penerapan yang lebih luas pada dunia peledakan tambang.

Semarang, Agustus 2003

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
PERSEMBAHAN.....	iv
MOTTO.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
DAFTAR SIMBOL.....	xvii
DAFTAR ISTILAH.....	xviii
ABSTRACT.....	xxi
INTISARI.....	xxii
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	5

1.5	Manfaat Penelitian.....	5
1.6	Sistematika Penulisan.....	6
BAB II. DASAR TEORI		
2.1	Teori Elastisitas.....	7
2.1.1	Tegangan.....	7
2.1.2	Regangan.....	9
2.2	Perilaku Batuan.....	10
2.2.1	Elastik.....	10
2.2.2	Elastoplastik.....	10
2.3	Sifat-sifat Teknis Batuan.....	11
2.3.1	Sifat-sifat batuan utuh.....	12
2.3.2	Sifat-sifat massa batuan.....	12
2.3.3	<i>Breaking charactheristic</i>	16
2.4	Vibrasi pada Peledakan.....	16
2.4.1	Gelombang seismik.....	16
2.4.2	Faktor-faktor yang mempengaruhi vibrasi.....	18
2.5	Redaman (<i>Attenuasi</i>).....	19
2.5.1	Redaman amplitudo	19
2.5.2	Berkurangnya energi karena transmisi.....	19
2.5.3	Berkurangnya energi karena <i>spherical Spreading</i> (divergensi).....	19
2.6	Bahan Peledak dan Sifat-sifat Bahan Peledak.....	20
2.6.1	Sifat-sifat fisik.....	21
2.6.2	Sifat-sifat detonasi.....	22

2.7	Kerusakan (<i>damage</i>) pada Batuan Akibat Peledakan dengan <i>Controlled Blasting</i>	26
2.8	<i>Controlled Blasting Pre-splitting</i>	28
BAB III METODE PENELITIAN		
3.1	Lokasi dan Waktu Penelitian.....	32
3.2	Proses Pemodelan Matematis.....	32
3.3	Proses Pembuatan Program Pemodelan Optimasi <i>Spacing</i> Lubang Ledak pada Metode Peledakan <i>Pre-Splitting</i>	33
3.3.1	Identifikasi masalah.....	33
3.3.2	Perancangan program pemodelan optimasi <i>spacing</i> lubang ledak pada metode peledakan <i>pre-splitting</i>	34
3.3.3	Uji kesesuaian hasil.....	41
3.4	Bahan dan Peralatan Penelitian.....	45
3.4.1	Bahan penelitian.....	46
3.4.2	Peralatan Penelitian.....	46
3.5	Diagram Blok Penelitian.....	48
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	Pemodelan Matematis Penyebaran Tegangan Hasil Ledakan pada Batuan untuk Lubang Ledak Tunggal dan Lubang Ledak Ganda.....	49
4.1.1	Perhitungan harga tekanan mula-mula pada dinding lubang bor.....	49
4.1.2	Perhitungan harga tegangan yang terdistribusi	

di sekitar lubang ledak tunggal.....	50
4.1.3 Perhitungan harga tegangan yang terdistribusi di antara dua lubang ledak	50
4.2 Program Pemodelan Optimasi <i>Spacing</i> Lubang Ledak pada Metode Peledakan <i>Pre-Splitting</i>	52
4.3 Pengaruh <i>Cleat</i> terhadap Terbentuknya Rekahan Hasil Peledakan.....	53
4.3.1 Pengaruh <i>cleat</i> terhadap terbentuknya rekahan hasil peledakan pada lubang ledak tunggal.....	54
4.3.2 Keterbentukan rekahan hasil peledakan pada lubang ledak ganda dengan arah searah <i>cleat</i>	56
4.3.3 Keterbentukan rekahan hasil peledakan pada lubang ledak ganda dengan arah tegak lurus arah <i>cleat</i>	58
4.3.4 Aplikasi <i>pre-splitting line</i> di lapangan.....	61
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan.....	64
5.2 Saran.....	65
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Elemen gaya dF yang bekerja pada elemen luas dA	8
Gambar 2.2	Komponen tegangan pada sebuah elemen volume yang tegak lurus permukaan di sumbu X.....	9
Gambar 2.3	Analisis regangan dua dimensi.....	9
Gambar 2.4	Tahap utama perilaku dari sebuah batu.....	11
Gambar 2.5	Diskontinu pada batuan.....	14
Gambar 2.6	Gerakan partikel pada berbagai gelombang.....	17
Gambar 2.7	Berkurangnya energi karena transmisi dan divergensi.....	20
Gambar 2.8	Daerah yang rusak (<i>damage</i>) akibat ledakan.....	26
Gambar 2.9	Pembangkitan tekanan dinamik P pada dinding lubang bor sebagai fungsi waktu akibat dari peledakan	28
Gambar 2.10	Distribusi tegangan pada <i>pre-splitting</i>	29
Gambar 2.11	Kondisi penyusunan lubang ledak <i>pre-splitting</i>	30
Gambar 2.12	Grafik distribusi tegangan terhadap jarak di sekitar lubang ledak.....	31
Gambar 3.1	Diagram alir program utama Rijoblast.m	37
Gambar 3.2	Diagram alir program perhitungan tekanan pada dinding lubang ledak (nolpressure.m).....	38
Gambar 3.3	Diagram alir program perhitungan radius rekahan terjauh (monohole.m).....	39

Gambar 3.4	Diagram alir program perhitungan <i>spacing</i> optimum (doubleholes.m).....	40
Gambar 3.5	Konfigurasi percobaan I.....	42
Gambar 3.6	Geometri pengukuran pada percobaan I.....	42
Gambar 3.7	Konfigurasi percobaan II.....	43
Gambar 3.8	Konfigurasi percobaan III.....	44
Gambar 3.9	Langkah kerja penelitian.....	48
Gambar 4.1	Jendela perhitungan untuk program optimasi <i>spacing</i> lubang ledak pada metode peledakan <i>pre-splitting</i>	52
Gambar 4.2	Percobaan I, penentuan perbandingan radius rekahan pada arah searah <i>cleat</i> dan tegak lurus <i>cleat</i>	55
Gambar 4.3	Kondisi rekahan yang terbentuk di antara lubang ledak dengan arah bentangan searah arah <i>cleat</i>	57
Gambar 4.4	Kondisi rekahan yang terbentuk di antara lubang ledak dengan arah bentangan tegak lurus arah <i>cleat</i>	60
Gambar 4.5	Percobaan III.....	62
Gambar 4.6	Percobaan III.....	62
Gambar 4.7	Kondisi lereng tambang batubara yang telah digali.....	63

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Variabel perhitungan program.....	35
---	----



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A PEMODELAN MATEMATIS PENYEBARAN TEGANGAN
HASILPELEDAKAN PADA BATUAN UNTUK LUBANG
LEDAK TUNGGAL DAN LUBANG LEDAK GANDA

Lampiran B *LISTING PROGRAM*

Lampiran C DATA HASIL PERCOBAAN

Lampiran D TABEL KARAKTERISTIK BATUAN DAN BAHAN PELEDAK

Lampiran E TINJAUAN UMUM DAERAH PENELITIAN

Lampiran F GAMBAR

DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan	Satuan
A	Amplitudo	m
dA	Elemen luas benda	m^2
dF	Elemen gaya yang bekerja pada benda	N
I_c	Impedansi bahan peledak	kg/m^2s
I_r	Impedansi batuan	kg/m^2s
l_e	Panjang kolom bahan peledak	m
l_b	Kedalaman lubang bor	m
P_e	Tekanan karakteristik bahan peledak	MPa
P_e'	Tekanan karakteristik bahan peledak yang dihasilkan saat diledakan	MPa
P_{eff}	Tekanan efektif	MPa
P_0	Tekanan pada dinding lubang ledak	MPa
r_0	Radius lubang bor	m
r_e	Radius bahan peledak	m
R	Jarak dari pusat lubang bor	m
V_c	Volume bahan peledak	m^3
V_f	Volume lubang bor	m^3
α	Koefisien attenuasi	-
η	Faktor impedansi	-
Δ_f	Gaya berat jenis bahan peledak	-

DAFTAR ISTILAH

<i>ANFO</i>	: (<i>Amonium Nitrate Fuel Oil</i>) Bahan peledak standar dalam bentuk butir dengan campuran kimia Amonium Nitrat dan solar.
<i>Burden</i>	: jarak tegak lurus yang dibentuk di antara baris lubang ledak.
<i>Cleat</i>	: jenis diskontinu yang terbentuk pada batubara.
<i>Controlled blasting</i>	: suatu model peledakan khusus yang biasa diterapkan pada lokasi penambangan batuan keras dan proyek-proyek sipil dengan tujuan untuk membatasi rekahan hasil peledakan.
<i>Crack</i>	: rekahan-rekahan kecil yang terbentuk pada batuan.
<i>Decoupled</i>	: Kondisi penyusunan lubang ledak dengan diameter bahan peledak yang lebih kecil dibandingkan dengan diameter lubang bor.
<i>Dip</i>	: sudut yang dibentuk tegak ke bawah dari arah garis horisontalnya pada bidang diskontinu.
<i>ERR</i>	: (<i>Energy Release Rate</i>) Laju pelepasan energi bahan peledak.
<i>Failure</i>	: keadaan hancurnya batuan ketika dikenai gaya.
<i>Fracture</i>	: rekahan yang terbentuk pada batuan ketika batuan tersebut dikenai gaya.
<i>Impedansi</i>	: Kemampu serahan energi yang dihasilkan oleh bahan peledak kepada batuan.

Lubang ledak	: Lubang bor yang telah diisi bahan peledak dengan atau tanpa stemming dan siap diledakkan.
<i>Pre-splitting</i>	: salah satu jenis model peledakan khusus (<i>controlled blasting</i>) yang diterapkan pada tambang terbuka dengan tujuan untuk membuat rekahan pembatas antara daerah galian dan batasa galian.
<i>RBS</i>	: (<i>Rock Bulk Strength</i>) perbandingan kekuatan bahan peledak terhadap bahan peledak ANFO dalam volume yang setara.
Regangan	: perubahan bentuk dan dimensi yang terjadi pada sebuah benda elastik apabila dikenai tegangan.
<i>RWS</i>	: (<i>Rock Weigth Strength</i>) perbandingan kekuatan bahan peledak terhadap bahan peledak ANFO dalam berat yang setara.
<i>Spacing</i>	: jarak yang dibentuk di antara lubang ledak dalam satu baris.
<i>Strike</i>	: arah garis horizontal pada bidang diskontinu yang tegak lurus terhadap kemiringan bidangnya.
Tegangan (<i>Stress</i>)	: gaya yang bekerja pada suatu bidang per satuan luas.
Tegangan geser	: tegangan yang bekerja pada suatu bidang dengan arah vektor tagensial terhadap luasan.
Tegangan normal	: tegangan yang bekerja pada suatu bidang dengan arah vektor tegak lurus terhadap luasan.

- UCS* : (*Undirect Compress Stress*) tegangan tekan tidak langsung pada batuan.
- UTS* : (*Undirect Tensile Stress*) tegangan tarik tidak langsung pada batuan.
- VOD* : (*Velocity of Detonation*) Kecepatan detonasi bahan peledak.

