

PERENCANAAN *SEQUENCE* PENAMBANGAN BATUBARA UNTUK
MENCAPAI TARGET PRODUKSI SEMESTER I TAHUN 2012
PADA PIT A0 DI PT. BORNEO ALAM SEMESTA
JOBSITE BORRALS MUARA KAMAN
KALIMANTAN TIMUR



SKRIPSI UTAMA

Dibuat untuk Memenuhi Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada Jurusan Teknik Pertambangan

Oleh :

Sarwo Edhie Wibowo
03071002035

UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
2012

23977 / 24527

S
622.3307

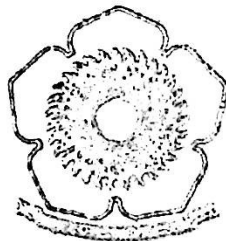
Sar

P

2012

C. 121805.

PERENCANAAN *SEQUENCE* PENAMBANGAN BATUBARA UNTUK
MENCAPAI TARGET PRODUKSI SEMESTER I TAHUN 2012
PADA PIT A0 DI PT. BORNEO ALAM SEMESTA
JOBSITE BORRALS MUARA KAMAN
KALIMANTAN TIMUR



SKRIPSI UTAMA

Dibuat untuk Memenuhi Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada Jurusan Teknik Pertambangan

Oleh :

Sarwo Edhie Wibowo
03071002035

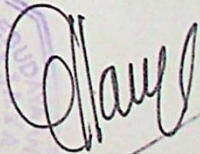
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
2012

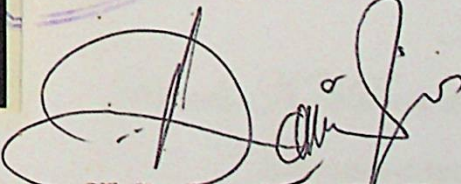
PERENCANAAN *SEQUENCE* PENAMBANGAN BATUBARA UNTUK
MENCAPAI TARGET PRODUKSI SEMESTER I TAHUN 2012
PADA PIT A0 DI PT. BORNEO ALAM SEMESTA
JOBSITE BORRALS MUARA KAMAN
KALIMANTAN TIMUR

SKRIPSI UTAMA

Disetujui . untuk Jurusan Teknik
Pertambangan oleh Dosen Pembimbing :




Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, MS.
Pembimbing Pertama


Hj. Rr. Harminuke Eko Handayani ST, MT.
Pembimbing Kedua

MOTTO :

Jangan berdoa meminta agar hidup ini mudah, tetapi
berdoalah agar kuat menahan kesulitan.

Jangan menyerah atas sesuatu yg sangat kamu inginkan.
Memang sulit tek memungku, tapi akan lebih sulit jika
akhirnya kamu menyerah.

Kupersembahkan kepada :

Amamaterku

Ayahanda

Ibunda Tercinta

Amak, Kak Suci dan Bang Itri

Teman-teman seperjuangan

PERENCANAAN *SEQUENCE* PENAMBANGAN BATUBARA UNTUK
MENCAPAI TARGET PRODUKSI SEMESTER I TAHUN 2012
PADA PIT A0 DI PT. BORNEO ALAM SEMESTA
JOBSITE BORRALS MUARA KAMAN
KALIMANTAN TIMUR

(Sarwo Edhie Wibowo, 2012, 117 Halaman)

ABSTRAK

PT. Borneo Alam Semesta adalah salah satu perusahaan yang bergerak di bidang pertambangan batubara. Lokasi operasional dari PT. Borneo Alam Semesta terletak pada dua tempat, yaitu Kalimantan Selatan dan Kalimantan Timur. Salah satu lokasi operasional di Kalimantan Timur yaitu jobsite Borrals Muara Kaman. Perusahaan ini menerapkan sistem tambang terbuka dan kombinasi antara hydraulic excavator backhoe dan dump truck sebagai alat gali muat dan alat angkut.

Metode penambangan yang dilakukan adalah block cut open pit mining dan cadangan batubara yang tersisa secara keseluruhan sebesar ± 626.781 ton. Tidak tercapainya target produksi, tidak teraturnya dalam proses penambangan dan kurangnya jumlah kebutuhan alat gali-muat dan alat angkut membuat penambangan menjadi tidak terarah dan kurang efektif. Untuk itu, pada semester I tahun 2012, PT. Borneo Alam Semesta menaikkan target produksi menjadi 210.000 ton batubara. Untuk dapat mencapai target tersebut, maka dibuatlah suatu perencanaan dengan cara membuat urutan-urutan penambangan dan menghitung jumlah alat mekanis yang dibutuhkan.

Terdapat dua alternatif arah penambangan yang dibuat dan mempunyai kelebihan masing-masing. Penambangan pada alternatif pertama semester I tahun 2012 dimulai dari panel 14 sampai dengan panel 5, alternatif penambangan yang kedua dimulai dari panel 5 sampai panel 14. Penggalan dan pemuatan overburden menggunakan excavator backhoe Hitachi Zaxis 450 LC berpasangan dengan dump truck Scania P380. Sedangkan untuk penggalan dan penambangan batubara menggunakan excavator backhoe Komatsu PC200 berpasangan dengan dump truck Hino FM 260 JD.

Kata Kunci : Sistem Penambangan, Target Produksi, Alternatif Arah Penambangan

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT, pemilik ilmu pengetahuan, yang telah memberikan rahmat dan berkat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini dengan judul “Perencanaan *Sequence* Penambangan Batubara Untuk Mencapai Target Produksi Semester I Tahun 2012 pada Pit A0 Di PT. Borneo Alam Semesta *Jobsite* Borrals Muara Kaman, Kalimantan Timur”. Pelaksanaan Tugas Akhir ini dilaksanakan dari tanggal 26 Oktober 2011 sampai 6 Januari 2012.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, MS., selaku pembimbing I dan Ibu Hj. Rr. Harminuke Eko Handayani ST, MT., selaku pembimbing II yang telah memberikan bimbingan kepada penulis dalam penulisan skripsi ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu hingga terselesaikannya laporan ini, yaitu :

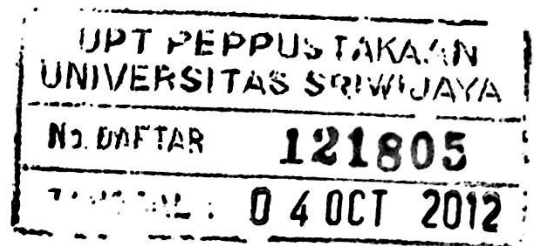
1. Prof. Dr. Ir. H. M. Taufik Toha, DEA., Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
2. Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, MS., Ketua Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
3. Hj. Rr. Harminuke Eko Handayani, ST., MT., Sekretaris Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
4. M. Faizal, Project Manager PT Borneo Alam Semesta *Jobsite* Borrals Muara Kaman Kalimantan Timur, yang telah memberikan kesempatan pada penulis untuk melaksanakan tugas akhir
5. Huas Tindaon, ST., Nanda SA Putra, ST., Glenn Andrew Sundah, ST., M. Amrullah, ST., Dwi Savandi Pasa Wijaya, ST., Pembimbing lapangan yang telah banyak membantu dalam pelaksanaan Tugas Akhir Penulis.

6. Seluruh Dosen dan Karyawan Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
7. Segenap pihak yang telah memberi dukungan dalam pembuatan laporan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan seperti yang diharapkan, karena itu penulis mengharapkan masukan, saran dan kritik yang bermanfaat dari seluruh pihak.

Inderalaya, 2012

Penulis,



DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB	
I. PENDAHULUAN	I-1
I.1 Latar Belakang	I-1
I.2 Perumusan Masalah	I-2
I.3 Batasan Masalah	I-2
I.4 Maksud dan Tujuan Penelitian	I-2
I.5 Manfaat Penelitian	I-3
I.6 Metodologi Penelitian	I-3
II. TINJAUAN UMUM	II-1
II.1 Sejarah Singkat Perusahaan	II-1
II.2 Lokasi dan Kesampaian Daerah	II-1
II.3 Keadan Iklim dan Cuaca	II-3
II.4 Kondisi Geologi	II-4
II.4.1 Kondisi Geologi Regional	II-4
II.4.2 Stratigrafi	II-6
II.5 Cadangan dan Kualitas Batubara	II-8
II.6 Kegiatan Penambangan Batubara di tambang Pit A0	II-9
III. TINJAUAN PUSTAKA	III-1
III.1 Penambangan Terbuka Batubara	III-1

III.1.1 <i>Contour Mining</i>	III-1
III.1.2 <i>Mountaintop Removal Method</i>	III-2
III.1.3 <i>Area Mining Method</i>	III-4
III.1.4 <i>Open Pit Method</i>	III-7
III.1.5 <i>Strip Mining</i>	III-9
III.2 Kestabilan Lereng.....	III-10
III.2.1 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kestabilan Lereng.....	III-10
III.3 Kemampuan Produksi Peralatan Mekanis.....	III-15
III.3.1 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Produktivitas.....	III-16
 IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	 IV-1
IV.1 Hasil Penelitian.....	IV-1
IV.1.1 Metode Penambangan.....	IV-2
IV.1.2 Perancangan Tambang.....	IV-2
IV.2 Pembahasan.....	IV-6
IV.2.1 Produksi dan Rencana Produksi.....	IV-6
IV.2.2 Desain <i>Pit</i>	IV-7
IV.2.3 Perancangan Tahapan <i>Sequence</i> Penambangan.....	IV-10
IV.2.4 Lebar jalan Angkut.....	IV-12
IV.2.5 Perhitungan Produktivitas Alat.....	IV-12
IV.2.6 Evaluasi Kebutuhan Alat Mekanis.....	IV-13
IV.2.7 <i>Disposal</i> dan <i>Stockpile</i>	IV-15
 V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	 V-1
V.1 Kesimpulan.....	V-1
V.2 Saran.....	V-2

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1.1 Bagan Alir Metodologi Penelitian	I-5
2.1 Peta Daerah Kalimantan Timur	II-2
2.2 Grafik Curah Hujan Tahunan Muara Kaman	II-4
2.3 Cekungan Kutai	II-5
2.4 Urutan Stratigrafi Cekungan Kutai.....	II-8
2.5 <i>Land Clearing</i>	II-10
2.6 Pengupasan Lapisan Tanah penutup.....	II-11
2.7 Pengangkutan <i>Overburden</i>	II-12
2.8 Penggalian dan Pemuatan Batubara.....	II-13
2.9 Penimbunan <i>Overburden</i> di <i>Disposal Area</i>	II-13
3.1 <i>Conventional Contour Mining</i>	III-2
3.2 <i>Block Cut Contour Mining</i>	III-3
3.3 Teknik <i>Haulback</i> Dengan Menggunakan <i>Front-end Loader</i>	III-3
3.4 Bagian-Bagian Dari <i>Bench</i>	III-4
3.5 Metode <i>Box Cut Contour Mining</i>	III-5
3.6 <i>Mountaintop Removal Method</i>	III-6
3.7 <i>Area Mining Method</i>	III-7
3.8 <i>Open Pit Method</i>	III-9
3.9 Bagian-Bagian Dari <i>Bench</i>	III-11
3.10 Pola Pemuatan berdasarkan Posisi Alat Gali-Muat Terhadap Alat angkut	III-17
3.11 Pola Pemuatan Berdasarkan Jumlah Penempatan Alat Angkut.....	III-18
3.12 Lebar Jalan Angkut Dua Jalur	III-20

3.13 Lebar Jalan Angkut Untuk Dua Jalur Pada Tikungan.....	III-21
3.14 Rating Dimensi <i>Bucket</i>	III-21
4.1 <i>Final Pit Limit</i>	IV-3
4.2 Sketsa penampang Pola Perhitungan Batas Awal Penambangan.....	IV-4
4.3 Desain <i>Pit</i>	IV-7
4.4 Penambangan Dari Arah Panel 14 Ke Panel 5.....	IV-8
4.5 Penambangan Dari Arah Panel 5 Ke Panel 14.....	IV-9
4.6 Elevasi Terendah dan Tertinggi <i>Pit</i>	IV-11
4.7 <i>Disposal Area</i>	IV-16
4.8 Geometri Lereng Tempat Penimbunan.....	IV-16
4.11 <i>Stockpile</i>	IV-17
4.12 <i>Pit</i> Alternatif A dan <i>Pit</i> Alternatif B.....	IV.16
4.10 <i>Disposal Area</i>	IV-23
4.13 <i>Stockpile</i>	IV-24
A.1 Grafik Curah Hujan Rata-rata Dari Tahun 2007-2-11.....	A-1
C.1 Penampangan Tahapan Penambangan Pit A0.....	C-1
C.2 <i>Cross section</i> Penampang C-C'.....	C-2
C.3 <i>Cross section</i> Penampang D-D'.....	C-3
C.4 <i>Cross section</i> Penampang E-E'.....	C-4
C.5 <i>Cross section</i> Penampang F-F'.....	C-5
C.6 <i>Cross section</i> Penampang G-G'.....	C-6
C.7 <i>Cross section</i> Penampang K dan L.....	C-7
I.1 Hitachi Zaxis 450 LC dan Spesifikasinya.....	I-2
I.2 Komatsu PC200.....	I-4
J.1 Scania P380 dan Spesifikasinya.....	J-3
J.2 <i>Dump Truck</i> Hino FM 260 JD.....	J-4

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
II.1 Jumlah Cadangan Sisa dan Kualitas Batubara	II-8
III.1 Lebar Minimum Jalan Angkut	III-12
III.2 <i>Bucket Fill Factor</i>	III-23
IV.1 Produksi batubara dan <i>Overburden</i> Tahun 2011.....	IV-6
IV.2 Jumlah <i>Overburden</i> dan Batubara	IV-9
IV.3 Kebutuhan Alat Untuk Pengupasan Tanah Penutup dan Batubara .	IV-15
A.1 Data Curah Hujan dari Bulan Juni Tahun 2007 – November 2011.	A-1
B.1 Data Litologi Daerah Penelitian	B-1
D.1 <i>Cycle Time</i> Ex- Hitachi Zaxis 450 LC	D-1
D.2 Perhitungan <i>Cycle Time</i> Rata-rata <i>Excavator</i> Hitachi Zaxis 450 LC	D-2
D.3 <i>Cycle Time Excavator</i> Komatsu PC200.....	D-3
D.4 Perhitungan <i>Cycle Time</i> Rata-rata <i>Excavator</i> Komatsu PC200	D-4
E.1 <i>Cycle Time Dump Truck</i> Scania P380.....	E-1
E.2 Perhitungan <i>Cycle Time</i> Rata-rata <i>Dump Truck</i> Scania P380	E-2
E.3 <i>Cycle Time Truck</i> Hino FM 260 JD	E-3
E.4 Perhitungan <i>Cycle Time</i> Rata-rata <i>Truck</i> Hino FM 260 JD	E-4
F.1 Faktor Koreksi Bucket.....	F-1
F.2 Efisiensi Kerja <i>Dump Truck</i>	F-1
F.3 Efisiensi Kerja.....	F-1
F.4 <i>Swell Factor dan Density</i>	F-2
G.1 Jumlah Waktu Kerja Perbulan untuk semester I Tahun 2012	G-1
I.1 Spesifikasi Alat Gali-Muat Komatsu PC200.....	I-3

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
A. Data Curah Hujan	A-1
B. Data Litologi	B-1
C. Penampang Pit A0	C-1
D. <i>Cycle Time</i> Alat Gali-Muat	D-1
E. <i>Cycle Time</i> Alat Gali-Muat	E-1
F. Faktor Koreksi dan <i>Swell Factor</i>	F-1
G. Produktivitas Alat Gali-Muat dan Angkut.....	G-1
H. Perhitungan Produktivitas Alat Gali-Muat dan Alat Angkut..	H-1
I. Spesifikasi Alat Gali-Muat	I-1
J. Spesifikasi Alat Angkut.....	J-1
K. Perhitungan Geometri Jenjang	K-1
L. Perhitungan Lebar Jalan Angkut.....	L-1
M. Volume Overburden yang Harus Di Kupas.....	M-1

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

PT. Borneo Alam Semesta (BAS), *jobsite* Borrals Muara Kaman merupakan perusahaan kontraktor yang bergerak di bidang pertambangan yang dipercaya oleh PT. Moriss selaku pemegang kontrak karya untuk melakukan kegiatan penambangan dari awal pengupasan *overburden* dan batubara sampai pengangkutan batubara menuju *stockpile*, yang daerah operasinya terletak di Kabupaten Kutai Kartanegara Kecamatan Muara Kaman Provinsi Kalimantan Timur.

Perencanaan penambangan meliputi kegiatan dari awal penambangan sampai pasca penambangan. Salah satu bagian dari kegiatan perencanaan tersebut adalah melakukan perencanaan urutan penambangan batubara.

Perencanaan di *pit* A0 mempunyai target produksi perbulannya untuk mencapai target pertahunnya. Bulan Oktober target produksi tercapai, namun pada Bulan November target produksi tidak tercapai dan untuk menutupi produksi bulan November tersebut maka target produksi pada bulan berikutnya perlu ditingkatkan. Jadi, untuk semester pertama tahun 2012 target produksi ditingkatkan menjadi 210.000 ton batubara. Tidak adanya perencanaan urutan penambangan juga akan mengakibatkan tidak keteraturan dalam pemilihan daerah yang akan ditambang. Untuk itu perlu adanya perencanaan urutan penambangan dan jumlah alat mekanis yang dibutuhkan pada setiap urutan penambangan untuk mencapai target produksi batubara dan *overburden* yang direncanakan.

I.2 Perumusan Masalah

Pada perumusan masalah, dicari faktor-faktor yang mempengaruhi perencanaan urutan penambangan, seperti berapa target produksi yang diinginkan, daerah mana saja yang akan ditambang dalam satu semester, menentukan lokasi dumpings sesuai dengan kemajuan tambang, berapa banyak material yang ditambang, dan juga untuk mencari produktivitas alat mekanis, yaitu alat gali-muat dan alat angkut yang ada sebagai acuan dalam menentukan jumlah kebutuhan alat yang akan digunakan.

I.3 Batasan Masalah

Dari rumusan masalah diatas dan berdasarkan latar belakang yang ada, maka dapat dibatasi permasalahan yang ada meliputi :

1. Apa saja faktor-faktor yang mempengaruhi dalam perencanaan urutan penambangan ini.
2. Berapa jumlah alat gali-muat dan angkut yang diperlukan dari target produksi yang telah ditentukan.
3. Bagaimana bentuk desain *pit* yang dibuat dalam penentuan urutan penambangan yang akan dilakukan dengan menggunakan bantuan *software* surpac 6.1.2.

I.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Mendapatkan urutan penambangan semester pertama tahun 2012 dengan mempertimbangkan faktor-faktor yang mempengaruhi dalam perencanaan urutan penambangan tersebut.
2. Mendapatkan jumlah alat mekanis yang dibutuhkan agar target produksi dapat tercapai.
3. Mendapatkan bentuk desain *pit* dengan bantuan *software* surpac 6.1.2.

I.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah dengan didapatnya urutan penambangan yang sesuai dengan target produksi yang diharapkan, maka penambangan yang dilakukan akan menjadi lebih terarah dan teratur.

I.6 Metodologi Penelitian

1. Pengumpulan Data

a. Data Primer

Data ini merupakan data yang diambil di lapangan secara langsung untuk keperluan penelitian. Data primer yang diperlukan adalah data *cycle time* alat gali muat dan alat angkut yang digunakan untuk menghitung produktivitas alat untuk menentukan kebutuhan alat yang akan digunakan

b. Data Sekunder

Merupakan data penunjang dalam penelitian seperti data curah hujan, *pit shell*, *floor batubara*, spesifikasi alat, data *resgraph*, data topografi, data litologi, data produksi, jumlah jam kerja dan sebagainya yang diperlukan dalam penyelesaian penelitian ini.

2. Pengolahan Data

Data yang diperoleh selanjutnya diolah menggunakan literatur yang disiapkan sebelumnya. Kemudian diolah dan disajikan dalam bentuk tabel, grafik, gambar, dan perhitungan penyelesaian. Pada pengolahan data, dilakukan pembuatan desain *pit* dari target produksi batubara sebesar 35.000 ton perbulan atau 210.000 ton untuk semester pertama tahun 2012. Pembuatan desain *pit* ini menggunakan bantuan *software* *surpac* 6.1.2. Kemudian, di tentukan daerah mana saja yang akan mulai ditambang berdasarkan data *resgraph* cadangan batubara. Setelah itu, berdasarkan rencana target produksi akan dihitung berapa jumlah kebutuhan alat gali-muat dan angkut untuk dapat memenuhi target produksi tersebut. Namun sebelumnya, dihitung *cycle time*

alat gali-muat dan alat angkut menggunakan metode statistika yang selanjutnya akan digunakan untuk perhitungan produktivitas alat.

3. Analisa Data

Dilakukan analisa terhadap data yang diperoleh dari pengolahan data tersebut sehingga didapatkan hasil dari penyelesaian masalah.

4. Kesimpulan

Setelah dilakukan analisa, didapat kesimpulan terpenuhi atau tidaknya dari hasil yang didapatkan.

Proses penyusunan skripsi ini dapat dilihat pada Gambar 1.1.



GAMBAR 1.1
BAGAN ALIR METODOLOGI PENELITIAN

DAFTAR PUSTAKA

- Alfreds R. Jumikis, 1983, "*Rock Mechanics*", Trans Tech Publications D-3392 Clausthal-Zellerfeld, Federal Republic of Germany.
- Caterpillar, 2002, "*Caterpillar Performance Handbook*", Caterpillar Inc, Peoria, Illinois, U.S.A.
- Chironis, Nicholas P., 1987. "*Coal Age Operating Handbook of Coal Surface Mining and Reclamation*", vol. 2, Mc Graw-Hill, Inc., New York, N.Y.
- Douglas F. Crickmer, David A. Zegeer, 1981, "*Elements Of Practical Coal Mining*", Society Of Mining Engineer Of American Institute Of mining, Metalurgical and Petroleum Engineers. Inc, New York.
- H. L. Hartman, 1987, "*Introductory Mining Engineering*", A Wiley Interscience Production, John Wiley and Sons Inc., New York.
- H. L. Hartman, 1992, "*SME Mining Engineering handbook*", Vol I, Second Edition, Society Of Mining Engineer Of American Institute Of mining, Metalurgical and Exploration Engineers. Inc, New York.
- Komatsu, 2004, "*Specifications & Application Handbook*", Edition 25, Japan.
- National Research Council, 1990, "*Surface Coal Mining Effects On Ground Water Recharge*", The United States Of America.
- Nicholas P, Chironis, 1987, "*Coal Age Operating Handbook of Coal Surface Mining and Reclamation*", Vol 2, Mc Graw-Hill, Inc., New York, N.Y.
- Pfleider, E. P., ed., 1973. "*Open pit and Strip Mining Systems and Equipment*," sec. 17 in *SME Mining Engineering Handbook*, A. B. Cummins and I. A. Given, eds., Soc. Mng. Engr. AIME, New York.
- R. D. Singh, 1997, "*Principles and Practices of Modern Coal Mining*", First Edition New Age International (P) Ltd, New Delhi.

Robert L Peurifoy, Clifford J Schexnayder, Aviad shapira, 2006, "*Construction planning equipment and methods*", The Mc Graw Hill Companies, Inc. New York.

Skelly and Loy, 1975, "*Economic Engineering Analysis of U.S. Surface Coal Mines and Effective Land Reclamation*," US Bureau of Mines Contract Report SO 241049, February.

Sudjana, 2002, "*Metode Statistika*", Tarsito, Bandung.

Sukandarrumidi, 1995, "*Batubara Dan Gambut*", Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.

Sukirman, Silvia, 1994, "*Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan*", NOVA, Bandung.

Widi Hartono, 2008, "*Pemindahan Tanah Mekanik*", Lembaga Pengembangan Pendidikan (LPP) UNS dan UPT Penerbitan dan Pencetakan UNS (UNS Press), Cetakan 2, Surakarta.

William Hustrulid, Mark Kuchta, 1995, "*Open Pit Mine Planning & Design*", Volume I-Fundamental, A.A Balkema, Rotterdam, Netherlands.