

GAN

SKRIPSI

PERANCANGAN APLIKASI PENENTUAN JUMLAH  
ALAT UNTUK PEMENUHAN TARGET PRODUKSI  
OVERBURDEN ME4-2 PT MALAYUNG PT BUKIT  
ASAM (PERSERO), TBK.



OLEH

RAHMAT RAMADAN

03121001476

JURUSAN TEKNIK PERENCANAAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2017

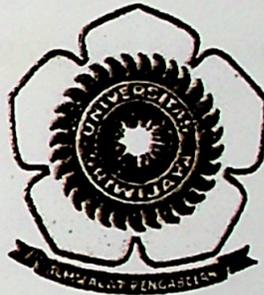
5  
622.3307  
Bah  
P  
2017

- 8989 -

## SKRIPSI

# PERANCANGAN APLIKASI PENENTUAN JUMLAH ALAT UNTUK PEMENUHAN TARGET PRODUKSI OVERBURDEN MT4-2 PIT MAHAYUNG PT BUKIT ASAM (PERSERO), TBK.

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan  
Gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Pertambangan  
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya



**OLEH**  
**RAHMAT RAMADAN**  
**03121002056**

**JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**  
**2017**

## HALAMAN PENGESAHAN

### Perancangan Aplikasi Penentuan Jumlah Alat untuk Pemenuhan Target Produksi Overburden MT4-2 Pit Mahayung PT Bukit Asam (Persero), Tbk.

#### SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar  
Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Pertambangan  
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

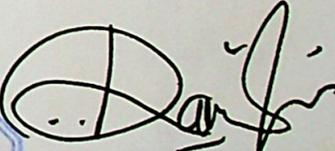
Oleh:

**RAHMAT RAMADAN**  
03121002056

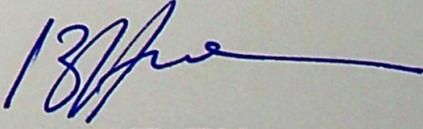
Disetujui untuk Jurusan Teknik Pertambangan  
Oleh:

**Pembimbing I**



  
**Dr. Hj. Rr. Harminuke Eko Handayani, ST., MT.**  
NIP. 196902091997032001

**Pembimbing II**

  
**Ir. Bochori, MT., IPM.**  
NIP. 197410252002121003

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : RAHMAT RAMADAN  
NIM : 03121002056  
Judul : PERANCANGAN APLIKASI PENENTUAN JUMLAH ALAT  
UNTUK PEMENUHAN TARGET PRODUKSI  
OVERBURDEN MT4-2 PIT MAHAYUNG PT BUKIT ASAM  
(PERSERO), TBK.

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan pembimbing sebagai penulis korespondensi (*Corresponding author*)

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Indralaya, Januari 2017



RAHMAT RAMADAN

NIM. 03121002056

## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : RAHMAT RAMADAN  
NIM : 03121002056  
Judul : PERANCANGAN APLIKASI PENENTUAN JUMLAH ALAT  
UNTUK PEMENUHAN TARGET PRODUKSI  
OVERBURDEN MT4-2 PIT MAHA YUNG PT BUKIT ASAM  
(PERSERO), TBK.

Menyatakan bahwa skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan atau plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan atau plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Indralaya, Januari 2016



**RAHMAT RAMADAN**

**NIM. 03121002056**

## RIWAYAT HIDUP

Nama Mahisiwa : Rahmat Ramadan  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Tempat/Tanggal Lahir : Palembang/02 Februari 1995  
Agama : Islam  
Status : Belum Menikah  
Nama Orang Tua : Mahmud Syarif  
: Alia Mazenari  
Alamat Rumah (Orang Tua) : Jl. Ketimun no.93 RT.21C RW.09  
Kelurahan 9 Ilir, Kecamatan IT II,  
Palembang, Sumatera Selatan  
Alamat Email : raramadan02@gmail.com  
Pendidikan Formal :  
Sekolah Dasar : SD IBA Palembang  
SMP : SMP N 4 Palembang  
SMA : SMA Bina Warga 2 Palembang

Pendidikan Non Formal :

1. LBPP LIA Tahun 2013

Pengalaman Organisasi :

1. Ketua Global Peace Youth chap. Palembang tahun 2014-2016
2. Manager for Talent Management in AIESEC Universitas Sriwijaya tahun 2014-2015
3. Anggota External Relation Persatuan Mahasiswa Pertambangan (Permata) Universitas Sriwijaya tahun 2013-2014
4. Anggota tim media di AIKUNA (perhimpunan alumni program Indonesia-Korea Youth Exchange Program) tahun 2015-2016

Penghargaan Prestasi :

1. Wakil Duta Bahasa Provinsi Sumatera Selatan tahun 2013
2. Penerima Djarum beasiswa plus periode 2014-2015
3. Delegasi Sumatera Selatan untuk program Indonesia-Korea Youth Exchange Program (IKYEP) 2015

## HALAMAN PERSEMBAHAN



**Alhamdulillah**  
praise to God

Skripsi ini saya persembahkan terkhusus untuk:

1. Mahmud Syarif dan Alia Mazenari yang telah menjadi orang tua luar biasa selalu membanggakanmu serta mendoakanmu, mendukung semua keputusanku dan selalu membimbingku untuk menjadi sisi terbaikku.
2. Nurima Morli Ramadhani, Muhammad Rizki Hasyim dan Almira Nur Aulia yang selalu mendukung dan menghibur.
3. Rr. Harminuke Eko Handayani dan Bochori yang telah membimbing dalam menyusun skripsi ini, Pak Maulana Yusuf yang telah sabar menjadi pembimbing akademik saya, serta dosen dan orang-orang yang telah menyalurkan ilmu dan tenaganya untukku.
4. Teman-teman GAPLE, Gea, Hendro, Saad, Dima, Ojik, Suryadi, Remon, Romi, Agung, Denny, Anton, Snezar, Medi, Aldo yang selalu berjuang bersama menempuh jarak 32Km dalam mengejar cita-cita.
5. Teman-teman Red Miner, BESWAN 30, Camar, IS, PIC, AIESEC, GPY, IKYEP 15 dan semua teman-teman yang tidak bisa disebutkan satu per satu. Terima kasih atas ilmu dan pengalaman berharga yang kalian berikan.

**~TERIMAKASIH BANYAK~**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan berkah dan rahmat-Nya sehingga Skripsi yang berjudul “Perancangan Aplikasi Penentuan Jumlah Alat untuk Pemenuhan Target Produksi Overburden MT4-2 Pit Mahayung Pt Bukit Asam (Persero), Tbk.” yang dilaksanakan mulai tanggal 2 Mei sampai 6 Juni 2016 dapat terselesaikan.

Ucapan terima kasih diberikan kepada Dr. Hj. RR. Harminuke Eko Handayani, S.T., M.T. selaku Pembimbing I serta Ir. Bochori, MT., IPM. selaku Pembimbing II, serta tak lupa juga ucapan terima kasih diberikan kepada:

1. RR. Harminuke Eko Handayani, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Pertambangan dan Ir. Bochori, MT., IPM. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Pertambangan
2. Prof. Ir. Subriyer Nasir, M.S., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Dosen dan staf Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
4. Samsudin, S.T., (AM Renops TAL & MTB) selaku Pembimbing Lapangan beserta pimpinan dan seluruh karyawan PT. Bukit Asam (Persero) Tbk.
5. Semua pihak yang sudah membantu selama Tugas Akhir ini berlangsung.

Disadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini tidak lepas dari kekurangan. Oleh karena itu, diharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun dari semua pihak untuk perbaikan tulisan ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan menunjang perkembangan ilmu pengetahuan.

Inderalaya, Januari 2017

Penulis

## RINGKASAN

### PERANCANGAN APLIKASI PENENTUAN JUMLAH ALAT UNTUK PEMENUHAN TARGET PRODUKSI *OVERBURDEN* MT4-2 PIT MAHAYUNG PT BUKIT ASAM (PERSERO), Tbk.

Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi, Januari 2017

Rahmat Ramadan; Dibimbing oleh Dr. Hj. Rr. Harminuke Eko Handayani, ST., MT. dan Ir. Bochori, MT., IPM.

Designing Software to Decide the Number of Equipment Needed to Fulfill the Overburden Production Target of MT4-2 Pit Mahayung PT Bukit Asam (Persero), Tbk.

xiv + 90 halaman, 21 gambar, 26 tabel, 10 lampiran

## RINGKASAN

PT Bukit Asam berencana membuka kembali pit Mahayung. Pit Mahayung memiliki lapisan tanah penutup (*overburden*) yang tebal dikarenakan lokasi ini dulunya merupakan daerah penimbunan (*disposal*) dari Tambang Air Laya (TAL). Pit Mahayung menggunakan 2 jenis Excavator, 1 jenis Dumptruck dan 1 jenis Bulldozer D155A yaitu komatsu PC800, PC1250, HD785 dan D155A. Kedua jenis excavator tidak digunakan secara bersamaan. Target produksi pengupasan *overburden* pada bulan Mei 2016 sebesar 157.000 BCM. Namun realisasinya hanya mencapai 126.160 BCM. Berdasarkan hasil perhitungan, produksi pengupasan *overburden* bulan Mei 2016 seharusnya mencapai 262.204,48 BCM/bulan apabila hanya menggunakan pasangan alat PC1250 dan HD785. Selisih produksi tersebut disebabkan oleh faktor koreksi berupa ketersediaan alat, kemampuan operator dan efisiensi kerja yang sering mengalami perubahan tergantung pada kondisi lapangan sehingga akan lebih mudah jika perhitungan dilakukan menggunakan bantuan software. Software yang dirancang mampu memanfaatkan data tersebut untuk perencanaan kebutuhan jumlah alat di pit Mahayung sebesar 157.000 BCM dengan hasil penggunaan pasangan alat 1 unit PC800 dan 3 unit HD785 dengan match factor 1,02 dan biaya produksi yaitu sebesar Rp 5.581.368.098,74.

Kata Kunci : *Overburden*, Mahayung, *Software*

## SUMMARY

### **DESIGNING SOFTWARE TO DECIDE THE NUMBER OF EQUIPMENT NEEDED TO FULFILL THE OVERBURDEN PRODUCTION TARGET OF MT4-2 PIT MAHAYUNG PT BUKIT ASAM (PERSERO), TBK.**

Scientific Paper in the form of Skripsi, Januari 2017

Rahmat Ramadan; Supervised by Dr. Hj. Rr. Harminuke Eko Handayani, ST., MT. and Ir. Bochori, MT., IPM.

Perancangan Aplikasi Penentuan Jumlah Alat untuk Pemenuhan Target Produksi Overburden MT4-2 Pit Mahayung Pt Bukit Asam (Persero), Tbk.

xiv + 90 pages, 21 pictures, 26 tables, 10 attachments

PT Bukit Asam is planning to re-open pit Mahayung. It has thick overburden because this location was once a disposal area from Tambang Air Laya (TAL). Pit Mahayung uses two types of Excavator, 1 type of dumptruck and 1 type of bulldozer namely komatsu PC800, PC1250, HD785 and D155A. Both types of excavators are not used together, but only on certain conditions. In May 2016, the production target of overburden is 157,000 BCM. However, the realization was only 126,160 BCM. Based on the calculation, production of overburden on May 2016 could have reached 262,204.48 BCM / month if only using PC1250 and HD785. Those difference is caused by correction factors such as mechanical availability, operator's skill, and work efficiency often changes depending on the field condition, so it would be easier if the calculations are done using software. Designed software can use the data to plan the number of equipments needed to fulfill the target number in the pit Mahayung which are 157,000 BCM and the result shows by using 1 unit of PC800 and 3 units of HD785, with match factor 1.02 and production cost Rp5,581,368,098.74.

Keyword : Overburden, Mahayung, Software

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
Halaman Judul .....	i
Halaman Pengesahan.....	ii
Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi .....	iii
Halaman Pernyataan Integritas.....	iv
Riwayat Hidup .....	v
Halaman Persembahan .....	vi
Kata Pengantar .....	vii
Ringkasan .....	viii
Summary .....	ix
Daftar Isi.....	x
Daftar Gambar.....	xii
Daftar Tabel.....	xiii
Daftar Lampiran .....	xiv
<b>BAB</b>	
1. PENDAHULUAN	
1.1. Latar belakang .....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	2
1.3. Pembatasan Masalah .....	2
1.4. Tujuan Penelitian .....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Ketersediaan Alat Mekanis.....	4
2.2. Produktivitas Alat Gali Muat.....	6
2.3. Produktivitas Alat Angkut.....	7
2.4. Produktivitas <i>Bulldozer</i> .....	7
2.5. <i>Match Factor</i> .....	9
2.6. <i>Owning Cost</i> .....	9
2.7. <i>Operating Cost</i> .....	11
2.8. <i>Visual Basic</i> .....	14
3. METODOLOGI PENELITIAN	
3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian.....	17
3.2. Rancangan Penelitian .....	19
3.3. Metode Penyelesaian Masalah .....	22
3.4. Bagan Alir Penelitian .....	23
3.5. Bagan Alir Rancangan Aplikasi .....	24

4. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Produksi Pengupasan <i>Overburden pit</i> Mahayung .....	26
4.2. <i>Match Factor</i> Alat-alat yang Digunakan di <i>pit</i> Mahayung .....	29
4.3. Rancangan Aplikasi Kebutuhan Jumlah Alat.....	31
4.4. Pengujian Aplikasi Kebutuhan Jumlah Alat pada .....	
Data <i>Pit</i> Mahayung.....	35
5. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan.....	44
5.2 Saran .....	44

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Grafik Nilai <i>Grade</i> Jalan.....	8
2.2. Grafik <i>Repair</i> dan <i>Labor</i> untuk <i>Bulldozer</i> .....	13
3.1. Peta Kesampaian Daerah.....	17
3.2. Kegiatan Pengupasan Galian Mahayung 2016 .....	18
3.3. Diagram Alir Penelitian .....	23
3.4. <i>Flow Chart</i> Rancangan Aplikasi.....	24
4.1. (a) Excavator Komatsu PC800 sedang <i>Loading</i> Komatsu HD785 (b) Excavator Komatsu PC1250 sedang <i>Loading</i> Komatsu HD785	31
4.2. Tampilan Cover.....	32
4.3. (a) Tampilan Setting1 (b) Tampilan Setting2 .....	33
4.4. (a) Tampilan Hasil1 (b) Tampilan Hasil2 .....	34
4.5. Tampilan Cover dengan target produksi Februari .....	36
4.6. Tampilan <i>Setting</i> dengan target produksi Februari .....	37
4.7. Tampilan Hasil dengan target produksi Februari.....	38
4.8. Tampilan Cover dengan target produksi Mei.....	40
4.9. Tampilan <i>Setting</i> dengan target produksi Mei .....	40
4.10. Tampilan Hasil dengan PC800, HD785, dan D155A dengan kondisi di <i>pit</i> Mahayung bulan Mei .....	41
4.11. Tampilan Hasil dengan PC1250, HD785, dan D155A dengan kondisi di <i>pit</i> Mahayung .....	42
C.1. Komatsu PC800 .....	54
C.2. Komatsu PC1250 .....	55
E.1. Komatsu HD785 .....	59
G.1. <i>Bulldozer</i> D155A .....	63

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1. <i>Bucket Factor Backhoe dan Shovel</i> .....	6
2.2. <i>Gear Shifting Time Bulldozer</i> .....	8
3.1. Rincian Waktu Kegiatan Penelitian.....	18
3.2. Ringkasan Metode Penyelesaian Masalah dalam Penelitian ....	22
4.1. Rata-Rata <i>Cycle time</i> Komatsu PC800 .....	27
4.2. Rata-Rata <i>Cycle time</i> Komatsu PC1250 .....	27
4.3. Rata-Rata <i>Cycle time</i> Komatsu HD785 .....	27
4.4. Rata-Rata <i>Cycle time</i> D155A.....	28
4.5. Kemampuan alat dalam memenuhi target produksi bulan Mei 2016 .....	28
4.6. Data input pit Mahayung bulan Februari 2016.....	36
4.7. Selisih perhitungan manual dan perhitungan dengan aplikasi bulan Februari .....	39
4.8. Data input pit Mahayung bulan Mei 2016.....	39
4.9. Selisih perhitungan manual dan perhitungan dengan aplikasi bulan mei .....	43
A.1. <i>Equipment Availability</i> Mei 2016.....	46
B.1. <i>Cycle Time</i> Komatsu PC800 .....	51
B.2. Rata-Rata <i>Cycle Time</i> Komatsu PC800 .....	52
B.3. <i>Cycle Time</i> PC1250 .....	52
B.4. Rata-Rata <i>Cycle Time</i> PC1250 .....	53
D.1. <i>Cycle Time</i> HD785 (Jarak Angkut $\pm 1900$ m) .....	56
D.2. Rata-Rata <i>Cycle Time</i> Komatsu HD785 .....	57
F.1. <i>Cycle Time</i> Komatsu D155(detik) .....	61
F.2. Rata-Rata <i>Cycle Time</i> Dozer Komatsu D155 .....	62
H.1. Spesifikasi Komatsu PC800 .....	65
H.2. Spesifikasi Komatsu PC1250 .....	65
H.3. Spesifikasi HD785 .....	66
H.4. Spesifikasi <i>Dozer</i> Komatsu D155A.....	66

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
A. Faktor Koreksi.....	46
B. <i>Cycle Time</i> Alat Gali-Muat .....	51
C. Produktivitas Alat Gali-Muat.....	54
D. <i>Cycle Time</i> Alat Angkut.....	56
E. Produktivitas Alat Angkut .....	58
F. <i>Cycle Time Bulldozer</i> .....	61
G. Produktivitas <i>Bulldozer</i> .....	63
H. Spesifikasi Alat Berat.....	65
I. <i>Owning and Operating Cost</i> 2016 .....	67
J. <i>Coding</i> .....	79

# BAB 1

## PENDAHULUAN



### 1.1. Latar Belakang

Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) 35.000 Megawatt yang dicanangkan pemerintah menjadi sinyal bagi perusahaan di bidang pertambangan batubara. Hal ini telah dikukuhkan dalam dokumen Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2015 – 2019. Perusahaan yang bergerak di bidang pertambangan batubara diharapkan mampu menyediakan pasokan batubara untuk bahan bakar PLTU. PT Bukit Asam (Persero) Tbk yang merupakan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) adalah salah satu perusahaan batubara untuk memenuhi kebutuhan pemerintah di bidang pertambangan batubara.

PT Bukit Asam memegang hak Izin Usaha Pertambangan (IUP) Operasi Produksi pada Tambang batubara Tanjung Enim seluas 66.414 hektar (Kementerian BUMN, 2012). IUP tersebut meliputi Kabupaten Muara Enim dan Kabupaten Lahat di Sumatera Selatan dan Tambang batubara Ombilin seluas 2.950 hektar di Sawahlunto, Sumatera Barat. Selain IUP Operasi Produksi tersebut, PTBA juga memegang hak IUP Operasi Produksi di lokasi Peranap, Indragiri Hulu Riau seluas 18.230 hektar dan di lokasi kecamatan Palaran, Samarinda (anak perusahaan PT International Prima Coal) seluas 3.238 hektar. Total sumber daya batubara (*resources*) yang dimiliki oleh PT Bukit Asam (Persero) Tbk mencapai 7,3 miliar ton yang tersebar dari seluruh Izin Usaha Pertambangan (IUP) tersebut, sedangkan jumlah cadangan tertambang mencapai 1,8 miliar ton.

PTBA telah merencanakan untuk membuka lokasi tambang yang baru yaitu di *pit* Mahayung. Lokasi tersebut memiliki lapisan tanah penutup (*overburden*) yang tebal dikarenakan lokasi ini dulunya merupakan daerah penimbunan (*disposal*) dari tambang air laya (TAL). Jumlah cadangan batubara di *pit* Mahayung sebesar 38 juta ton, namun cadangan dapat ditambang dan terbukti

sebesar 26 juta ton dengan kategori peringkat batubara *sub-bituminous* yang tergolong batubara peringkat rendah dengan kalori 4.800 – 5.300 KKal/Kg.

Lapisan tanah penutup pada *pit* Mahayung sangat tebal dengan rencana galian tanah sebesar 2.400.000 BCM untuk tahun 2016. Pengupasan tanah penutup yang sesuai sangat diperlukan dalam memenuhi target produksi batubara. Alat-alat produksi dengan spesifikasi tertentu dan produktivitas yang berbeda-beda, kecocokan (*match factor*) dari alat gali-muat dan angkut juga berbeda serta faktor koreksi yang berbeda bergantung pada kondisi di lapangan sangat berpengaruh dalam menentukan jumlah alat yang paling sesuai untuk mencapai target produksi. Faktor-faktor tersebut dapat berubah bergantung pada kondisi lapangan sehingga akan lebih mudah jika perhitungan dilakukan menggunakan bantuan *software*. Oleh karena itu, disusunlah perangkat lunak (*software*) penentuan jumlah alat untuk pemenuhan target produksi tanah penutup dengan menggunakan *pit* Mahayung sebagai sampel.

## 1.2. Perumusan Masalah

Permasalahan utama yang dihadapi adalah penentuan jumlah alat untuk memenuhi target produksi *overburden*. Selisih target produksi dengan realisasi produksi seringkali terjadi. Produktivitas aktual yang cenderung lebih rendah dari produktivitas yang direncanakan menyebabkan selisih produksi yang terjadi menghambat rencana jangka panjang. Oleh karena itu, hal-hal yang perlu dibahas diantaranya:

1. Berapa besar produktivitas masing-masing alat muat, alat angkut dan *bulldozer* yang digunakan di *pit* Mahayung?
2. Bagaimana tingkat kecocokan masing-masing untuk memenuhi target produksi?
3. Bagaimana cara merancang aplikasi yang mampu menentukan jumlah alat untuk memenuhi target produksi?

## 1.3. Pembatasan Masalah

Masalah dibatasi pada kajian kebutuhan alat berdasarkan target produksi dengan mempertimbangkan produktivitas alat angkut, yaitu HD 785, produktivitas

alat gali-muat, yaitu Komatsu PC800 dan PC1250 pada bulan Mei 2016 serta *match factor* pasangan alat HD785 dengan PC800 dan HD785 dengan PC1250. Faktor koreksi yang menjadi variabel pada *software* ini adalah *mechanical availability*, *physical availability*, *use of availability*, dan *effective utilization*. *Cycle Time* untuk mencari produktivitas pada *software* menggunakan perbandingan dengan data aktual di lapangan dengan asumsi kondisi lapangan sama. Data aktual yang digunakan adalah data primer hasil pengamatan dan data produksi di *pit* Mahayung periode Mei 2016 yang didapat dari laporan produksi bulanan satuan kerja Evaluasi dan Pelaporan Penambangan. Data tambahan menggunakan *Komatsu Sales Handbook edition 28<sup>th</sup>*.

#### 1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui produktivitas masing-masing alat muat, alat angkut dan *bulldozer* yang digunakan di *pit* Mahayung
2. Mengetahui tingkat kecocokan (*Match Factor*) masing-masing alat untuk memenuhi target produksi di *pit* Mahayung
3. Merancang aplikasi yang mampu menentukan jumlah alat untuk memenuhi target produksi

#### 1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian perancangan *software* Penentuan Jumlah Alat untuk Pemenuhan Target Produksi *Overburden* di *Pit* Mahayung MT4-2 Tanjung Enim PT Bukit Asam (Persero) Tbk adalah:

1. Dapat mempermudah perusahaan dalam mengetahui produktivitas masing-masing alat yang digunakan di *pit* Mahayung
2. Dapat membantu perusahaan dalam mengetahui tingkat kecocokan masing-masing alat dalam memenuhi target produksi di *pit* Mahayung
3. Aplikasi yang dirancang mampu membantu perusahaan dalam menentukan jumlah alat untuk memenuhi target produksi

(persamaan 2.2). *Standby hours* adalah waktu dimana alat siap pakai (tidak rusak), tetapi karena satu dan lain hal tidak dipergunakan ketika operasi penambangan sedang berlangsung. Perlu diingat bahwa *off shift* tidak dimasukkan ke *standby time*. Total waktu kerja adalah waktu yang digunakan saat tambang dikerjakan (*the pit is worked*). Hal ini meliputi *hours worked + repair hours + standby hours*.

*Physical availability* menunjukkan catatan sejarah alat seperti menunjukkan apa yang sudah dilakukan selama selang waktu yang lampau. *Physical availability* merupakan faktor *availability* penting untuk menyatakan unjuk kerja *mechanical* alat dan juga sebagai petunjuk terhadap efisiensi mesin dalam program penjadwalan. Nilai *physical availability* biasanya lebih besar daripada nilai *mechanical availability*, tetapi nilai keduanya bisa sama, apabila *stand by hours* sama dengan 0. Apabila *physical availability* mendekati nilai *mechanical availability*, berarti efisiensi operasi meningkat.

$$PA = \frac{\text{waktu operasi} + \text{waktu alat siap pakai}}{\text{Total waktu kerja}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (2.2)$$

Sumber: Indonesianto, 2005

### 2.1.3 Use of Availability

*Use of availability* (UA) dapat digunakan untuk mengetahui apakah suatu pekerjaan (*operation*) berjalan dengan efisien atau tidak dengan cara membandingkan waktu operasi dengan jumlah waktu operasi dan waktu alat siap pakai (persamaan 2.3). Selain itu dapat juga diketahui apakah pengelolaan alat (*management of tools*) berjalan dengan baik atau tidak.

$$UA = \frac{\text{waktu operasi}}{\text{waktu operasi} + \text{waktu alat siap pakai}} \times 100 \quad \dots\dots\dots (2.3)$$

Sumber: Indonesianto, 2005

### 2.1.4 Effective Utilization

*Effective utilization* sangat mirip dengan *used of availability* yang membedakannya hanya dalam hubungan waktu operasi dengan total waktu kerja (persamaan 2.4).

$$EU = \frac{\text{waktu operasi}}{\text{total waktu kerja}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (2.4)$$

Sumber: Indonesianto, 2005

## 2.2. Produktivitas Alat Gali-Muat

Produktivitas alat gali-muat adalah taksiran kemampuan produksi dari alat gali-muat dalam satu jam dengan dipengaruhi oleh beberapa faktor koreksi (Tenriajeng, 2003). Produktivitas alat gali-muat dapat dihitung dengan membagikan hasil kali kapasitas *bucket* dan faktor koreksi dengan *cycle time* dalam satuan jam (persamaan 2.5).

$$TP = \frac{KB \times 60 \times FK}{CT} \dots\dots\dots(2.5)$$

Sumber: Tenriajeng, 2003

Keterangan:

TP = Taksiran Produksi (m<sup>3</sup>/jam)

KB = Kapasitas *Bucket* (m<sup>3</sup>)

FK = Faktor Koreksi

- *Mechanical Availability* (MA)
- *Effective Utilization* (EU)
- *Bucket Factor* (Tabel 2.1.)

CT = *Cycle Time* = *Digging Time* + *Swing Full Time* + *Loading Time* + *Swing Empty Time* (menit)

Tabel 2.1. *Bucket Factor Backhoe dan Shovel*

<i>Backhoe</i>		
	Kondisi Operasi/ Penggalan	Bucket Factor
Mudah	Tanah clay, agak lunak	1,2 – 1,1
Sedang	Tanah asli kering, berpasir	1,1 – 1,0
Agak sulit	Tanah asli berpasir dan berkerikil	1,0 – 0,8
Sulit	Tanah keras bekas ledakan	0,8 – 0,7
<i>Shovel</i>		
Mudah	Tanah clay, agak lunak (biasa)	1,10 – 1,00
Sedang	Tanah Gembur campur Kerikil	1,00 – 0,95
Agak Sulit	Batu keras bekas ledakan ringan	0,95 – 0,90
Sulit	Batu keras bekas ledakan	0,90 – 0,85

Sumber: Tenriajeng, 2003

### 2.3. Produktivitas Alat Angkut

Produktivitas alat angkut adalah taksiran produksi alat angkut dalam waktu satu jam (Tenriajeng, 2003). Produktivitas alat angkut dapat dihitung dengan menghitung hasil perkalian dari jumlah pengisian alat muat, kapasitas *bucket* alat muat, *bucket factor* dan faktor koreksi kemudian dibagi dengan *cycle time* dalam satuan jam (persamaan 2.6).

$$TP = \frac{C \times 60 \times FK}{CT} \dots\dots\dots(2.6)$$

Sumber: Tenriajeng, 2003

Keterangan:

TP = Taksiran Produksi ( $m^3$ /jam)

C = Kapasitas *vessel*

C = n x KB x BF

n = jumlah rit pengisian, KB = Kapasitas *Bucket* ( $m^3$ ), BF = *Bucket Factor*

FK = Faktor Koreksi

- *Mechanical Availability* (MA)
- *Effective Utilization* (EU)
- *Bucket Factor*

CT = *Cycle Time* = Stf + Lt + Htf + Std + Dt + Hte

- Stf = *Set time*
- Lt = *Loading Time*
- Htf = *hauling Time*
- Std = *Set time dumping*
- Dt = *Dumping time*
- Hte = *Hauling time Empty*

### 2.4. Produktivitas *Bulldozer*

Produktivitas *bulldozer* adalah taksiran kemampuan produksi *bulldozer* dalam mendorong material dalam satu jam dengan dipengaruhi faktor koreksi di lapangan (Tenriajeng, 2003). Produktivitas *bulldozer* dapat dihitung membagikan hasil kali dari kapasitas *blade*, faktor koreksi dan *grade factor* dengan *cycle time* dalam satuan jam (persamaan 2.7).

$$TP = \frac{KB \times 60 \times FK \times e}{CT} \dots\dots\dots(2.7)$$

Sumber: Tenriajeng, 2003

Keterangan:

TP = Taksiran Produksi (m<sup>3</sup>/jam)

KB = Kapasitas *Blade* (m<sup>3</sup>)

FK = Faktor Koreksi

- *Mechanical Availability* (MA)
- *Effective Utilization* (EU)
- *Gear shifting time bulldozer* (Tabel 2.2.)

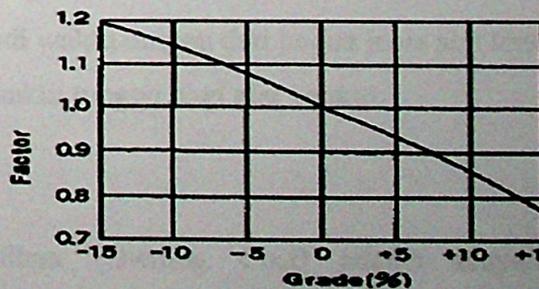
CT = Cycle Time (menit) = Dozing Time + Reversing Time + Gear Shifting Time

e = *Grade Factor* (Gambar 2.1.)

Tabel 2.2. *Gear Shifting Time Bulldozer*

Gear Shifting Time	
<i>Direct drive</i>	0.1
<i>Torque Flow</i>	0.05

Sumber: Tenriajeng, 2003



Sumber: Tenriajeng, 2003

Gambar 2.1. Grafik Nilai *Grade* Jalan

## 2.5. Match Factor

*Match factor* atau tingkat kecocokkan alat adalah nilai dari suatu pasangan alat untuk menentukan apakah pasangan alat tersebut optimal mengerjakan pekerjaannya. *Match factor* yang baik adalah yang nilainya paling dekat dengan angka 1. *Match factor* yang lebih dari 1 menandakan alat angkut mengantri sedangkan *Match factor* yang kurang dari 1 menandakan adanya waktu tunggu bagi alat muat karena menunggu alat angkut yang belum datang. Nilai *match factor* kurang dari 1 lebih disukai karena alat muat memiliki waktu untuk mengatur material. Nilai *match factor* didapat dengan membagikan hasil kali dari jumlah alat angkut, jumlah pengisian dan *cycle time* alat muat dibagi dengan hasil kali dari jumlah alat muat dan *cycle time* alat angkut (persamaan 2.8).

$$MF = \frac{nH \times n.Ctm}{nM \times Cth} \dots\dots\dots (2.8)$$

Sumber: Indonesianto,2004

Keterangan :

- nH = jumlah alat angkut
- n = banyak pengisian bucket hingga *vessel* penuh
- Ctm = *Cycle time* alat muat (menit)
- nM = jumlah alat muat
- Cth = *Cycle time* alat angkut (menit)

Cara menilai angka *match factor* adalah :

- MF < 1,terdapat waktu tunggu bagi alat muat karena menunggu alat angkut yang belum datang.
- MF = 1,tidak terjadi waktu tunggu dari kedua jenis alat tersebut.
- MF >1,terdapat waktu tunggu bagi alat angkut.

## 2.6. Owning Cost

Biaya Pemilikan (*Owning Cost*) adalah biaya/ongkos yang harus dikeluarkan untuk memiliki suatu alat dan memelihara segala peralatan itu baik dari segi keausan maupun dari segi perpajakan (Painter, 2011). *Owning cost* merupakan biaya kepemilikan yang terdiri atas beberapa bagian.

- a. Total *Initial Investment* terdiri dari biaya pembelian pelabuhan, pengiriman, pengepakan, penyetulan kembali, mobilisasi ketempat kerja, dikurangi harga ban karena biaya ban masuk dalam biaya operasi. Biasanya suatu perusahaan pertambangan melakukan pembelian peralatan dihitung dengan harga sampai ditempat sehingga tidak perlu lagi menghitung ongkos pengiriman dan pergudangan.
- b. *Economic life* yaitu harga umur alat mekanis biasanya umur ekonomis yang dipakai dalam peralatan mekanis kurang lebih 5.000 jam atau kadang-kadang lima tahun.
- c. *Depreciation* atau penyusutan adalah penyisihan keuntungan dari pemakaian suatu alat sehubungan dengan penyusutan nilai dari nilai alat tersebut, dengan demikian bila membeli alat mekanis harus menyisihkan dari keuntungan untuk pembelian alat baru setelah alat tersebut tidak bisa dioperasikan atau tidak bisa dipakai lagi, perusahaan sudah memiliki dana untuk mengganti dengan alat baru, cara perhitungan *depreciation* yang paling sederhana yaitu dengan menghitung hasil pengurangan dari harga alat tnpa ban dengan nilai sisa kemudian dibagi dengan jumlah jam kerja dalam setahun (persamaan 2.9)

$$\text{Depreciation per jam} = \frac{\text{Harga tanpa ban} - \text{Nilai Sisa}}{\text{Jam kerja Setahun}} \dots\dots\dots (2.9)$$

d. Bunga, Pajak dan Asuransi

- Bunga (*Interest*) adalah bunga yang dikehendaki oleh pemilik alat kalau ia menanamkan di bank tetapi sekarang dalam bentuk peralatan mekanis biasanya besarnya *rate of interest* sekitar 4,25 - 6 % dikalikan *annual investment*.
- Pajak (*Taxes*) adalah pajak-pajak yang di bebaskan pada peralatan mekanis biasanya besarnya 1,5 - 2% *average annual investment*.
- Asuransi (*Insurance*) premi yang dibayarkan pemilik alat berat untuk menjaga apabila ada kecelakaan, sebagai perbaikan atau pengganti alat baru.

Cara perhitungan *Interest, Taxes, Insurance* (persamaan 2.10)

$$\text{Interest, Taxes, Insurance} = \frac{\text{Faktor} \times \text{Harga Baru} \times \text{Annual Rate (\%)}}{\text{Jam kerja Setahun}} \dots\dots\dots (2.10)$$

$$\text{Factor} = 1 - \frac{(n-1) \times (1-r)}{2n} \dots\dots\dots (2.11)$$

Keterangan :

$n$  = Depresiasi periode (umur alat dalam tahun)

$r$  = Nilai sisa (pada umumnya 10%)

e. Biaya Ban

Umur ban yang dipakai oleh alat lebih singkat dari pada umur alat maka perhitungan harga ban sebaiknya dimasukkan dalam *operating cost* (biaya operasi). Harga ban merupakan faktor pengurang pada perhitungan total *initial investment*.

f. *Economic Life*

*Economic Life* adalah untuk mengetahui berapa umur suatu alat pemindahan tanah mekanis yang dianggap masih menguntungkan dipakai. *Economic life* dipengaruhi oleh macam dan jenis dari alat pemindahan tanah mekanis; ukuran alat pemindahan tanah mekanis; kondisi kerja dimana alat pemindahan tanah mekanis tersebut akan dipekerjakan; dan berapa shift alat pemindahan tanah mekanis tersebut akan dipakai dalam sehari.

## 2.7. *Operating Cost*

Biaya Operasi (*Operating cost*) adalah biaya-biaya yang harus dikeluarkan perusahaan untuk mempekerjakan suatu peralatan. Biaya operasi ini merupakan *variable cost*, sehingga besar kecilnya biaya operasi yang harus dikeluarkan oleh perusahaan bervariasi dan bergantung pada produksi yang dikehendaki. Angka produksi yang tinggi akan membuat biaya operasi tinggi, sedangkan angka produksi rendah maka biaya operasi juga rendah. *Operating cost* ini terdiri atas bahan bakar, oli, pelumas, *filter*, ban, gaji operator (pengemudi dan mekanik alat berat), biaya perbaikan dan buruh (Suku cadang dan biaya mekanik) (Painter, 2011).

a. Bahan bakar (*Fuel*)

*Fuel* yang dibutuhkan oleh suatu alat kerja pemindahan tanah mekanis diperoleh dari tabel kebutuhan bahan bakar perjamnya yang sudah ditentukan dalam hand book.

b. Pelumas (*Lubrication*)

*Lubrication* adalah biaya untuk pelumasan setiap jamnya untuk peralatan berat merupakan jumlah dari penggunaan pelumas sesuai spesifikasi peralatan

yang dipakai yaitu (a) *transmission oil*, (b) *hydraulic oil*, (c) *final drive oil*, (d) *engine oil* dan (e) *grease*

c. *Filter*

Penggantian filter baru setiap periode dan penggantian oli perlu diperhitungkan biayanya (*filter cost*), besar biaya *filter cost* adalah 50% x biaya pelumasan. *Total hourly lubrication cost* biasanya 50% x biaya *transmission oil*, *hydraulic oil*, *final drive oil*, *engine oil* dan *grease*. Penggunaan pelumas (*grease*) secara berlebihan dimaksudkan untuk mengurangi keausan *bearing* bila beroperasi pada tempat-tempat yang berdebu.

Perhitungan bahan bakar, pelumas dan gemuk dalam kajian perencanaan sudah dibuatkan tabel kebutuhan perjamnya dalam *handbook*.

d. *Ban (Tires)*

*Ban (Tires)* adalah biaya yang dikeluarkan karena dipakainya ban oleh suatu alat (persamaan 2.12)

$$\text{The hourly cost of tire (A)} = \frac{\text{Cost of complete set and tube (B)}}{\text{Tire life hours (C)}} \dots\dots\dots (2.12)$$

Keterangan

A = Biaya ban per jam

B = Harga komplet ban baru

C = umur pakai ban dalam jam operasi

Perkiraan umur pakai ban dalam adalah 2000 sampai 3000 jam dan terkadang kalau medan operasi berat umur ban bisa lebih pendek. Pemberian kemungkinan adanya reparasi terhadap ban yang dipakai harus ditambahkan biaya reparasi ban sebesar 15 % dari *hourly cost of tires*. *Cost of complete set of tires and tubes* adalah harga beli dari semua ban yang dipakai sampai pada ongkos pemasangannya. *Tire life* ialah umur pakai ban, disini dinyatakan dalam keadaan ideal, sedangkan aktualnya *tire life* suatu ban bergantung pada kondisi medan kerja atau *job condition*.

e. *Pengemudi dan Operator Alat Berat*

*Pengemudi dan operator alat berat* adalah biaya yang harus dikeluarkan sehubungan dengan dipakainya tenaga kerja/buruh. Biaya untuk operator

antar daerah satu dengan lainnya tentunya tidak sama, karena didasarkan atas kondisi ekonomi setempat, meskipun demikian biaya untuk operator harus meliputi upah dasar/pokok untuk operator (*base rate of operator*), upah dasar untuk asisten (*base rate of assistant*), tambahan upah lembur (*overtime charge*), kesejahteraan sosial (*social security*), asuransi buruh, *Hospitalization* (kemungkinan adanya perawatan terhadap buruh), serta biaya untuk training. Umumnya besaran masing-masing sudah ditentukan oleh perusahaan, dengan mengacu pedoman dari keputusan penghasilan yang ditentukan oleh pemerintah daerah setempat.

f. *Repairs Cost dan Labor*

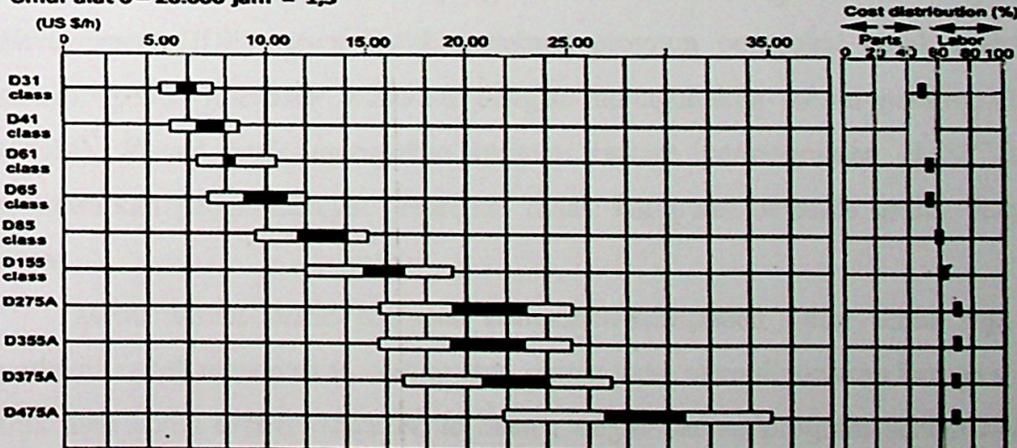
Biaya penggantian suku cadang dan biaya pemasangannya sudah dibuatkan yang dinyatakan dengan persen ditentukan dari pabrik peralatan tersebut dalam *handbook* sebagai contoh untuk *bulldozer* (Gambar 2.2). Sebagai contoh untuk *dozer D31 class* membutuhkan biaya berkisar 6 US\$/jam. Biaya tersebut dibagi 50% untuk onderdil (*Parts*) dan 50% untuk buruh (*Labor*).

**Multiple factor, biaya dan pembagian distribusi dalam persen**

Umur alat 0 – 10.000 jam = 1,0

Umur alat 0 – 15.000 jam = 1,1

Umur alat 0 – 20.000 jam = 1,3



Sumber: Komatsu Sales Handbook edition 28<sup>th</sup>

Gambar 2.2 Grafik *Repair dan Labor* untuk *Bulldozer*

## 2.8. *Visual basic*

*Visual basic* (VB) adalah adalah bahasa yang mudah dimengerti sehingga pemrograman di dalam bahasa *Basic* dapat dengan mudah dilakukan meskipun oleh orang yang baru belajar membuat program (Basuki,2006). Hal ini lebih mudah lagi setelah hadirnya *Microsoft Visual Basic*, yang dibangun dari ide untuk membuat bahasa yang sederhana dan mudah dalam pembuatan *scriptnya* (*simple scripting language*) untuk *graphic user interface* yang dikembangkan dalam sistem operasi *Microsoft Windows*.

Penggunaan *software Visual Basic* dianggap sederhana dan *user-friendly* sehingga banyak digunakan dalam membuat perangkat lunak perhitungan. *Visual Basic* merupakan salah satu *Development Tool* yaitu alat bantu untuk membuat berbagai macam program komputer, khususnya yang menggunakan sistem operasi *Windows*. *Visual Basic* merupakan salah satu bahasa pemrograman komputer yang mendukung objek (*Object Oriented Programming* = OOP). Pemanfaatan *software Visual Basic* telah umum digunakan di bidang teknik seperti pada bagian perencanaan produksi dan pengendalian bahan baku yang dilakukan oleh mahasiswa UGM dalam merancang sistem informasi (Napitupulu, 2005).

*Microsoft Visual basic* (sering disingkat sebagai VB saja) merupakan sebuah bahasa pemrograman yang menawarkan *Integrated Development Environment* (IDE) *visual* untuk membuat program perangkat lunak berbasis sistem operasi *Microsoft Windows* dengan menggunakan model pemrograman (COM), *Visual basic* merupakan turunan bahasa pemrograman *BASIC* dan menawarkan pengembangan perangkat lunak komputer berbasis grafik dengan cepat.

Menu *visual basic* terdapat komponen-komponen yang tentu saja di perlukan untuk menentukan *coding* atau *syntax* yang akan digunakan karena salah titik atau koma dalam *visual basic* akan mengakibatkan program sistem *debug* atau *error*.

Layar *microsoft Visual basic* ini adalah suatu lingkungan besar yang terdiri dari beberapa bagian kecil yang kesemuanya memiliki sifat dapat digeser-geser ke posisi mana saja yang anda inginkan, dapat diubah-ubah ukurannya seperti anda

mengubah ukuran jendela *Windows*, dapat menempelkan dengan bagian lain yang berdekatan.

a. *Control Menu*

*Control menu* adalah menu yang digunakan terutama untuk memanipulasi jendela *microsoft visual basic*. *User* bisa mengubah ukuran, memindahkan, atau menutup jendela *microsoft visual basic* atau jendela *windows* lainnya dari menu yang tersedia. *Control menu* tersebut terdiri dari *Restore*, *Move*, *Size*, *Minimize*, *Maximize*, dan *Close*.

b. *Menu Bar*

*Menu microsoft visual basic* terdiri dari semua perintah *microsoft visual basic* yang dapat dipilih untuk melakukan tugas tertentu. Isi dari *menu* ini sebagian hampir sama dengan program-program *windows* pada umumnya sehingga memudahkan pengguna yang telah terbiasa dengan program *windows*.

c. *Toolbar*

*Toolbar* adalah tombol-tombol yang mewakili suatu perintah tertentu dari *microsoft visual basic* yang berfungsi untuk pengaksesan perintah secara cepat. Setiap tombol tersebut dapat langsung di klik untuk melakukan perintah tertentu. Tombol-tombol ini merupakan perintah-perintah yang sering digunakan dan terdapat pula menu *microsoft visual basic*.

d. *Form Window*

*Form window* atau jendela *window* adalah daerah kerja utama, dimana *user* dapat membuat program-program aplikasi *visual basic*. *Form* ini digunakan untuk merancang teks, gambar, tombol-tombol perintah, *scrollbar*, dan sebagainya. Jendela *Form* ini pada awalnya kelihatan kecil, tetapi ukurannya bisa diubah-ubah sesuai dengan kebutuhan aplikasi yang *user* buat.

e. *Toolbox*

*Toolbox* adalah sebuah kotak piranti yang mengandung semua objek atau *control* yang dibutuhkan untuk membuat sebuah program aplikasi.

f. *Jendela Properties*

Jendela *properties* adalah jendela yang mengandung semua informasi mengenai objek yang terdapat pada aplikasi *microsoft visual basic*. Properti

adalah sifat sebuah objek, misalnya seperti namanya, warna, ukuran, posisi, dan sebagainya.

g. *Form Layout Window*

*Form layout window* adalah jendela yang menggambarkan posisi dari *Form* yang ditampilkan pada layar monitor. Posisi *Form* pada *Form layout window* inilah yang merupakan petunjuk dimana aplikasi yang dibuat akan ditampilkan.

h. *Jendela Code*

*Jendela code* adalah salah satu jendela yang penting di dalam *microsoft visual basic*. Jendela ini berisi kode-kode program yang merupakan instruksi-instruksi untuk aplikasi *visual basic* yang dibuat. Setiap objek pada *visual basic* dapat ditambahkan dengan kode-kode program untuk melakukan tugas-tugas tertentu seperti menutup aplikasi, membatalkan perintah, dan sebagainya.

## DAFTAR PUSTAKA



- Anisari, R. 2012. *Keserasian Alat Muat dan Angkut untuk Kecapaian Target Produksi Pengupasan Batuan Penutup pada PT. Adaro Indonesia Kalimantan Selatan*. Banjarmasin: Politeknik Negeri Banjarmasin
- Anonim. 2007, *Komatsu Sales Hand Book Edition 28*, Jepang: Komatsu
- Anonim. 2009, *Komatsu Sales Hand Book Edition 30*, Jepang: Komatsu
- Anonim. 2010. *Modul Perkuliahan Microsoft Visual Basic*. Sumedang: STMIK Sumedang
- Anonim. 2012, *Profil Perusahaan BUMN Indonesia Kementerian Badan Usaha Milik Negara Republik Indonesia Tahun 2012*, Indonesia: BUMN
- Anonim. 2010. *Studi Kelayakan Tambang Air Laya Tanjung Enim – Sumatera Selatan: PT. Bukit Asam (Persero)*, Tbk.
- Basuki, A. 2006. *Algoritma Pemrograman 2 Menggunakan Visual Basic 6.0*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya
- Hadi, E.R., Inmarlinianto dan Gunawan K. 2015. *Kajian Teknis Alat Muat dan Alat Angkut untuk Mengoptimalkan Produksi Pengupasan Lapisan Tanah Penutup di Pit UW PT. Borneo Alam Semesta Kecamatan Jorong Kabupaten Tanah Laut Provinsi Kalimantan Selatan*. Yogyakarta: UPN “Veteran” Yogyakarta
- Indonesianto, Y. 2005. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Yogyakarta: Penerbit Seri Tambang Umum UPN Veteran Yogyakarta.
- Ilahi, R. 2014. *Kajian Teknis Produktivitas Alat Gali-Muat (Excavator) dan Alat Angkut (Dump Truck) Pada Pengupasan Tanah Penutup Bulan September 2013 Di Pit 3 Banko Barat Pt. Bukit Asam (Persero) Tbk Upte*. Palembang: Universitas Sriwijaya
- Napitupulu, T.P.A. 2005. *Perancangan Sistem Informasi Berbasis Client-Server Pada Bagian Perencanaan Produksi dan Pengendalian Bahan Baku: Sebuah Studi Kasus*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada
- Nurullah. 2012. *Perancangan dan Pembuatan Sistem Informasi Akuntansi pada STMIK U’budiyah Menggunakan Visual Basic*. Banda Aceh: STMIK U’budiyah Indonesia
- Painter, K. 2011. *Costs of Owning and Operating Farm Machinery in the Pacific Northwest*. Moscow: University of Idaho

Putra, D.E. 2016. *Evaluasi Produksi Pengupasan Overburden di Pit Mahayung Penambangan Air Laya 3 pada Bulan Februari 2016 Pt Bukit Asam (Persero) Tbk Tanjung Enim*. Sumatera Selatan: Universitas Sriwijaya

Tenriajeng, A. T. 2003. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Jakarta: Gunadarma