

**OPTIMALISASI PEMILIHAN ALAT ANGKUT (*HAULER*)
PENAMBANGAN BATUBARA PADA DAERAH
KALIMANTAN**

**SKRIPSI
TEKNIK SIPIL**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Theo Mahendra Wijaya

NIM. 135060100111040

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

MALANG

2018



LEMBAR PENGESAHAN
OPTIMALISASI PEMILIHAN ALAT ANGKUT (HAULER)
PENAMBANGAN BATUBARA PADA DAERAH KALIMANTAN

SKRIPSI

TEKNIK SIPIL

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



THEO MAHENDRA WIJAYA

NIM. 135060100111040

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing
pada tanggal 7 Desember 2018

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

M. Hamzah Hasyim, STM, Eng Sc

Eko Andi Suryo, ST., MT., Ph. D.

NIP. 19521124 198111 1 001

NIP. 19761023 200604 1 002

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Dr. Eng. Indradi W, ST, M. Eng (Prac)

NIP. 1910220 200604 1 002







*Terimakasih untuk
Keluarga Bapak
dan Ibu Dosen
Sahabat Kuliah*

Seluruh Elemen Jurusan Teknik Sipil

Fakultas

Teknik

Universitas

Brawijaya

Yang Selalu Saya Banggakan



HALAMAN IDENTITAS TIM PENGUJI SKRIPSI

Judul Skripsi :
Optimalisasi Pemilihan Alat Angkut (*Hauler*) Penambangan Batubara pada Daerah Kalimantan

Nama Mahasiswa : Theo Mahendra Wijaya

NIM : 135060100111040

Program Studi : Teknik Sipil

Minat : Manajemen Konstruksi

Tim Dosen Penguji :

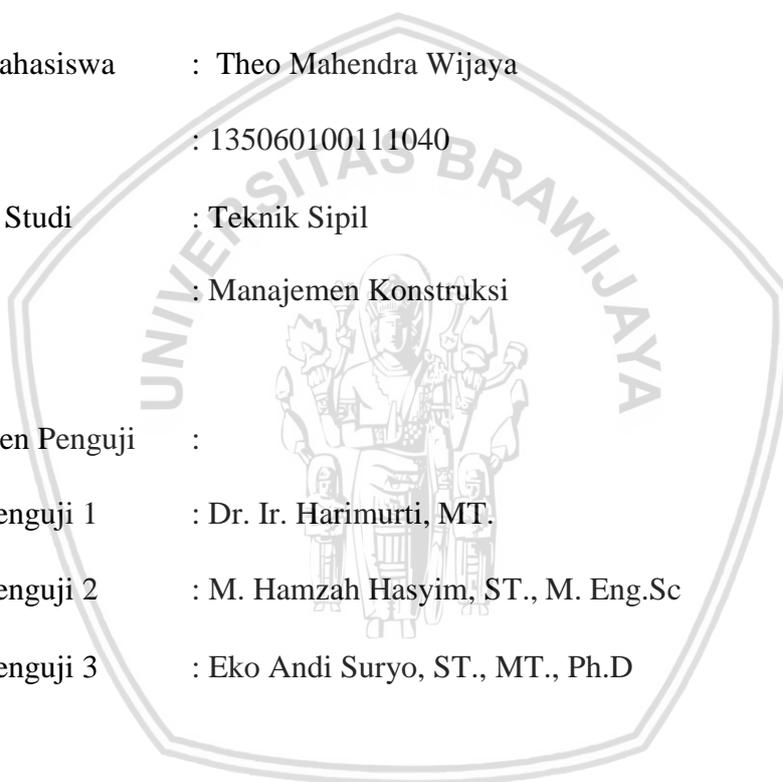
Dosen Penguji 1 : Dr. Ir. Harimurti, MT.

Dosen Penguji 2 : M. Hamzah Hasyim, ST., M. Eng.Sc

Dosen Penguji 3 : Eko Andi Suryo, ST., MT., Ph.D

Tanggal Ujian : 26 November 2018

SK Penguji : /UN 10.F07/KP/2018





LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya, tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiasi, Saya bersedia skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Malang,

Desember 2018

Mahasiswa,

Theo Mahendra Wijaya

NIM. 135060100111040



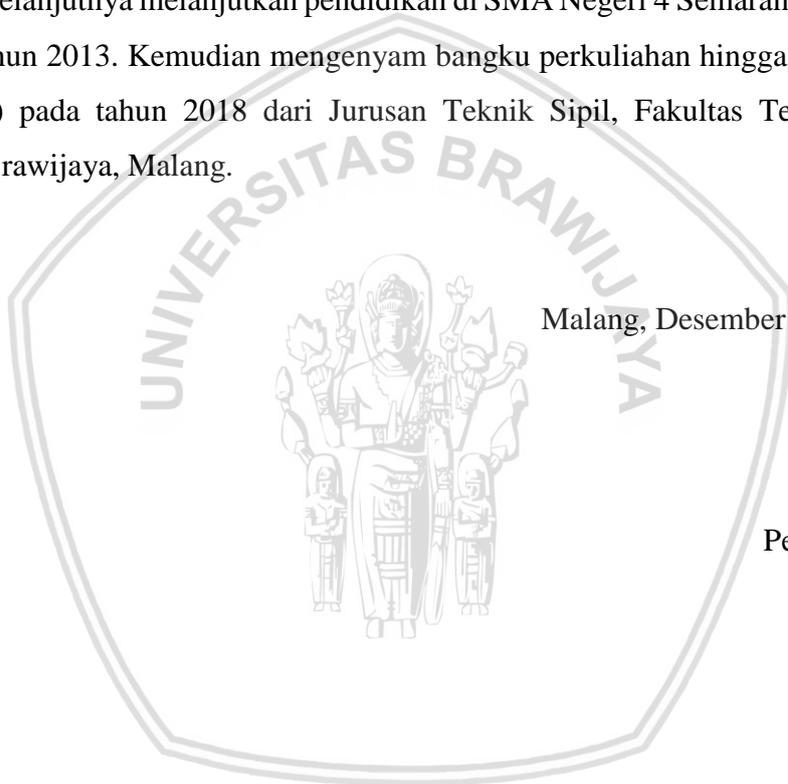


RIWAYAT HIDUP

Theo Mahendra Wijaya, lahir di Semarang, 7 Febuari 1995, anak ketiga dari Bapak Y. Eka Wiyana dan Ibu Dwi Soendari. Mulai memasuki bangku sekolah di SD PL Don Bosko sejak tahun 2001 dan lulus pada tahun 2007. Kemudian melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 27 Semarang dan lulus pada tahun 2010. Selanjutnya melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 4 Semarang dan lulus pada tahun 2013. Kemudian mengenyam bangku perkuliahan hingga lulus S1 (Strata 1) pada tahun 2018 dari Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Malang.

Malang, Desember 2018

Penulis







KATA PENGANTAR

Dengan mengucap puji syukur Alhamdulillah kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, nikmat, dan karunia-Nya sehingga dapat terselesaikannya penyusunan tugas akhir skripsi yang berjudul “OPTIMALISASI PEMILIHAN ALAT ANGKUT (*HAULER*) PENAMBANGAN BATUBARA PADA DAERAH”.

Skripsi ini merupakan tugas akhir akademik yang wajib ditempuh oleh mahasiswa untuk mendapatkan gelar sarjana S1 di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya. Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan skripsi ini, dan penyusunan skripsi ini tidak dapat terselesaikan dengan lancar tanpa adanya bimbingan, bantuan serta doa dari berbagai pihak.

Besar harapan penulis agar nantinya hasil penelitian yang telah didapatkan ini dapat bermanfaat untuk pribadi dan para pembaca, baik sebagai bahan bacaan penunjang maupun sebagai referensi. Demi kesempurnaan tugas akhir ini, kritik dan saran yang bersifat membangun sangatlah diharapkan guna memperoleh hasil yang lebih baik.

Malang, November 2018

Penulis



UCAPAN TERIMAKASIH

Pada kesempatan ini, tidak lupa penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak-pihak yang membantu dan mendukung hingga skripsi ini selesai:

1. Ibu, Ayah, Kakak dan keluarga saya yang selalu memberikan semangat, masukan, dukungan moral serta doa.
2. Bapak Dr. Eng. Alwafi Pujiraharjo, ST, MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
3. Ibu Dr. Eng. Eva Arifi, ST, MT., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
4. Bapak Dr. Eng. Indradi Wijatmiko, ST., M.Eng(Prac), selaku Ketua Program Studi Sarjana (S1) Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
5. Bapak selaku M. Hamzah Hasyim, ST., M. Eng.Sc.dosen pembimbing 1.
6. Bapak Eko Andi Suryo, ST., MT., Ph.D selaku dosen pembimbing 2.
7. Bapak Dr. Ir. Harimurti, MT selaku ketua majelis.
8. Bapak Eko Andi Suryo, ST., MT., Ph.D selaku dosen pembimbing akademik.
9. Seto Banu Wijaya, selaku kakak saya yang sangat banyak membantu selama penelitian skripsi.
10. Istighfar, Ghani, Remy, Arinda, Avil dan Herdianti yang sama sekali tidak berpartisipasi dalam skripsi ini.
11. Teman – teman kontrakan Kendalsari (Agung, Farid, Rahmad, dan lain – lain).
12. Teman – teman kontrakan Joyogrand (Bondan, Erick, Adven, Gunawan, Iqbal, dan Nanda).
13. Febrian Adi Satria yang telah menyediakan tempat tinggal hampir satu tahun.
14. Ayu Saputri yang membantu memberikan ide presentasi.
15. Teman-teman seperjuangan semasa kuliah (Masaji, Annas, Febrian, Lutfi, Firman, Fikri dan lain-lain).

16. Keluarga Besar Mahasiswa Sipil FT-UB dan seluruh mahasiswa angkatan 2013 jurusan Teknik Sipil yang telah membantu dan memberikan semangat serta doa dalam menyelesaikan skripsi ini.



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI	iii
TANDA PENGESAHAN SKRIPSI.....	v
HALAMAN IDENTITAS TIM PENGUJI SKRIPSI.....	vii
PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI.....	ix
RIWAYAT HIDUP	xi
KATA PENGANTAR.....	xiii
UCAPAN TERIMAKASIH.....	xv
DAFTAR ISI.....	xvii
DAFTAR TABEL	xxi
DAFTAR GAMBAR.....	xxiii
DAFTAR LAMPIRAN	xxv
RINGKASAN	xxvii
SUMMARY	xxix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Pertambangan	5
2.2 Batubara	6
2.3 Metode Penambangan	9
2.3.1 Metode Penambangan Secara Tambang Dalam.....	10
2.3.2 Metode Penambangan Secara Tambang Terbuka	12
2.4 Pemberaian (<i>Loosening</i>) Material	14
2.5 Pemuatan (<i>Loading</i>) Material.....	16
2.6 Pengangkutan (<i>Hauling</i>) Material	17
2.7 Faktor Produksi Alat Berat.....	18
2.7.1 Sifat Fisik Material.....	19
2.7.2 Kondisi Tempat Kerja	20
2.7.3 Jalan Angkut, Kemiringan dan Jarak	20
2.7.3.1 Jalan Angkut (<i>Haul Road</i>)	21
2.7.3.2 Kemiringan (<i>Grade</i>) Jalan Angkut	22
2.7.3.3 Jarak Angkut (<i>Distance</i>)	23
2.7.4 Ketersediaan Alat	23



2.7.5	Kesediaan Mekanis (<i>Mechanical Availability</i>)	23
2.7.6	Kesediaan Fisik (<i>Physical Availability</i>)	24
2.7.7	<i>Used of Availability</i>	25
2.7.8	<i>Effective Utilization</i>	26
2.7.9	Waktu Edar (<i>Cycle Time</i>) Alat Angkut	26
2.7.10	Produktivitas <i>Excavator</i>	27
2.7.11	Produktivitas <i>Dumptruck</i>	28
2.8	Biaya Alat Berat	31
2.9	TALPAC (<i>Truck and Loader Productivity Analysis and Costing</i>)	33
2.9.1	Pengertian TALPAC	33
2.9.2	Fungsi TALPAC	34
2.9.3	Sistem Pengangkutan TALPAC	34
2.10	Langkah – langkah Pengerjaan Skripsi	35
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	37
3.1	Lokasi Penelitian	37
3.2	Alat Angkut yang Digunakan	39
3.3	Penentuan Lokasi Penelitian	40
3.4	Pengelolaan Data Waktu Tempuh (<i>Travel Time</i>)	43
3.5	Perhitungan Kebutuhan Alat Angkut TALPAC	44
3.6	Alternatif	46
3.7	Rumus Perhitungan	46
3.7.1	TALPAC	46
3.7.2	Ms. Excel	48
3.8	Biaya Menggunakan	51
3.9	Diagram Alir Penelitian	53
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	55
4.1	Data Lokasi Penelitian	55
4.2	Bentuk Fisik Pekerjaan	56
4.3	Metode Pelaksanaan	56
4.4	Alat Berat yang direncanakan	57
4.5	Produktivitas Alat Berat	59
4.5.1	Perhitungan Menggunakan TALPAC	59
4.5.2	Perhitungan Manual Menggunakan Ms. Excel	72
4.5.2.1	Produktivitas <i>Excavator</i>	72
4.5.2.2	Produktivitas <i>Dumptruck</i>	73
4.5.2.3	Jumlah Alat yang Dibutuhkan	78
4.5.2.4	Estimasi Produktivitas <i>Dumptruck</i>	78
4.6	Pekerjaan dengan Berbeda Tempat Quarry	79
4.7	Pekerjaan dengan Alternatif <i>Dumptruck</i>	83

4.8	Perbandingan Hasil	89
4.9	Perhitungan Biaya Alat Berat.....	89
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		91
5.1	Kesimpulan.....	91
5.2	Saran	92
DAFTAR PUSTAKA		95
LAMPIRAN.....		97





DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Produsen Batubara Terbesar pada Tahun 2016.....	5
Tabel 2.2	Waktu Standart Siklus untuk <i>Excavator Backhoe</i>	28
Tabel 2.3	Tahanan Gelinding	30
Tabel 3.1	Lokasi Disposol 1	41
Tabel 3.2	Lokasi Disposol 2	42
Tabel 3.3	Data Waktu Tetap	45
Tabel 4.1	Faktor Kapasitas Bucket untuk <i>Backhoe</i>	72
Tabel 4.2	Waktu Standart Siklus untuk <i>Excavator Backhoe</i>	73
Tabel 4.3	Ketahanan Kelandaian	74
Tabel 4.4	Segment Jalan <i>Dumptruck</i>	76
Tabel 4.5	Kondisi Operasi t_1	77
Tabel 4.6	Ketersediaan Alat di Lapangan	78
Tabel 4.7	Efisiensi Pekerja pada <i>Dumptruck</i>	78
Tabel 4.8	Faktor Kapasitas Bucket untuk <i>Backhoe</i>	80
Tabel 4.9	Segment Jalan <i>Dumptruck</i> Alternatif	81
Tabel 4.10	Faktor Kapasitas Bucket untuk <i>Backhoe</i>	83
Tabel 4.11	Segment Jalan <i>Dumptruck</i> pada Disposol Barat	85
Tabel 4.12	Segment Jalan <i>Dumptruck</i> pada Disposol Selatan	86



DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Peta Letak Batubara Terbesar di Indonesia.....	8
Gambar 2.2	Peledakan	15
Gambar 2.3	<i>Hydraulic Excavator</i> PC1250SP-8	16
Gambar 2.4	Peta Disposal.....	18
Gambar 2.5	Penampang Melintang Rancangan Lebar Jalan Angkut Dua Jalur	22
Gambar 2.6	Kemiringan (<i>Grade</i>) Jalan Angkut 1%	23
Gambar 2.7	Grafik Tampilan (<i>Performance Curve</i>) untuk <i>Dumptruck HD465</i>	30
Gambar 2.8	Komponen <i>Haulage System</i> TALPAC	35
Gambar 3.1	Peta Lokasi Penambangan.....	38
Gambar 3.2	Lokasi Area Penambangan PIT ALE.....	39
Gambar 3.3	Kondisi PIT ALE Penambangan Batubara	39
Gambar 4.1	Lokasi Penambangan	55
Gambar 4.2	Lokasi <i>Real</i> Penambangan	56
Gambar 4.3	Excavator PC1250.....	57
Gambar 4.4	Dumptruck HD465.....	57
Gambar 4.5	Dumptruck HD785.....	58
Gambar 4.6	Tampilan Awal TALPAC	59
Gambar 4.7	Tampilan <i>Template</i> TALPAC.....	59
Gambar 4.8	Tampilan <i>Project Option</i> TALPAC	60
Gambar 4.9	Tampilan Menu Utama TALPAC.....	61
Gambar 4.10	Tampilan Menu <i>New Haulage System</i> TALPAC	61
Gambar 4.11	Tampilan Menu Utama TALPAC.....	62
Gambar 4.12	Tampilan Menu <i>Material</i> TALPAC	62
Gambar 4.13	Tampilan Menu Utama TALPAC.....	63
Gambar 4.14	Tampilan Menu <i>Roster</i> TALPAC	63
Gambar 4.15	Tampilan Menu Utama TALPAC.....	64
Gambar 4.16	Tampilan Menu <i>Haul Cycle</i> TALPAC	64
Gambar 4.17	Tampilan Menu Utama TALPAC.....	65
Gambar 4.18	Tampilan Menu <i>Loading Unit</i> TALPAC	65
Gambar 4.19	Tampilan Menu Utama TALPAC.....	66
Gambar 4.20	Tampilan Menu <i>Truck Type</i> TALPAC	66
Gambar 4.21	Tampilan Menu Utama TALPAC.....	67
Gambar 4.22	Hasil Perhitungan TALPAC pada Disposal Barat	68
Gambar 4.23	Hasil Perhitungan TALPAC pada Disposal Selatan	69
Gambar 4.24	Hasil Perhitungan TALPAC pada Disposal Barat dengan Alternatif Kombinasi Alat Angkut	70
Gambar 4.25	Hasil Perhitungan TALPAC pada Disposal Selatan dengan Alternatif Kombinasi Alat Angkut.....	71





DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul	Halaman
Lampiran 1	Gambar Jalur <i>Dumptruck</i>	95
Lampiran 2	Produktivitas Alat Berat	98
Lampiran 3	Data – Data yang di Dapat	101





RINGKASAN

Theo Mahendra Wijaya, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, November 2018, *Optimalisasi Pemilihan Alat Angkut (Hauler) Penambangan Batubara Pada Daerah.*, Dosen Pembimbing : M. Hamzah Hasyim, ST., M.Eng Sc. dan Eko Andi Suryo, ST., MT., Ph.D.

PT. X merupakan perusahaan tambang batubara yang menerapkan system penambangan terbuka dengan metode *open pit*. Perusahaan ini beroperasi di Desa Riam Andungan Kecamatan Kintap, Kabupaten Tanah Laut, Kalimantan Selatan. Alat angkut yang digunakan sebagai objek pengukuran yaitu *Haul Truck / Dumptruck* HD465 sebanyak 6 unit dengan *payload* sebesar 55 ton dan HD785 sebanyak 4 unit dengan *payload* sebesar 94 ton.

Pekerjaan galian tanah yang menggunakan *excavator*, dan untuk pekerjaan pengangkutan tanah menggunakan *dumptruck*. Alat berat pada proyek ini digunakan untuk memudahkan dan mempercepat pekerjaan. Namun jika pemilihan kombinasi alat berat yang tidak sesuai dengan kondisi lapangan akan sangat mempengaruhi hasil pekerjaan. Kombinasi alat berat yang sesuai dengan kondisi lapangan adalah kunci dalam mendapatkan produktivitas yang optimum. Dengan mendapatkan produktivitas yang optimum maka akan berpengaruh terhadap waktu pekerjaan, dan biaya pekerjaan. Dari penelitian ini diharapkan mendapatkan kombinasi alat, jam kerja alat, dan biaya minimum alat.

Tujuan penelitian yaitu untuk memperbarui kombinasi *Haul Truck / Dumptruck* dikarenakan masa usia pakai HD465 sudah hampir habis, sehingga nantinya diharapkan kombinasi alat yang direncanakan bisa menghasilkan produktivitas dan biaya yang lebih baik.

Waktu tempuh dari alat angkut ini diukur pada tiap perubahan *curve* jalan actual untuk selanjutnya dihitung dari kecepatan alat angkut tersebut kemudian membandingkannya dengan perhitungan manual menggunakan Ms. Excel untuk mengetahui tingkat kepercayaan dari perencanaan yang dilakukan.

Hasil perhitungan TALPAC didapatkan kombinasi alat yang digunakan adalah 2 *excavator* PC1250 dikombinasikan dengan *dumptruck* HD785 sejumlah 6 unit dengan menggunakan Disposasi Barat didapatkan Produktivitas pada *excavator* sebesar 1214,68 m³/ jam dan *dumptruck* sebesar 682,2 bcm dengan pengeluaran biaya sebesar Rp 17.268.505,94 – tiap jamnya.

Kata Kunci: TALPAC, produktivitas, *excavator*, *dumptruck*, harga kepemilikan, optimalisas.



SUMMARY

Theo Mahendra Wijaya, Civil Engineering Department, Faculty of Engineering, Brawijaya University, November 2018, *Optimization of the Selection of Hauler of Coal Mining in the Regions*, Advisor: M. Hamzah Hasyim, ST., M.Eng Sc. and Eko Andi Suryo, ST., MT., Ph.D.

PT. X is a coal mining company that applies an open mining system with the open pit method. The company operates in Riam Andungan Village, Kintap District, Tanah Laut Regency, South Kalimantan. The transport equipment used as a measurement object is Haul Truck / Dumptruck HD465 as many as 6 units with a payload of 55 tons and HD785 of 4 units with a payload of 94 tons.

Land excavation works using excavators, and for transport work using dumptruck. The heavy equipment at this time is to facilitate and speed up work. But if the selection of a combination of heavy equipment that is not in accordance with the field conditions will greatly damage the work results. Comparison tools that are in accordance with the conditions are the optimal key. By getting optimal productivity it will affect the time of work, and the cost of work. From this case it is possible to get a combination of tools, working hours, and minimum tool costs.

The aim of the research is to calculate the Haul Truck / Dumptruck that comes from the lifetime of HD465 which is almost gone, which makes it possible to issue equipment that can produce better costs and costs.

The travel time of the conveyance is at the time needed to determine the speed of the speed which is then compared to the manual calculation using Ms Excel to determine the level of trust of the level carried out.

The results of TALPAC calculations obtained by combining the tools used were 2 PC1250 excavators combined with HD785 dumptruck totaling 6 units using West Disposal which produced products with a capacity of 1214.68 m³ / hour and dumptruck at 682.2 bcm with an expenditure of Rp. 17,268,505, 94 - every hour.

Keywords: TALPAC, productivity, excavators, dumptruck, ownership prices, optimization.



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

PT. X yang berada di Kalimantan adalah anak perusahaan dari PT. Y yang merupakan salah satu kontraktor terbesar di ASIA tenggara. Sejak tahun 2003, PT. X telah menunjukkan kinerja dan kontribusi yang sangat baik di dunia perbisnisan, terutama tambang batu bara. Perusahaan PT. X sendiri lebih dari eksplorasi dan eksploitasi (perusahaan pertambangan). PT. X juga menjunjung tinggi keprofesionalan dan kualitas pelayanan oleh para dan staff manajemen yang berpotensi, yang didukung oleh fasilitas dan infrastruktur yang baik untuk memberikan pelayanan terhadap pelanggan.

Untuk melakukan pertambangan batubara ada beberapa tahap yang dilakukan. Pertama ialah eksplorasi, eksplorasi adalah pencarian titik penggalian yang digunakan untuk menentukan *straigh* dan *angle* pada saat penggalian batubara nanti. Biasanya titik batubara ditemukan pada sungai. Setelah menentukan titik penggalian maka dilakukan *Land Clearing*. Yang dimaksud *Land Clearing* adalah proses pembersihan lahan sebelum penambangan dimulai, seperti *Underbrushing*, *Felling/Cutting*, *Pilling*, *Burning*. *Underbrushing* ialah kegiatan pembabatan pohon yang berdiameter maksimum 30 cm. Lalu *Felling/Cutting*, yaitu proses penumbangan pepohonan yang berdiameter lebih dari 30cm. *Pilling* adalah menumpukan kayu pada jarak tertentu. Setelah *Land Clearing* adalah *Drilling & Blasting*, yaitu pengeboran pada tanah yang lunak dan pengeboman pada tanah keras. Lalu *Overburden removal*, adalah penimbunan tanah penutup yang akan ditimbun ke penimpunan sementara. Setelah *Overburden removal* adalah *Coal getting*, penambangan batubara dengan melakukan coal cleaning atau pembersihan permukaan batubara terlebih dahulu. Lalu *Hauling* yang berupa pengangkutan batubara ke tempat penumpukan, pengangkutan *waste/overburden* ke lokasi *waste dump/dump area*. Setelah itu *Parting removal* yaitu pengupasan batubara agar tidak memngganggu dalam penambangan batubara. *Backfilling* atau penutupan tanah penutup yang sebelumnya disimpan di tempat penyimpanan sementara untuk menutup lubang pasca penambangan, *Spreading* atau perataan dan rehabilitasi tanah dan akhiri dengan reklamasi atau penghijauan daerah bekas tambang untuk memperbaiki lahan.

Pekerjaan galian pada proyek ini menggunakan alat berat untuk mempermudah dan mempercepat pekerjaan, namun jika penggunaan alat berat kurang tepat, tidak sesuai dengan kondisi dilapangan akan sangat mempengaruhi hasil kerja. Kondisi cuaca yang buruk dan akses jalan yang buruk akan mempengaruhi waktu siklus dari alat berat yang dapat berpengaruh terhadap produktivitas. Kerugian-kerugian seperti tidak tercapainya jadwal yang telah ditentukan, dan rendahnya produksi yang dicapai alat berat merupakan beberapa contoh apabila memakai alat berat yang tidak sesuai dengan kondisi. Untuk pekerjaan pengangkutan jauh dekatnya jarak yang ditempuh akan berpengaruh terhadap hasil kerja, maka perlu alternatif tempat pembuangan yang lebih dekat agar waktu semakin cepat. Disamping itu efektivitas pekerjaan tanah tidak lepas dari metode pekerjaan. Dengan demikian, metode pengerjaannya harus diamati dengan cermat sehingga waktu pekerjaan dapat dicapai sesuai dengan direncanakan.

Analisis produktivitas merupakan suatu cara perhitungan untuk mengetahui banyaknya produktivitas dari masing masing alat berat. Dengan memperhatikan waktu siklus, penjadwalan dan metode pelaksanaan dapat dikaji ulang sehingga dapat menghasilkan kombinasi alat berat, hal ini dilakukan agar mendapatkan hasil pekerjaan yang optimal dan biaya yang minimal.

PT. X menggunakan software komputer dalam perencanaan kebutuhan alat Hauling yaitu dengan program TALPAC (Truck and Loader Productivity Analysis and Costing). Untuk memaksimalkan tingkat kepercayaan dari perencanaan yang akan dilakukan, maka akan dilakukan perbandingan produksi antara analisa perhitungan teoritis dengan produksi alat hauling hasil program TALPAC.

1.2. Identifikasi Masalah

Pada saat ini salah satu site PT. X pada site MASS, yang berada di Kalimantan Selatan memiliki 2 lokasi pertambangan yaitu PIT ALE dan PIT PB. Pada site tersebut terdapat 2 tipe Loader yaitu PC1250 dan PC300, 2 tipe *Hauler* yaitu HD785 dan HD465, 1 tipe *Ripping & Dozing*, 1 tipe *Drilling*, 3 tipe *Road Maint*, dan 7 tipe alat support. Pada penggunaan alat *Hauler* antara HD785 dan HD465 memiliki sisa umur pemakaian 2 tahun pada HD785 dan 1 tahun pada HD465, sehingga harus mulai merencanakan *Hauler* mana yang akan dipakai kedepannya agar bisa menghasilkan hasil produksi yang maksimal.

1.3. Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan diatas, maka rumusan masalah yang dapat dibahas adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana produktifitas dari penggunaan alat *Hauling* saat ini?
2. Bagaimana perencanaan lain yang dapat dilakukan untuk menggunakan alat *Hauling*?
3. Bagaimana biaya yang dibutuhkan pada setiap perencanaan menggunakan alat *Hauling*?

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui produktivitas setiap alat *hauling* yang sedang digunakan.
2. Untuk memberikan alternatif lain menggunakan alat *hauling*.
3. Untuk mengetahui alternatif mana yang lebih murah

1.5. Batasan Masalah

1. Perbandingan penggunaan alat hanya menggunakan alat bermerk KOMATSU.
2. Perbandingan penggunaan alat *Hauling* hanya menggunakan HD785 dan HD465 karena area lapangan menggunakan alat Loader PC1250.
3. Perhitungan menggunakan alat *Hauling* disamakan dengan ketentuan pada buku "*Komatsu Specification & Application Handbook edition 31*"

1.6. Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapat dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Praktisi Lapangan

Dapat menjadi sumber informasi dan pertimbangan dalam perancangan/penentuan penggunaan alat *Hauling* kedepannya

2. Bagi kalangan akademisi

Sebagai pengetahuan diluar perkuliahan dalam bidang pertambangan, terlebih pada alat berat pada pertambangan.

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pertambangan

Pertambangan adalah rangkaian kegiatan dalam rangka upaya pencarian, penambangan (penggalian), pengolahan, pemanfaatan dan penjualan bahan galian (mineral, batubara, panas bumi, migas). Sektor pertambangan, khususnya pertambangan umum, menjadi isu yang menarik khususnya setelah Orde Baru mulai mengusahakan sektor ini secara gencar. Pada awal Orde Baru, pemerintahan saat itu memerlukan dana yang besar untuk kegiatan pembangunan, di satu sisi tabungan pemerintah relatif kecil, sehingga untuk mengatasi permasalahan tersebut pemerintah mengundang investor-investor asing untuk membuka kesempatan berusaha seluas-luasnya di Indonesia. Adanya kegiatan pertambangan ini mendorong pemerintah untuk mengaturnya dalam undang-undang (UU). UU yang berkaitan dengan kegiatan pertambangan, UU No. 11/1967 tentang Pokok-pokok Pengusahaan Pertambangan. Dalam UU tersebut pemerintah memilih mengembangkan pola Kontrak Karya (KK) untuk menarik investasi asing. Berdasarkan ketentuan KK, investor bertindak sebagai kontraktor dan pemerintah sebagai prinsipal. Di dalam bidang pertambangan tidak dikenal istilah konsesi, juga tidak ada hak kepemilikan atas cadangan bahan galian yang ditemukan investor bila eksploitasi berhasil. Berdasarkan KK, investor berfungsi sebagai kontraktor.

Pertambangan mempunyai beberapa karakteristik, yaitu (tidak dapat diperbarui), mempunyai risiko relatif lebih tinggi, dan pengusahaannya mempunyai dampak lingkungan baik fisik maupun sosial yang relatif lebih tinggi dibandingkan perusahaan komoditi lain pada umumnya. Karena sifatnya yang tidak dapat diperbarui tersebut pengusaha pertambangan selalu mencari (cadangan terbukti) baru. Cadangan terbukti berkurang dengan produksi dan bertambah dengan adanya penemuan. Ada beberapa macam risiko di bidang pertambangan yaitu (eksplorasi) yang berhubungan dengan ketidakpastian penemuan cadangan (produksi), risiko teknologi yang berhubungan dengan ketidakpastian biaya, risiko pasar yang berhubungan dengan perubahan harga, dan risiko kebijakan pemerintah yang

berhubungan dengan perubahan pajak dan harga domestik. Risiko-risiko tersebut berhubungan dengan besaran-besaran yang mempengaruhi keuntungan usaha yaitu produksi, harga, biaya dan pajak. Usaha yang mempunyai risiko lebih tinggi menuntut pengembalian keuntungan (*Rate of Return*) yang lebih tinggi.

2.2. Batubara

Batubara (bahan bakar fosil) adalah sumber energi terpenting untuk pembangkitan listrik dan berfungsi sebagai bahan bakar pokok untuk produksi baja dan semen. Namun demikian, batubara juga memiliki karakter negatif yaitu disebut sebagai sumber energi yang paling banyak menimbulkan polusi akibat tingginya kandungan karbon. Sumber energi penting lain, seperti gas alam, memiliki tingkat polusi yang lebih sedikit namun lebih rentan terhadap fluktuasi harga di pasar dunia. Dengan demikian, semakin banyak industri di dunia yang mulai mengalihkan fokus energi mereka ke batubara. juga memiliki karakter negatif yaitu disebut sebagai sumber yang mulai mengalihkan fokus energi mereka ke batubara. Dengan tingkat produksi saat ini (dan apabila cadangan baru tidak ditemukan), cadangan batubara global diperkirakan habis sekitar 112 tahun ke depan. Cadangan batubara terbesar ditemukan di Amerika Serikat, Russia, Republik Rakyat Tiongkok (RRT), dan India.

Tabel 2.1 : Produsen Batubara Terbesar pada Tahun 2016

Negara	Volume Produksi (setara juta ton minyak)
China	1685.7
Amerika Serikat	364.8
Australia	299.3
India	288.5
Indonesia	255.7
Russia	192.8
Afrika Selatan	142.4

Sumber : BP Statistical Review of World Energy 2017

Indonesia adalah salah satu produsen dan eksportir batubara terbesar di dunia. Sejak tahun 2005, ketika melampaui produksi Australia, Indonesia menjadi eksportir terdepan batubara thermal. Porsi signifikan dari batubara thermal yang diekspor terdiri dari jenis kualitas menengah (antara 5100 dan 6100 cal/gram) dan jenis kualitas rendah (di bawah 5100 cal/gram) yang sebagian besar permintaannya berasal dari Cina dan India. Berdasarkan informasi yang disampaikan oleh Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Indonesia, cadangan batubara Indonesia diperkirakan habis kira-kira dalam 83 tahun mendatang apabila tingkat produksi saat ini diteruskan. Berkaitan dengan cadangan batubara global, Indonesia saat ini menempati peringkat ke-9 dengan sekitar 2.2 persen dari total cadangan batubara global terbukti berdasarkan BP Statistical Review of World Energy. Sekitar 60 persen dari cadangan batubara total Indonesia terdiri dari batubara kualitas rendah yang lebih murah (sub-bituminous) yang memiliki kandungan kurang dari 6100 cal/gram. Ada banyak kantong cadangan batubara yang kecil terdapat di pulau Sumatra, Jawa, Kalimantan, Sulawesi dan Papua, namun demikian tiga daerah dengan cadangan batubara terbesar di Indonesia adalah:

1. Sumatra Selatan
2. Kalimantan Selatan
3. Kalimantan Timur



Gambar 2.1 : Peta letak batubara terbesar di Indonesia

Industri batubara Indonesia terbagi dengan hanya sedikit produsen besar dan banyak pelaku skala kecil yang memiliki tambang batubara dan konsesi tambang batubara (terutama di Sumatra dan Kalimantan). Sejak awal tahun 1990an, ketika sektor pertambangan batubara dibuka kembali untuk investasi luar negeri, Indonesia mengalami peningkatan produksi, ekspor dan penjualan batubara dalam negeri. Namun penjualan domestik agak tidak signifikan karena konsumsi batubara dalam negeri relatif sedikit di Indonesia. Dalam beberapa tahun terakhir terjadi peningkatan penjualan batubara domestik yang pesat karena pemerintah Indonesia berkomitmen terhadap program energi ambisiusnya (menyiratkan pembangunan berbagai pembangkit listrik, yang sebagian besar menggunakan batubara sebagai sumber energi karena Indonesia memiliki cukup banyak cadangan batubara). Selain itu, beberapa perusahaan pertambangan besar di Indonesia (misalnya penambang batubara Adaro Energy) telah berekspansi ke sektor energi karena harga komoditas yang rendah membuatnya tidak menarik untuk tetap fokus pada ekspor batubara, sehingga menjadi perusahaan energi terintegrasi yang mengkonsumsi batubara mereka sendiri. Ekspor batubara Indonesia berkisar antara 70 sampai 80 persen dari total produksi batubara, sisanya dijual di pasar domestik.

2.3. Metode Penambangan

Metode penambang batubara sangat tergantung pada keadaan geologi daerah antara lain sifat lapisan batuan penutup, batuan lantai batubara dan struktur geologi dan keadaan lapisan batubaradan bentuk deposit. Pada dasarnya dikenal dua cara penambangan batubara yaitu :

1. Cara tambang dalam, dilakukan pertama-tama dengan jalan membuat lubang persiapan baik berupa lubang sumuran ataupun berupa lubang mendatar atau menurun menuju ke lapisan batubara yang akan ditambang. Selanjutnya dibuat lubang bukaan pada lapisan batubaranya sendiri. Cara penambangannya dapat dilakukan :
 - a. Secara manual, yaitu menggunakan banyak alat yang memakai kekuatan tenaga manusia.

- b. Secara mekanis, yaitu mempergunakan alat sederhana sampai menggunakan sistem elektronis dengan pengendalian jarak jauh.
2. Cara tambang terbuka, dilakukan pertama-tama dengan mengupas tanah penutup. Pada saat ini metode penambangan mana yang akan digunakan dipilih dan kemungkinan mendapatkan peralatan tidak mengalami masalah. Peralatan yang ada sekarang dapat dimodifikasikan sehingga berfungsi ganda. Perlu diketahui pula bahwa berbagai jenis batubara memerlukan jenis dan peralatan yang berbeda pula. Mesin-mesin tambang modern sudah dapat digunakan untuk pekerjaan kegiatan penambangan dengan jangkauan kerja yang lebih luas dan mampu melaksanakan berbagai macam pekerjaan tanpa perlu dilakukan perubahan atau modifikasi yang besar.

Pemilihan metode penambangan batubara baik yang akan ditambang secara tambang dalam ataupun tambang terbuka.

2.3.1. Metode Penambangan Secara Tambang Dalam

Pada penambangan batubara dengan metode penambangan dalam yang penting adalah bagaimana mempertahankan lubang buka seaman mungkin agar terhindar dari kemungkinan :

- Keruntuhan atap batuan
- Ambruknya dinding lubang (rib spalling)
- Penggelembungan lantai lapisan batubara (floor heave)

Kejadian tersebut diatas disebabkan oleh terlepasnya energi yang tersimpan secara alamiah dalam endapan batubara. Energi yang terpendam tersebut merupakan akibat terjadinya perubahan atau deformasi bentuk endapan batubara selama berlangsungnya pembentukan deposit tersebut. Pelepasan energi tersebut disebabkan oleh adanya perubahan keseimbangan tegangan yang terdapat pada massa batuan akibat dilakukannya kegiatan pembuatan lubang-lubang bukaan tambang. Disamping itu kegagalan yang disebabkan batuan dan batubara itu tidak mempunyai daya penyanggaa di samping faktor-faktor alami dari keadaan geologi endapan batubara tersebut.

Penambangan batubara secara tambang dalam kenyatannya sangat ditentukan oleh cara mengusahakan agar lubang bukaan dapat dipertahankan selama mungkin pada saat berlangsungnya penambangan batubara dengan biaya rendah atau seekonomis mungkin. Untuk mencapai keinginan tersebut maka pada pembuatan lubang bukaan selalu diusahakan agar :

- Kemampuan penyangga dari atap lapisan
- Kekuatan lantai lapisan batubara
- Kemampuan daya dukung pilar penyangga.

Namun apabila cara manfaat sifat alamiah tersebut sulit untuk dicapai, maka beberapa cara penyanggan buatan telah diciptakan oleh ahli tambang.

Metode penambangan secara tambang dalam pada garis besarnya dapat dibedakan yaitu :

- a. Room and Pillar atau disebut Bord and Pillar
- b. Longwall

Kedua metode tersebut mempunyai kelebihan dan kekurangan sendiri-sendiri terutama pada keadaan endapan batubara yang dihadapi di samping faktor lainnya yang perlu diperhatikan dalam pemilihan metode penambangan tersebut.

A. Metode Room and Pillar

Cara penambangan ini mengandalkan endapan batubara yang tidak diambil sebagai penyangga dan endapan batubara yang diambil sebagai room. Pada metode ini penambangan batubara sudah dilakukan sejak pada saat pembuatan lubang maju. Selanjutnya lubang maju tersebut dibesarkan menjadi ruangan-ruangan dengan meninggalkan batubara sebagai tiang penyangga. Besar bentuk dan ruangan sebagai akibat pengambilan batubaranya harus diusahakan agar penyangga yang dipakai cukup memadai kuat mempertahankan ruangan tersebut tetap aman sampai saatnya dilakukan pengambilan penyangga yang sebenarnya yaitu tiang penyangga batubara (coal pillar). Metode ini mempunyai keterbatasan-keterbatasan dalam besaran jumlah batubara yang dapat diambil dari suatu cadangan batubara karena tidak semua tiang penyangga batubara dapat diambil secara ekonomis maupun teknik.

Dari seluruh total cadangan terukur batubara yang dapat diambil dengan cara penambangan metode Room and Pillar ini paling besar lebih kurang 30-40% saja. Hal ini disebabkan banyak batubara tertinggal sebagai tiang-tiang pengaman yang tidak dapat diambil.

B. Metode Longwall

Ada dua cara penambangan dengan menggunakan metode Longwall yaitu :

- Cara maju (advancing)
- Cara mundur (retreating)

Pada penambangan dengan metode advancing Longwall terlebih dahulu dibuat lubang maju yang nantinya akan berfungsi sebagai lubang utama (main gate) dan lubang pengiring (tail gate), dibuat bersamaan pada pengambilan batubara dari lubang buka tersebut. Kedua lubang bukaan tersebut digunakan sebagai saluran udara yang diperlukan untuk menyediakan udara bersih pada lubang bukaannya di samping untuk keperluan transportasi batubaranya dan keperluan penyediaan material untuk lubang bukannya. Metode ini akan memberikan hasil lebih cepat karena tidak memerlukan waktu menunggu lubang yang diperlukan yaitu lubang utama dan lubang pengiring. Pada metode retreating Longwall merupakan kebalikan dari metode advancing longwall karena pengambilan batubara belum dapat dilakukan sebelum selesai dibuat suatu panel yang akan memberikan batasan lapisan batubara yang akan diekstraksi (diambil)

Pemilihan salah satu metode tersebut harus memperhatikan keadaan dan kondisi alami yang diremukan pada endapan batubara itu sendiri agar nantinya tidak menghadapi kesulitan-kesulitan selama dilakukan ekstraksi yang pada akhirnya tentu bertujuan mencari biaya serendah mungkin.

Selain kedua metode tersebut terdapat pula beberapa variasi metode penambangan yang dapat diterapkan. Hal ini tergantung pada macam dan

jenis serta ketebalan lapisan disamping kemiringan lapisan batubara yang perlu juga diperhatikan.

Peralatan yang digunakan pada penambangan tambang dalam dapat dibagi dalam dua kategori yaitu :

- Peralatan untuk pekerjaan persiapan
- Peralatan untuk pengambilan batubara.

Pada saat ini kemampuan peralatan tambang dalam sudah demikian maju sehingga seluruh kegiatan pekerjaan fisik yang dilakukan oleh manusia, praktis sudah dapat digantikan oleh mesin atau alat batu mekanis.

2.3.2. Metode Penambangan Secara Tambang Terbuka

Kelebihan dari tambang terbuka dibandingkan dengan tambang dalam adalah :

- Relatif lebih aman
- Relatif lebih sederhana
- Mudah pengawasannya

Pada saat ini sebagian besar penambangan batubara dilakukan dengan metode tambang terbuka, lebih-lebih setelah digunakannya alat-alat besar yang mempunyai kapasitas muat dan angkut yang besar untuk membuang lapisan penutup batubara menjadi lebih murah dan menekan biaya ekstraksi batubara.

Selain itu prosentase batubara yang diambil jauh lebih besar dibandingkan dengan batubara yang dapat diekstraksi dengan cara tambang dalam. Penambangan batubara dengan metode tambang terbuka saat ini diperoleh 85% dari total mineable reserve, sedang dengan metode tambang dalam paling besar hanya 50% saja. Walaupun demikian penambangan secara tambang terbuka mempunyai keterbatasan yaitu :

- Dengan peralatan yang ada pada saat sekarang ini keterbatasan kedalaman lapisan batubara yang dapat ditambang.
- Pertimbangan ekonomi antara biaya pembuangan batuan penutup dengan biaya pengambilan batubara.

Beberapa tipe tambang terbuka :

Tipe penambangan batubara dengan metode tambang terbuka tergantung pada letak dan kemiringan serta banyaknya lapisan batubara dalam satu cadangan. Disamping itu metode tambang terbuka dapat dibedakan juga dari cara pemakaian alat dan mesin yang digunakan dalam penambangan.

Beberapa tipe penambangan batubara dengan metode tambang terbuka adalah :

A. Contour Mining

Tipe penambangan ini pada umumnya dilakukan pada endapan batubara yang terdapat di pegunungan atau perbukitan. Penambangan batubara dimulai pada suatu singkapan lapisan batubara dipermukaan atau crop line dan selanjutnya mengikuti garis kontur sekeliling bukit atau pegunungan tersebut.

Lapisan batuan penutup batubara dibuang ke arah lereng bukit dan selanjutnya batuan yang telah tersingkap diambil dan diangkut. Kegiatan penambangan berikutnya dimulai lagi seperti tersebut diatas pada lapisan batubara yang lain sampai pada suatu ketebalan lapisan penutup batubara yang menentukan batas limit ekonominya atau sampai batas maksimum ke dalaman dimana peralatan tambang tersebut dapat bekerja. Batas ekonomi ini ditentukan oleh beberapa variabel antara lain :

- Ketebalan lapisan batubara
- Kualitas
- Pemasaran
- Sifat dan keadaan lapisan batuan penutup
- Kemampuan peralatan yang digunakan
- Persyaratan reklamasi

B. Open Pit Mining

Open Pit Mining adalah penambangan secara terbuka dalam pengertian umum. Apabila hal ini diterapkan pada endapan batubara dilakukan dengan jalan membuang lapisan batuan penutup sehingga lapisan batubaranya tersingkap dan selanjutnya siap untuk diekstraksi. Peralatan yang dipakai pada penambangan secara open pit dapat bermacam-macam tergantung pada jenis dan keadaan batuan penutup yang akan dibuang.

Pada lapisan dengan kemiringan cukup tajam, pembuangan lapisan penutup dapat menggunakan alat muat baik berupa face shovel, front end loader atau alat muat yang lainnya.

2.4. Pembersihan (*Loosening*) Material

Operasi pembersihan material memiliki dua tahapan yaitu pemboran (*drilling*) dan peledakan (*blasting*). Kedua tahapan ini dilakukan pada kondisi batuan di proyek penambangan PIT ALE PT. X yang sebagian besar adalah batuan yang ekstrim keras dengan skala kekerasan sebesar 7 dan kecepatan gelombang seismik lebih dari 2150 meter/detik dengan batuan asal yaitu batuan andesit dan tonalit.

Tujuan dari pembersihan (*Loosening*) material ini adalah untuk memisahkan material dari batuan induknya sekaligus mempermudah proses pemuatan dan pengangkutan selanjutnya. Pembersihan (*Loosening*) material ini juga dimaksudkan agar ukuran batuan hasil peledakan yang dimasukkan ke *crusher* tidak berupa bongkah (> 95 cm) tetapi ukuran yang disesuaikan dengan kapasitas dari *crusher*. Tahapan pembersihan (*Loosening*) material di proyek penambangan PIT ALE dapat dijelaskan sebagai berikut :

a. Pemboran (*Drilling*)

Kegiatan pemboran dilakukan untuk menyediakan lubang tembak pada proses peledakan produksi serta pembuatan *pre-split* pada batas-batas jenjang tambang. Selain itu pemboran juga dilakukan untuk membuat lubang *drain hole* atau lubang bor untuk saluran air pada dinding serta digunakan untuk pengambilan sampel guna perhiungan kada dari endapan atau *ore control* sehingga dapat diketahui antara material yang tergolong bijih dan non bijih (*waste*). PT. X menggunakan satu jenis alat

bor, yakni alat bor *brand* DRILLTECH model D2455 dengan diameter 3"-6" inchi. Hasil *cutting* dari proses pemboran diambil dari sampler untuk dikirim ke bagian laboratorium dan selanjutnya dianalisa untuk menentukan kadar serta kandungan mineralnya.

b. Peledakan (*Blasting*)

Peledakan bertujuan untuk membeaikan material dari batuan induknya sehingga menghasilkan *broken material* yang memiliki fragmentasi yang sesuai untuk diumpankan ke *primay crusher*.



2.2 Gambar : Peledakan

Setelah kegiatan peledakan selesai, kemudian dilakukan pembatasan *release* poligon pada area *broken muck* yang bertujuan untuk membatasi daerah yang tergolong sebagai *high grade*, *medium grade*, *low grade* dan *waste*. Dengan adanya batasan tersebut *broken material* dapat ditempatkan sesuai dengan tempat yang telah ditentukan.

2.5. Pemuatan (*Loading*) Material

Pengertian kegiatan pemuatan adalah suatu kegiatan yang bertujuan untuk memindahkan material hasil peledakan dari tempat pemuatan material (*loading point*) ke alat *Hauler (dumptruck)*.

Material hasil peledakan dimuat dengan menggunakan beberapa macam alat muat, diantaranya yaitu :

- a. *Hydraulic Excavator* dengan brand KOMATSU model PC1250SP-8 dengan kapasitas 13 CuM dengan tahun produksi 2012
- b. *Hydraulic Excavator* dengan brand KOMATSU model PC300SE-8 dengan kapasitas 6.5 CuM dengan tahun produksi 2007
- c. *Hydraulic Excavator* dengan brand KOMATSU model PC200SE-8 dengan kapasitas 0.835 CuM dengan tahun produksi 2007



Gambar 2.3 : *Hydraulic Excavator* PC1250SP – 8

2.6. Pengangkutan (*Hauling*) Material

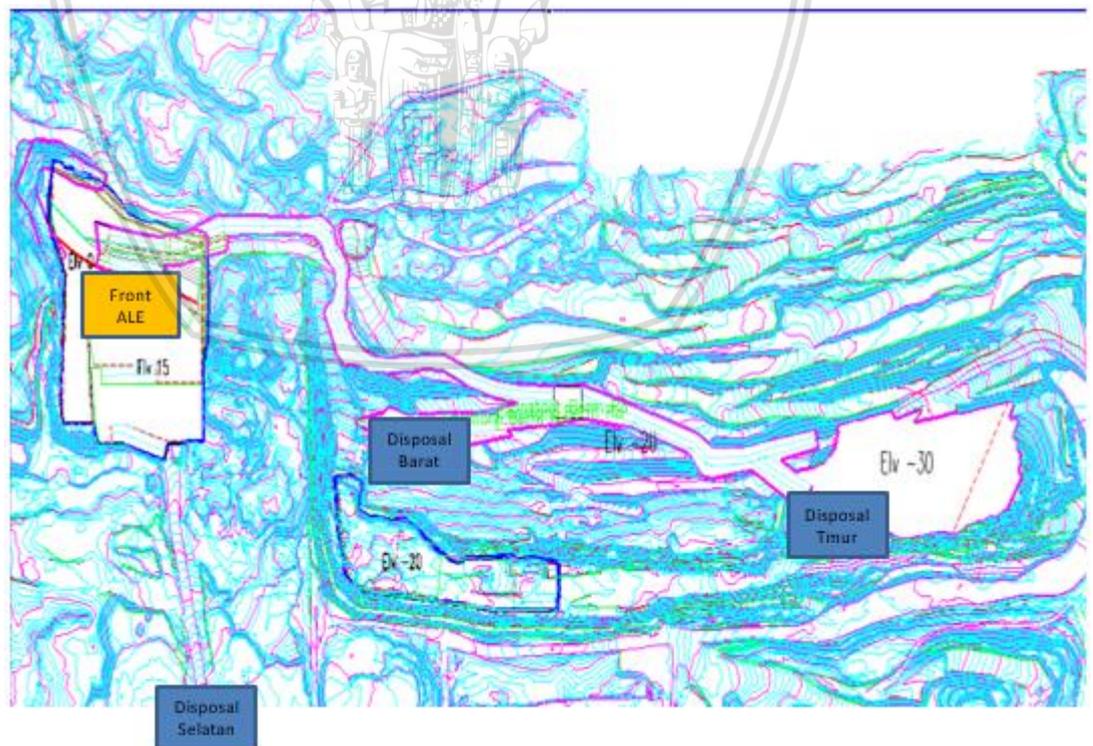
Pengertian kegiatan pengangkutan dalam dunia pertambangan adalah suatu kegiatan yang bertujuan untuk memindahkan material hasil peledakan dari tempat pemuatan material (*loading point*) ke tempat peremukan (*crusher*) dan lokasi tempat penimbunan (*stockpile* atau *waste dump*) dengan menggunakan alat angkut.

Salah satu indikator perencanaan jumlah kebutuhan alat angkut yang baik adalah jumlah alat angkut yang direncanakan sesuai atau mendekati dengan jumlah aktualnya di lapangan.

Pengangkutan material hasil pembersihan menggunakan alat angkut berupa *truck*. Alat angkut yang digunakan di PIT ALE ada beberapa jenis dengan kapasitas yang berbeda, yaitu :

- a. *Rigid dumptruck* dengan brand KOMATSU model HD785-7 dengan kapasitas 90 TONNES.
- b. *Rigid dumptruck* dengan brand KOMATSU model HD465-7R dengan kapasitas 51 TONNES.

Material hasil peledakan diangkut menuju lokasi yang berbeda – beda, untuk hasil material sampah (*waste*) diangkut menuju 3 tempat *Disposal* yang memiliki 3 jarak yang berbeda. *Disposal* pertama adalah *Disposal* Selatan yang berjarak 1.1 Km dari PIT ALE, *Disposal* kedua adalah *Disposal* Barat yang berjarak 1.1 Km dan *Disposal* ketiga adalah *Disposal* Timur yang berjarak 0.98 Km.



Gambar 2.4 : Peta *Disposal*

2.7. Faktor Produksi Alat Berat

Kemampuan produksi alat berat dapat diketahui dengan melakukan perhitungan kemampuan produksi alat - alat mekanis yang ada. Semakin besar hasil produksi suatu alat berarti produksi alat tersebut juga semakin baik.

Berikut ini adalah rumus yang digunakan untuk menghitung produksi dari alat angkut dari *haul truck* adalah sebagai berikut:

Produktivitas perbulan (*Yanto Indonesianto, Ir., M.Sc 2009*)

$$\text{Produksi} = \frac{60}{CT} \times EU \times PL \times n \times 24. \quad (2.1)$$

Di mana:

Produksi	= (ton/ bulan)
CT	= <i>Cycle time</i> (menit)
MA	= <i>Mechanical availability</i> (%)
EU	= <i>Effective utilization</i> (%)
N	= jumlah hari dalam satu bulan
PL	= <i>Pay load</i> (ton)

2.7.1 Sifat Fisik Material

Material yang dimaksud disini adalah meliputi tanah dan batuan yang ada di areal panambangan, penting untuk mengetahui dari sifat fisik material tersebut karena dapat mempengaruhi produksi dari alat yang digunakan yaitu mudah tidaknya material untuk ditangani nantinya. Adapun sifat fisik material yang perlu diketahui yaitu:

a. Berat material

Berat adalah suatu sifat yang dimiliki oleh setiap material, kemampuan angkut dari alat angkut sangat dipengaruhi oleh berat material tersebut. Pada umumnya setiap alat angkut memiliki batasan kapasitas, volume tertentu, sehingga berat dari material

perlu diketahui. Berat material yang dimaksud di sini adalah berat total material persatuan volume total.

b. Pengembangan dan penyusutan material

Pengembangan dan penyusutan material adalah perubahan (penambahan atau pengurangan) volume material, apabila material tersebut diganggu dari bentuk aslinya. Di alam, material didapati dalam keadaan padat dan terkonsolidasi dengan baik, sehingga hanya sedikit bagian - bagian kosong yang terisi udara di antara butir - butirnya. Sehingga apabila material yang ada di alam tersebut dibongkar, maka akan terjadi pengembangan volume (*swell*). Untuk menyatakan berapa besarnya pengembangan volume tersebut dikenal dua istilah yaitu *swell factor* dan *percent factor*.

Pengembangan volume suatu material perlu diketahui karena yang diperhitungkan pada penggalian selalu didasarkan pada kondisi material aslinya yang dinyatakan dalam *bank volume* atau *volume insitu*, sedangkan material yang ditangani adalah material yang telah mengalami pengembangan (*loose volume*).

Rumus untuk menghitung *swell factor* dan % *swell* berdasarkan kerapatan (*density*) material adalah sebagai berikut (Yanto Indonesianto, Ir., M.Sc 2009) :

$$\% \text{ Swell} = \left(\frac{\text{density in bank-loose density}}{\text{loose density}} \right) \times 100 \quad (2.2)$$

$$\text{Swell Factor} = \frac{\text{loose density}}{\text{density in bank}} \quad (2.3)$$

2.7.2 Kondisi Tempat Kerja

Kondisi tempat kerja di lapangan dapat mempengaruhi produksi alat angkut yang digunakan. Kondisi tempat kerja yang luas, aman dan nyaman akan membuat kelancaran dan keeluasaan gerak alat angkut, sehingga produksi dari alat tersebut dapat lebih maksimal karena semakin kecil waktu tempuhnya.

2.7.3 Jalan Angkut, Kemiringan dan Jarak (*Haul Road, Grade and Distance*)

Keadaan jalan, kemiringan dan jarak akan mempengaruhi daya angkut dari alat - alat angkut yang dipakai. Bila jalan dalam kondisi baik, kapasitas angkut dapat lebih besar dan alat - alat dapat bergerak lebih cepat. Kemiringan dan jarak harus diukur dengan teliti, karena hal tersebut akan menentukan waktu edar yang diperlukan untuk pengangkutan material (*cycle time*). Kemiringan jalan, jarak dan kondisi jalan (lebar dan kekuatannya) perlu direncanakan dengan baik sehingga pengangkutan material dapat lebih maksimal dan mengurangi ongkos pengangkutan.

2.7.3.1 Jalan Angkut (*Haul Road*)

Jalan angkut pada lokasi tambang sangat berpengaruh terhadap kelancaran operasi pengangkutan material. Perhitungan lebar jalan angkut didasarkan pada lebar kendaraan terbesar yang dioperasikan. Semakin lebar jalan angkut maka operasi pengangkutan akan semakin lancar dan aman.

Jalan angkut harus dilihat keberadaannya, apakah jalan tersebut becek, kuat atau cukup kasar permukaannya. Hal ini harus ditinjau karena keberadaan jalan angkut akan mempengaruhi besar kecilnya *rolling resistance* (RR) yang ditimbulkan jalan angkut terhadap roda/ ban alat angkut tersebut.

Lebar jalan angkut dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (*Yanto Indonesianto, Ir., M.Sc 2009*):

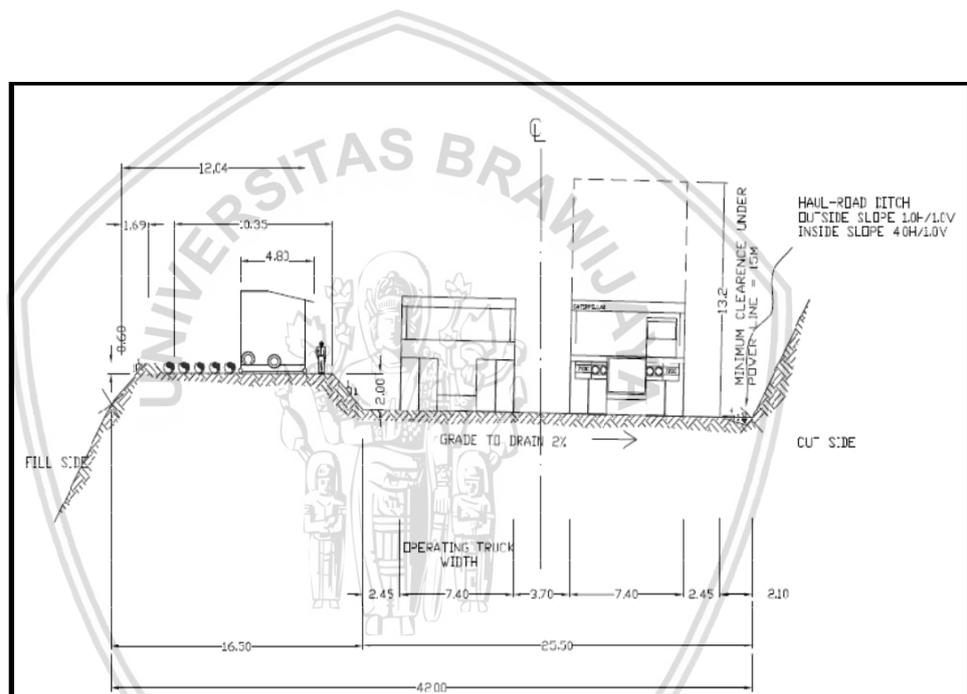
$$L = n \cdot W_t + (n+1) \left(\frac{1}{2} \cdot W_t \right) \quad (2.4)$$

Di mana :

L = Lebar jalan angkut minimum (meter)

n = Jumlah jalur jalan angkut

W_t = Lebar alat angkut total (meter)



Gambar 2.5 : Penampang Melintang Rancangan Lebar Jalan Angkut Dua Jalur

2.7.3.2 Kemiringan (*Grade*) Jalan Angkut

Kemiringan jalan angkut berhubungan langsung dengan kemampuan alat angkut baik dalam mengatasi tanjakan maupun dalam pengereman pada saat alat angkut berisi muatan maupun dalam keadaan kosong. Kemiringan jalan angkut dinyatakan dalam persen (%). Dalam pengertiannya kemiringan (α) 1 % berarti jalan tersebut naik atau turun 1 meter atau 1 ft untuk setiap jarak mendatar sebesar 100 meter atau 100 ft.

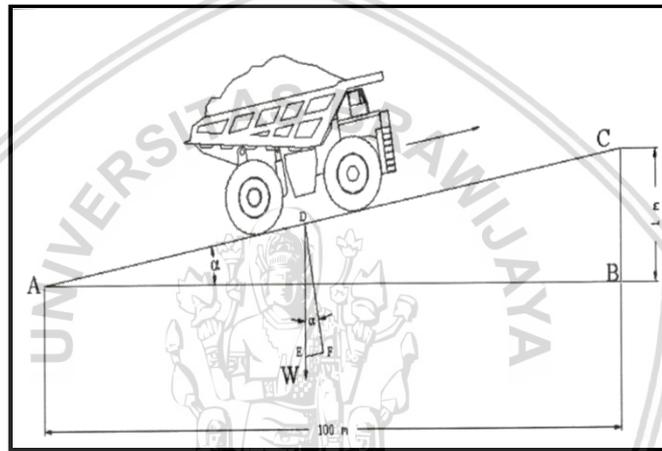
Kemiringan (*grade*) dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Yanto Indonesianto, Ir., M.Sc 2009):

$$\text{Grade} = \frac{\Delta h}{\Delta x} \times 100\% \quad (2.5)$$

Di mana :

Δh = Beda tinggi antara dua titik yang diukur

Δx = jarak datar antara dua titik yang diukur



Gambar 2.6 : Kemiringan (*Grade*) Jalan Angkut 1 %

2.7.3.3 Jarak Angkut (*Distance*)

Jarak angkut juga harus diperhatikan dalam menentukan kecepatan laju alat angkut tersebut. Kecepatan laju alat angkut makin cepat, maka produksi (*output*) alat angkut semakin besar pula. Sebaiknya *loading point* jaraknya tidak terlalu jauh dari tempat *dumping point*nya.

2.7.4 Ketersediaan Alat

Salah satu hal yang mempengaruhi produksi dari alat angkut dalam operasi penambangan adalah masalah kesediaan (*availability*) alat. Kesediaan alat merupakan faktor yang menunjukkan kondisi alat angkut yang digunakan dalam melakukan pekerjaan dengan memperhatikan kehilangan waktu selama

waktu kerja dari alat yang tersedia. Untuk itu perlu diperhatikan faktor - faktor sebagai berikut:

2.7.5 Kesiediaan Mekanis (*Mechanical Availability*)

Kesiediaan mekanis adalah faktor yang menunjukkan kesiediaan alat untuk melakukan pekerjaan dengan memperhitungkan waktu yang hilang karena kerusakan atau gangguan yang terjadi pada alat tersebut (*mechanical reason*). Kesiediaan mekanis merupakan perbandingan waktu kerja alat dengan jumlah waktu kerja alat dan waktu perbaikan alat.

Persamaan untuk kesiediaan mekanis (*mechanical availability*) adalah sebagai berikut (Yanto Indonesianto, Ir., M.Sc 2009) :

$$MA (\%) = \frac{W}{W+R} \times 100\% \quad (2.6)$$

Di mana :

MA = *Mechanical availability* (%)

W = *Working hours*

R = *Repair hours*

Working hours didefinisikan sebagai waktu yang dihitung dari operator/ crew berada pada suatu alat dan alat tersebut berada dalam kondisi *operable* (siap digunakan untuk beroperasi), dan termasuk di dalamnya adalah *delay time* yaitu waktu - waktu untuk pulang pergi ke *front* kerja, pindah tempat, pelumasan dan pengisian bahan bakar, waktu untuk menunggu peledakan dan lain-lain.

Repair hours atau jumlah jam untuk perawatan merupakan waktu untuk perbaikan dan waktu yang hilang karena menunggu saat perbaikan termasuk juga waktu untuk penyediaan suku cadang (*spare parts*) serta waktu untuk perawatan preventif.

2.7.6 Ketersediaan Fisik (*Physical Availability*)

Ketersediaan fisik merupakan catatan operasional dari alat, dan menunjukkan apa yang sudah dilakukan selama waktu - waktu yang lampau. Ketersediaan fisik merupakan perbandingan waktu kerja yang tersedia dengan waktu kerja yang telah dijadwalkan. Di mana waktu kerja yang tersedia mencakup waktu kerja alat (*working hours*) dan *standby hours*. Kemudian waktu kerja yang telah direncanakan mencakup *working hours* dan *repair hours* ditambah dengan *standby hours*. Persamaan tersebut adalah sebagai berikut (*Yanto Indonesianto, Ir., M.Sc 2009*) :

$$PA (\%) = \frac{W+S}{W+R+S} \times 100\% \quad (2.7)$$

Di mana :

PA = *Physical availability* (%)

W = *Working hours*

R = *Repair hours*

S = *Standby hours*

Standby hours adalah waktu di mana alat siap dipakai (tidak rusak), tetapi karena satu dan lain hal tidak dipergunakan ketika operasi penambangan sedang berlangsung. Waktu *standby hours* adalah waktu ketika hujan deras, ketika terjadi kabut dan adanya kerusakan pada *crusher*.

2.7.7 Used of Availability

Menunjukkan berapa persen waktu yang digunakan oleh suatu alat untuk beroperasi pada saat dapat digunakan (*available*). Persamaannya adalah sebagai berikut (*Yanto Indonesianto, Ir., M.Sc 2009*) :

$$UA (\%) = \frac{W}{W+S} \times 100\% \quad (2.8)$$

Di mana :

$UA = \text{Used of availability (\%)}$

$W = \text{Working hours}$

$S = \text{Standby hours}$

Dari *used of availability* dapat diketahui apakah suatu pekerjaan berjalan dengan efisien atau tidak dan pengelolaan alat berjalan dengan baik atau tidak.

2.7.8 *Effective Utilization*

Penggunaan efektif menunjukkan berapa persen dari waktu yang digunakan oleh alat untuk bekerja dalam seluruh waktu kerja yang telah dijadwalkan. *Effective utilization* merupakan faktor kerja atau efisiensi alat, semakin tinggi nilai dari penggunaan efektif maka pemakaian alat akan semakin baik. Persamaan dari faktor ini adalah sebagai berikut (Yanto Indonesianto, Ir., M.Sc 2009) :

$$EU = \frac{W}{W+R+S} \times 100\% \quad (2.9)$$

Di mana :

$EU = \text{Effektive utilization (\%)}$

$W = \text{Working hours}$

$R = \text{Repair hours}$

$S = \text{Standby Hours}$

2.7.9 Waktu Edar (*Cycle Time*) Alat Angkut

Waktu edar adalah waktu yang digunakan oleh alat mekanis untuk melakukan satu siklus kegiatan. Setiap alat memiliki komponen waktu edar yang berlainan. Besar kecilnya waktu edar tergantung pada komponen yang ada

dan waktu yang diperlukan oleh masing-masing komponen tersebut. Waktu edar tersebut dapat diketahui dengan melakukan pengamatan di lapangan.

Waktu edar atau *cycle time haul truck* pada tambang batubara di PT. X terdiri dari komponen *fix time* dan *travel time*.

Persamaan dari waktu edar tersebut adalah sebagai berikut (Yanto Indonesianto, Ir., M.Sc 2009)

$$\text{Cycle Time (CT) (min)} = \text{Fix Time} + \text{Travel Time} \quad (2.10)$$

Dimana:

$$\text{Fix Time (min)} = \text{Spotting} + \text{Loading} + \text{Queuing} + \text{Dumping} \quad (2.11)$$

Dan

$$\text{Travel Time (min)} = \text{Load Haul} + \text{Empty Haul} \quad (2.12)$$

Spotting = Waktu mengambil posisi pemuatan

Queuing = Waktu menunggu pemuatan

Loading = Waktu pemuatan

Load haul = Waktu pengangkutan bermuatan

Dumping = Waktu penumpahan

Empty haul = Waktu kembali kosong

2.7.10 Produktivitas *Excavator*

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi produktivitas *excavator*, yaitu:

1. Jenis pekerjaan dan jenis tanah salah satu faktor dari keadaan pekerjaan yang berpengaruh. Jarak pembuangan dan kemampuan operator mengendalikan alat berat juga berpengaruh.

2. Keadaan mesin, alat berat yang dipakai harus di cek secara berkala. Tidak hanya itu kapasitas bucket dan alat pelengkap yang dipakai dianjurkan sesuai dengan pekerjaan yang dilakukan.
3. Kapasitas pengangkatan, hal ini berpengaruh pada kedalaman pemotongan dan sudut *swing*. Lamanya siklus dapat dipengaruhi oleh kondisi pengisian *bucket*, dengan mengisi *bucket* hingga penuh dengan beberapa kali gerakan atau mengisi dan membawa *bucket* berisi material yang seadanya dari hasil satu gerakan.

- Produksi kerja Excavator

Kapasitas Produksi (Rochmanhadi,1985)

$$KP = \frac{kb \times k \times 3600 \times E}{Ct} \quad (2.13)$$

Dimana:

- KP = Produksi per jam (m³/jam)
- Ct = *Cycle Time* (detik)
- Kb = Kapasitas *Bucket* (m³)
- E = Faktor efisiensi
- k = Faktor *Bucket*

- Perhitungan Waktu Siklus (*Cycle Time*)

Tabel 2.2 : Waktu standard siklus untuk Excavator Backhoe

Model	Range	Swing angle		Model	Range	Swing angle	
		45° ~ 90°	90° ~ 180°			45° ~ 90°	90° ~ 180°
PC78		10 ~ 13	13 ~ 16	PC270, PC290		15 ~ 18	18 ~ 21
PW148		11 ~ 14	14 ~ 17	PC300, PC350		15 ~ 18	18 ~ 21
PC130, PC138US		11 ~ 14	14 ~ 17	PC400, PC450		16 ~ 19	19 ~ 22
PC160		13 ~ 16	16 ~ 19	PC600, PC700		17 ~ 20	20 ~ 23
PW160, PW180		13 ~ 16	16 ~ 19	PC750, PC800, PC850		18 ~ 21	21 ~ 24
PC190		13 ~ 16	16 ~ 19	PC1250		22 ~ 25	25 ~ 28
PC200, PC210, PC228US		13 ~ 16	16 ~ 19	PC2000		24 ~ 27	27 ~ 30
PW200, 220		14 ~ 17	17 ~ 20				
PC220, PC230, PC240		14 ~ 17	17 ~ 20				

Sumber : Komatsu, S. (2013)

2.7.11 Produktivitas *Dump Truck*

Menghitung siklus dumptruck didapat dengan menghitung waktu-waktu yang diperlukan, yaitu:

1. Waktu muat, yaitu waktu yang diperlukan untuk memuat material ke dalam *dump truck*.
2. Waktu angkut material keadaan isi dan kembali pada keadaan kosong
3. Waktu bongkar muatan di daerah bongkaran
4. Waktu yang di butuhkan untuk mengambil posisi dimuati dan untuk *excavator* memuati *dumptruck*.

- Produktifitas Kerja *Dump truck*

$$KP = \frac{q \times 60 \times E}{Ct} \quad (2.14)$$

$$Ct = T1 + T2 + \text{waktu muat (cms)} + \text{waktu dumping} \quad (2.15)$$

$$Cms = \frac{\text{Kapasitas Dumptruck}}{\text{kapasitas bucket}} \times \frac{\text{waktu siklus excavator}}{60} \quad (2.16)$$

$$T1 = \frac{\text{jarak}}{\text{kecepatan isi Dumptruck}} \times 60 \quad (2.17)$$

$$T1 = \frac{\text{jarak}}{\text{kecepatan kosong Dumptruck}} \times 60 \quad (2.18)$$

Dimana:

KP = Produksi per jam (m³/jam)

Ct = *Cycle Time* (detik)

q = Kapasitas efektif dump truck(m³)

E = Faktor efisiensi

T1 = waktu tempuh isi (menit)

$T_2 =$ Waktu Tempuh Kosong (menit)

- **Nilai Kecepatan dari Nilai Ketahanan**

Nilai ketahanan terdiri dari ketahanan kemiringan dan tahanan gelinding.

1. Tahanan kemiringan, kemiringan didapat dari perbedaan tinggi dari elevasi titik awal menuju elevasi titik akhir. Untuk menghitung tahanan kemiringan yaitu perbedaan tinggi rata-rata dibagi dengan jarak dari titik awal ke titik tujuan.
2. Tahanan Gelinding

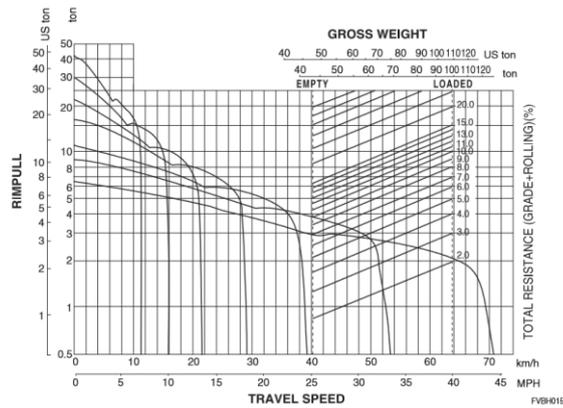
Tabel 2.3: Tahanan Gelinding

Kondisi jalan kerja	Tahanan Gelinding
Terpelihara baik, permukaan rata dan keras secara baik dan rutin dibahasi, tidak ambles karena berat kendaraan.	2%
Sama seperti di atas, tetapi agak ambles karena berat kendaraan.	3,5%
Kurang terpelihara, tidak pernah dibahasi, jalan ambles karena berat kendaraan.	5%
Kurang terpelihara sama sekali, dasar jalan tidak dipadatkan, mudah terbentuk jejak kendaraan/berlubang.	8%
Pasir lepas atau kerikil.	10%
Tidak terpelihara sama sekali, lunak, berlumpur, dan berlubang.	15% - 20%

Sumber: Rochmanhadi (1985)

- **Nilai Kecepatan**

Nilai total tahanan didapat dari nilai tahanan gelinding ditambahkan tahanan kemiringan. Dari total tahanan dapat diketahui kecepatan dengan menggunakan grafik tampilan pada gambar 2.7 untuk menyesuaikan kecepatan dengan kenyataan sebenarnya harus dikalikan dengan faktor kecepatan.



Gambar 2.7: Grafik Tampilan (*Performance Curve*) untuk *Dumptruck HD465*
 Sumber: Komatsu, S. (2013)

2.8. Biaya Alat Berat

Biaya alat berat dapat dibagi dalam dua kategori, yaitu biaya kepemilikan alat dan biaya pengoperasian alat. Perusahaan yang memiliki alat berat harus menanggung biaya yang disebut biaya kepemilikan alat berat (*ownership cost*). Pada saat alat berat dioperasikan maka akan ada biaya pengoperasian (*operation cost*).

Biaya alat berat terdiri dari biaya Kepemilikan dan biaya operasional.

A. Biaya Kepemilikan

Merupakan biaya Kepemilikan alat, yang dihitung sebagai berikut:

$$G = E + F = \frac{(B-C)xD}{W} + \frac{Ins B}{W} \quad (2.19)$$

(PermenPUPR 28/2016)

- G Biaya Kepemilikan per jam (rupiah/jam)
- B Harga alat berat pokok (rupiah)
- C Nilai Ban
- D Nilai jual kembali
- E Nilai sisa alat tiap jamnya (rupiah/jam)
- F Biaya angsuran, pajak per tahun = $Ins \times B$
- Ins Faktor angsuran (tingkat tahunan dan biaya faktor modal)
- W Jumlah jam kerja alat dalam satu tahun

B. Biaya operasi

1. Biaya bahan bakar (H)

Biaya bahan bakar yang dikeluarkan tiap alat berat berbeda/ Bahan bakar yang digunakan biasanya menggunakan bensin atau solar. Biaya bahan bakar dihitung berdasarkan tenaga mesin penggerak.

$$H = (12,00 \text{ s/d } 15,00)\% \times \text{HP} \quad (2.20)$$

(PermenPUPR 28/2016)

H = banyaknya bahan bakar yang digunakan dalam 1 jam dengan satuan liter/jam

HP = Horse Power , kapasitas tenaga mesin penggerak

12,00% untuk alat yang bertugas ringan

15,00% untuk alat yang bertugas berat

2. Biaya operator (L)

Besar biaya yang dikeluarkan untuk operator berbeda tergantung dari kontrak kerja, lokasi pekerjaan dan peraturan yang ada di lokasi pekerjaan. Besarnya uang yang harus dibayarkan untuk operator per km kerjanya (Rp/jam)

3. Biaya minyak pelumas (I)

Banyaknya biaya pelumas yang digunakan dihitung berdasarkan dengan kapasitas tenaga mesin.

$$I = \text{Engine Oil} + \text{Transmission Oil} + \text{Finaldrive Oil} + \text{Hydraulic Oil} + \text{Grease} \quad (2.21)$$

(Hasil Data Lapangan)

I = banyaknya minyak pelumas yang dipakai dalam 1 jam dengan satuan liter/jam

Engine Oil = Oli untuk mesin

Transmission Oil	= Oli untuk transmission
Finaldrive Oil	= Oli untuk penggerak Ban
Hydraulic Oil	= Oli untuk Hidrolik
Grease	= Pelumas

4. Biaya perbaikan (K)

Biaya perbaikan terdiri dari biaya penggantian ban, komponen yang aus, accu dan penggantian suku cadang. Biaya perbaikan dihitung dengan menggunakan rumus:

$$opK = (12,5 \text{ s/d } 17,5)\% \times B/W \quad (2.22)$$

(PermenPUPR 28/2016)

B = harga pokok alat setempat

W = jumlah jam kerja alat dalam satu tahun

12,5% untuk pemakaian ringan

17,5% untuk pemakaian berat

Biaya operasi (P) = H + I + K + L

2.9. TALPAC (*Truck and Loader Produktivity Analysis and Costing*)

2.9.1 Pengertian TALPAC

TALPAC merupakan suatu aplikasi software komputer yang digunakan untuk memperkirakan produksi dan keekonomisan sistem pengangkutan dari *truck* dan *loader* yang diterapkan di lapangan. *TALPAC* mempelajari tentang faktor penting yang mempengaruhi produksi dan sensitivitas dari faktor produksi tersebut. *TALPAC* digunakan untuk merencanakan jalur pengangkutan yang akan digunakan oleh truk, dimana truk atau sejumlah truk beroperasi dan batasan dari pengoperasiannya (misalnya batas kecepatan truk).

TALPAC merupakan program yang menggunakan *database* di mana di dalamnya terdapat data tentang unjuk kerja (*performance*) dari alat angkut yang digunakan, profil pengangkutan, analisis produksi, analisis pengangkutan,

tenaga penggerak, *payload* dan sebagainya. Hasil dari simulasi tersebut memberikan informasi tentang waktu tempuh, jarak tempuh, konsumsi bahan bakar dan informasi tentang biaya.

2.9.2 Fungsi TALPAC

Berikut ini adalah beberapa bentuk penerapan *TALPAC* :

1. Untuk menghitung waktu tempuh alat angkut pada suatu simulasi profil pengangkutan.
2. Memperkirakan kemampuan produksi untuk *study* perencanaan jangka pendek dan jangka panjang.
3. Memperkirakan dan membandingkan produksi dengan menggunakan beberapa metode pemuatan untuk menentukan teknik pemuatan yang optimal.
4. Memperkirakan biaya pada suatu perencanaan profil pengangkutan.
5. Memperkirakan penggunaan bahan bakar (*fuel usage*).

Dari kelima fungsi *TALPAC* tersebut yang diterapkan pada penelitian ini yaitu hanya nomor 1 sedangkan nomor 1, 2, 3, 4 dan 5 tidak diteliti.

2.9.3 Sistem Pengangkutan TALPAC

Sistem pengangkutan di dalam program *TALPAC* merupakan sistem yang terdiri dari beberapa komponen yang menyusunnya yaitu :

1. Jenis material (*material types*)

Terdapat keterangan jenis material yang diangkut dan karakteristik sifat fisik material seperti kerapatan, faktor pengembangan dan faktor pengisian.

2. Gilir kerja (*work roster*)

Menunjukkan jumlah *shift* tiap hari kerjanya dan lama waktu tiap *shift* kerjanya.

3. Data alat muat (*loading unit*)

Memuat keterangan tentang alat muat yang digunakan, spesifikasi alat, jenis alat, jumlah alat, kinerja dan biayanya.

4. Data alat angkut (*hauling unit*)

Memuat keterangan tentang alat angkut yang digunakan, spesifikasi alat, jenis alat, jumlah alat, kinerja dan biayanya.

5. Siklus pengangkutan (*haulage cycle*)

1. Segmen jalur pengangkutan (*haule route segment*) secara sederhana dapat diartikan sebagai jalan dari pengangkutan yang digunakan untuk tujuan analisi waktu tempuh, di mana pada setiap segmen jalur pengangkutan terdapat keterangan jarak mendatar (*distance*), kemiringan jalan (*grade*), tahanan gulir (*rolling resistance*) dan batasan kecepatan yang diinginkan.
2. Hal - hal yang berkaitan dengan waktu tetap (*fix time*) yaitu: *spotting, queuing, loading* dan *dumping*.

Hubungan dari kelima komponen tersebut dalam suatu profil pengangkutan *TALPAC* dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 2.8 : Komponen Haulage System *TALPAC*

2.10. Langkah – Langkah Pengerjaan Skripsi

Adapun langkah – langkah pengerjaan skripsi yaitu sebagai berikut :

1. Mengambil data pada Lapangan, yaitu :
 - a. 2 *call point* (Koordinat X, Y dan Z)
 - b. % *grade* jalan
 - c. *Distance* (jarak tempuh tiap % *grade* jalan)
 - d. *Cycle time*
 - e. *Pay load*
 - f. *Loading point and dumping point*
 - g. *Working hours, repair hours and standby hours*
 - h. Ketersediaan Mekanis (*mechanical availability*)
 - i. Ketersediaan Fisik (*physical availability*)
 - j. *Used of availability*
 - k. *Effective utilization*
2. Pengerjaan dengan *Software TALPAC*, yaitu :
 - a. Memasukkan data sesuai yang di dapatkan di lapangan
 - b. Mengatur komponen di dalam *TALPAC* yaitu payload, jenis alat angkut, jenis alat muat, jenis material, tonnes, efh, distance dan roster
3. Formula Ms. Exel dengan pengerjaannya yaitu sebagai berikut :
 - a. Memasukkan nilai kecepatan tiap *grade* jalan yang baru
 - b. Memasukkan data *Profiles* jalan dari *loading point* ke *dumping point*
 - c. Menjalankan *Ms. Excel* sesuai dengan rumus yang ada pada *Buku Panduan Komatsu*
4. Menghitung biaya yang akan digunakan pada setiap perencanaan alat *Hauling*.

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN



BAB III

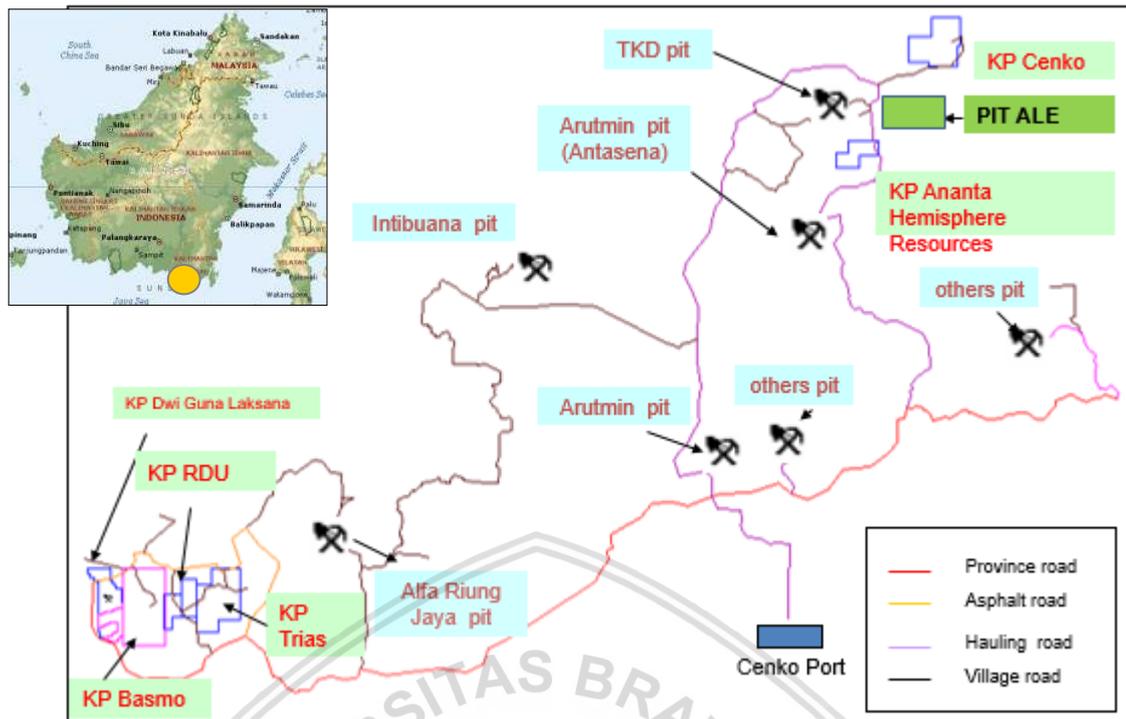
METODOLOGI PENELITIAN

Perencanaan jumlah kebutuhan alat angkut di PT. X menggunakan *software* komputer yaitu *TALPAC (Truck And Loader Produktivity Analysis Costing)*. Perencanaan yang baik akan didapatkan jika produksi sesungguhnya berdekatan/*close* dengan produksi yang telah diperhitungkan atau direncanakan sebelumnya. Oleh sebab itu perlu dilakukan suatu analisis perbandingan produksi alat angkut antara hasil simulasi program *TALPAC* dengan kondisi aktualnya di lapangan.

Penelitian di sini lebih ditekankan terhadap data *input* untuk simulasi program *TALPAC* yaitu data parameter kecepatan untuk mendapatkan waktu tempuh dari alat angkut, di mana akan dianalisis kecepatan alat angkut pada kondisi musim kering/*dry season*.

Lokasi Penelitian

PT. X adalah perusahaan kontraktor dan pertambangan yang beroperasi di Desa Riam Andungan Kecamatan Kintap, Kabupaten Tanah Laut, Kalimantan Selatan dengan letak astronomis diantara Lintang $S3^{\circ}43'06.47796''$ dan Bujur $E115^{\circ}11'39.7121$. PT. X menandatangani kontrak karya pada Januari 2010 untuk luas lahan sebesar 273,49 Ha pada Gambar 3.1.

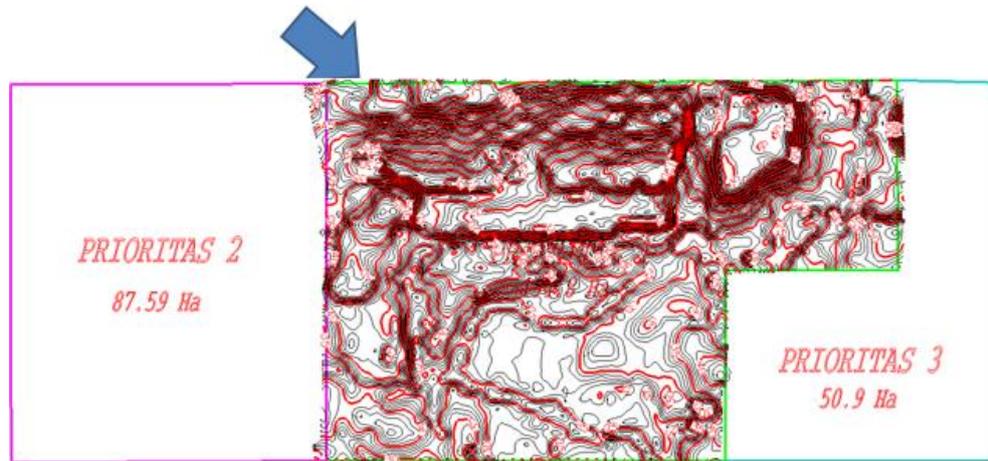


Gambar 3.1 : Peta Lokasi Pertambangan

Lokasi penambangan yang ditinjau sendiri berada pada PIT ALE yang berada pada timur laut peta lokasi pertambangan.

3.1.1. Keadaan Topografi

Pada PIT ALE sendiri terdapat tiga lokasi penambangan, yakni daerah prioritas 1 yang sedang dikerjakan memiliki luasan 135 Ha, prioritas 2 sebesar 87.59 Ha dan prioritas 3 sebesar 50.9 Ha. PIT ALE yang diteliti sendiri adalah daerah prioritas 1 dengan panjang 385 meter dan lebar 990 meter, *Side Wall*, *High Wall* sebesar 60 derajat dan *Base Elevation* -72 meter.



Gambar 3.2 : Lokasi Area Penambangan PIT ALE



Gambar 3.3 : Kondisi PIT ALE Penambangan batubara

Kegiatan utama penambangan yang dilakukan di PIT ALE adalah kegiatan pemberaian material (pemboran dan peledakan), pemuatan (*loading*) dan pengangkutan (*hauling*) material.

3.2 Alat Angkut Yang Digunakan

Alat angkut yang dipakai sebagai objek pengukuran di PT. X adalah *Haul Truck type HD465* sebanyak 5 unit dan *Haul Truck type HD785* sebanyak 3 unit dengan jumlah total 8 *Haul Truck*. Di mana waktu tempuh dari alat angkut ini diukur perjarak angkut yang telah ditentukan pada segmen / grade jalan tertentu untuk selanjutnya dihitung dari kecepatan alat angkut tersebut.

3.3 Penentuan Lokasi Penelitian

Pengamatan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah pengamatan terhadap kecepatan aktual lapangan *Haul Truck* pada segmen / *grade* jalan tertentu. Lokasi pengamatan dipilih berdasarkan segmen - segmen kemiringan jalan yang ada pada lokasi kegiatan penambangan PT. X dengan meninjau langsung keadaan lokasi yang kemudian didapatkan 2 titik dengan kordinat X, Y dan Z yang berbeda sesuai jarak yang dihubungkan dengan garis menjadi satu segmen yang memiliki *grade* tertentu.

Kemudian dari pemilihan segmen - segmen jalan dari *lapangan* di masukkan ke *Software TALPAC* menjadi dua buah titik *call point* yang aktif. Koordinat dua buah titik, jarak antar keduanya dan perbedaan kemiringan dapat diketahui melalui informasi yang didapat di lapangan. Data segmen / *grade* jalan pada lokasi penelitian di lapangan :



LOKASI I

Tabel 3.1 : Lokasi Disposal 1

Seg	Jarak	Grade %	RR	Angle	Elevasi
1	110,74	-5,4%	5%	0	(6,02)
2	10,18	-5,3%	3,00%	6	(0,54)
3	30,34	-5,2%	3,00%	0	(1,58)
4	6,57	-5,1%	3,00%	-13	(0,34)
5	32,20	-5,0%	3,00%	0	(1,60)
6	3,49	-5,0%	3,00%	-8	(0,17)
7	47,75	-5,0%	3,00%	0	(2,39)
8	1,54	-3,7%	3,00%	-15	(0,06)
9	12,89	-2,4%	3,00%	0	(0,31)
10	2,40	-3,9%	3,00%	-23	(0,09)
11	41,81	-5,2%	3,00%	0	(2,17)
12	13,85	-5,6%	3,00%	16	(0,77)
13	114,21	-5,6%	3,00%	0	(6,36)
14	43,04	-5,7%	3,00%	4	(2,45)
15	43,04	-5,7%	3,00%	0	(2,45)
16	43,04	-5,7%	3,00%	6	(2,45)
17	65,28	-0,6%	3,00%	0	(0,41)
18	8,50	-3,3%	3,00%	9	(0,28)
19	71,16	-6,1%	3,00%	0	(4,35)
20	21,95	-6,4%	3,00%	-8	(1,41)
21	29,25	-5,0%	3,00%	0	(1,48)
22	10,71	-8,7%	3,00%	-8	(0,93)
23	46,38	-12,9%	3,00%	0	(5,99)
24	5,64	-10,1%	3,00%	-14	(0,57)
25	63,29	-7,2%	3,00%	0	(4,57)
26	5,97	-5,7%	3,00%	20	(0,34)
27	44,17	-4,0%	3,00%	0	(1,77)
28	4,80	-2,2%	3,00%	15	(0,11)
29	10,89	0,0%	3,00%	0	-
30	4,52	2,7%	3,00%	-8	0,12
31	57,21	4,7%	3,00%	0	2,67
32	8,86	7,0%	3,00%	-15	0,62
33	28,65	9,1%	3,00%	0	2,61
34	10,16	5,5%	3,00%	-18	0,56
35	19,19	-10,75%	3,00%	0	(2,06)
36	19,19	-10,75%	3,00%	-36	(2,06)
37	19,19	-10,75%	3,00%	0	(2,06)
38	19,19	-10,75%	3,00%	-15	(2,06)
39	19,19	-10,75%	3,00%	0	(2,06)
40	19,19	-10,75%	3,00%	-48	(2,06)
41	19,19	-10,75%	3,00%	0	(2,06)
42	19,19	-10,75%	3,00%	31	(2,06)
43	19,19	-10,75%	3,00%	0	(2,06)
44	19,19	-10,75%	3,00%	34	(2,06)
45	19,19	-10,75%	3,00%	0	(2,06)
46	19,19	-10,75%	3,00%	-23	(2,06)
47	18,48	-1,00%	3,00%	0	(0,18)
48	18,48	-1,00%	3,00%	52	(0,18)
49	18,48	-1,00%	3,00%	0	(0,18)
50	18,48	-1,00%	3,00%	41	(0,18)
51	18,48	-1,00%	3,00%	0	(0,18)
52	18,48	-1,00%	3,00%	-14	(0,18)
53	82,16	12,02%	3,00%		9,87
54	82,16	12,02%	3,00%	33	9,87
55	21,52	8,94%	3,00%		1,92
56	21,52	8,94%	3,00%	-14	1,92
57	21,52	8,94%	3,00%		1,92
58	21,52	8,94%	3,00%	27	1,92
59	21,52	8,94%	3,00%		1,92
60	21,52	8,94%	3,00%	-29	1,9
61	122,94	-7,85%	5,00%	0	-9,65

LOKASI II

Tabel 3.2 : Lokasi Disposal 2

Seg	Jarak	Grade %	RR	Angle	Elevasi
1	122,94	-7,85%	5,00%	0	-9,65
2	21,52	8,94%	3,00%	-29	1,9
3	21,52	8,94%	3,00%		1,92
4	21,52	8,94%	3,00%	27	1,92
5	21,52	8,94%	3,00%		1,92
6	21,52	8,94%	3,00%	-14	1,92
7	21,52	8,94%	3,00%		1,92
8	82,16	12,02%	3,00%	33	9,87
9	82,16	12,02%	3,00%		9,87
10	18,48	-1,00%	3,00%	-14	(0,18)
11	18,48	-1,00%	3,00%	0	(0,18)
12	18,48	-1,00%	3,00%	41	(0,18)
13	18,48	-1,00%	3,00%	0	(0,18)
14	18,48	-1,00%	3,00%	52	(0,18)
15	18,48	-1,00%	3,00%	0	(0,18)
16	19,19	-10,75%	3,00%	-23	(2,06)
17	19,19	-10,75%	3,00%	0	(2,06)
18	19,19	-10,75%	3,00%	34	(2,06)
19	19,19	-10,75%	3,00%	0	(2,06)
20	19,19	-10,75%	3,00%	31	(2,06)
21	19,19	-10,75%	3,00%	0	(2,06)
22	19,19	-10,75%	3,00%	-48	(2,06)
23	19,19	-10,75%	3,00%	0	(2,06)
24	19,19	-10,75%	3,00%	-15	(2,06)
25	19,19	-10,75%	3,00%	0	(2,06)
26	19,19	-10,75%	3,00%	-36	(2,06)
27	19,19	-10,75%	3,00%	0	(2,06)
28	10,16	5,5%	3,00%	-18	0,56
29	28,65	9,1%	3,00%	0	2,61
30	8,86	7,0%	3,00%	-15	0,62
31	57,21	4,7%	3,00%	0	2,67
32	4,52	2,7%	3,00%	-8	0,12
33	10,89	0,0%	3,00%	0	-
34	4,80	-2,2%	3,00%	15	(0,11)
35	44,17	-4,0%	3,00%	0	(1,77)
36	5,97	-5,7%	3,00%	20	(0,34)
37	63,29	-7,2%	3,00%	0	(4,57)
38	5,64	-10,1%	3,00%	-14	(0,57)
39	46,38	-12,9%	3,00%	0	(5,99)
40	10,71	-8,7%	3,00%	-8	(0,93)
41	29,25	-5,0%	3,00%	0	(1,48)
42	21,95	-6,4%	3,00%	-8	(1,41)
43	71,16	-6,1%	3,00%	0	(4,35)
44	8,50	-3,3%	3,00%	9	(0,28)
45	65,28	-0,6%	3,00%	0	(0,41)
46	44,68	-5,2%	3,00%	157	(2,34)
47	44,68	-5,2%	3,00%	0	(2,34)
48	44,68	-5,2%	3,00%	16	(2,34)
49	44,68	-5,2%	3,00%	0	(2,34)
50	6,74	-5,9%	3,00%	-35	(0,40)
51	10,03	0,0%	3,00%	0	-
52	5,46	-4,7%	3,00%	34	(0,26)
53	123,38	-7,9%	5,00%	0	(9,74)

3.4 Pengolahan Data Waktu Tempuh (*Travel Time*)

Dengan waktu tempuh yang telah diketahui antara dua buah titik *call point* pada segmen jalan yang telah ditentukan, dan jarak yang telah diketahui juga maka kecepatan dari alat angkut tersebut dapat kita hitung. Kecepatan merupakan hasil bagi antara jarak yang ditempuh oleh alat angkut dengan waktu yang diperlukan untuk menempuh dari jarak tersebut.

Kondisi bermuatan yaitu apabila suatu alat angkut melakukan perjalanan dari *loading point* menuju ke daerah *dumping point* (*crusher* ataupun *waste dump*), dan untuk kondisi tidak bermuatan adalah sebaliknya.

Berikut ini adalah contoh perhitungan kecepatan dari *Haul Truk* (HT) dengan menggunakan rumus kecepatan pada saat kondisi musim kering yang bermuatan pada segmen jalan dengan *grade* -0.3 :

Jarak mendatar (s) = 294 meter

Waktu tempuh (t) = 24 detik

Maka kecepatan dari *Haul Truk* (HT) HD465 adalah sebagai berikut:

$$v = \frac{s}{t} \times \frac{3600}{1000} = \frac{294}{24} \times \frac{3600}{1000} = 44 \frac{\text{km}}{\text{jam}}$$

Dari perhitungan kecepatan maksimal di lapangan maka didapatkan kecepatan maksimal yaitu 44 km/ jam sedangkan kecepatan yang ditolerir untuk K3 yaitu 40 km/ jam. Tetapi karena untuk menekan waktu edar/ *cycle time* yang akan berhubungan dengan produksi maka disarankan kecepatan maksimalnya yaitu 44 km/ jam.

Dengan menggunakan rumus tersebut, perhitungan selanjutnya dapat dibantu dengan program *Microsoft Office Excel* agar lebih sederhana. Perhitungan dilakukan pada tiap segmen jalan yang telah kita tentukan sebelumnya baik untuk kondisi bermuatan dan tidak bermuatan.

Dari sekian banyak kecepatan yang didapatkan pada masing - masing segmen jalan tersebut, maka untuk mempermudah pencarian kecepatan optimum yang akan digunakan untuk perhitungan selanjutnya, dilakukan pengolahan data secara statistik dengan distribusi tunggal untuk mencari nilai mode. Yaitu suatu kecepatan yang memiliki frekuensi tertinggi atau sering muncul pada distribusi tersebut.

3.5 Perhitungan Kebutuhan Alat Angkut *TALPAC*

Prosedur perhitungan truck dengan menggunakan software *TALPAC* adalah sebagai berikut :

1. Setelah mendapatkan data aktual kecepatan maksimal pada tiap-tiap segmen / *grade* pengamatan, langkah selanjutnya adalah mengplotkan profil-profil jalan pengangkutan yang sudah ada .
2. Data yang sudah didapatkan di *running* pada *TALPAC input spreadsheet* dimana terlebih dahulu memasukan data inputan berupa kecepatan rata-rata pada *grade* jalan tertentu. Data output yang diperoleh selanjutnya diproses dengan menggunakan *software TALPAC (Truck and Loader Productivity Analisis and Costing)* untuk memperoleh waktu tempuh truk tiap profil jalan dalam satuan menit dan jarak tempuh per profil dalam satuan meter.
3. Maka perhitungan produksi alat angkut berdasarkan simulasi program *TALPAC* dapat dicari dengan menggunakan rumus seperti yang telah dipaparkan sebelumnya. *Cycle time* disini adalah gabungan antara waktu tetap (*fix time*) dan waktu tempuh (*travel time*), di mana komponen waktu tetap merupakan waktu nyata di lapangan yang diambil dari data.

Tabel 3.3 : Data Waktu Tetap

Hauler	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	2017
HD465											
N Sample HD465	1761	1259	2018	2603	3551	2100	3918	2153	2096	4314	25.773,00
Payload Act HD465	51,58	54,89	52,25	52,44	52,64	55,28	55,99	54,43	55,22	53,27	53,80
Empty Stop Time Act HD465	1,69	1,82	2,08	2,01	2,04	1,63	1,44	1,71	1,81	1,64	1,78
L-Ave Speed Act HD465	21,10	21,88	22,20	17,08	17,16	20,49	18,58	19,82	17,98	18,22	19,45
E-Ave Speed Act HD465	21,72	22,19	22,34	17,90	17,39	20,36	20,59	21,27	18,87	19,30	20,19
Distance Act HD465 M	1.453	1.615	1.807	1.148	1.062	1.301	1.155	1.133	1.061	1.085	1.282,1
Distance Act HD465 KM	1,45	1,62	1,81	1,15	1,06	1,30	1,16	1,13	1,06	1,09	1,28
Pdty BCM/Hr	93,9	94,8	84,9	95,0	98,1	103,4	109,5	108,2	106,9	104,5	98,8
HD785											
N Sample HD785	2264	3604	4916	4424	6810	5060	7441	5889	3331	4251	47.990,00
Payload Act HD785	97,44	98,09	97,32	97,19	96,36	99,44	97,78	99,25	96,81	96,00	97,57
Empty Stop Time Act HD785	1,09	1,32	1,23	1,34	1,27	1,14	1,26	1,18	0,99	0,93	1,17
L-Ave Speed Act HD785	24,36	25,27	22,33	20,55	18,85	21,57	21,48	20,35	15,27	19,77	20,98
E-Ave Speed Act HD785	26,84	27,45	24,27	21,96	18,67	20,14	20,04	21,40	19,21	21,60	22,16
Distance Act HD785 M	1.711	2.128	1.773	1.438	1.138	1.276	1.175	1.125	1.007	1.123	1.389
Distance Act HD785 KM	1,7	2,1	1,8	1,4	1,1	1,3	1,2	1,1	1,0	1,1	1,39
Pdty BCM/Hr	190,6	170,7	176,2	186,1	196,2	201,9	205,3	213,7	203,2	211,3	192,4

Perhitungan kebutuhan alat angkut dengan menggunakan program *TALPAC* oleh PT. X masih menggunakan data input parameter pada November tahun 2017, di mana parameter kecepatan yang digunakan tidak dibedakan atas kondisi perbedaan musim yang terjadi. Pada adalah data parameter kecepatan pada November tahun 2017, dan pada Tabel adalah data perhitungan biaya operasional alat berat pada November tahun 2017.

3.6 Alternatif

Alternatif yang digunakan pada perencanaan ini ada 2 jenis, yaitu :

1. Menggunakan kombinasi *Haul Truck* tipe *HD465* dan *Haul Truck* tipe *HD785*
2. Hanya menggunakan *Haul Truck* tipe *HD785*.

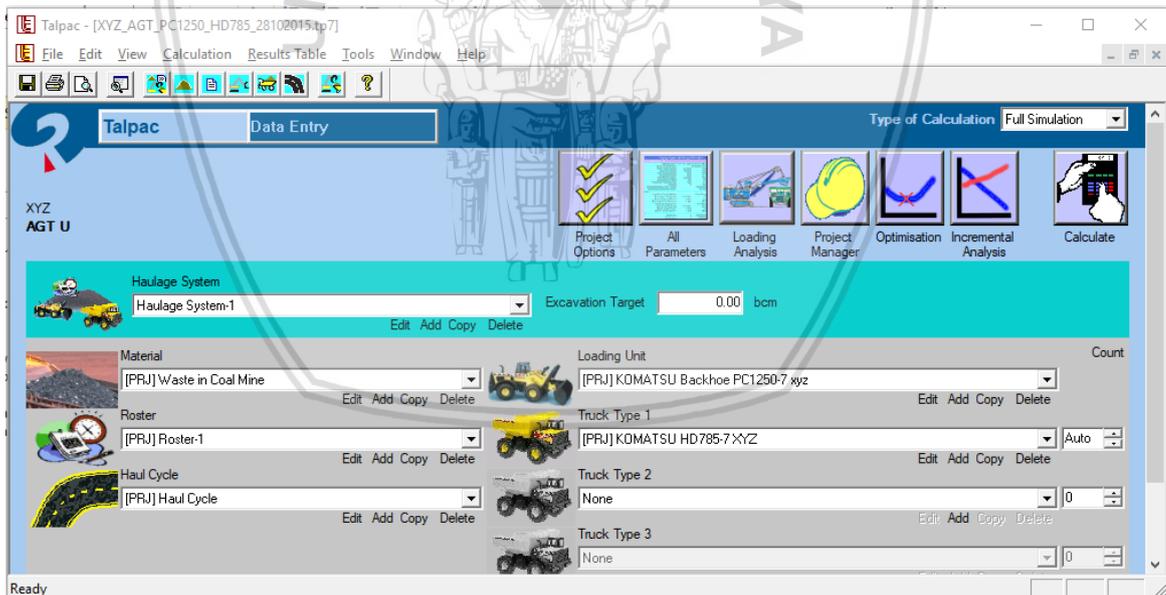
3.7 Rumus Perhitungan

Perhitungan dibagi menjadi 2 cara yaitu perhitungan manual menggunakan Ms. Excel dan perhitungan menggunakan *Software* TALPAC, berikut urutan pengerjaannya

3.7.1. TALPAC

Berikut adalah tahapan menggunakan TALPAC

1. Buka *Software* TALPAC



4. Masukan data jalan alat angkut ke *Haul Cycle* -> *Edit*

5. Masukan alat *Loading* dan alat *Hauling* yang akan digunakan / direncanakan ke *Loading Unit* -> *Edit* dan *Truck Type* -> *Edit*

6. Lalu Klik tombol Calculate maka akan keluar semua hasil perhitungan.

3.7.2. Ms. Excel

Perhitungan menggunakan Ms. Excel pada dasarnya adalah perhitungan manual yang di aplikasikan ke media Ms. Excel agar lebih mudah.

1. Pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini
2. Perhitungan pengembangan volume material (*swell*) dengan menggunakan rumus :

$$\% \text{ Swell} = \left(\frac{\text{density in bank} - \text{loose density}}{\text{loose density}} \right) \times 100.$$

$$\text{Swell Factor} = \frac{\text{loose density}}{\text{density in bank}}$$

Dikarenakan material yang digunakan hanya tanah sisa / *overburden or wasted* maka swell factor yang digunakan adalah 1,3 tonnes/cum dan loose density yang digunakan 1,62 tonnes/cum

3. Penentuan jalan angkut yang akan digunakan yang didapat dari data lapangan
- 4.
5. Perhitungan kemiringan / *Grade* jalan angkut yang dinyatakan dalam %. Dalam pengertiannya kemiringan (α) 1 % berarti jalan tersebut naik atau turun 1 meter atau 1 ft untuk setiap jarak mendatar sebesar 100 meter atau 100 ft. berikut rumus yang digunakan :

$$\text{Grade} = \frac{\Delta h}{\Delta x} \times 100\%$$

Di mana :

Δh = Beda tinggi antara dua titik yang diukur

Δx = jarak datar antara dua titik yang diukur

6. Perhitungan jarak angkut yang akan dilewati alat angkut tersebut
7. Perhitungan Kesediaan Mekanis (*Mechanical Availability*) menggunakan rumus :

$$\text{MA} (\%) = \frac{W}{W+R} \times 100\%$$

Di mana :

MA = *Mechanical availability* (%)

W = *Workinghours*

R = *Repair hours*

8. Perhitungan Kesediaan Fisik (*Physical Availability*) dengan rumus berikut :

$$\text{PA} (\%) = \frac{W+S}{W+R+S} \times 100\%$$

Dimana :

PA = *Physical availability* (%)

X = Working hours

R = Repair hours

S = Standby hours

9. Perhitungan waktu yang digunakan oleh suatu alat untuk beroperasi pada saat dapat digunakan / *Used of Availability* dengan rumus :

$$UA (\%) = \frac{W}{W+S} \times 100\%$$

Dimana :

UA = *Used of availability* (%)

X = Working hours

S = Standby hours

10. Perhitungan *Effective utilization*, yang merupakan faktor kerja atau efisiensi alat, semakin tinggi nilai dari penggunaan efektif maka pemakaian alat akan semakin baik. Berikut rumus yang digunakan :

$$EU = \frac{W}{W+R+S} \times 100\%$$

Dimana :

EU = *Effektive utilization* (%)

X = Working hours

R = Repair hours

S = Standby Hours

11. Perhitungan waktu edar (*Cycle Time*) alat angkut untuk melakukan satu siklus kegiatan. Rumus yang digunakan :

$$Cycle Time (CT) (min) = Fix Time + Travel Time$$

Dimana :

$$Fix Time (min) = Spotting + Loading + Queuing + Dumping$$

Dan

$$Travel Time (min) = Load Haul + Empty Haul$$

<i>Spotting</i>	= Waktu mengambil posisi pemuatan
<i>Queuing</i>	= Waktu menunggu pemuatan
<i>Loading</i>	= Waktu pemuatan
<i>Load haul</i>	= Waktu pengangkutan bermuatan
<i>Dumping</i>	= Waktu penumpahan
<i>Empty haul</i>	= Waktu kembali kosong

12. Perhitungan produksi alat angkut yang semakin besar hasil produksi suatu alat berarti produksi alat tersebut juga semakin baik. Rumus yang digunakan :

$$\text{Produktivitas} = \frac{60}{\text{CT}} \times \text{MA} \times \text{EU} \times \text{PL} \times n \times 24.$$

Di mana:

Produksi	= (ton/ bulan)
CT	= <i>Cycle time</i> (menit)
MA	= <i>Mechanical availability</i> (%)
EU	= <i>Effective utilization</i> (%)
N	= jumlah hari dalam satu bulan
PL	= <i>Pay load</i> (ton)

3.8 Biaya Penggunaan

Setelah di dapatkan hasil dari produksi dan produktivitas, maka melakukan perhitungan biaya menggunakan alat berat untuk mengetahui penggunaan alternatif mana yang lebih murah. Perhitungan menggunakan rumus :

$$\frac{\text{Produksi}}{\text{Produktivitas}} = \text{Working Hour}$$

$$\text{Working Hour} \times \text{cost perjam} = \text{cost total}$$

Komponen yang mempengaruhi cost perjam ada 2 jenisnya, yaitu :

a. *SUB. TOT. OWNING COST* (US\$/hr)

Yaitu biaya kepemilikan sendiri alat beratnya, terdiri dari komponen :

1. *Tire Price* (Biaya penggunaan Ban alat berat)

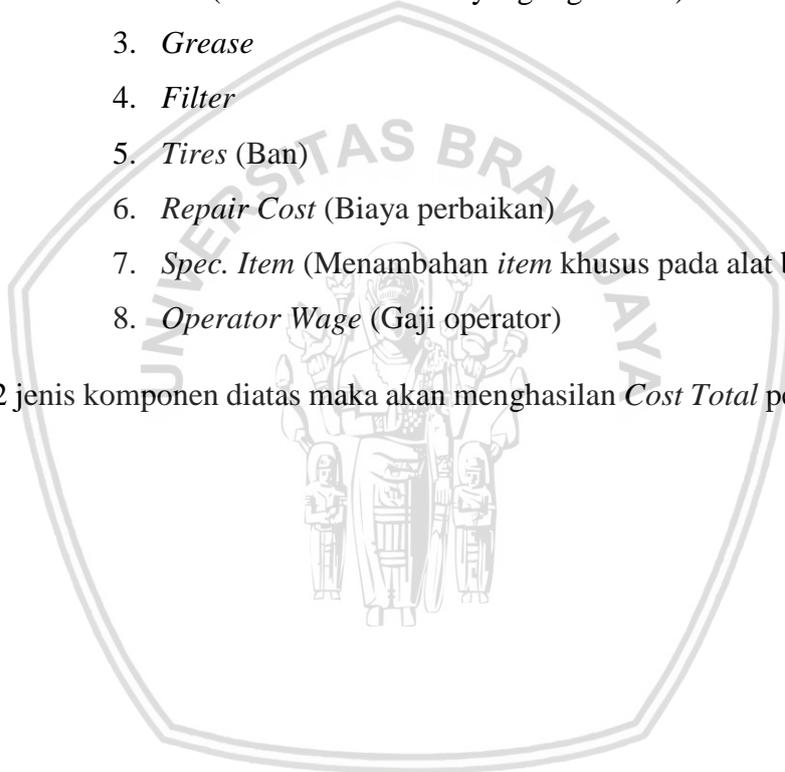
2. *Delivered less tire* (Harga alat berat tanpa)
3. *Depreciated Value* (Nilai Depresiasi)
4. *Life time* (Umur alat berat)
5. *Cost of Equality* (Persentase inflasi harga)
6. *ITI* (Pajak dan bunga Bank)

b. *SUB. TOT. OPERATION COST* (US\$/hr)

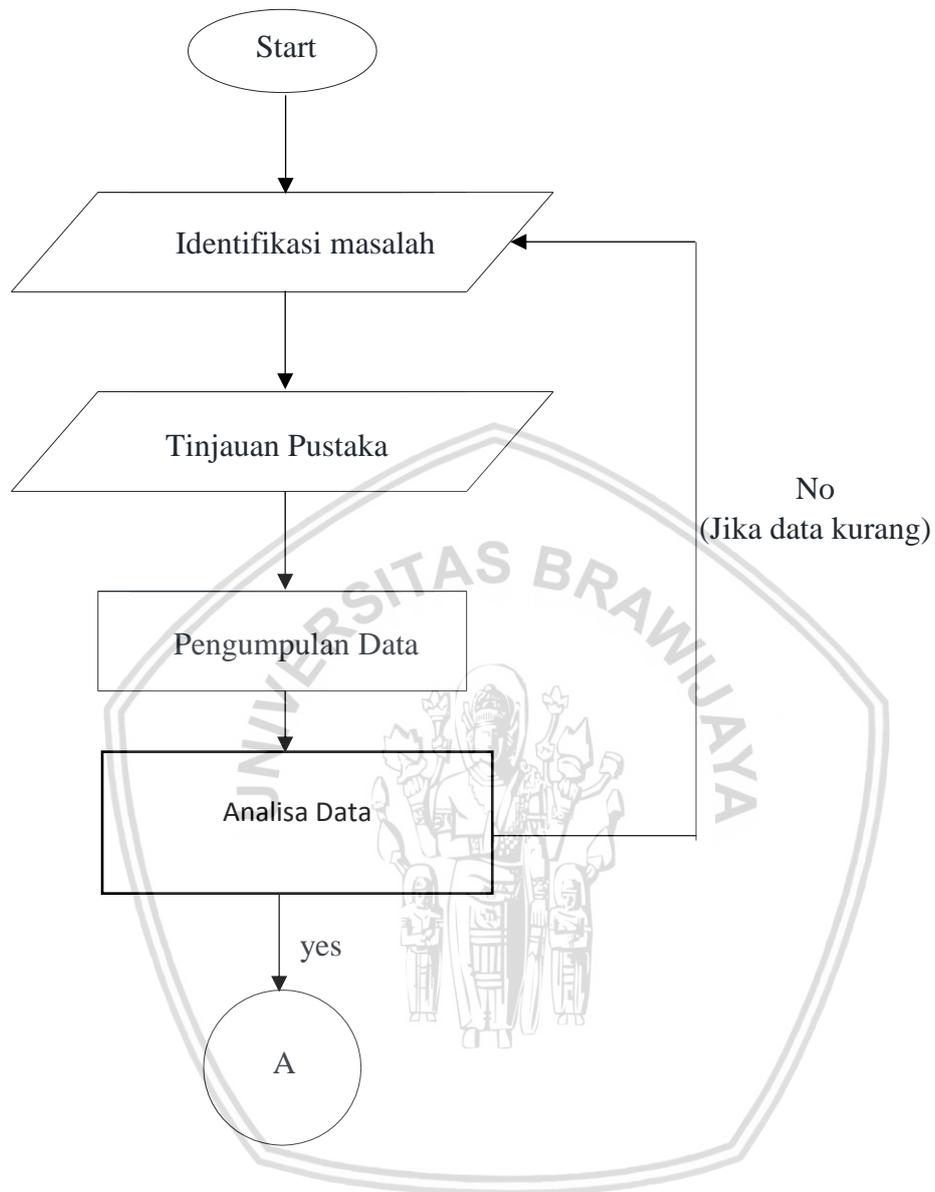
Yaitu biaya pengoprasian alat berat itu sendiri, terdiri dari komponen :

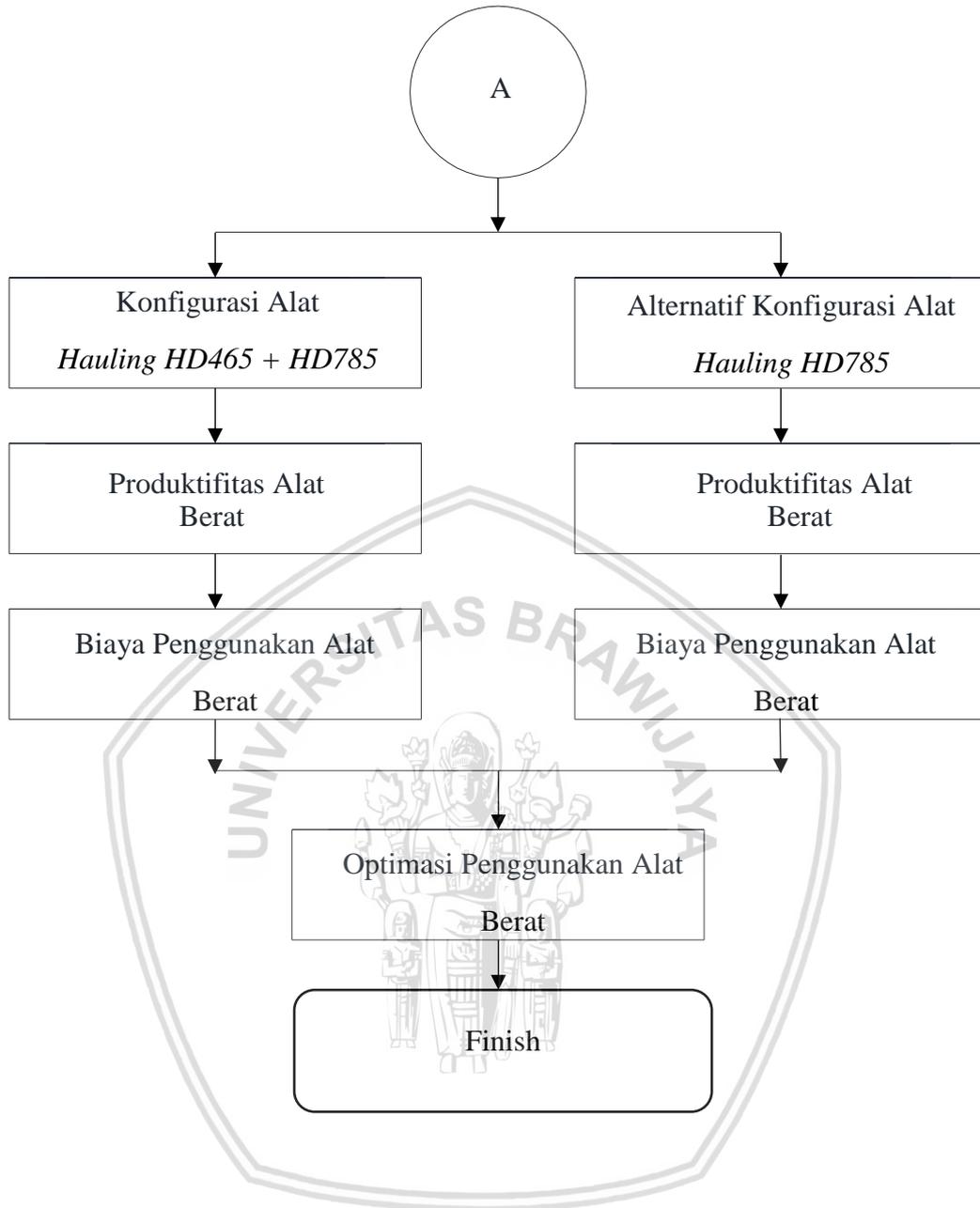
1. *Fuel* (Bahan bakar)
2. *Oil* (Macam-macam oli yang digunakan)
3. *Grease*
4. *Filter*
5. *Tires* (Ban)
6. *Repair Cost* (Biaya perbaikan)
7. *Spec. Item* (Menambahkan *item* khusus pada alat berat)
8. *Operator Wage* (Gaji operator)

Dari 2 jenis komponen diatas maka akan menghasilkan *Cost Total* penggunaan alat berat



3.9 Diagram alir Penelitian



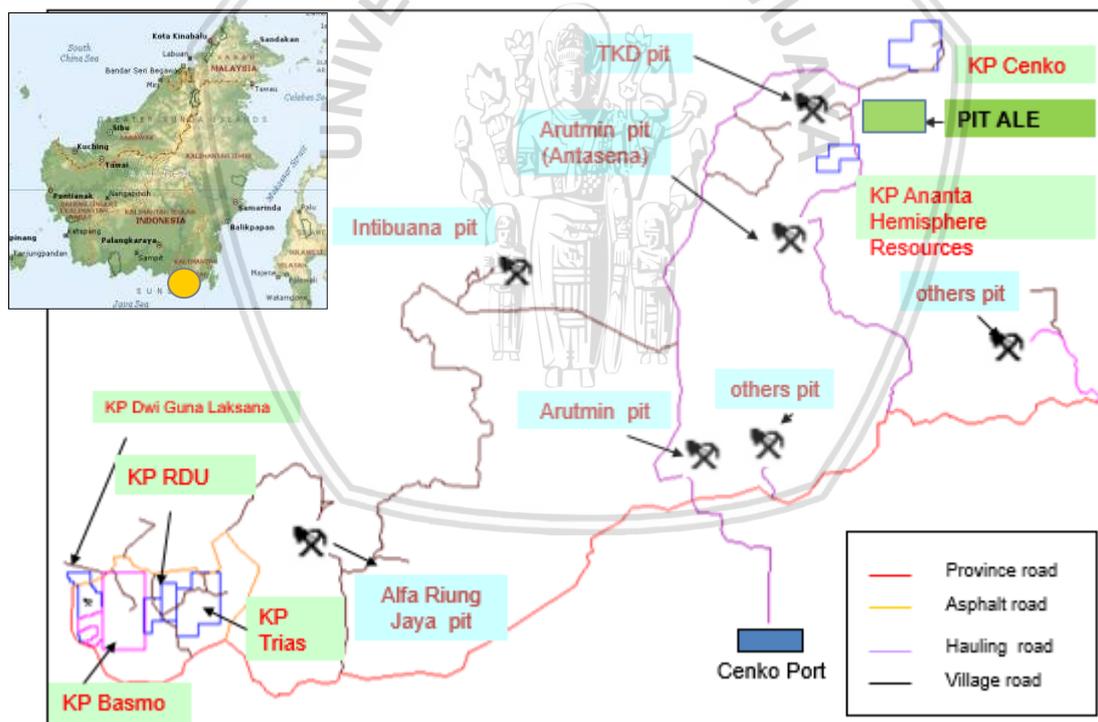


BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Data Lokasi Penelitian

- Nama : Site PIT ALE
- Lokasi : Desa Riam Andungan Kecamatan Kintap Kabupaten Tanah Laut Kalimantan Selatan
- Letak Astribinus : Lintang S3°43'06.47796
Bujur E115°11'39.7121
- Pemilik : PT X
- Luas Total Penambangan : 273.49 Ha
- Luas Lokasi Ditinjau : 135 Ha



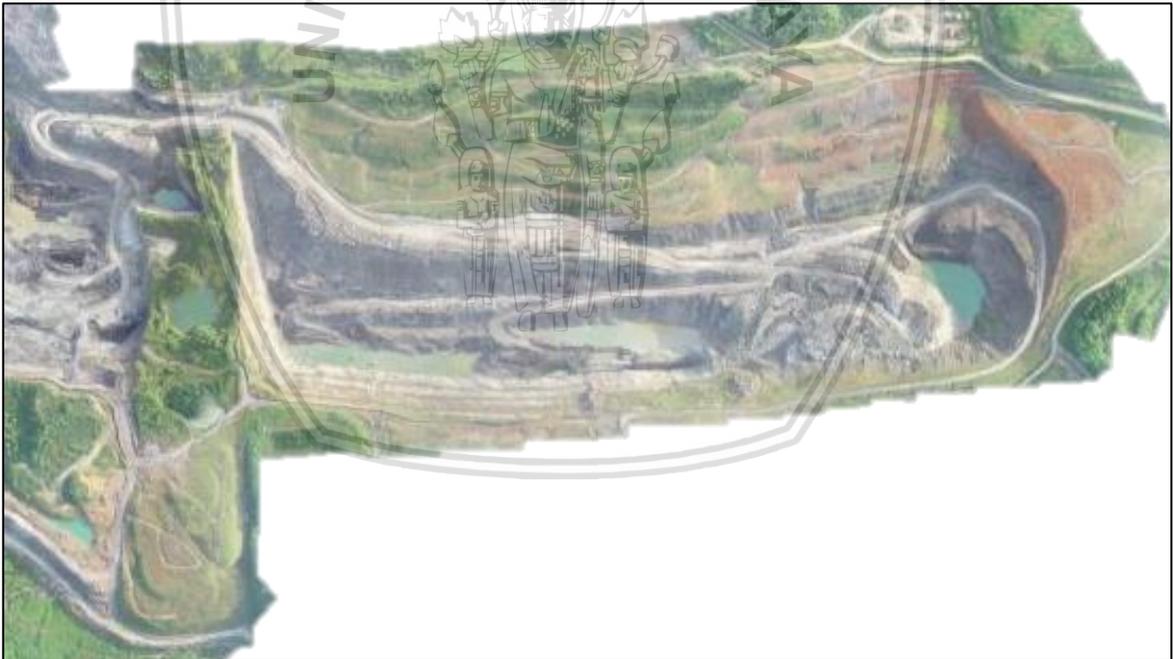
Gambar 4.1 : Lokasi Penambangan

4.2. Bentuk Fisik Pekerjaan

Penambangan batubara ini adalah penambangan yang telah dikerjakan waktu yang lama. Pekerjaan yang ditinjau pada penelitian ini adalah pekerjaan galian dan pembuangan (*Hauling*), yang merupakan timbunan tanah sisa / *wasted* dari hasil penambangan batubara.

4.3. Metode Pelaksanaan

Pekerjaan penggalian dan pengangkutan material tanah ini dilakukan secara mekanis, dilakukan dengan alat berat Excavator dan *dumptruck*. Dengan lokasi pekerjaan yang memiliki kondisi jalan terawat dengan baik, permukaan rata dan padat, tetapi mengalami sedikit penurunan akibat beban kendaraan. Pada saat di *Front ALE* / lokasi penambangan, Excavator memuat material tanah ke dalam *dumptruck* dan selanjutnya *dumptruck* mengangkut material tanah. Kemudian *dumptruck* yang bermuatan material menuju tempat pembuangan / *Disposal* sejauh 1.8 kilometer



Gambar 4.2 : Lokasi real Penambangan

4.4. Alat Berat yang direncanakan

a. Backhoe/Excavator

1. PC1250



Gambar 4.3 : Excavator PC1250

- Dimensi : panjang 14,79 m, lebar 4,6 m, tinggi 4,12 m
- Kapasitas Bucket : 6.7 m²
- Net HP : 688 HP

b. Dumptruck

1. HD465



Gambar 4.4 : Dumptruck HD465

- Dimensi : Panjang 9.355 m, lebar 4.17 m, tinggi 4.4 m
- Kapasitas Bak : 34.2 m³
- Daya mesin : 739HP
- Bobot operasi : 55 ton

2. HD 785



Gambar 4.5 : *Dumptruck* 20 m³

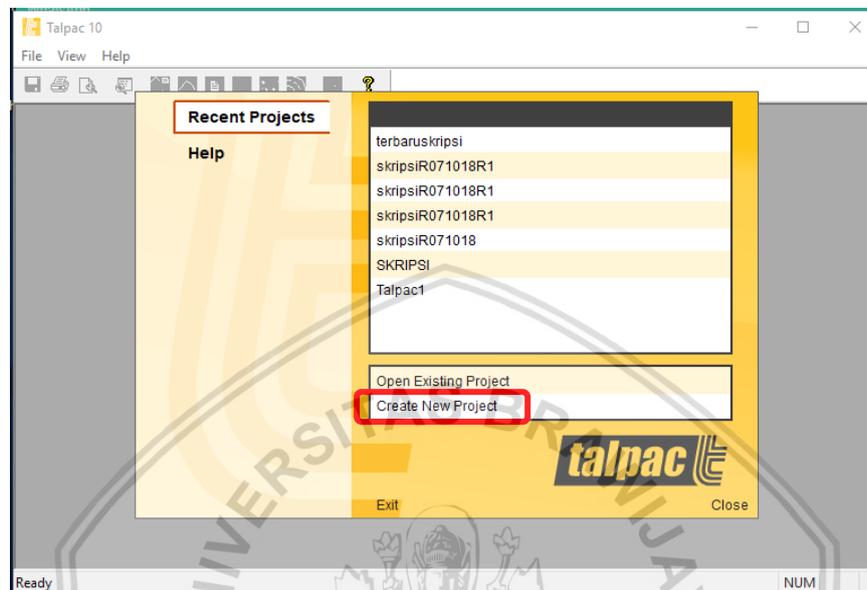
- Dimensi : Panjang 10.29 m, lebar 5.53 m, tinggi 5.05 m
- Kapasitas Bak : 60 m³
- Daya mesin : 1200 HP
- Bobot operasi : 94 ton

4.5. Produktivitas Alat Berat

4.5.1 Perhitungan menggunakan TALPAC

Berikut ini adalah langkah-langkah pengerjaan menggunakan *Software* TALPAC, sebagai berikut :

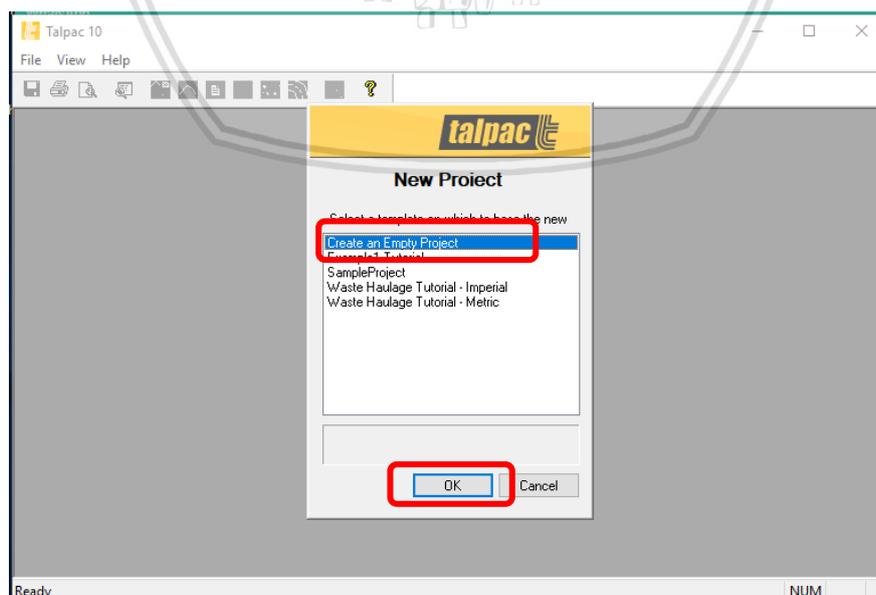
1. Tampilan awal dari TALPAC sendiri adalah seperti berikut



Gambar 4.6 : Tampilan awal TALPAC

Pada tampilan awal akan disuguhkan riwayat penggunaan TALPAC yang pernah digunakan. Pilih “*Create New Project*” untuk membuat Proyek baru.

2. Setelah pemilihan “*Create New Project*”, maka akan muncul tampilan berikut :



Gambar 4.7 : Tampilan *Template* TALPAC

Ini adalah tampilan “*template*” untuk mempermudah menggunakan TALPAC. Untuk pengerjaan proyek “*waste-coal mine*” harus membuat proyek baru, maka pilih “*Create Empty Project*”, lanjut klik OK.

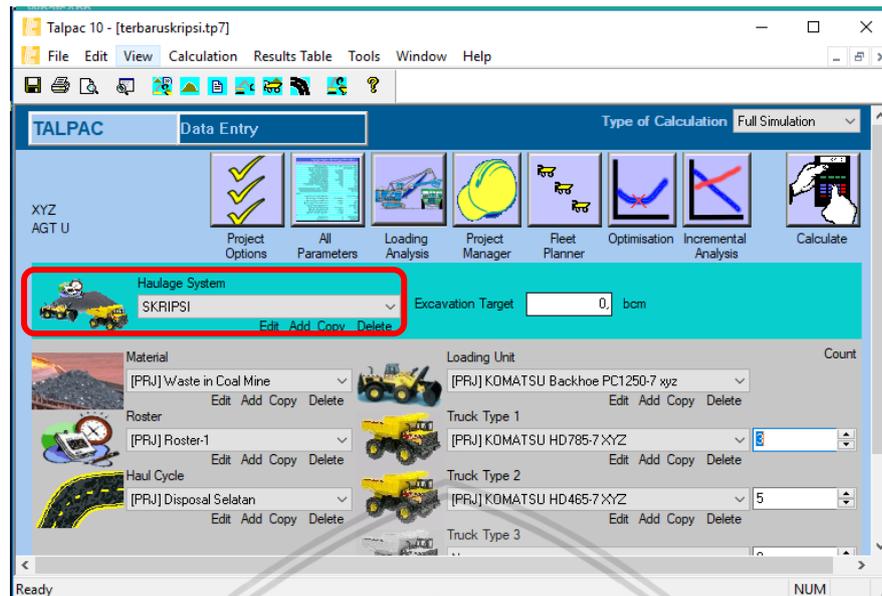
3. Setelah pemilihan “*Create Empty Project*”, maka akan muncul tampilan berikut:

The image shows a screenshot of the 'Project Options' dialog box in the TALPAC software. The dialog box has a title bar with a close button (X) and a tabbed interface. The 'General' tab is selected, and it contains the following text: 'This tab is used to help you identify your project. The information below is mainly used when printing reports from Talpac.' Below this text are five input fields: 'Project Title:', 'Secondary Title:', 'Prepared For:', 'Prepared By:', and 'Company Name:'. The 'Project Title' and 'Company Name' fields are highlighted with red rectangular boxes. At the bottom of the dialog, there are four buttons: 'OK', 'Cancel', 'Apply', and 'Help'. The 'OK' button is also highlighted with a red rectangular box. A large, faint watermark of the Universitas Brawijaya logo is visible in the background of the dialog box.

Gambar 4.8 : Tampilan *Project Option* TALPAC

“*Project Option*” adalah tampilan untuk pengisian identitas proyek seperti nama proyek, persiapan untuk, persiapan oleh dan nama perusahaan. Pada saat ini pengisian nama proyek adalah *Waste-coal mine*, dan nama perusahaan adalah PT. ABC. Lanjut pilih OK.

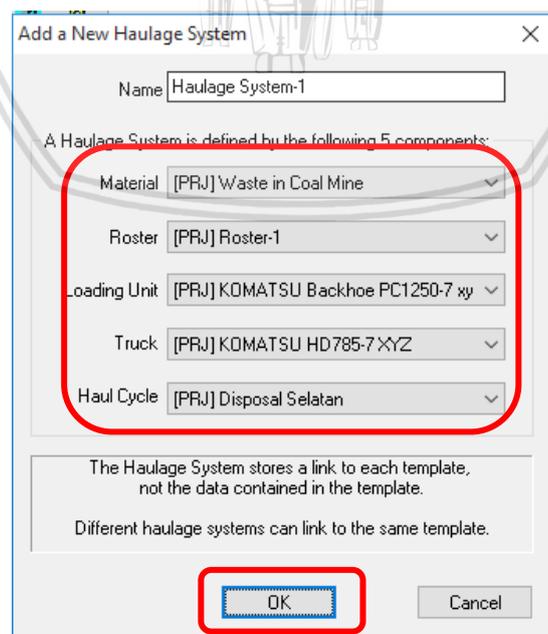
4. Berikut adalah tampilan menu utama pada TALPAC, seperti berikut :



Gambar 4.9 : Tampilan Menu Utama TALPAC

Pada tampilan menu utama ini terdapat beberapa pilihan utama seperti *Haulage System*, *Material*, *Roster*, *Haul Cycle*, *Loading Unit*, dan *Truck Type*. Langkah awal dari untuk mempermudah pengerjaan selanjutnya adalah pilih "*Haulage System*" lanjut klik *Add*.

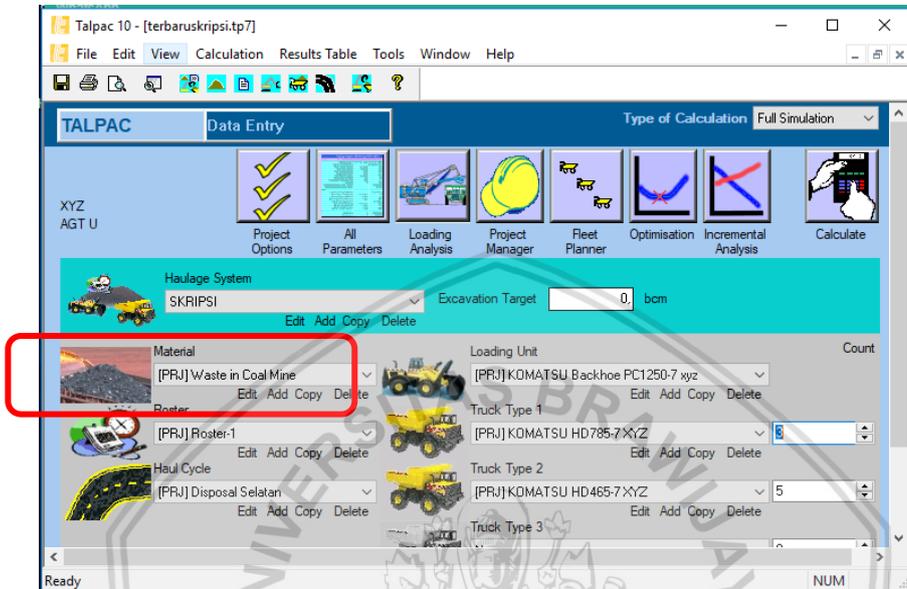
5. Setelah pemilihan *Add* maka akan muncul tampilan seperti berikut :



Gambar 4.10 : Tampilan menu *New Haulage System* TALPAC

Add a New Haulage System adalah tab untuk mengisi komponen proyek seperti Jenis material, jenis jam pekerja, jenis excavator atau *Loading Unit*, jenis truck, dan jalur yang akan digunakan. Setelah mengisi komponen tersebut pilih OK.

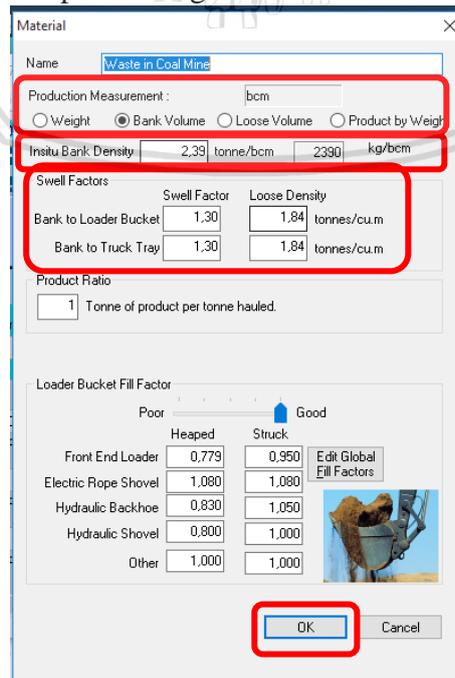
- Kembali lagi ke menu utama TALPAC, langkah selanjutnya adalah sebagai berikut :



Gambar 4.11 : Tampilan Menu Utama TALPAC

Setelah mengisi komponen yang ada pada "*Haulage System*", pilih *Material* lalu klik *Add*.

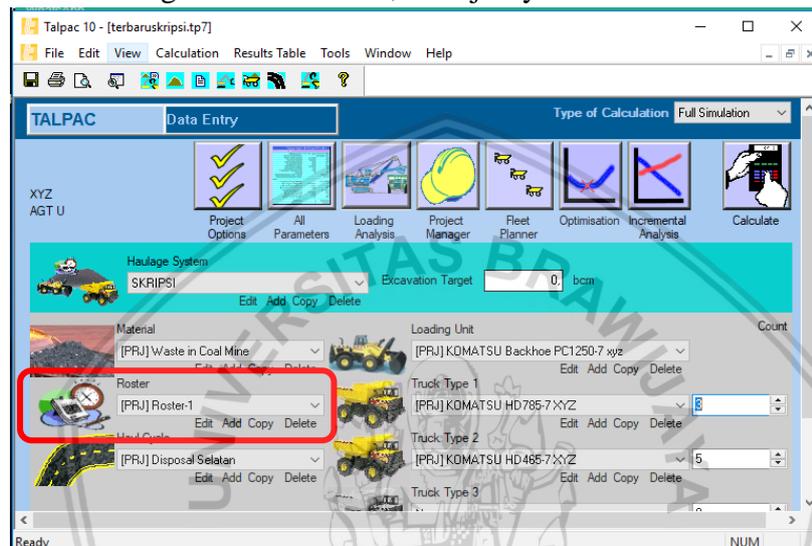
- Maka akan muncul tampilan sebagai berikut :



Gambar 4.12 : Tampilan menu *Material* TALPAC

Pada menu *Material* ini adalah menu untuk pengisian data tanah seperti *Production Measurement* atau satuan produksi pada TALPAC, pada perhitungan ini menggunakan Bank Volume (bcm). *Insitu Bank Density* atau massa jenis dan *Swell Factor* atau faktor pengembang dari tanah ini didapat dari hasil lab yang dilakukan oleh PT. ABC senilai 2.39 ton/bcm untuk *Insitu Density Bank* dan 1.3 untuk *Swell Factor*. Setelah melakukan pengisian pada *Insitu Bank Density* dan *Swell Factor*, klik OK.

8. Setelah mengisi data *Material*, selanjutnya adalah :



Gambar 4.13 : Tampilan Menu Utama TALPAC

Roster atau jadwal jam pekerja, lalu klik *Add*.

9. Maka akan muncul tampilan seperti ini :

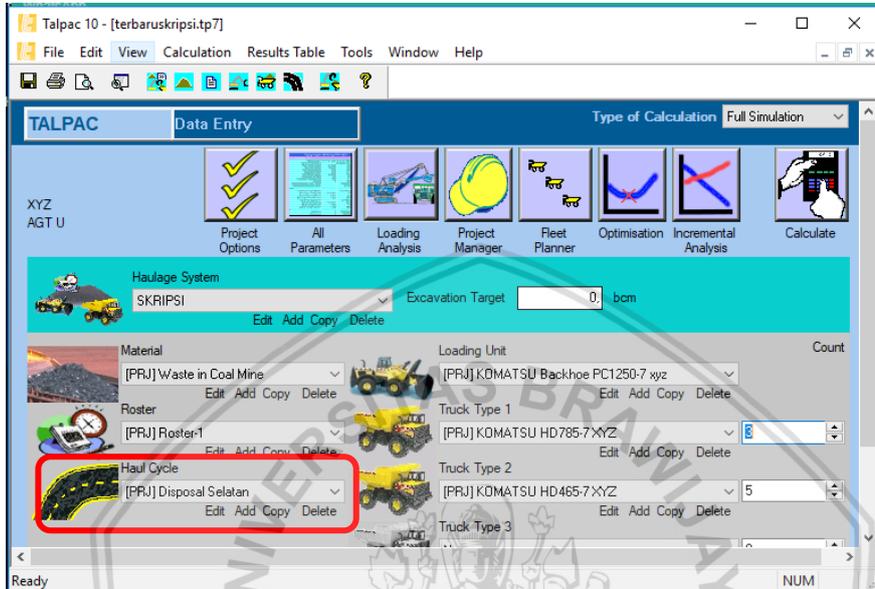
The Roster dialog box displays the following configuration details:

- Name:** Roster-1
- Operating time == Engine ON**
Non-Operating time == Engine OFF
- Weekly Shift Roster:** Sunday (2), Monday (2), Tuesday (2), Wednesday (2), Thursday (2), Friday (2), Saturday (2)
- Shifts per Year:** Total Shifts (730), Scheduled Lost Shifts (22), Scheduled Shifts (708), Loading Unit Maintenance (71), Unscheduled Lost Shifts (20), Fleet Operating Shifts (617)
- Hours per Shift (hh:mm):** Shift Duration (12:00), Non-Operating Shift Delays (3:32), In Shift Operating Time (8:28), Operating Shift Delays (0:23), In Shift Working Time (8:05)
- Hours per Year:** Fleet Scheduled Hours (8496), [PRJ] KOMATSU Backhoe Op. Hrs (5224), [PRJ] KOMATSU Backhoe Wk. Hrs (4987), [PRJ] KOMATSU HD785-7 XYZ Op. Hrs (4702), [PRJ] KOMATSU HD465-7 XYZ Op. Hrs (4702), Truck Type 3 Op. Hrs ()

Gambar 4.14 : Tampilan menu *Roster* TALPAC

Pada tab *Roster* ini adalah pengaturan jam kerja di proyek seperti *shift*, hari libur, dan jam kerja di lapangan. Pada proyek ini terdapat 2x shift perminggu dengan jam kerja 12 jam per shift dan terdapat 22 hari libur pada kalender dan perkiraan 20 hari libur tanpa diperhitungkan. Lanjut klik OK

10. Setelah mengatur jam kerja, selanjutnya adalah :



Gambar 4.15 : Tampilan Menu Utama TALPAC

Pilih *Haul Cycle*, lalu klik *Add*

11. Maka akan muncul tab *Haul Cycle* seperti berikut

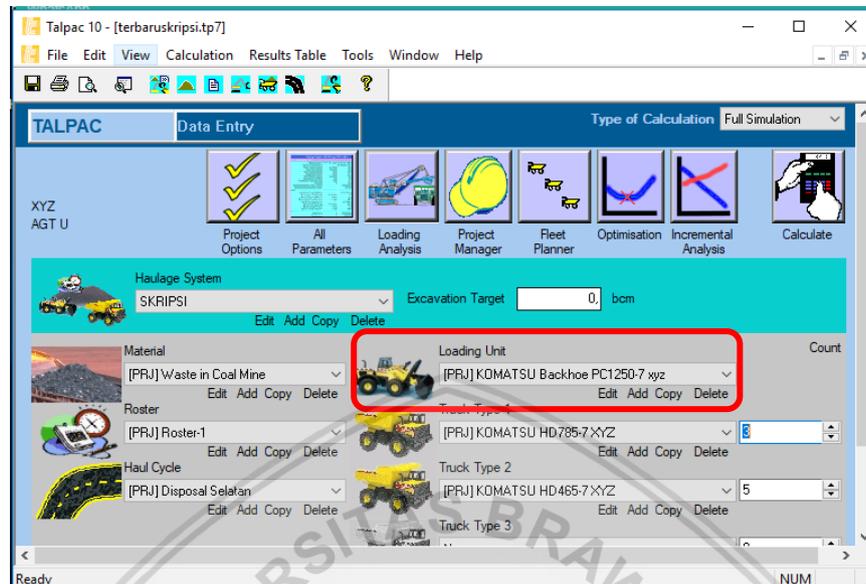
	Type	Title	Distance metres	Grade %	Roll Res. %	Max km/h	Curve Angle	Final km/h	Load % of Full
1	Queue	Queue at Loader	Auto	Mins					
2	Spot	Spot Time at loader	Auto	Mins					
3	Load	Loading	Auto	Mins					
4	1	Haul Segment	122,9	-7,9	5,0	Max	0,0	Max	Full
5	2	Haul Segment	21,5	8,9	3,0	Max	-29,0	Max	Full
6	3	Haul Segment	21,5	8,9	3,0	Max	0,0	Max	Full
7	4	Haul Segment	21,5	8,9	3,0	Max	27,0	Max	Full
8	5	Haul Segment	21,5	8,9	3,0	Max	0,0	Max	Full
9	6	Haul Segment	21,5	8,9	3,0	Max	-14,0	Max	Full
10	7	Haul Segment	21,5	8,9	3,0	Max	0,0	Max	Full
11	8	Haul Segment	82,2	12,0	3,0	Max	33,0	Max	Full
12	9	Haul Segment	82,2	12,0	3,0	Max	0,0	Max	Full
13	10	Haul Segment	18,5	-1,0	3,0	Max	-14,0	Max	Full
14	11	Haul Segment	18,5	-1,0	3,0	Max	0,0	Max	Full
15	12	Haul Segment	18,5	-1,0	3,0	Max	41,0	Max	Full
16	13	Haul Segment	18,5	-1,0	3,0	Max	0,0	Max	Full
17	14	Haul Segment	18,5	-1,0	3,0	Max	0,0	Max	Full

Gambar 4.16 : Tampilan menu *Haul Cycle* TALPAC

Pada tab *Edit Haul Cycle* memasukan data bentuk jalan seperti jarak, tahanan kemiring, tahanan gelinding, dan sudut belokan jalan. Untuk data kecepatan maksimum, kecepatan *final* dan beban yang diangkut diisi dengan nilai Max karena

untuk memaksimalkan kecepatan dan beban yang bisa diangkut. Setelah memasukan data lalu klik OK

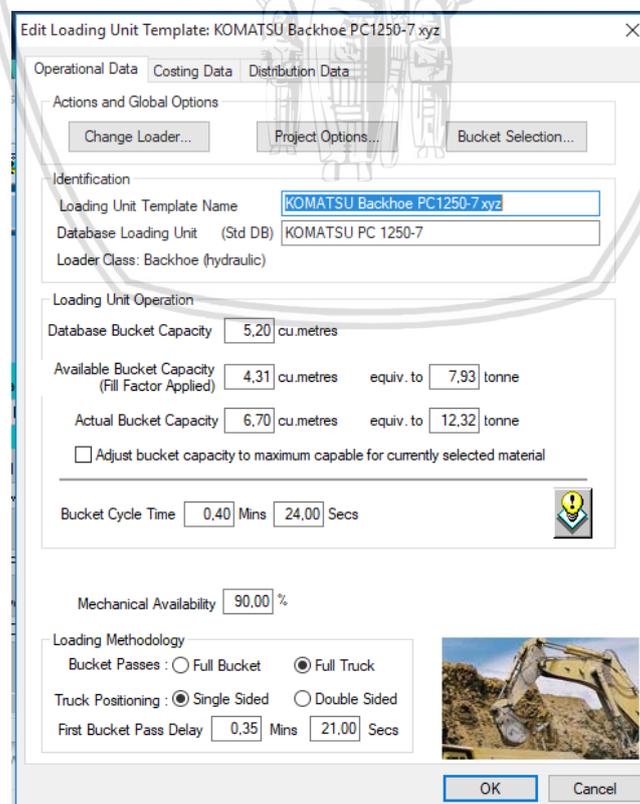
12. Tahapan setelah mengisi data *Hauling Cycle* adalah :



Gambar 4.17 : Tampilan Menu Utama TALPAC

Pilih Loading Unit untuk menentukan *Loader* atau excavator mana yang akan digunakan, lalu klik *Add*

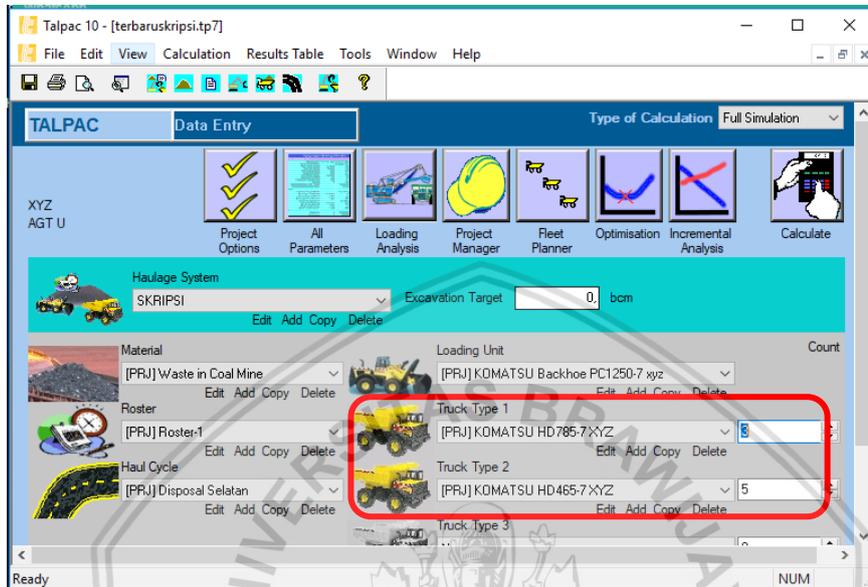
13. Maka akan muncul tampilan tab *Loading Unit* seperti berikut :



Gambar 4.18 : Tampilan menu *Loading Unit* TALPAC

Pada *Loading Unit* ini yang digunakan pada proyek ini hanyalah PC1250. Data yang diinputkan pada tab *Edit Loading Unit* adalah waktu pada siklusnya yaitu 0.4 menit pada proyek ini dan kemampuan alat atau *Mechanical Availability* dengan besar 90%. Setelah itu klik OK.

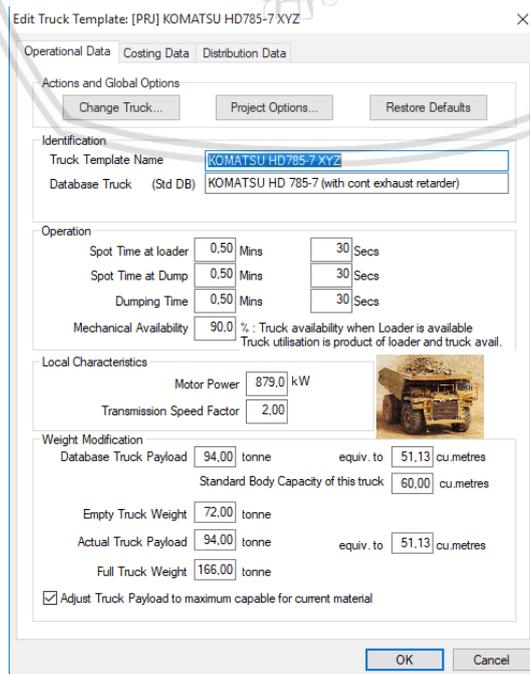
14. Setelah memilih dan memasukan data *Loading Unit*, dilanjutkan berikut



Gambar 4.19 : Tampilan Menu Utama TALPAC

Berikutnya adalah *Truck Type*, untuk menambah tipe truck bisa dengan klik *Add* pada tiap *Truck Type*. Pada proyek ini menggunakan 2 tipe truck yaitu HD785 dengan jumlah 3 unit dan HD465 dengan jumlah 5 unit.

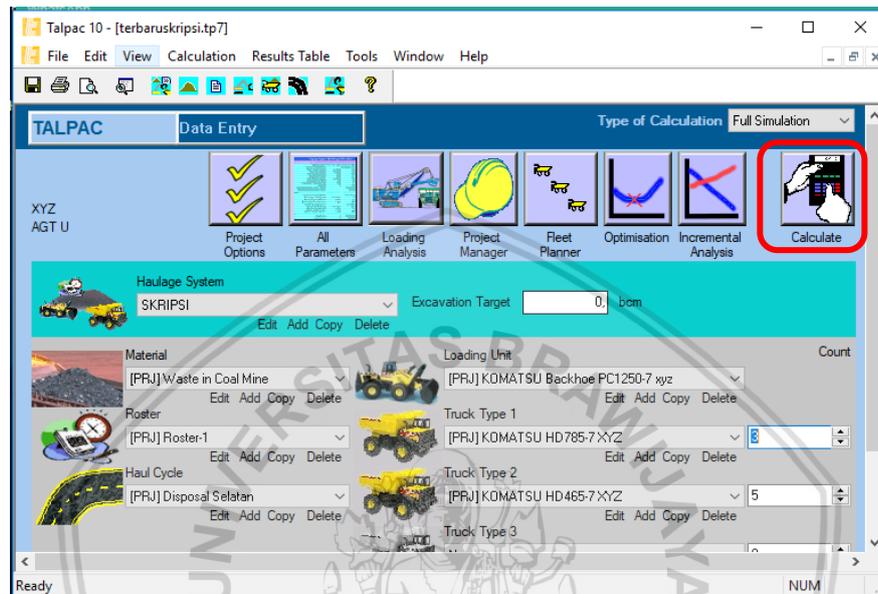
15. Setelah itu akan muncul tab berikut :



Gambar 4.20 : Tampilan Menu *Truck Type*

Tab *Edit Truck* ini berisi data truk seperti waktu membuang, waktu menempatkan diri untuk mengisi dan membuang, dan kemampuan alat. Dari hasil lapangan didapatkan bahwa untuk waktu menempatkan diri untuk mengisi dan membuang selama 0.5 menit dan waktu untuk membuang adalah 0.5 menit. Sedangkan kemampuan alat sebesar 90%. Lalu klik OK.

16. Langkah terakhir setelah mengisi data – data tersebut adalah :



Gambar 4.21 : Tampilan Menu Utama TALPAC

Memilih “*Calculate*” untuk mulai menghitung data tersebut. Setelah itu akan mendapatkan hasil dari perhitungan dari TALPAC seperti berikut :

Production Summary - Full Simulation			
Haulage System: SKRIPSI		Haul Cycle: [PRJ] Disposal Barat	
Material: [PRJ] Waste in Coal Mine		Roster: [PRJ] Roster-1	
Loader [PRJ] KOMATSU Backhoe PC1250-7 xyz			
Availability	%	90.00	
Bucket Fill Factor		0.83	
Average Bucket Load Volume	cu.metres	6.40	
Average Payload	bcm	4.92	
Operating Hours per Year	OpHr/Year	5,223.93	Op. hrs factored by availability
Average Operating Shifts per Year	shifts/Year	617.00	Shifts factored by availability
Average Bucket Cycle Time	min	0.40	
Production per Operating Hour	bcm	607.77	
Production per Loader Operating Shift	bcm	5,146	Max. prod. based on 100% avail.
Production per Year	bcm	3,174,954	Avg. production factored by avail.
Wait Time per Operating Hour	min	0.10	
Trucks [PRJ] KOMATSU HD785-7 XYZ [R] KOMATSU HD465-7 XYZ			
Availability	%	90.00	90.00
Payload in Template	bcm	39.33	23.04
Operating Hours per Year	OpHr/Year	4,701.54	4,701.54
Average Payload	bcm	39.52	23.03
Production per Operating Hour	bcm	113.89	66.81
Production per Loader Operating Shift	bcm	868	509
Production per Year	bcm	535,442	314,087
Queue Time at Loader	min/ Cycle	6.28	7.71
Spot Time at loader	min/ Cycle	0.50	0.50
Average Loading Time	min/ Cycle	2.76	1.52
Travel Time	min/ Cycle	9.34	9.01
Spot Time at Dump	min/ Cycle	0.50	0.50
Average Dump Time	min/ Cycle	0.50	0.50
Average Cycle Time	min/ Cycle	19.88	19.75
Fleet Size		3	5
Average No. of Bucket Passes		7.90	4.80
Haulage System			
Production per Year	bcm/Year	3,174,954	
Discounted Capital Cost	\$/bcm	0.62	Loading Methodology
Discounted Operating Cost	\$/bcm	1.39	Single Sided
Discounted Average Cost	\$/bcm	2.01	Full Truck
			Average for 150 Shifts
Productivity estimates allow for insufficient time at the end of the shift to complete another cycle. Time for the first bucket pass coincides with the truck queuing and maneuvering times. This simulation is based on data provided by the equipment manufacturer. Equipment data should be checked to ensure it is valid for this site.			

Gambar 4.22 : Hasil Perhitungan TALPAC pada Disposal Barat

Adapun penggunaan Alternatif lain yaitu Disposasi Selatan, dan hasil perhitungan menggunakan TALPAC sebagai berikut

Production Summary - Full Simulation			
Haulage System: SKRIPSI		Haul Cycle: [PRJ] Disposasi Selatan	
Material: [PRJ] Waste in Coal Mine		Roster: [PRJ] Roster-1	
Loader		[PRJ] KOMATSU Backhoe PC1250-7 xyz	
Availability	%	90.00	
Bucket Fill Factor		0.83	
Average Bucket Load Volume	cu.metres	6.40	
Average Payload	bcm	4.92	
Operating Hours per Year	OpHr/Year	5,223.93	Op. hrs factored by availability
Average Operating Shifts per Year	shifts/Year	617.00	Shifts factored by availability
Average Bucket Cycle Time	min	0.40	
Production per Operating Hour	bcm	607.55	
Production per Loader Operating Shift	bcm	5,144	Max. prod. based on 100% avail.
Production per Year	bcm	3,173,826	Avg. production factored by avail.
Wait Time per Operating Hour	min	0.14	
Trucks		[PRJ] KOMATSU HD785-7 XYZ [R] KOMATSU HD465-7 XYZ	
Availability	%	90.00	90.00
Payload in Template	bcm	39.33	23.04
Operating Hours per Year	OpHr/Year	4,701.54	4,701.54
Average Payload	bcm	39.52	23.03
Production per Operating Hour	bcm	113.67	66.80
Production per Loader Operating Shift	bcm	866	509
Production per Year	bcm	534,434	314,042
Queue Time at Loader	min/ Cycle	6.45	7.88
Spot Time at loader	min/ Cycle	0.50	0.50
Average Loading Time	min/ Cycle	2.76	1.52
Travel Time	min/ Cycle	9.17	8.85
Spot Time at Dump	min/ Cycle	0.50	0.50
Average Dump Time	min/ Cycle	0.50	0.50
Average Cycle Time	min/ Cycle	19.88	19.76
Fleet Size		3	5
Average No. of Bucket Passes		7.90	4.81
Haulage System			
Production per Year	bcm/Year	3,173,826	
Discounted Capital Cost	\$/bcm	0.62	Loading Methodology
Discounted Operating Cost	\$/bcm	1.39	Single Sided
Discounted Average Cost	\$/bcm	2.01	Full Truck
			Average for 150 Shifts
Productivity estimates allow for insufficient time at the end of the shift to complete another cycle.			
Time for the first bucket pass coincides with the truck queuing and maneuvering times.			
This simulation is based on data provided by the equipment manufacturer.			
Equipment data should be checked to ensure it is valid for this site.			

Gambar 4.23 : Hasil Perhitungan TALPAC pada Disposasi Selatan

Selain Alternatif penggunaan Disposal lain, penelitian ini juga menggunakan Alternatif kombinasi alat *Hauling* atau Dumptruck lain yaitu dengan hanya menggunakan HD785 dengan jumlah sebanyak 6 unit, dan hasil yang didapat sebagai berikut :

Production Summary - Full Simulation			
Haulage System: SKRIPSI		Haul Cycle: [PRJ] Disposal Barat	
Material: [PRJ] Waste in Coal Mine		Roster: [PRJ] Roster-1	
Loader [PRJ] KOMATSU Backhoe PC1250-7 xyz			
Availability	%	90.00	
Bucket Fill Factor		0.83	
Average Bucket Load Volume	cu.metres	6.50	
Average Payload	bcm	5.00	
Operating Hours per Year	OpHr/Year	5,223.93	Op. hrs factored by availability
Average Operating Shifts per Year	shifts/Year	617.00	Shifts factored by availability
Average Bucket Cycle Time	min	0.40	
Production per Operating Hour	bcm	635.26	
Production per Loader Operating Shift	bcm	5,379	Max. prod. based on 100% avail.
Production per Year	bcm	3,318,641	Avg. production factored by avail.
Wait Time per Operating Hour	min	0.43	
Truck [PRJ] KOMATSU HD785-7 XYZ			
Availability	%	90.00	
Payload in Template	bcm	39.33	
Operating Hours per Year	OpHr/Year	4,701.54	
Average Payload	bcm	39.51	
Production per Operating Hour	bcm	117.64	
Production per Loader Operating Shift	bcm	898	
Production per Year	bcm	553,107	
Queue Time at Loader	min/ Cycle	5.61	
Spot Time at loader	min/ Cycle	0.50	
Average Loading Time	min/ Cycle	2.76	
Travel Time	min/ Cycle	9.34	
Spot Time at Dump	min/ Cycle	0.50	
Average Dump Time	min/ Cycle	0.50	
Average Cycle Time	min/ Cycle	19.22	
Fleet Size		6	
Average No. of Bucket Passes		7.91	
Haulage System			
Production per Year	bcm/Year	3,318,641	
Discounted Capital Cost	\$/bcm	0.56	Loading Methodology
Discounted Operating Cost	\$/bcm	1.25	Single Sided
Discounted Average Cost	\$/bcm	1.81	Full Truck
Average for 150 Shifts			
Productivity estimates allow for insufficient time at the end of the shift to complete another cycle. Time for the first bucket pass coincides with the truck queuing and maneuvering times. This simulation is based on data provided by the equipment manufacturer. Equipment data should be checked to ensure it is valid for this site.			

Gambar 4.24 : Hasil Perhitungan TALPAC pada Disposal Barat dengan Alternatif kombinasi alat angkut

Perhitungan yang sama dilakukan dengan Alternatif kombinasi lain pada Alternatif Disposal Selatan, hasilnya seperti berikut :

Production Summary - Full Simulation			
Haulage System: SKRIPSI		Haul Cycle: [PRJ] Disposal Selatan	
Material: [PRJ] Waste in Coal Mine		Roster: [PRJ] Roster-1	
Loader		[PRJ] KOMATSU Backhoe PC1250-7 xyz	
Availability	%	90.00	
Bucket Fill Factor		0.83	
Average Bucket Load Volume	cu.metres	6.50	
Average Payload	bcm	5.00	
Operating Hours per Year	OpHr/Year	5,223.93	Op. hrs factored by availability
Average Operating Shifts per Year	shifts/Year	617.00	Shifts factored by availability
Average Bucket Cycle Time	min	0.40	
Production per Operating Hour	bcm	638.37	
Production per Loader Operating Shift	bcm	5,405	Max. prod. based on 100% avail.
Production per Year	bcm	3,334,789	Avg. production factored by avail.
Wait Time per Operating Hour	min	0.22	
Truck		[PRJ] KOMATSU HD785-7 XYZ	
Availability	%	90.00	
Payload in Template	bcm	39.33	
Operating Hours per Year	OpHr/Year	4,701.54	
Average Payload	bcm	39.51	
Production per Operating Hour	bcm	118.22	
Production per Loader Operating Shift	bcm	901	
Production per Year	bcm	555,798	
Queue Time at Loader	min/ Cycle	5.69	
Spot Time at loader	min/ Cycle	0.50	
Average Loading Time	min/ Cycle	2.76	
Travel Time	min/ Cycle	9.17	
Spot Time at Dump	min/ Cycle	0.50	
Average Dump Time	min/ Cycle	0.50	
Average Cycle Time	min/ Cycle	19.12	
Fleet Size		6	
Average No. of Bucket Passes		7.90	
Haulage System			
Production per Year	bcm/Year	3,334,789	
Discounted Capital Cost	\$/bcm	0.56	Loading Methodology
Discounted Operating Cost	\$/bcm	1.25	Single Sided
Discounted Average Cost	\$/bcm	1.80	Full Truck
			Average for 150 Shifts
<p>Productivity estimates allow for insufficient time at the end of the shift to complete another cycle. Time for the first bucket pass coincides with the truck queuing and maneuvering times. This simulation is based on data provided by the equipment manufacturer. Equipment data should be checked to ensure it is valid for this site.</p>			

Gambar 4.25 : Hasil Perhitungan TALPAC pada Disposal Selatan dengan Alternatif kombinasi alat angkut

4.5.2 Perhitungan manual menggunakan Ms. Excel

4.5.2.1 Produksi Excavator

a. Excavator PC1250

$$\text{Produksi Excavator : } Q = q \times N \times E = q \times \frac{3600}{C_m} \times E$$

$$q = \frac{q_1 \times k}{SF}$$

Q = Excavator Produksi per jam

N = Number of cycles per hour

SF = Swell Factor

q = Produksi per siklus

C_m = Waktu siklus

q₁ = Kapasitas bucket

k = Faktor kapasitas

Tabel 4.1 : Faktor kapasitas bucket untuk *backhoe*

~ PC2000	Excavating Conditions	Bucket fill factor
Easy	Excavating natural ground of clayey soil, clay, or soft soil	1.1 ~ 1.2
Average	Excavating natural ground of soil such as sandy soil and dry soil	1.0 ~ 1.1
Rather difficult	Excavating natural ground of sandy soil with gravel	0.8 ~ 0.9
Difficult	Loading blasted rock	0.7 ~ 0.8

- Faktor kapasitas bucket (k) yang di gunakan adalah 0.83 dikarenakan rata-rata tanah yang diangkut adalah batuan bekas ledakan dan berpasir.

- Faktor Efisiensi (E) yang di gunakan adalah 0.9 dengan kondisi operasi alat dan pemeliharaan mesin yang normal.

- Swell Factor adalah konversi volume tanah dari tanah yang belum di sentuh, di sentuh, hingga dipadatkan. Swell Factor sendiri didapatkan dari

$$\frac{\text{kondisi Bank}}{\text{kondisi Loose}} = \frac{2.39}{1.84} = 1.30$$

- Kapasitas bucket Excavator (q₁) sebesar 6.7 m³

Menghitung waktu siklus Excavator :

- Waktu swing = 5 detik, dengan sudut putar 90°
- Waktu menggali = 9 detik
- Waktu buang = 5 detik, dengan pembuangan ke dalam dumptruck

$$\begin{aligned}\text{Total waktu siklus (T)} &= \text{waktu gali} + (\text{waktu swing} \times 2) + \text{waktu buang} \\ &= 24 \text{ detik}\end{aligned}$$

Atau menggunakan tabel waktu siklus :

Tabel 4.2 : Waktu standard siklus untuk Excavator Backhoe

Model	Range	Swing angle		Model	Range	Swing angle	
		45° ~ 90°	90° ~ 180°			45° ~ 90°	90° ~ 180°
PC78		10 ~ 13	13 ~ 16	PC270, PC290		15 ~ 18	18 ~ 21
PW148		11 ~ 14	14 ~ 17	PC300, PC350		15 ~ 18	18 ~ 21
PC130, PC138US		11 ~ 14	14 ~ 17	PC400, PC450		16 ~ 19	19 ~ 22
PC160		13 ~ 16	16 ~ 19	PC600, PC700		17 ~ 20	20 ~ 23
PW160, PW180		13 ~ 16	16 ~ 19	PC750, PC800, PC850		18 ~ 21	21 ~ 24
PC190		13 ~ 16	16 ~ 19	PC1250		22 ~ 25	25 ~ 28
PC200, PC210, PC228US		13 ~ 16	16 ~ 19	PC2000		24 ~ 27	27 ~ 30
PW200, 220		14 ~ 17	17 ~ 20				
PC220, PC230, PC240		14 ~ 17	17 ~ 20				

- Total waktu siklus (Cm) = 24 detik, dengan sudut putar 90°

Sehingga produktivitas excavator,

$$\begin{aligned}Q &= q \times N \times E = q \times \frac{3600}{Cm} \times E \\ &= \frac{(q_1 \times k)}{SF} \times \frac{3600}{Cm} \times E \\ &= \frac{(6.7 \times 0.83)}{1.3} \times \frac{3600}{24} \times 0.83 \\ &= 586.32 \text{ m}^3/\text{jam}\end{aligned}$$

4.5.2.2 Produksi *Dumptruck*

A. Produksi dengan indeks PC1250 X HD465

$$\text{Waktu siklus Hauler } Cmt = n \times Cms + \frac{D}{V_1} + t_1 + \frac{D}{V_2} + t_2 + \text{Queue}$$

$$n = \frac{C_1}{(q_{1xk})}$$

- 1) *Loading time* : n x Cms
- 2) *Hauling time* : $\frac{D}{V_1}$
- 3) *Dumping time* : t_1
- 4) *Returning time* : $\frac{D}{V_2}$
- 5) *Spot and delay time* : t_2
- 6) *Queue* : Waktu tunggu

- **Loading time**

Loading time adalah waktu yang dibutuhkan *loader* atau excavator untuk mengisi *hauler* atau *dumptruck*.

$$\begin{aligned} \text{Loading time} &= Cms \text{ (waktu siklus)} \times n \text{ (jumlah siklus)} \\ &= Cms \times \frac{C_1}{q_1 \times k} \\ &= 24 \times \frac{55}{6.7 \times 0.83} = 99.32 \text{ detik} = 1.65 \text{ menit} \end{aligned}$$

Dimana : ρ = Insitu Density atau Kerapatan Insitu yang didapat dari hasil lab sebesar 2.39

$$C_1 = \text{Besar Payload dari dumptruck (ton)}$$

- **Hauling time**

Hauling time adalah waktu yang dibutuhkan *hauler* menuju lokasi pembuangan sementara.

Jarak antara Front ALE dengan titik buang material Disposal = 1811,9883 m

Contoh perhitungan *dumptruck* bermuatan dengan panjang 1811,9883 m

$$\text{Beda tinggi} = -49.65 \text{ m}$$

$$\text{Ketahanan kemiringan} = \frac{\text{beda tinggi}}{\text{jarak}} = \frac{-49.65}{1811,9883} = -2.7 \%$$

Tabel 4.3 : Ketahanan kelandaian

Haul road conditions	Rolling resistance
Well-maintained road, surface is flat and firm, properly wetted, and does not sink under weight of vehicle	2%
Same road conditions as above, but surface sinks slightly under weight of vehicle	3.5%
Poorly maintained, not wetted, sinks under weight of vehicle	5.0%
Badly maintained, road base not compacted or stabilized, forms ruts easily	8.0%
Loose sand or gravel road	10.0%
Not maintained at all, soft, muddy, deeply rutted	15 to 20%

Karena jalan yang dilalui terawat dengan baik, permukaan rata dan padat, tetapi mengalami sedikit penurunan akibat beban kendaraan maka menggunakan ketahanan kelandaian 3.5%

$$\begin{aligned} \text{Tahanan Total} &= \text{Tahanan kemiringan} + \text{Tahanan kelandaian} \\ &= -2.7 \% + 3.5 \% = 0.8 \% \end{aligned}$$

Kecepatan = 21 km/jam , didapat dari Grafik tampilan dengan pengaruh dari tahanan total

$$\text{Kecepatan rata-rata} = \frac{21 \text{ km/jam} \times 1000 \text{ m}}{60 \text{ menit}} = 350 \text{ m/menit}$$

$$\text{Waktu yang dibutuhkan} = \frac{\text{jarak}}{\text{kecepatan}} = \frac{1811.9883 \text{ m}}{350 \text{ m/menit}} = 5.17 \text{ menit}$$



Tabel 4.4 : Segment jalan *Dumptruck*

Seg	Jarak	Grade %	RR	Angle	Elevasi
1	110,74	-5,4%	5%	0	(6,02)
2	10,18	-5,3%	3,00%	6	(0,54)
3	30,34	-5,2%	3,00%	0	(1,58)
4	6,57	-5,1%	3,00%	-13	(0,34)
5	32,20	-5,0%	3,00%	0	(1,60)
6	3,49	-5,0%	3,00%	-8	(0,17)
7	47,75	-5,0%	3,00%	0	(2,39)
8	1,54	-3,7%	3,00%	-15	(0,06)
9	12,89	-2,4%	3,00%	0	(0,31)
10	2,40	-3,9%	3,00%	-23	(0,09)
11	41,81	-5,2%	3,00%	0	(2,17)
12	13,85	-5,6%	3,00%	16	(0,77)
13	114,21	-5,6%	3,00%	0	(6,36)
14	43,04	-5,7%	3,00%	4	(2,45)
15	43,04	-5,7%	3,00%	0	(2,45)
16	43,04	-5,7%	3,00%	6	(2,45)
17	65,28	-0,6%	3,00%	0	(0,41)
18	8,50	-3,3%	3,00%	9	(0,28)
19	71,16	-6,1%	3,00%	0	(4,35)
20	21,95	-6,4%	3,00%	-8	(1,41)
21	29,25	-5,0%	3,00%	0	(1,48)
22	10,71	-8,7%	3,00%	-8	(0,93)
23	46,38	-12,9%	3,00%	0	(5,99)
24	5,64	-10,1%	3,00%	-14	(0,57)
25	63,29	-7,2%	3,00%	0	(4,57)
26	5,97	-5,7%	3,00%	20	(0,34)
27	44,17	-4,0%	3,00%	0	(1,77)
28	4,80	-2,2%	3,00%	15	(0,11)
29	10,89	0,0%	3,00%	0	-
30	4,52	2,7%	3,00%	-8	0,12
31	57,21	4,7%	3,00%	0	2,67
32	8,86	7,0%	3,00%	-15	0,62
33	28,65	9,1%	3,00%	0	2,61
34	10,16	5,5%	3,00%	-18	0,56
35	19,19	-10,75%	3,00%	0	(2,06)
36	19,19	-10,75%	3,00%	-36	(2,06)
37	19,19	-10,75%	3,00%	0	(2,06)
38	19,19	-10,75%	3,00%	-15	(2,06)
39	19,19	-10,75%	3,00%	0	(2,06)
40	19,19	-10,75%	3,00%	-48	(2,06)
41	19,19	-10,75%	3,00%	0	(2,06)
42	19,19	-10,75%	3,00%	31	(2,06)
43	19,19	-10,75%	3,00%	0	(2,06)
44	19,19	-10,75%	3,00%	34	(2,06)
45	19,19	-10,75%	3,00%	0	(2,06)
46	19,19	-10,75%	3,00%	-23	(2,06)
47	18,48	-1,00%	3,00%	0	(0,18)
48	18,48	-1,00%	3,00%	52	(0,18)
49	18,48	-1,00%	3,00%	0	(0,18)
50	18,48	-1,00%	3,00%	41	(0,18)
51	18,48	-1,00%	3,00%	0	(0,18)
52	18,48	-1,00%	3,00%	-14	(0,18)
53	82,16	12,02%	3,00%		9,87
54	82,16	12,02%	3,00%	33	9,87
55	21,52	8,94%	3,00%		1,92
56	21,52	8,94%	3,00%	-14	1,92
57	21,52	8,94%	3,00%		1,92
58	21,52	8,94%	3,00%	27	1,92
59	21,52	8,94%	3,00%		1,92
60	21,52	8,94%	3,00%	-29	1,9
61	122,94	-7,85%	5,00%	0	-9,65

- **Dumping time**

Dumping time adalah waktu dari dumptruck tiba ke area pembuangan hingga dumptruck siap untuk kembali kelapangan setelah proses pembuangan.

Tabel 4.5 : Kondisi operasi t_1

Operating conditions	t_1 , min.
Favorable	0.5 to 0.7
Average	1.0 to 1.3
Unfavorable	1.5 to 2.0

$$t_1 = 0.5 \text{ menit (kondisi operasi kerja bagus)}$$

$$t_2 = 0.5 \text{ menit (kondisi operasi kerja rata-rata)}$$

Total waktu siklus Dumptruck

$$\begin{aligned} Cmt &= n \times Cms + \frac{D}{V_1} + t_1 + \frac{D}{V_2} + t_2 \\ &= 1.655 + 5.91 + 0.5 + 3.94 + 0.5 + 7.72 \\ &= 20.24 \text{ menit} \end{aligned}$$

B. Produksi dengan indeks PC1250 X HD785

$$\text{Waktu siklus dumptruck } Cmt = n \times Cms + \frac{D}{V_1} + t_1 + \frac{D}{V_2} + t_2 + Queue$$

- **Loading time**

$$\text{Loading time} = Cms (\text{waktu siklus}) \times n (\text{jumlah siklus})$$

$$= 24 \times \frac{94}{6.7 \times 0.83}$$

$$= 169.74 \text{ detik} = 2.83 \text{ menit}$$

Total waktu siklus dumptruck

$$\begin{aligned} Cmt &= n \times Cms + \frac{D}{V_1} + t_1 + \frac{D}{V_2} + t_2 + Queue \\ &= 2.83 + 6.11 + 0.5 + 4.07 + 0.5 + 6.26 \\ &= 20.27 \text{ menit} \end{aligned}$$

4.5.2.3 Jumlah Alat yang dibutuhkan

Dari hasil tinjauan dilapangan di dapatkan bahwa :

Tabel 4.6 : Ketersediaan alat di lapangan

HAULER		JANUARI	FEBRUARI	MARET	APRIL	MEI	JUNI	JULI	AGUSTUS	SEPTEMBER	OKTOBER	NOVEMBER
Rigid dumptruck	HD785-7	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5
Rigid dumptruck	HD465-7	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6

Dari data yang didapat lapangan menggunakan alat untuk HD465 dan HD785 adalah 5 unit HD465 dan 3 unit HD785

4.5.2.4 Estimasi Produktivitas *Dumptruck*

Total produktivitas per jam dumptruck yang dilakukan berulang diperkirakan dengan rumus

$$P = C \times \frac{60}{C_{mt}} \times E_t$$

Dimana, : P = Produktivitas per jam

E_t = Efisiensi pekerjaan pada dumptruck

C = Berat beban aktual yang bisa diangkut

C = $C_1 / \text{Insitu Density}$

C_1 = Berat beban yang bisa di angkut

A. *Dumptruck* HD465

Tabel 4.7 : Efisiensi pekerjaan pada dumptruck

Operating conditions	Job efficiency
Good	0.83
Average	0.80
Rather poor	0.75
Poor	0.70

$E_t = 0.83$ (karena kondisi operator baik)

$$P = C \times \frac{60}{C_{mt}} \times E_t$$

$$= (55 / 2.39) \times \frac{60}{20.24} \times 0.83$$

$$= 66.608 \text{ bcm}$$

B. Dumptruck HD785

$$\begin{aligned}
 P &= C \times \frac{60}{C_{mt}} \times E_t \\
 &= (94 / 2.39) \times \frac{60}{20.27} \times 0.83 \\
 &= 113.611 \text{ bcm}
 \end{aligned}$$

No.	Tipe Alat	Jumlah	Production	Satuan
A	Excavator			
1	Excavator PC1250	2	586,32	m ³ /jam
Total Production =			1172,64	m ³ /jam
B	Dumptruck			
2	Dumptruck HD465	5	66,608	bcm
3	Dumptruck HD785	3	113,611	bcm
Total Production =			673,87	bcm

4.6 Pekerjaan dengan berbeda tempat Quarry

Pemilihan tempat berbeda pada Quarry terdekat yaitu di Disposal Selatan sejauh 1.58 km.

Menghitung Produktivitas dengan data aktual

$$\text{Produksi Excavator : } Q = q \times N \times E = q \times \frac{3600}{C_m} \times E$$

$$q = \frac{q_1 \times k}{SF}$$

Q = Excavator Produksi per jam

N = Number of cycles per hour

SF = Swell Factor

q = Produksi per siklus

C_m = Waktu siklus

q₁ = Kapasitas bucket

k = Faktor kapasitas

Tabel 4.8 : Faktor kapasitas bucket untuk *backhoe*

~ PC2000	Excavating Conditions	Bucket fill factor
Easy	Excavating natural ground of clayey soil, clay, or soft soil	1.1 ~ 1.2
Average	Excavating natural ground of soil such as sandy soil and dry soil	1.0 ~ 1.1
Rather difficult	Excavating natural ground of sandy soil with gravel	0.8 ~ 0.9
Difficult	Loading blasted rock	0.7 ~ 0.8

- Faktor kapasitas bucket (k) yang di gunakan adalah 0.83 dikarenakan rata-rata tanah yang diangkut adalah batuan bekas ledakan dan berpasir.
- Faktor Efisiensi (E) yang di gunakan adalah 0.9 dengan kondisi operasi alat dan pemeliharaan mesin yang normal.
- Swell Factor adalah konversi volume tanah dari tanah yang belum di sentuh, di sentuh, hingga dipadatkan. Swell Factor sendiri didapatkan dari

$$\frac{\text{kondisi Bank}}{\text{kondisi Loose}} = \frac{2.39}{1.84} = 1.30$$

- Kapasitas bucket Excavator (q_1) sebesar 6.7 m^3

Menghitung waktu siklus Excavator :

- Waktu swing = 5 detik, dengan sudut putar 90°
- Waktu menggali = 9 detik, dengan kedalaman gali 6 m
- Waktu buang = 5 detik, dengan pembuangan ke dalam dumptruck

$$\begin{aligned} \text{Total waktu siklus (T)} &= \text{waktu gali} + (\text{waktu swing} \times 2) + \text{waktu buang} \\ &= 24 \text{ detik} \end{aligned}$$

Sehingga produktivitas excavator,

$$\begin{aligned} P &= \frac{(q_1 \times k)}{SF} \times \frac{3600}{Cm} \times E \\ &= \frac{(6.7 \times 0.83)}{1.3} \times \frac{3600}{24} \times 0.83 \\ &= 586.32 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

- **PC1250 X HD465**

$$\text{Produksi Dumptruck } P = \frac{C \times 60 \times E}{Cmt}$$

Menghitung waktu siklus *dumptruck*

$$Cmt = (n \times Cms) + \frac{D}{V_1} + t_1 + \frac{D}{V_2} + t_2 + \text{Queue}$$

Tabel 4.9 : Segment jalan *Dumptruck* Alternatif

Seg	Jarak	Grade %	RR	Angle	Elevasi
1	122,94	-7,85%	5,00%	0	-9,65
2	21,52	8,94%	3,00%	-29	1,9
3	21,52	8,94%	3,00%		1,92
4	21,52	8,94%	3,00%	27	1,92
5	21,52	8,94%	3,00%		1,92
6	21,52	8,94%	3,00%	-14	1,92
7	21,52	8,94%	3,00%		1,92
8	82,16	12,02%	3,00%	33	9,87
9	82,16	12,02%	3,00%		9,87
10	18,48	-1,00%	3,00%	-14	(0,18)
11	18,48	-1,00%	3,00%	0	(0,18)
12	18,48	-1,00%	3,00%	41	(0,18)
13	18,48	-1,00%	3,00%	0	(0,18)
14	18,48	-1,00%	3,00%	52	(0,18)
15	18,48	-1,00%	3,00%	0	(0,18)
16	19,19	-10,75%	3,00%	-23	(2,06)
17	19,19	-10,75%	3,00%	0	(2,06)
18	19,19	-10,75%	3,00%	34	(2,06)
19	19,19	-10,75%	3,00%	0	(2,06)
20	19,19	-10,75%	3,00%	31	(2,06)
21	19,19	-10,75%	3,00%	0	(2,06)
22	19,19	-10,75%	3,00%	-48	(2,06)
23	19,19	-10,75%	3,00%	0	(2,06)
24	19,19	-10,75%	3,00%	-15	(2,06)
25	19,19	-10,75%	3,00%	0	(2,06)
26	19,19	-10,75%	3,00%	-36	(2,06)
27	19,19	-10,75%	3,00%	0	(2,06)
28	10,16	5,5%	3,00%	-18	0,56
29	28,65	9,1%	3,00%	0	2,61
30	8,86	7,0%	3,00%	-15	0,62
31	57,21	4,7%	3,00%	0	2,67
32	4,52	2,7%	3,00%	-8	0,12
33	10,89	0,0%	3,00%	0	-
34	4,80	-2,2%	3,00%	15	(0,11)
35	44,17	-4,0%	3,00%	0	(1,77)
36	5,97	-5,7%	3,00%	20	(0,34)
37	63,29	-7,2%	3,00%	0	(4,57)
38	5,64	-10,1%	3,00%	-14	(0,57)
39	46,38	-12,9%	3,00%	0	(5,99)
40	10,71	-8,7%	3,00%	-8	(0,93)
41	29,25	-5,0%	3,00%	0	(1,48)
42	21,95	-6,4%	3,00%	-8	(1,41)
43	71,16	-6,1%	3,00%	0	(4,35)
44	8,50	-3,3%	3,00%	9	(0,28)
45	65,28	-0,6%	3,00%	0	(0,41)
46	44,68	-5,2%	3,00%	157	(2,34)
47	44,68	-5,2%	3,00%	0	(2,34)
48	44,68	-5,2%	3,00%	16	(2,34)
49	44,68	-5,2%	3,00%	0	(2,34)
50	6,74	-5,9%	3,00%	-35	(0,40)
51	10,03	0,0%	3,00%	0	-
52	5,46	-4,7%	3,00%	34	(0,26)
53	123,38	-7,9%	5,00%	0	(9,74)

$$t_1 = 0.5 \text{ menit}$$

$$t_2 = 0.5 \text{ menit}$$

Total waktu siklus *Dumptruck*

$$\begin{aligned} \text{Cmt} &= (n \times \text{Cms}) + \frac{D}{V_1} + t_1 + \frac{D}{V_2} + t_2 \\ &= 1.52 + 5.88 + 0,5 + 3.92 + 0.5 + 7.87 \\ &= 20.69 \text{ menit} \end{aligned}$$

Produktivitas *Dumptruck*

$$\begin{aligned} P &= C \times \frac{60}{\text{Cmt}} \times E_t \\ &= (55 / 2.39) \times \frac{60}{20.69} \times 0.83 \\ &= 66.735 \text{ bcm} \end{aligned}$$

- **PC1250 X HD785**

Total waktu siklus *Dumptruck*

$$\begin{aligned} \text{Cmt} &= (n \times \text{Cms}) + \frac{D}{V_1} + t_1 + \frac{D}{V_2} + t_2 \\ &= 1.655 + 6.066 + 0,5 + 4.044 + 0.5 + 7.87 \\ &= 20.81 \text{ menit} \end{aligned}$$

Produktivitas *Dumptruck*

$$\begin{aligned} P &= C \times \frac{60}{\text{Cmt}} \times E_t \\ &= (94 / 2.39) \times \frac{60}{20.81} \times 0.83 \\ &= 113.399 \text{ bcm} \end{aligned}$$

No.	Tipe Alat	Jumlah	Production	Satuan
A	Excavator			
1	Excavator PC1250	2	586,32	m ³ /jam
Total Production =			1172,64	m ³ /jam
B	Dumptruck			
2	Dumptruck HD465	5	66,735	bcm
3	Dumptruck HD785	3	113,399	bcm
Total Production =			673,87	bcm

4.7 Pekerjaan Dengan Alternatif *Dumptruck*

Pada perhitungan sebelumnya alat berat yang digunakan adalah 2 buah PC1250 dengan 2 tipe *Dumptruck* HD465 sebanyak 5 buah dan HD785 sebanyak 3 buah. Pada perhitungan kali ini menggunakan 2 buah PC1250 dan 1 tipe *Dumptruck* HD785 sebanyak 6 buah.

$$\text{Produksi Excavator : } Q = q \times N \times E = q \times \frac{3600}{C_m} \times E$$

$$q = \frac{q_1 \times k}{SF}$$

Q = Excavator Produksi per jam

N = Number of cycles per hour

SF = Swell Factor

q = Produksi per siklus

C_m = Waktu siklus

q₁ = Kapasitas bucket

k = Faktor kapasitas

Tabel 4.10 : Faktor kapasitas bucket untuk *backhoe*

~ PC2000	Excavating Conditions	Bucket fill factor
Easy	Excavating natural ground of clayey soil, clay, or soft soil	1.1 ~ 1.2
Average	Excavating natural ground of soil such as sandy soil and dry soil	1.0 ~ 1.1
Rather difficult	Excavating natural ground of sandy soil with gravel	0.8 ~ 0.9
Difficult	Loading blasted rock	0.7 ~ 0.8

- Faktor kapasitas bucket (k) yang di gunakan adalah 0.83 dikarenakan rata-rata tanah yang diangkat adalah batuan bekas ledakan dan berpasir.
- Faktor Efisiensi (E) yang di gunakan adalah 0.9 dengan kondisi operasi alat dan pemeliharaan mesin yang normal.
- Swell Factor adalah konversi volume tanah dari tanah yang belum di sentuh, di sentuh, hingga dipadatkan. Swell Factor sendiri didapatkan dari $\frac{\text{kondisi Bank}}{\text{kondisi Loose}} = \frac{2.39}{1.84} = 1.30$

- Kapasitas bucket Excavator (q₁) sebesar 6.7 m³

Menghitung waktu siklus Excavator :

- Waktu swing = 5 detik, dengan sudut putar 90°
- Waktu menggali = 9 detik, dengan kedalaman gali 6 m
- Waktu buang = 5 detik, dengan pembuangan ke dalam dumptruck

$$\begin{aligned}\text{Total waktu siklus (T)} &= \text{waktu gali} + (\text{waktu swing} \times 2) + \text{waktu buang} \\ &= 24 \text{ detik}\end{aligned}$$

Sehingga produktivitas excavator,

$$\begin{aligned}P &= \frac{(q_1 \times k)}{SF} \times \frac{3600}{C_m} \times E \\ &= \frac{(6.7 \times 0.83)}{1.3} \times \frac{3600}{24} \times 0.83 \\ &= 586.32 \text{ m}^3/\text{jam}\end{aligned}$$

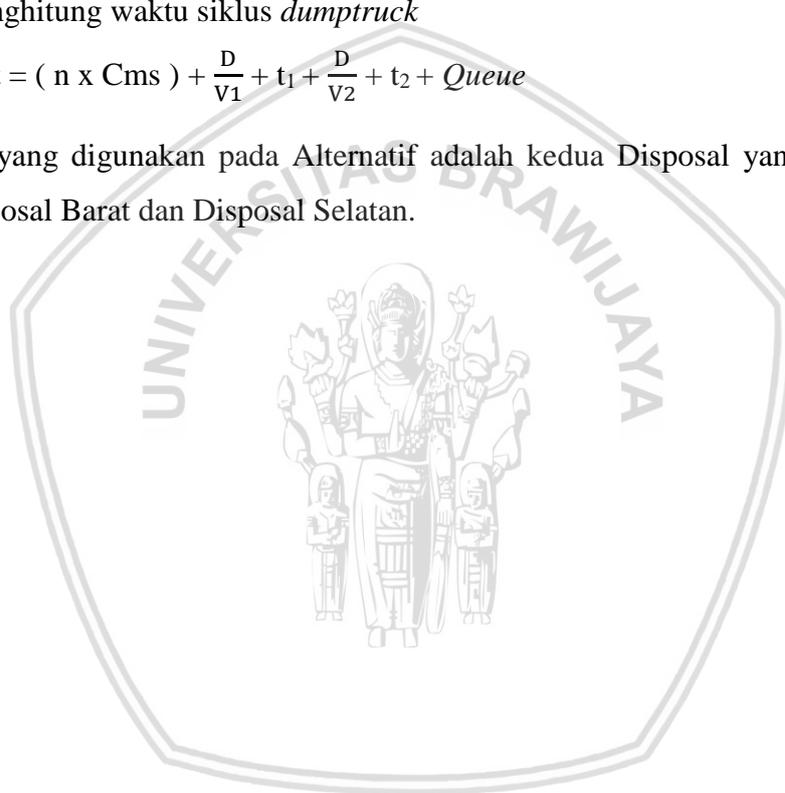
- PC1250 X HD785

$$\text{Produksi Dumpttruck P} = \frac{C \times 60 \times E}{C_{mt}}$$

Menghitung waktu siklus *dumpttruck*

$$C_{mt} = (n \times C_{ms}) + \frac{D}{V_1} + t_1 + \frac{D}{V_2} + t_2 + \text{Queue}$$

Disposal yang digunakan pada Alternatif adalah kedua Disposal yang digunakan diawal yaitu Disposal Barat dan Disposal Selatan.



Tabel 4.11: Segment jalan *Dumptruck* pada Disposasi Barat

Seg	Jarak	Grade %	RR	Angle	Elevasi
1	110,74	-5,4%	5%	0	(6,02)
2	10,18	-5,3%	3,00%	6	(0,54)
3	30,34	-5,2%	3,00%	0	(1,58)
4	6,57	-5,1%	3,00%	-13	(0,34)
5	32,20	-5,0%	3,00%	0	(1,60)
6	3,49	-5,0%	3,00%	-8	(0,17)
7	47,75	-5,0%	3,00%	0	(2,39)
8	1,54	-3,7%	3,00%	-15	(0,06)
9	12,89	-2,4%	3,00%	0	(0,31)
10	2,40	-3,9%	3,00%	-23	(0,09)
11	41,81	-5,2%	3,00%	0	(2,17)
12	13,85	-5,6%	3,00%	16	(0,77)
13	114,21	-5,6%	3,00%	0	(6,36)
14	43,04	-5,7%	3,00%	4	(2,45)
15	43,04	-5,7%	3,00%	0	(2,45)
16	43,04	-5,7%	3,00%	6	(2,45)
17	65,28	-0,6%	3,00%	0	(0,41)
18	8,50	-3,3%	3,00%	9	(0,28)
19	71,16	-6,1%	3,00%	0	(4,35)
20	21,95	-6,4%	3,00%	-8	(1,41)
21	29,25	-5,0%	3,00%	0	(1,48)
22	10,71	-8,7%	3,00%	-8	(0,93)
23	46,38	-12,9%	3,00%	0	(5,99)
24	5,64	-10,1%	3,00%	-14	(0,57)
25	63,29	-7,2%	3,00%	0	(4,57)
26	5,97	-5,7%	3,00%	20	(0,34)
27	44,17	-4,0%	3,00%	0	(1,77)
28	4,80	-2,2%	3,00%	15	(0,11)
29	10,89	0,0%	3,00%	0	-
30	4,52	2,7%	3,00%	-8	0,12
31	57,21	4,7%	3,00%	0	2,67
32	8,86	7,0%	3,00%	-15	0,62
33	28,65	9,1%	3,00%	0	2,61
34	10,16	5,5%	3,00%	-18	0,56
35	19,19	-10,75%	3,00%	0	(2,06)
36	19,19	-10,75%	3,00%	-36	(2,06)
37	19,19	-10,75%	3,00%	0	(2,06)
38	19,19	-10,75%	3,00%	-15	(2,06)
39	19,19	-10,75%	3,00%	0	(2,06)
40	19,19	-10,75%	3,00%	-48	(2,06)
41	19,19	-10,75%	3,00%	0	(2,06)
42	19,19	-10,75%	3,00%	31	(2,06)
43	19,19	-10,75%	3,00%	0	(2,06)
44	19,19	-10,75%	3,00%	34	(2,06)
45	19,19	-10,75%	3,00%	0	(2,06)
46	19,19	-10,75%	3,00%	-23	(2,06)
47	18,48	-1,00%	3,00%	0	(0,18)
48	18,48	-1,00%	3,00%	52	(0,18)
49	18,48	-1,00%	3,00%	0	(0,18)
50	18,48	-1,00%	3,00%	41	(0,18)
51	18,48	-1,00%	3,00%	0	(0,18)
52	18,48	-1,00%	3,00%	-14	(0,18)
53	82,16	12,02%	3,00%		9,87
54	82,16	12,02%	3,00%	33	9,87
55	21,52	8,94%	3,00%		1,92
56	21,52	8,94%	3,00%	-14	1,92
57	21,52	8,94%	3,00%		1,92
58	21,52	8,94%	3,00%	27	1,92
59	21,52	8,94%	3,00%		1,92
60	21,52	8,94%	3,00%	-29	1,9
61	122,94	-7,85%	5,00%	0	-9,65

Tabel 4.12 : Segment jalan *Dumptruck* pada Disposal Selatan

Seg	Jarak	Grade %	RR	Angle	Elevasi
1	122,94	-7,85%	5,00%	0	-9,65
2	21,52	8,94%	3,00%	-29	1,9
3	21,52	8,94%	3,00%		1,92
4	21,52	8,94%	3,00%	27	1,92
5	21,52	8,94%	3,00%		1,92
6	21,52	8,94%	3,00%	-14	1,92
7	21,52	8,94%	3,00%		1,92
8	82,16	12,02%	3,00%	33	9,87
9	82,16	12,02%	3,00%		9,87
10	18,48	-1,00%	3,00%	-14	(0,18)
11	18,48	-1,00%	3,00%	0	(0,18)
12	18,48	-1,00%	3,00%	41	(0,18)
13	18,48	-1,00%	3,00%	0	(0,18)
14	18,48	-1,00%	3,00%	52	(0,18)
15	18,48	-1,00%	3,00%	0	(0,18)
16	19,19	-10,75%	3,00%	-23	(2,06)
17	19,19	-10,75%	3,00%	0	(2,06)
18	19,19	-10,75%	3,00%	34	(2,06)
19	19,19	-10,75%	3,00%	0	(2,06)
20	19,19	-10,75%	3,00%	31	(2,06)
21	19,19	-10,75%	3,00%	0	(2,06)
22	19,19	-10,75%	3,00%	-48	(2,06)
23	19,19	-10,75%	3,00%	0	(2,06)
24	19,19	-10,75%	3,00%	-15	(2,06)
25	19,19	-10,75%	3,00%	0	(2,06)
26	19,19	-10,75%	3,00%	-36	(2,06)
27	19,19	-10,75%	3,00%	0	(2,06)
28	10,16	5,5%	3,00%	-18	0,56
29	28,65	9,1%	3,00%	0	2,61
30	8,86	7,0%	3,00%	-15	0,62
31	57,21	4,7%	3,00%	0	2,67
32	4,52	2,7%	3,00%	-8	0,12
33	10,89	0,0%	3,00%	0	-
34	4,80	-2,2%	3,00%	15	(0,11)
35	44,17	-4,0%	3,00%	0	(1,77)
36	5,97	-5,7%	3,00%	20	(0,34)
37	63,29	-7,2%	3,00%	0	(4,57)
38	5,64	-10,1%	3,00%	-14	(0,57)
39	46,38	-12,9%	3,00%	0	(5,99)
40	10,71	-8,7%	3,00%	-8	(0,93)
41	29,25	-5,0%	3,00%	0	(1,48)
42	21,95	-6,4%	3,00%	-8	(1,41)
43	71,16	-6,1%	3,00%	0	(4,35)
44	8,50	-3,3%	3,00%	9	(0,28)
45	65,28	-0,6%	3,00%	0	(0,41)
46	44,68	-5,2%	3,00%	157	(2,34)
47	44,68	-5,2%	3,00%	0	(2,34)
48	44,68	-5,2%	3,00%	16	(2,34)
49	44,68	-5,2%	3,00%	0	(2,34)
50	6,74	-5,9%	3,00%	-35	(0,40)
51	10,03	0,0%	3,00%	0	-
52	5,46	-4,7%	3,00%	34	(0,26)
53	123,38	-7,9%	5,00%	0	(9,74)

$$t_1 = 0.5 \text{ menit}$$

$$t_2 = 0.5 \text{ menit}$$

Disposal Barat

Total waktu siklus *Dumptruck*

$$\begin{aligned} C_{mt} &= n \times C_{ms} + \frac{D}{V_1} + t_1 + \frac{D}{V_2} + t_2 + Queue \\ &= 2.83 + 6.11 + 0.5 + 4.07 + 0.5 + 6.26 \\ &= 20.27 \text{ menit} \end{aligned}$$

Produktivitas *Dumptruck*

$$\begin{aligned} P &= C \times \frac{60}{C_{mt}} \times E_t \\ &= (94 / 2.39) \times \frac{60}{20.27} \times 0.83 \\ &= 113.611 \text{ bcm} \end{aligned}$$

Disposal Selatan

Total waktu siklus *Dumptruck*

$$\begin{aligned} C_{mt} &= (n \times C_{ms}) + \frac{D}{V_1} + t_1 + \frac{D}{V_2} + t_2 \\ &= 1.655 + 6.066 + 0,5 + 4.044 + 0.5 + 7.87 \\ &= 20.81 \text{ menit} \end{aligned}$$

Produktivitas *Dumptruck*

$$\begin{aligned} P &= C \times \frac{60}{C_{mt}} \times E_t \\ &= (94 / 2.39) \times \frac{60}{20.81} \times 0.83 \\ &= 113.399 \text{ bcm} \end{aligned}$$



No.	Tipe Alat	Jumlah	Production	Satuan
A	Excavator			
1	Excavator PC1250	2	586,32	m ³ /jam
		Total Production =	1172,64	m ³ /jam
B	Dumpruck			
	Disposal Barat			
1	Dumpruck HD785	6	113,611	bcm
		Total Production =	681,66	bcm
	Disposal Selatan			
2	Dumpruck HD785	6	113,399	bcm
		Total Production =	680,39	bcm



4.8 Perbandingan Hasil

Setelah menghitung dengan dua cara yaitu dengan TALPAC dan perhitungan manual menggunakan Ms. Excel, maka hasil perbandingan dari perhitungan masing - masing cara sebagai berikut:

No.	Production (Bcm/hr)	TALPAC	Excel	Unit	TALPAC	Excel
A1						
Disposal Barat						
Loader / Excavator						
1	PC1250	607,34	586,32	2	1214,68	1172,64
Hauling / Dumptruck						
2	HD785	113,92	113,611	3	341,76	340,833
3	HD465	66,75	66,608	5	333,75	333,04
Jumlah Production Hauling =					675,51	673,873
A2						
Alternatif kombinasi alat angkut						
Loader / Excavator						
1	PC1250	607,68	586,32	2	1215,36	1172,64
Hauling / Dumptruck						
2	HD785	113,7	113,611	6	682,2	681,666
Jumlah Production Hauling =					682,2	681,666
B1						
Disposal Selatan						
Loader / Excavator						
1	PC1250	608,39	586,32	2	1216,78	1172,64
Hauling / Dumptruck						
2	HD785	114,02	113,39	3	342,06	340,17
3	HD465	66,82	66,735	5	334,1	333,675
Jumlah Production Hauling =					676,16	673,845
B2						
Alternatif kombinasi alat angkut						
Loader / Excavator						
1	PC1250	635,07	586,32	2	1270,14	1172,64
Hauling / Dumptruck						
2	HD785	117,61	113,611	6	705,66	681,666
Jumlah Production Hauling =					705,66	681,666

4.9 Biaya sewa alat berat

US\$ RATE	15.000	(Rp)
Fuel price	\$0,80	(Rp/lt)
Lubricants unit price :		
engine oil	\$2,06	(\$/lt)
transmission oil	\$2,06	(\$/lt)
final drive oil	\$2,06	(\$/lt)
hydraulic control	\$2,06	(\$/lt)
grease	\$2,27	(\$/kg)

EQ. TYPE			Hydraulic Excavators	Rigid dumptruck	Rigid dumptruck
BRAND			KOMATSU	KOMATSU	KOMATSU
MODEL			PC1250	HD785	HD-465
CAPACITY			6,5	90	55
ATTACHMENTS			CUM	TONNES	TONNES
YEAR MADE			bucket	rear dump	rear dump
DELIVERED PRICE			2012	2012	2012
		(us\$)	846.454	889.454	579.454
TIRE PRICE			0	97800	45000
		(us\$)	846454	791654	534454
DELIVERED PRICE LESS PRICE			0	0	0
		(us\$)	846454	791654	534454
RESALE VALUE			0	0	0
		(us\$)	846454	791654	534454
DEPRECIATED VALUE			35032	35032	35032
		(hrs)	24,16	22,60	15,26
LIFE TIME			0,563	0,563	0,563
		(us\$/hr)	10,873	11,425	7,443
DEPRECIATION COST			35,035	34,023	22,699
		(us\$/hr)	75	107	84
COST OF EQUITY FACTOR			60	85,6	67,2
		(us\$/hr)	0,189	0,234	0,108
I T I			0,389	0,482	0,223
		(us\$/hr)	2	2	2
SUB. TOT. OWN. COST			0,039	0,099	0,180
		(us\$/hr)	0,080	0,204	0,371
FUEL			0,020	0,117	0,072
		(litr/hr)	0,041	0,241	0,148
cons		(litr/hr)	0,306	0,180	0,045
cost		(us\$/hr)	0,630	0,371	0,093
Engine Oil			0,162	0,030	0,020
		(kg/hr)	0,367	0,068	0,045
cons		(kg/hr)	1,140	1,298	0,834
cost		(us\$/hr)	0	8025	8025
Transmission Oil			0	12,187	5,607
		(us\$/hr)	30,580	27,410	17,500
Finaldrive Oil			2,5	0	0
		(us\$/hr)	5	5	5
Hydraulic Oil			116,728	107,261	73,822
		(us\$/hr)	151,763	141,284	96,521
Grease					
		(us\$/hr)			
Filters					
		(us\$/hr)			
TIRES					
		(hrs)			
l/time		(hrs)			
cost		(us\$/hr)			
REPAIR COST					
		(us\$/hr)			
SPEC. ITEM					
		(us\$/hr)			
OPRT. WAGE					
		(us\$/hr)			
SUBTOT OPR. COST					
		(us\$/hr)			
OWNING & OPR. COST					
		(us\$/hr)			
OWNING & OPR. COST			2276451,369	2119267,200	1447818,685
		(rp/hr)			

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Penelitian dilakukan di Proyek Penambangan Batubara di Desa Riam Andungan Kecamatan Kintap, Kabupaten Tanah Laut, Kalimantan Selatan. Lokasi yang dijadikan sebagai Studi kasus adalah site ALE. Pekerjaan yang dijadikan penelitian adalah pekerjaan galian dan pembuangan. Karena panjangnya area pekerjaan maka area pekerjaan dibagi menjadi dua, berdasarkan dengan Panjang area, yaitu zona A, dan zona B. Jarak pembuangan dari zona A adalah 1.8 kilometer dan zona B 1.5 kilometer. Jumlah penggunaan alat berat juga dibatasi berdasarkan alat yang tersedia dilapangan, agar satu alat dengan alat lainnya tidak saling mengganggu mekanisme gerak alat.

Dari hasil analisis optimasi penggunaan dan jam kerja alat dapat ditarik kesimpulan:

1. Excavator atau *Loader* yang digunakan dalam penelitian ini hanya menggunakan 1 jenis yaitu, PC1250 sebanyak 2 unit. Nilai produktivitas yang di dapatkan dari tiap excavator adalah 607.66 bcm. Dari 2 pilihan tipe *dumptruck* yang ada digunakan *dumptruck* jenis HD465 sebanyak 5 unit dan HD785 sebanyak 3 unit. Untuk hasil produktivitas dari masing – masing *dumptruck* adalah HD465 sebanyak 66.78 bcm dan HD785 sebanyak 114.09 bcm.

2. Untuk perencanaan alternatif lain dari proyek penambangan batubara ini, dibuatlah perhitungan pembuangan ke lain Disposal dan kombinasi alat lain. Untuk hasil dari pembuangan di Disposal lain, yaitu Disposal Selatan, didapatkan hasil produktivitas dari *dumptruck* sebesar 66.82 bcm untuk HD465 dan 114.02 bcm untuk HD785. Dan untuk kombinasi alat lain yang digunakan yaitu 6 unit HD785 didapatkan produktivitas sebesar 113.7 bcm pada lokasi Disposal Barat dan 117.61 bcm pada lokasi Disposal Selatan.
3. Untuk perencanaan awal menggunakan kombinas 2 PC1250 + 5 HD465 dan 3 HD785 menghabiskan biaya sebanyak Rp. 18.149.797,76/jam. Sedangkan untuk kombinasi alternatif yang menggunakan 2 pc1250 + 6 HD785 menghabiskan biaya sebanyak Rp. 17.268.505,94/jam.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian, beberapa hal saran yang dipertimbangkan dalam perencanaan penggunaan alat berat sebagai berikut:

1. Dikarenakan samanya hasil dari produktivitas dari Disposal Barat dan Disposal Selatan, maka bisa sebagai bahan pertimbangan untuk pemindahan tempat buangan jika kondisi Disposal Barat sudah penuh atau tidak bisa digunakan lagi.
2. Sebagai saran atau pertimbangan dalam pemilihan jenis *dumptruck* yang digunakan bisa menggunakan kombinasi

alternatif baru yaitu 2 PC1250 + 6 HD785 dikarenakan menghasilkan produktivitas yang lebih besar juga menghemat biaya pada operasional *dumptruck*.





DAFTAR PUSTAKA

1. Kementerian Pekerjaan Umum. (2013). Pedoman Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum.
2. Rochmanhadi. (1985). Perhitungan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan dengan Menggunakan Alat-alat Berat. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
3. _____, *Komatsu Specification & Application Handbook edition 31*
4. _____, *Example 1 Tutorial Talpac (Truck and Loader Analysis and Costing*
5. Yanto Indonesianto, Ir., M. Sc. "Pemindahan Tanah Mekanis 2009" Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta.
6. Indonesia Investments, Diakses pada 11 Januari 2018
<https://www.indonesia-investments.com/id/bisnis/komoditas/batu-bara/item236>
7. Zozon Geologeous, Diakses pada 11 Januari 2018
<https://zozongeologeous.wordpress.com/2014/08/13/metode-penambangan-batubara/>





Lampiran 1

Gambar Jalur Dumptruck



Kementerian Riset dan Pendidikan Tinggi
Universitas Brawijaya
Fakultas Teknik
Jurusan Teknik Sipil

JUDUL GAMBAR

MENGETAHUI

DIPERIKSA	TTD
-----------	-----

M. Hamzah Hasyim,
ST, M.Eng.Sc

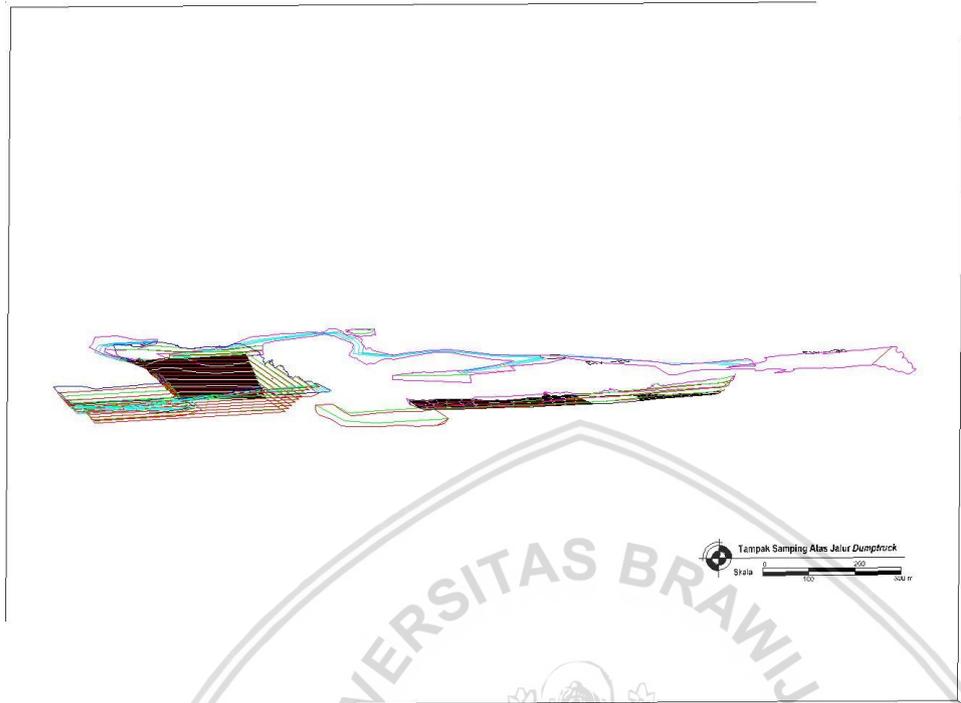
DIPERIKSA	TTD
-----------	-----

Eko Andi Surya, ST,
MT, Ph.D

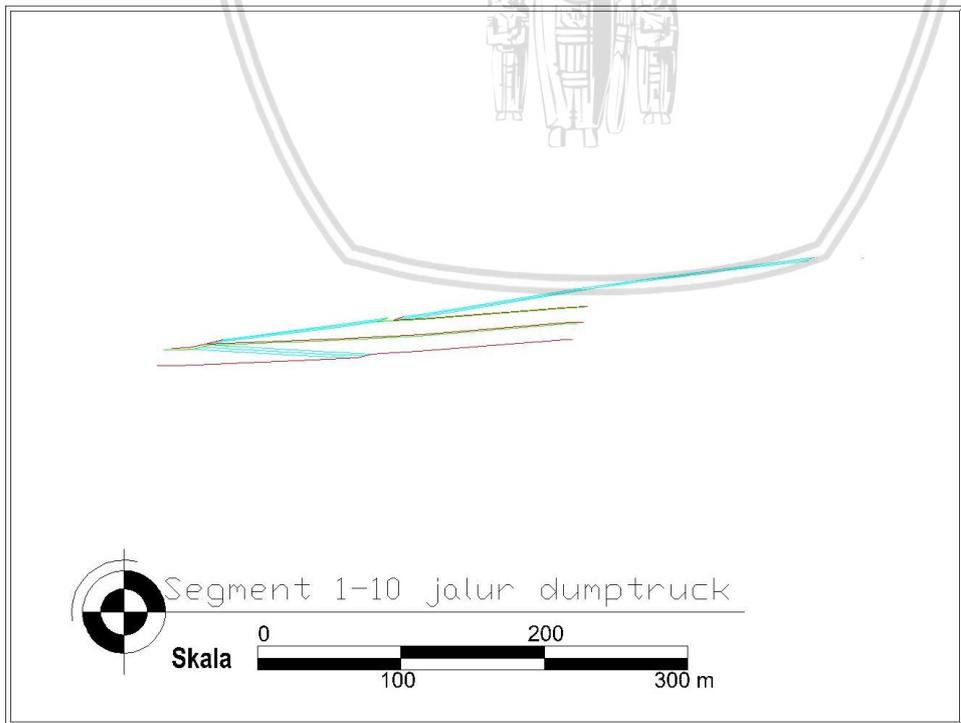
DIGAMBAR	NIM
----------	-----

Theo Mahendra Wijaya
(135060100111040)

Tgl.	Halaman	Jumlah Lembar
------	---------	---------------

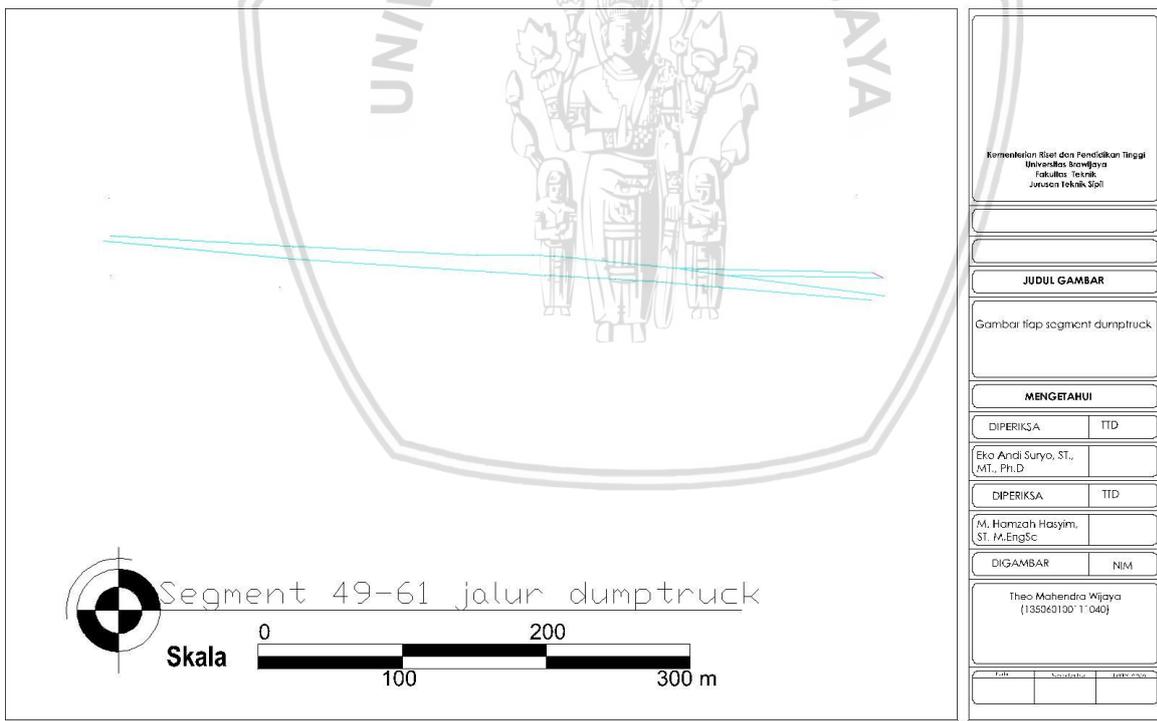
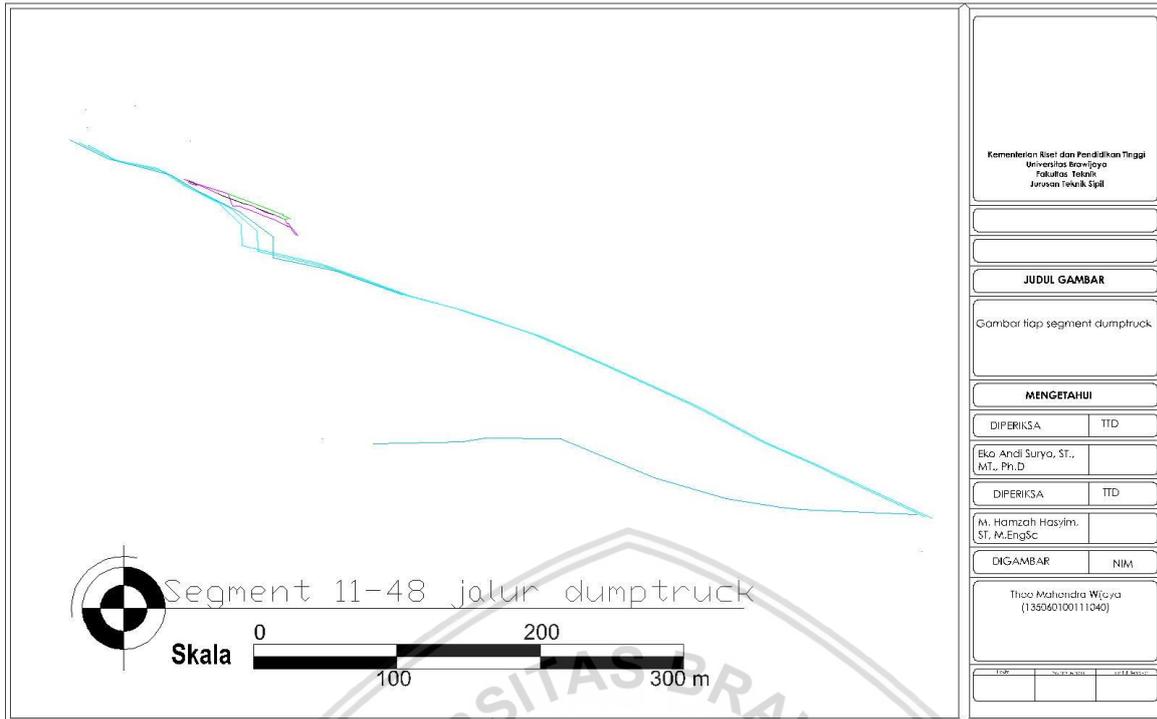


 Kementerian Riset dan Pendidikan Tinggi Universitas Brawijaya Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil	
JUDUL GAMBAR	
MENGETAHUI	
DIPERIKSA	TTD
M. Hamzah Hasyim, ST., M.Eng.Sc	
DIPERIKSA	TTD
Eko Andri Suryo, ST., MT., Ph.D	
DIGAMBAR	NIM
Theo Mahendra Wijaya (13506100111040)	



Kementerian Riset dan Pendidikan Tinggi Universitas Brawijaya Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil	
JUDUL GAMBAR	
Gambar tiap segment dumptruck	
MENGETAHUI	
DIPERIKSA	TTD
Eko Andri Suryo, ST., MT., Ph.D	
DIPERIKSA	TTD
M. Hamzah Hasyim, ST., M.Eng.Sc	
DIGAMBAR	NIM
Theo Mahendra Wijaya (13506100111040)	





Lampiran 2

Produktivitas Alat BeratDisposal Barat

No.	Uraian Teknis	Kode	Koefisien	Satuan
A	Material			
1	Insitu Density		2,39	tonne/bcm
2				
3	Bucket Fill Fact. Loader Backhoe		Heap 0,83	
B	Parameter			
1	Bank density		2,39	
2	Loose density		1,84	
3	Swell Factor		1,30	
C	SIKLUS WAKTU			
1	Gali	t1	9	Detik
2	Swing	t2	5	Detik
3	Buang	t3	5	Detik
4	Swing kembali	t4	5	Detik
5	Total Siklus		24	
D	Prody Loader (bcm)			
1	Capasitas bucket	kb	6,7	
2	factor conversion		1,1	
3	Cycle time (detik)	Ct	24	
4	Job. Eff	E	0,83	
5	Prody Loader (bcm)		586,32	

NO	URAIAN	KODE	KOEFISIEN	SATUAN
A	ASUMSI GALIAN TANAH			
1	Jarak Hauling	L	1,8	km
2	Payload Dump Truck	k	55	m ³
3	Faktor Efisiensi			
-	Insitu Density		2,39	
B	SIKLUS WAKTU			
1	Payload Dumptruck (bcm)	q	23,0125523	bcm
2	Kecepatan rata-rata muatan dan kosong	v	21,92	km/jam
3	Spot time at Loader	t1	30,000	detik
4	Spot time at Dump	t2	30,000	detik
5	Dumping time	cms	30,000	detik
6	waktu tunggu	t3 (waktu spare)	463,2	detik
7	waktu muat	td	99,32	detik
8	total siklus		652,517	detik
C	KAPASITAS PRODUKTIFITAS			
1	Produktifitas Dump Truck	KP	66,608	bcm

NO	URAIAN	KODE	KOEFISIEN	SATUAN
A	ASUMSI GALIAN TANAH			
1	Jarak Hauling	L	1,8	km
2	Kapasitas Dump Truck	k	94	m ³
3	Faktor Efisiensi			
-	Insitu Density		2,39	
B	SIKLUS WAKTU			
1	kapasitas Efektif dump truck	q	39,33054393	bcm
2	Kecepatan rata-rata muatan dan kosong	V	21,21	km/jam
3	Spot time at Loader	t1	30,000	detik
4	Spot time at Dump	t2	30,000	detik
5	Dumping time	cms	30,000	detik
6	waktu tunggu	t3 (waktu spare)	375,6	detik
7	waktu muat	td	169,741603	detik
8	total siklus		635,342	detik
C	KAPASITAS PRODUKTIFITAS			
1	Produktifitas Dump Truck	KP	113,611	bcm

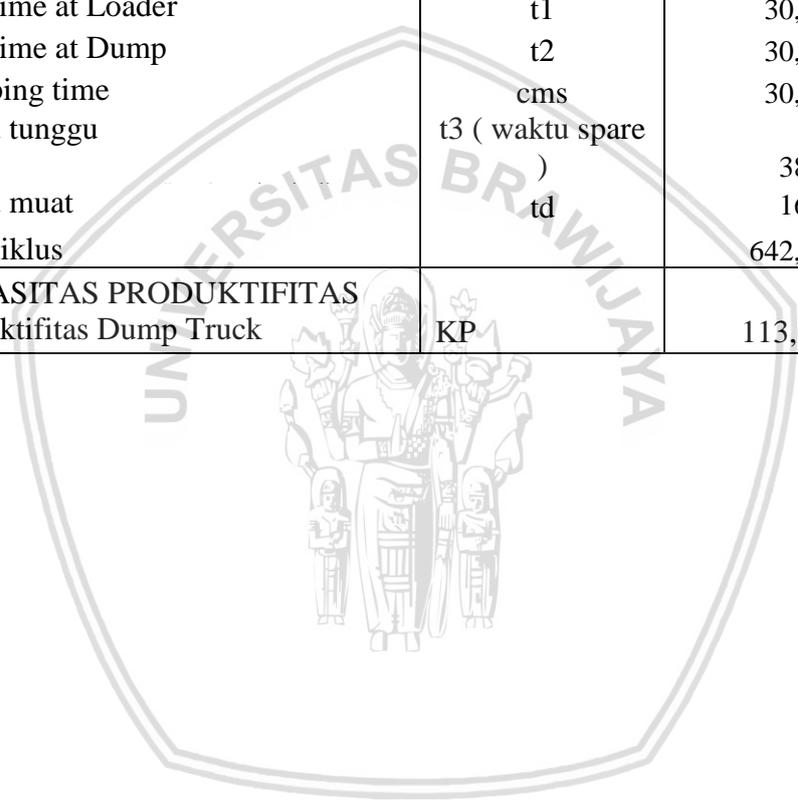
Produktivitas Alat Berat

Disposal Selatan

No.	Uraian Teknis	Kode	Koefisien	Satuan
A	Material			
1	Insitu Density		2,39	tonne/bcm
2	Swell Factor		1,3	
3	Bucket Fill Fact. Loader Backhoe		Heap 0,83	
B	Parameter			
1	Bank density		2,39	
2	Loose density		1,84	
3	Swell Factor		1,298913043	
C	SIKLUS WAKTU			
1	Gali	t1	9	Detik
2	Swing	t2	5	Detik
3	Buang	t3	5	Detik
4	Swing kembali	t4	5	Detik
5	Total Siklus		24	
D	Prodty Loader (bcm)			
1	Capasitas bucket	kb	6,7	
2	Fill factor	k	1,1	
3	Cycle time (detik)	Ct	24	
4	Job. Eff	E	0,83	
5	Prodty Loader (bcm)		586,3201958	

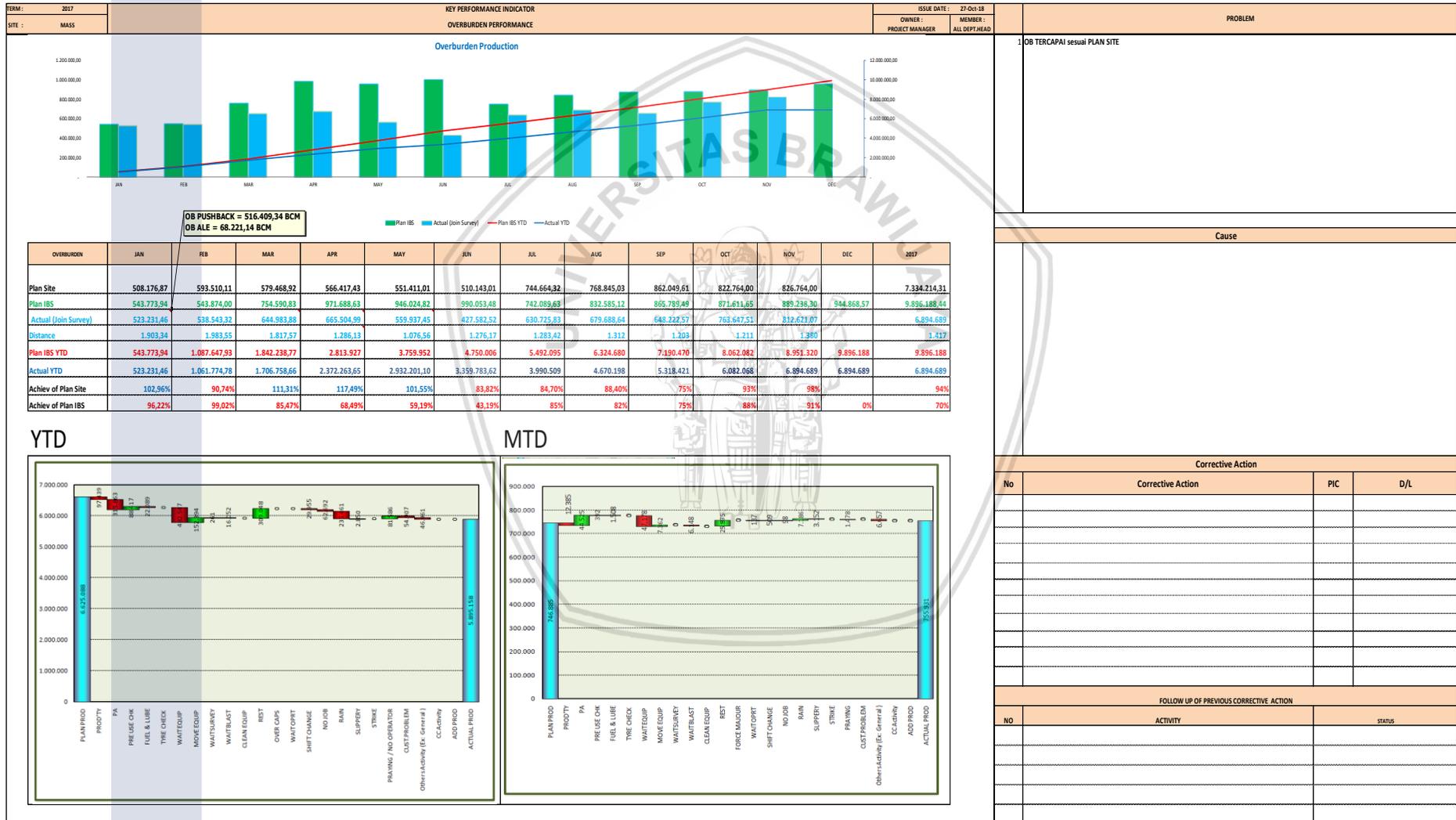
NO	URAIAN	KODE	KOEFISIE N	SATUA N
A	ASUMSI GALIAN TANAH			
1	Jarak Hauling	L	1,58	km ton
2	Payload	k	55	
3	Faktor Efisiensi			
-	Insitu Density		2,39	
B	SIKLUS WAKTU			
1	kapasitas Efektif dump truck	q	23,01255	bcm
2	Kecepatan rata-rata muatan dan kosong	V	19,34	km/jam
3	Spot time at Loader	t1	30,000	detik
4	Spot time at Dump	t2	30,000	detik
5	Dumping time	cms	30,000	detik
6	waktu tunggu	t3 (waktu spare)	472,2	detik
7	waktu muat	td	91,2	detik
8	total siklus		653,400	menit
C	KAPASITAS PRODUKTIFITAS			
1	Produktifitas Dump Truck	KP	66,735	m3/jam

NO	URAIAN	KODE	KOEFISIEN	SATUAN
A	ASUMSI GALIAN TANAH			
1	Jarak Hauling	L	1,58	km
2	Payload	k	94	ton
3	Faktor Efisiensi			
-	Insitu Density		2,39	
B	SIKLUS WAKTU			
1	kapasitas Efektif dump truck	q	39,33054393	bcm
2	Kecepatan rata-rata muatan dan kosong	V	18,74	km/jam
3	Spot time at Loader	t1	30,000	detik
4	Spot time at Dump	t2	30,000	detik
5	Dumping time	cms	30,000	detik
6	waktu tunggu	t3 (waktu spare)	386,4	detik
7	waktu muat	td	165,6	detik
8	total siklus		642,000	menit
C	KAPASITAS PRODUKTIFITAS			
1	Produktifitas Dump Truck	KP	113,399	m ³ /jam



Lampiran 3

Data – data yang didapat



TERM : 2017	KEY PERFORMANCE INDICATOR		27-Oct-18	PROBLEM																																																																																																															
SITE : MASS	PRODTY PERFORMANCE		MEMBER : ALL DEPT.HEAD																																																																																																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>PRODTY</th> <th></th> <th>NOV</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="4">1. OVERBURDEN REMOVAL</td> </tr> <tr> <td colspan="4">LOADER</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">PC1250</td> <td>PLAN</td> <td>600</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ACT</td> <td>555</td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">PC300</td> <td>PLAN</td> <td>200</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ACT</td> <td>179,4</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4">HAULER</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">HD785</td> <td>PLAN</td> <td>114</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ACT</td> <td>119</td> <td></td> </tr> <tr> <td>DISTANCE ACT</td> <td>1.812</td> <td>1.728,90</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">HD465</td> <td>PLAN</td> <td>66,08</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ACT</td> <td>73,12</td> <td></td> </tr> <tr> <td>DISTANCE ACT</td> <td>1.812</td> <td>1.752,48</td> </tr> <tr> <td colspan="4">DRILLING</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">D245S</td> <td>PLAN</td> <td>60,00</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ACT</td> <td>58,04</td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">JUNJIN</td> <td>PLAN</td> <td>40,00</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ACT</td> <td>-</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4">2. COAL MINING</td> </tr> <tr> <td colspan="4">LOADER</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">PC200</td> <td>PLAN</td> <td>90</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ACT</td> <td>75,1</td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">PC300</td> <td>PLAN</td> <td>160</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ACT</td> <td>137,0</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4">HAULER</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">FM-260</td> <td>PLAN</td> <td>40</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ACT</td> <td>36,67</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4">ACTUAL BY JARAK</td> </tr> <tr> <td colspan="4">ACTUAL BY JARAK</td> </tr> </tbody> </table>				PRODTY		NOV		1. OVERBURDEN REMOVAL				LOADER				PC1250	PLAN	600		ACT	555		PC300	PLAN	200		ACT	179,4		HAULER				HD785	PLAN	114		ACT	119		DISTANCE ACT	1.812	1.728,90	HD465	PLAN	66,08		ACT	73,12		DISTANCE ACT	1.812	1.752,48	DRILLING				D245S	PLAN	60,00		ACT	58,04		JUNJIN	PLAN	40,00		ACT	-		2. COAL MINING				LOADER				PC200	PLAN	90		ACT	75,1		PC300	PLAN	160		ACT	137,0		HAULER				FM-260	PLAN	40		ACT	36,67		ACTUAL BY JARAK				ACTUAL BY JARAK				CAUSE		
PRODTY		NOV																																																																																																																	
1. OVERBURDEN REMOVAL																																																																																																																			
LOADER																																																																																																																			
PC1250	PLAN	600																																																																																																																	
	ACT	555																																																																																																																	
PC300	PLAN	200																																																																																																																	
	ACT	179,4																																																																																																																	
HAULER																																																																																																																			
HD785	PLAN	114																																																																																																																	
	ACT	119																																																																																																																	
	DISTANCE ACT	1.812	1.728,90																																																																																																																
HD465	PLAN	66,08																																																																																																																	
	ACT	73,12																																																																																																																	
	DISTANCE ACT	1.812	1.752,48																																																																																																																
DRILLING																																																																																																																			
D245S	PLAN	60,00																																																																																																																	
	ACT	58,04																																																																																																																	
JUNJIN	PLAN	40,00																																																																																																																	
	ACT	-																																																																																																																	
2. COAL MINING																																																																																																																			
LOADER																																																																																																																			
PC200	PLAN	90																																																																																																																	
	ACT	75,1																																																																																																																	
PC300	PLAN	160																																																																																																																	
	ACT	137,0																																																																																																																	
HAULER																																																																																																																			
FM-260	PLAN	40																																																																																																																	
	ACT	36,67																																																																																																																	
ACTUAL BY JARAK																																																																																																																			
ACTUAL BY JARAK																																																																																																																			
				CORRECTIVE ACTION																																																																																																															
NO	ACTIVITY	PIC	Due Date																																																																																																																
1.																																																																																																																			

MASS		2017											
		JULI		AGUSTUS		SEPTEMBER		OKTOBER		NOPEMBER		DESEMBER	
		IBS	ACTUAL	IBS	ACTUAL	IBS	ACTUAL	IBS	ACTUAL	IBS	ACTUAL	IBS	ACTUAL
LOADER													
Hydraulic excavators	PC1250SP7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Hydraulic excavators	PC300	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Hydraulic excavators	PC 300 (SC)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Hydraulic excavators	PC200 (SC)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
HAULER													
Rigid dumptruck	HD785-7	5	4	5	4	5	3	5	3	5	3	5	5
Rigid dumptruck	HD465-7	6	4	6	5	6	5	6	5	6	5	6	6
Rigid dumptruck	LD (CWB-520)	4	7	4	7	4	7	4	7	4	7	4	4
Rigid dumptruck	FM260ID (Coal Mining) SC	2	0	2	-	2	4	6	6	7	6	8	8
RIPPING DOZING													
Dozer	D375A	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Dozer	D85 (SC)	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
DRILLING													
Drilling	D245S	2	1	2	1	2	1	2	1	2	2	2	2
Drilling	JUNJIN	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	1	-
ROAD MAINTENANCE													
	GD705A-4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	GD825	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	COMPAC CP 512 (SC)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	W. TRUCK	2	4	2	4	2	4	4	4	4	4	4	4
	W. TRUCK (SC)	2	0	2	-	2	-	2	-	2	2	2	2
SUPPORT													
	F. TRUCK	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	WASH DOWN	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	MF290	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	LUBE TRUCK	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	MF420	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	DND (POMPA SUBCONT)/KSB	1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	2
	Tyre handler	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Crane truck	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Fork Lift 3 Tons	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Fork Lift 5 Tons	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Genset EGS240 (Mes)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Genset EGS380	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Tower lamp	7	10	7	10	7	10	7	10	7	10	7	7
	Sarana	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
	Bus	5	4	5	5	5	5	5	4	5	3	5	5

EQ. TYPE	BRAND	MODEL	CAPACITY	ATTACHMENTS	YEAR
					MADE
Drilling machine	DRILLTECH	D245S	3" - 6"	inches rod and bit	2012
Bulldozers	KOMATSU	D375A-6R	525	HP blade/ripper	2012
Bulldozers	KOMATSU	D85ESS-2	225	HP blade	2009
Hydraulic Excavators	KOMATSU	PC2000-8	13	CUM bucket	2010
Hydraulic Excavators	KOMATSU	PC1250SP-8	6.5	CUM bucket	2012
Hydraulic Excavators	KOMATSU	PC300SE-8	1.19	CUM bucket	2007
Hydraulic Excavators	KOMATSU	PC200SE-8	0.835	CUM bucket	2007
Rigid dumptruck	KOMATSU	HD785-7	90	TONNES rear dump	2012
Rigid dumptruck	KOMATSU	HD465-7R	51	TONNES rear dump	2012
Rigid dumptruck	NISSAN DIESEL	CWB520/CWB6	20	TONNES rear dump	2005
Rigid dumptruck	VOLVO	FM12	30	TONNES rear dump	2007
Rigid dumptruck	VOLVO	FH16-2	60	TONNES primemover	2010
Motor Grader	KOMATSU	GD825A-2	280	HP blade	2012
Motor Grader	KOMATSU	GD705A-4	225	HP blade	2012
Compactor	BOMAG	BW211/BW212	9.08	TONNES drum	2007
Water truck	NISSAN DIESEL	TZA520PPNWT	20000	litres water tank	2010
Water truck	VOLVO	BMA-40wt	40000	litres water tank	2010
Water pump	MULTIFLOW	MFV 290 S		litres/sec suction hose	2012
Water pump	MULTIFLOW	MFV 420 S	230	litres/sec suction hose	2012
Fuel Truck Cap. 20kl	SCANIA	P360C6x6	20000	litres water tank	2010
MMU	SCANIA	MMU	20000	litres water tank	2010
Wash Down	SCANIA	Wash Down	20000	litres water tank	2010
Service truck scania P360C6x6 double cabin	SCANIA	P360C6x6			
Lube truck scania P360C6x6 double cabin	SCANIA	P360C6x6			
Tyre Handler	KOMATSU	WA-500	4.4	CUM bucket	2010