

Evaluasi Cycle Time Drill Raise Bore Drain Hole di Area Grasberg Block Caving (GBC), Underground Mine PT Freeport Indonesia, Kabupaten Mimika Provinsi Papua

Evaluation Cycle Time Drill Raise Bore Drain Hole in Grasberg Block Caving Area (GBC), Underground Mine PT Freeport Indonesia, District Mimika Province Papua

¹Agus Martinus Saroy,²Dudi Nasrudin Usman,³Sri Widayati

^{1,2,3}Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung,
Jl. Tamansari No.1 Bandung 40116

email: ¹saroyagus@yahoo.co.id, ²dudi.nasrudin.usman@gmail.com, ³Widayati_teknik@yahoo.com

Abstract. Freeport Indonesia as one of the world's leading copper and gold mining companies operating in Mimika Regency, Papua, continues to strive to increase its production while upholding the safety of its employees. Increased productivity of existing mechanical equipment is a relatively cheaper way of adding new heavy equipment that requires investment. One of the key improvements to the productivity of existing mechanical devices is to understand the operating time cycle of a device, to observe factors that can influence cycle time, and to analyze to find solutions to the problems. This research was conducted on underground mine underground mine PT. Freeport Indonesia at the Grasberg Block caving (GBC) mine which is still in development stage. The location of this drain hole is done at Level Extration 2830 Panel 30East. The design of the raise to be made depends on the needs and uses of the raise to be made. The design or design of the raise to be made as a drain hole has a hole diameter of 1 meter, the length of the hole raise 23.82 meters, and with a dip direction of 77.9° raise. This research was conducted with the aim of knowing the cycle time tool raise boring 40s-004 operating in the underground mine GBC PT. Freeport Indonesia, knowing the actual operating hour and drill rate of the raise boring machine tool so as to get the total time needed to drill in a location with a certain depth, to know the factors that affect the cycle time and drill rate of the raise boring machine tool 40s-004, and analyze the problems -perror cycle time and drill rate of raise boring machine tool and find solution. Based on the results of the research it can be concluded: Cycle time tool raise boring 40s-004 operating in underground mines GBC PT. Freeport Indonesia from collar setup to remaking is 6256 minutes or 104.27 hours or 5 days, actual operating hour raisebore 40s-004 is 253 hours or 23 shifts or 12 days. With a drill rate of 41.212% (Less good), there are some obstacles that interfere with the process of making this raise, among other things, the frequent loss of water supply and mine water causing drilling to be stopped, work must be delayed because work acces blocked by other crew with different jobdescription at the time of demobilization drill to the next area, and the problems encountered include the measurement of the survey conducted 2 times, the phone is far from the work area, concert on a new area that has not been prepared. So the solution to be taken is to make survey measurements once, making telephone diarea work, and order concreat to the blastplan department.

Keywords: Cycle Time, Raisebore 40s-004, Productivity

Abstrak. PT. Freeport Indonesia sebagai salah satu perusahaan tambang tembaga dan emas kelas dunia yang beroperasi di Kabupaten Mimika, Papua terus berusaha untuk meningkatkan produksinya dengan tetap menjunjung tinggi keselamatan kerja karyawannya. Peningkatan *produktivitas* dari alat-alat mekanis yang sudah ada merupakan cara yang relatif lebih murah dibandingkan dengan melakukan penambahan alat berat baru yang membutuhkan investasi. Salah satu kunci peningkatan *produktivitas* dari alat-alat mekanis yang ada adalah dengan memahami *cycle time* operasi suatu alat, melakukan pengamatan terhadap faktor-faktor yang dapat mempengaruhi *cycle time*, serta melakukan analisis untuk menemukan solusi terhadap permasalahan-permasalahan yang ada. Penelitian ini dilakukan pada tambang bawah tanah *underground mine* PT. Freeport Indonesia pada tambang *Grasberg Block caving* (GBC) yang masih dalam tahap pengembangan (*development*). Lokasi pembuatan *drain hole* ini dilakukan pada Level Extration 2830 Panel 30East. *Desain raise* yang akan dibuat tergantung akan kebutuhan dan kegunaan dari *raise* yang akan dibuat. Rancangan atau desain dari *raise* yang akan dibuat sebagai *drain hole* ini memiliki diameter lubang 1 meter, panjang lubang *raise* 23.82 meter, dan dengan arah dip lubang *raise* 77.9°. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan yaitu mengetahui *cycle time* alat raise boring 40s-004 yang beroperasi di tambang bawah tanah GBC PT. Freeport Indonesia, mengetahui operating hour aktual dan *drill rate* alat *raise boring machine* sehingga mendapatkan waktu total yang dibutuhkan untuk mengebor disuatu lokasi dengan kedalaman tertentu, mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi *cycle time* dan *drill rate* alat *raise boring machine* 40s-004,

dan menganalisis permasalahan-permasalahan *cycle time* dan *drill rate* alat *raise boring machine* serta mencari solusinya. Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan: *Cycle time* alat *raise boring* 40s-004 yang beroperasi di tambang bawah tanah GBC PT. Freeport Indonesia mulai dari *setup collar* sampai *remming* adalah 6256 menit atau 104,27 jam atau 5 hari, *operating hour* aktual *raisebore* 40s-004 adalah 253 jam atau 23 *shift* atau 12 hari. Dengan *drill rate* yang didapatkan sebesar 41,212 % (Kurang baik), terdapat beberapa kendala yang mengganggu jalanya proses pembuatan *raise* ini antara lain, sering hilangnya pasokan air dan air tambang yang menyebabkan pengeboran harus terhenti, pekerjaan harus tertunda karena *access* kerja diblokir oleh crew lain dengan *jobdescription* yang berbeda pada saat demobilisasi *drill* ke area selanjutnya, dan permasalahan yang dihadapi meliputi pengukuran *survey* yang dilakukan sebanyak 2 kali, telepon yang jauh dari area kerja, *concreat* pada area baru yang belum disiapkan. Sehingga solusi yang harus diambil adalah dengan melakukan pengukuran *survey* sekali, pembuatan telepon di area kerja, dan *order concreat* ke departemen *blastplan* sebelum pindah area baru, *making telephone* di area work, and *order concreat* to the *blastplan* department.

Kata Kunci: Cycle Time, Raisebore 40s-004, Produktivitas

A. Pendahuluan

Latar Belakang

Tembaga dan emas menjadi salah satu komoditi tambang yang memiliki peranan yang sangat penting sebagai sumber bahan baku berbagai industri di dunia saat ini. Meningkatnya kebutuhan ini secara langsung telah meningkatkan permintaan tembaga dan emas di dunia. Oleh karena itu, dewasa ini banyak perusahaan tambang mineral baik nasional maupun internasional yang terus berusaha untuk meningkatkan *produksinya* guna memenuhi permintaan dunia.

PT. Freeport Indonesia sebagai salah satu perusahaan tambang tembaga dan emas kelas dunia yang beroperasi di Kabupaten Mimika, Papua terus berusaha untuk meningkatkan *produksinya* dengan tetap menjunjung tinggi keselamatan kerja karyawannya. Peningkatan *produksi* ini pada dasarnya dapat dicapai dengan memaksimalkan *produktivitas* dari alat-alat mekanis yang atau dengan melakukan penambahan alat berat maupun alat penunjang *produksi* sehingga kapasitas *produksi* menjadi lebih besar. Peningkatan *produktivitas* dari alat-alat mekanis yang sudah ada merupakan cara yang relatif lebih murah. Salah satu kunci peningkatan *produktivitas* dari alat-alat mekanis yang ada adalah dengan memahami *cycle time* operasi suatu alat.

Penulis yang berkesempatan melaksanakan Tugas Akhir di GBC *Underground mine* PT. Freeport Indonesia, dengan bekal ilmu yang telah diperoleh di bangku kuliah, akan menganalisis *cycle time drill drain hole* dari type alat *raise boring* 40s-004 kemudian mengidentifikasi permasalahan-permasalahan yang menghambat *cycle time* serta *drill drain hole* alat, dan memberi solusi atas permasalahan-permasalahan tersebut.

Tujuan Penelitian

1. Mengetahui *cycle time* alat *raise boring* 40s-004 yang beroperasi di tambang bawah tanah GBC PT. Freeport Indonesia.
2. Mengetahui *operating hour* aktual dan *drill rate* alat *raise boring machine* sehingga mendapatkan waktu total yang dibutuhkan untuk mengebor disuatu lokasi dengan kedalaman tertentu.
3. Mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi *cycle time* dan *drill rate* alat *raise boring machine* 40s-004.
4. Menganalisis permasalahan-permasalahan *cycle time* dan *drill rate* alat *raise boring machine* serta mencari solusinya

B. Landasan Teori

Pengertian Pengeboran

Pemboran adalah proses pembuatan lubang pada sebuah permukaan kasar dimana lubang tersebut memiliki diameter yang besar. Pemboran dalam penambangan adalah membuat lubang pada batuan.

Jenis – Jenis Pengeboran

Jenis pekerjaan pengeboran dapat dilaksanakan di tambang bawah tanah dan diklasifikasikan dalam grup berikut ini:

1. Drilling for Drifting and Tunneling
Metode ini dilakukan untuk membuat drift atau tunnel dimana suatu lubang utama atau cut harus dibentuk terlebih dahulu untuk mendapatkan ukuran lubang bukaan yang diinginkan.
2. Production drill
Istilah ini digunakan pada kegiatan penambangan di bawah tanah untuk menggambarkan pekerjaan pada kegiatan penggalian. Peralatan dan metode yang digunakan bervariasi sesuai dengan sistem penambangan.
3. Drilling for Raises
Pada suatu pekerjaan tambang bawah tanah dan sipil perlu suatu pembuatan raise, sekalipun cenderung digunakan peralatan raise-boring.

Faktor yang mempengaruhi pengeboran

Sifat batuan yang berpengaruh pada penetrasi dan sebagai konsekuensi pada pemilihan metode pemboran, yaitu : Kekerasan (*hardness*) Kekuatan (*Strength*), Bobot Isi / Berat Jenis (*Density*), Kecepatan rambat gelombang *seismic*, *Abrasivitas*, *Tekstur*, *Elastisitas* batuan , *Plastisitas* batuan.

Raise

Plastisitas batuan merupakan perilaku batuan yang menyebabkan deformasi permanen setelah tegangan dikembalikan ke kondisi awal, dimana batuan tersebut belum hancur. Sifat ini sangat dipengaruhi oleh komposisi mineral penyusunnya, terutama kuarsa. Batuan yang plastisitasnya tinggi memerlukan energi yang besar untuk menghancurkannya.

Raise adalah lubang bukaan vertikal atau agak miring yang dibuat untuk menghubungkan *level* dibawahnya dengan *level* yang ada diatasnya. Peggaliannya dimulai dari *level* yang berada dibawahnya menuju ke *level* yang ada diatasnya. Fungsi dari *raise* adalah : Sebagai mainway (jalan masuk pekerja menggunakan tangga), Sebagai sarana ventilasi, Sebagai jalur transfer material ore dan waste rock yang akan dibawa ke stope . Sedangkan terdapat lima (5) metode untuk penggalian *raise* : *Inverse raise*, *Long-hole* atau *drop raise* Alimak, *Raise boring*, *drain hole*.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Daerah Pembuatan dan Desain *Raise* GC2830 Pnl 30 E *Drain hole*

Penelitian ini dilakukan pada tambang bawah tanah (*underground mine*) PT. Freeport Indonesia pada tambang *Grasberg Block caving* (GBC) yang masih dalam tahap pengembangan (*development*).

Lokasi pembuatan *drain hole* ini dilakukan pada daerah Panel *Drift East* pada *level Extraction*. Ukuran *standar drift* yang digunakan di daerah *panel* adalah dengan ukuran lebar 4.4 meter dan tinggi 4 meter. Struktur geologi pada daerah pembuatan *raise* ini adalah terdapat 3 *joint* dan tidak adanya *minor fault*. Batuan pada daerah ini terdiri dari 2 jenis batuan yaitu *andesit*, dan *limestone* (lampiran). *Batuan ini memiliki kekuatan RQD (rock quality desain) 25% - 50% (sumber : GBC geology department, 2017).*

Alat Pembuatan *Raise GC2830 Pnl 30 E Drain hole*

Alat yang digunakan dalam pembuatan raise ini adalah mesin redbore milik PT. Redpath Indonesia dengan ketersediaan dan spesifikasi alat untuk membuat raise. (lampiran). Alat yang digunakan untuk membuat drain hole adalah mesin raisebore dengan tipe 40s-004, milik PT. Redpath Indonesia buatan canada, yang bekerja secara rotary percusive dengan ukuran diameter pilot 9-228,6 mm, dengan panjang rod 1.22 m, serta ukuran reamer yang berbeda-beda sesuai dengan rencana pembuatan raise namun untuk desain drain hole ini digunakan reamer berukuran 1 meter.

Tabel 1. Spesifikasi Pengerjaan di Lokasi GC2830L P 30E *drain hole*

| <i>Drill Machine Type</i> | <i>Raise bore 40S - 004</i> |
|-------------------------------------|-----------------------------|
| Plan Length <i>Pilot Hole</i> (m) | 24.60 |
| Actual Length <i>Pilot Hole</i> (m) | 23.82 |
| Actual Length <i>Reaming Hole</i> | 21.36 |
| Dip | 77.9 ⁰ |
| Bit Diameter (in) | 21 |
| Rod Diameter (in) | 20 |
| Panjang <i>Rod</i> (m) | 1.22 |
| Reamer Diameter (m) | 1.0 |

Sumber : data lapangan PT FI

Waktu Pembuatan *Raise GC2830L P 30E*

Tabel 2. Cycle Time di Lokasi GC2830L P 30E *drain hole*

| Pekerjaan | Waktu Pengerjaan | Keterangan |
|-----------------------|------------------|------------------------------------|
| <i>Setup</i> | 2 Shift | 6 jam <i>delay (survey)</i> |
| <i>Pilot Drilling</i> | 4 Shift | 5 jam <i>delay (no mine water)</i> |
| <i>Setup Reamer</i> | 1 Shift | |
| <i>Reaming</i> | 6 Shift | |
| <i>Disassemble</i> | 2 Shift | |
| <i>Mobilisasi</i> | 8 Shift | |

Sumber : data lapangan PT FI

Tabel 3. Perhitungan Cycle time di Lokasi GC2830L P 30E *drain hole*

| Keterangan | | Waktu Tersedia | | Waktu Hambatan | | Waktu Efektif | |
|----------------------------|----------------|----------------|-------|----------------|-------|---------------|-------|
| | | Hari | Shift | Menit | Jam | Menit | Jam |
| Lokasi GC2830L P 30E | Setup | 1 | 2 | 869 | 14,48 | 912 | 15,20 |
| | Pilot Drilling | 2 | 4 | 1350 | 22,50 | 863 | 14,38 |
| | Setup Reamer | 1/2 | 1 | 339 | 5,65 | 291 | 4,85 |
| | Reaming | 3 | 6 | 2143 | 35,72 | 2043 | 34,05 |
| | Disassemble | 1 | 2 | 492 | 8,20 | 698 | 11,63 |
| | Mobilisasi | 4 | 8 | 1796 | 29,93 | 1449 | 24,15 |

Sumber : Perhitungan Lapangan

Dalam hal ini tersedia untuk 1 *shift* nya yaitu 11 jam. Akan tetapi untuk setiap tahapan pengeboran tidak semua waktu yang tersedia digunakan, hal ini dikarenakan

adanya hambatan dilapangan. Sehingga waktu efektif kerja dilapangan merupakan selisih antara waktu yang tersedia dengan waktu hambatan yang dihadapi. Waktu efektif dan waktu hambatan diatas merupakan hasil dari pengamatan langsung dilapangan.

Drill Rate Redbore 40s-004 pada Pembuatan Raise GC2830L P 30E

Secara keseluruhan waktu yang disediakan oleh PT Freeport Indonesia untuk operasi pengeboran adalah 253 jam atau 23 shift atau 12 hari. Dengan hambatan sebesar 6989 menit atau 116.48 jam dan waktu efektif sebesar 6256 menit atau sama dengan 104.27 jam. Maka didapatkan drill rate dengan perbandingan waktu efektif dan waktu operasi penambangan adalah sebesar 41.212%.

Cycle time Redbore 40s-004 pada Pembuatan Raise GC2830L P 30E.

Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan satu siklus kerja sebuah mesin *raisebore* 40s-004 adalah 6256 menit atau sama dengan 104.26 jam untuk menyelesaikan *raise* ini dengan rata-rata waktu kerja efektifnya adalah 6 jam kerja per *shift*nya.

Hasil Uji Statistik

Pada tabel berikut merupakan data pengeboran pada Pembuatan *Raise* GC2830L P 30E. Hal ini meliputi data *cycle time Redbore* 40s-004, nilai RMR dan *litology* batuan dilokasi kegiatan.

Tabel 4. *Cycle Time* Pengeboran, RMR dan *Litology* Batuan

| No | Rodd (m) | Cycle Time (menit) | Cycle Time (menit)/meter | RMR | Litology |
|-----------|----------|--------------------|--------------------------|-----|----------|
| 1 | 1.22 | 47.57 | 38.99 | 43 | Tgda-HSZ |
| 2 | 2.44 | 47.38 | 19.42 | 43 | Tgda-HSZ |
| 3 | 3.66 | 46.37 | 12.67 | 43 | Tgda-HSZ |
| 4 | 4.88 | 48.47 | 9.93 | 43 | Tgda-HSZ |
| 5 | 6.1 | 46.39 | 7.60 | 43 | Tgda-HSZ |
| 6 | 7.32 | 48.52 | 6.63 | 43 | Tgda-HSZ |
| 7 | 8.54 | 46.44 | 5.44 | 43 | Tgda-HSZ |
| 8 | 9.76 | 47.46 | 4.86 | 43 | Tgda-HSZ |
| 9 | 10.98 | 48.12 | 4.38 | 39 | HSZ-Tf |
| 10 | 12.2 | 48.55 | 3.98 | 39 | HSZ-Tf |
| 11 | 13.42 | 48.45 | 3.61 | 39 | HSZ-Tf |
| 12 | 14.64 | 46.43 | 3.17 | 39 | HSZ-Tf |
| 13 | 15.86 | 47.47 | 2.99 | 39 | HSZ-Tf |
| 14 | 17.08 | 48.56 | 2.84 | 39 | HSZ-Tf |
| 15 | 18.3 | 46.43 | 2.54 | 39 | HSZ-Tf |
| 16 | 19.52 | 47.56 | 2.44 | 39 | HSZ-Tf |
| 17 | 20.74 | 47.47 | 2.29 | 39 | HSZ-Tf |
| 18 | 21.96 | 48.56 | 2.21 | 39 | HSZ-Tf |
| 19 | 23.18 | 47.48 | 2.05 | 39 | HSZ-Tf |
| 20 | 24.4 | 48.25 | 1.98 | 39 | HSZ-Tf |
| Rata-Rata | | 47.60 | 7.00 | | |

Sumber : Data Lapangan PT FI

Keterangan:

Tgda = Dalam fragmental andesit

HSZ = Heavy Sulphide Zone

Tf = Faumai Limestone

Berdasarkan hasil uji korelasi yang dilakukan untuk variabel *cycle time* per meter, RMR dan *litology* batuan dilokasi kegiatan terdapat hubungan yang saling berpengaruh, seperti terlihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 5. Uji Korelasi antara *Cycle Time*, RMR dan *Litology* Batuan

| Keterangan | | CT | RMR | <i>Litology</i> |
|-----------------|----------------------------|------|-------|-----------------|
| CT | Pearson Correlation | 1 | ,596 | ,596 |
| | Sig. (2-tailed) | | ,006 | ,006 |
| | N | 20 | 20 | 20 |
| RMR | Pearson Correlation | ,596 | 1 | 1,000 |
| | Sig. (2-tailed) | ,006 | | ,000 |
| | N | 20 | 20 | 20 |
| <i>Litology</i> | Pearson Correlation | ,596 | 1,000 | 1 |
| | Sig. (2-tailed) | ,006 | ,000 | |
| | N | 20 | 20 | 20 |

Sumber : Perhitungan Lapangan

Dari hasil pengujian korelasi antara ketiga variable diatas dapat disimpulkan bahwa nilai Sig. (2-tailed) dari ketiga variabel menunjukkan dibawah 0,0005 artinya dari ketiga variable saling berpengaruh. Sedangkan untuk nilai koefisien korelasi dari ketiga variable bernilai positif artinya terjadi hubungan yang searah, yaitu semakin besar nilai RMR batuan maka semakin baik jenis *Litology* nya dan semakin lama juga *Cycle Time* pengeborannya.

D. Kesimpulan

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa :

Hasil pengamatan dilapangan untuk pembuatan *raise* dengan metode *raiseboring* ini diperoleh hasil akhir yang sesuai dengan rancangan atau desain yang diberikan oleh *engineering*.

1. *Cycle time* alat *raise boring* 40s-004 yang beroperasi di tambang bawah tanah GBC PT. Freeport Indonesia mulai dari setup collar sampai remming adalah 6256 menit atau 104.27 jam atau 5 hari.
2. Operating hour aktual *raisebore* 40s-004 adalah 253 jam atau 23 shift atau 12 hari. Dengan drill rate yang didapatkan sebesar 41.212 % (Kurang baik).
3. Terdapat beberapa kendala yang mengganggu jalanya proses pembuatan *raise* ini antara lain,sering hilangnya pasokan air and *water mine* yang menyebabkan pengeboran harus terhenti,pekerjaan harus tertunda karena acces kerja diblokir oleh crew lain dengan *jobdescription* yang berbeda pada saat *demobilisasi drill* ke *site* selanjutnya.
4. Permasalahan yang dihadapi meliputi pengukuran survey yang dilakukan

sebanyak 2 kali, telepon yang jauh dari area kerja, concreat pada area baru yang belum disiapkan. Sehingga solusi yang harus diambil adalah dengan melakukan pengukuran survey sekali, pembuatan telepon di area kerja, dan order concreat ke departemen blastplan.

Saran

Dengan melihat kondisi di lapangan maka saran yang dapat penulis berikan adalah :

1. Berdasarkan data dan hasil pengamatan dilapangan, perusahaan diharapkan dapat meningkatkan waktu kerja efektif dilapangan yang rata- rata hanya 6 jam per *shift*nya dari 11 jam schedule hours per *shift*nya yang diberikan oleh perusahaan dengan meningkatkan plan meter perbulannya.
2. Dalam membuat plan, *Engginering* diharapkan dapat memperhitungkan jarak mobilisasi dan demobilisasi alat sehingga waktu pembuatan suatu *raise* dapat diestimasi dengan baik.
3. Divisi atau department yang menangani Air and *water mine* supaya daerah-daerah yang sedang diprioritaskan untuk pembuatan *raise* agar selalu dilakukan inspeksi rutin terhadap Air and mine water daerah yang sedang dilakukan pemboran.
4. Kordinasi antar *Engginering* dalam membuat plan dengan job description yang berbeda agar tidak terjadi saling menimpa pekerjaan di area yang sama sehingga menghambat salah satu pekerjaan

Daftar Pustaka

- Bieniawski, Z.T., 1989. "Engineering Rock Mass Classification". New York: John ,Wiley and Sons.
- Eugene Pfleider, 1972, "Surface Mining", The American Institute of Mining, Metallurgical, and Petroleum Engineers, Inc. USA.
- Jimeno, CL, 1995. "Drilling And Blasting Of Rock", AA Balkema, Rotterdam.
- J.S, Hartley, 1994. "Drilling Tools and Programme Management", AA Balkema, Rotterdam.
- Jean Jaques Dozy, Leidsche Geologische Mededeelingen (1936)
- Komang, Anggayana, 2005 "Pengeboran Eksplorasi dan Penampang Lubang Bor ", Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Kaswir, Badu, 2005, "Basic Drilling Technology", PT Patriatex Bhinneka Pratama, Sorong.
- Mc Gregor, 1967, "The Drilling Of Rock", C.R. Books, University of Wisconsin - Madison
- Neal, J. Adams, 1985, "Drilling Engineering", A Complete Well Planning Approach, PennWell Books, Tulsa Oklahoma.
- OSHA Team, 2005, "Drilling Rig and Its Component", Oil and Gas Well Servicing eTool, Washington, USA.
- Schlumberger, 2004, "Rig System", Drilling System Equipment.
- Yanto, Indonesianto, 2011, "PemindahanTanah Mekanis", JurusanTeknik Pertambangan, UPN "Veteran"Yogyakarta.