

TUGAS AKHIR
PRODUKTIVITAS ALAT BERAT EXCAVATOR DAN DUMP TRUCK
PADA PEKERJAAN GALIAN DAN PEMBERSIHAN PADA PROYEK
THE LUXURY COLLECTION JIMBARAN



POLITEKNIK NEGERI BALI

OLEH :
PUTU WILASTIKA
1915113023

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN
TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI BALI
JURUSAN TEKNIK SIPIL
PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL
2022



POLITEKNIK NEGERI BALI

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN
RISET, DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI BALI
JURUSAN TEKNIK SIPIL

Jalan Kampus Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Kabupaten Badung, Bali-80364
Telp. (0361)701981 (hunting) Fax. 701128
Laman : www.pnb.ac.id Email: poltek@pnb.ac.id

LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

**PRODUKTIVITAS ALAT BERAT EXCAVATOR DAN DUMP TRUCK PADA
PEKERJAAN GALIAN DAN PEMBERSIHAN PADA PROYEK THE
LUXURY COLLECTION JIMBARAN**

Oleh:

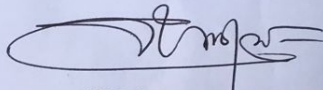
Putu Wilastika

1915113023

Tugas Akhir ini diajukan guna memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Pendidikan Diploma III Pada Jurusan Teknik Sipil

Politeknik Negeri Bali

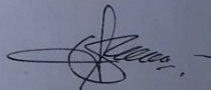
Pembimbing I



(I Made Jaya, ST, MT)
NIP. 196903031995121001

Bukit Jimbaran, 15 Agustus 2022

Pembimbing II



(Ir. I Wayan Suparta, M.Si., MT)
NIP. 196304281997021001

Disahkan Oleh:

Ketua Jurusan Teknik Sipil
Politeknik Negeri Bali



(Ir. I Wayan Sudiasa, MT.)
NIP. 196506241991031002



POLITEKNIK NEGERI BALI

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN
RISET, DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI BALI
JURUSAN TEKNIK SIPIL

Jalan Kampus Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Kabupaten Badung, Bali-80364
Telp. (0361)701981 (hunting) Fax. 701128
Laman : www.pnb.ac.id Email: poltek@pnb.ac.id

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Putu Wilastika

NIM : 1915113023

Program Studi : DIII Teknik Sipil

Jurusan : Teknik Sipil

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul “Produktivitas Alat Berat Excavator dan Dump Truck Pada Pekerjaan Galian dan Pembersihan di Proyek The Luxury Collection Jimbaran.” benar merupakan hasil karya sendiri baik sebagian maupun keseluruhan.

Demikian keterangan ini saya buat dan apabila ada kesalahan dikemudian hari, maka saya bersedia untuk mempertanggungjawabkannya.

Bukit Jimbaran, 15 Agustus 2022

Penulis

(Putu Wilastika)



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN
RISET, DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI BALI
JURUSAN TEKNIK SIPIL

Jalan Kampus Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Kabupaten Badung, Bali-80364
Telp. (0361)701981 (hunting) Fax. 701128
Laman : www.pnb.ac.id Email: poltek@pnb.ac.id

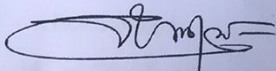
SURAT KETERANGAN REVISI LAPORAN TUGAS AKHIR
JURUSAN TEKNIK SIPIL

Yang bertanda tangan dibawah ini , Dosen Pembimbing Tugas Akhir Jurusan Teknik
Sipil Politeknik Negeri Bali menerangkan bahwa :

Nama : Putu Wilastika
NIM : 1915113023
Jurusan / Program Studi : DIII Teknik Sipil/Teknik Sipil
Judul : Produktivitas Alat Berat Excavator dan Dump Truck
Pada Pekerjaan Galian dan Pembersihan di Proyek
The Luxury Collection Jimbaran.

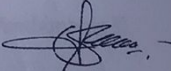
Telah diadakan perbaikan/revisi oleh mahasiswa yang bersangkutan dan dinyatakan dapat
diterima untuk melengkapi Laporan Tugas Akhir

Pembimbing I


(I Made Jaya, ST., MT)
NIP. 196903031995121001

Bukit Jimbaran, 15 Agustus 2022

Pembimbing II


(Ir. I Wayan Suparta, M.Si., MT)
NIP. 196304281997021001

Disahkan Oleh:
Kepala Jurusan Teknik Sipil
Politeknik Negeri Bali


(Ir. I Wayan Sasmita, MT.)
NIP. 1991031002

ABSTRAK

Setiap proyek konstruksi memerlukan alat berat untuk beberapa jenis pekerjaan, namun tidak mencakup semua jenis alat berat yang ada. Jenis-jenis proyek yang pada umumnya menggunakan alat berat adalah proyek gedung, pelabuhan, jembatan, jalan, irigasi dan lain-lain. Maka dari itu penulis mencari produktivitas di lapangan dan produktivitas standar pada alat berat *excavator* dan *dump truck* pada proyek The Luxury Collection Jimbaran yang dikerjakan oleh PT. Sumber Nusantara dengan luas 1,5 hektar dengan volume galian total $\pm 51000 \text{ m}^3$. Dari hasil penelitian didapatkan produktivitas *real* dari alat berat *excavator/backhoe* Hyundai 210-7 dan *dump truck* Hino 500 FM 260 TI pada proyek The Luxury Collection Jimbaran adalah sebesar $53,72 \text{ m}^3/\text{jam}$ untuk *excavator/backhoe* dan $13,25 \text{ m}^3/\text{jam}$ untuk *dump truck*. Sedangkan produktivitas standar dari alat berat *excavator/backhoe* Hyundai 210-7 dan *dump truck* Hino 500 FM 260 TI adalah sebesar $74,02 \text{ m}^3/\text{jam}$ untuk *excavator/backhoe* dan $28,57 \text{ m}^3/\text{jam}$ untuk *dump truck*. Dan waktu yang diperlukan oleh alat berat *excavator* dan *dump truck* bekerja pada pekerjaan galian dan pembersihan pada proyek The Luxury Collection Jimbaran berdasarkan dari total volume galian dan produktivitas yang didapatkan di lapangan adalah 18 bulan.

Kata Kunci : Produktivitas, Alat Berat, Excavator, Dump Truck

ABSTRACT

Every construction project requires heavy equipment for some types of work, but not all types of heavy equipment available. The types of projects that generally use heavy equipment are building projects, ports, bridges, roads, irrigation and others. Therefore the authors are looking for productivity in the field and productivity standards on heavy equipment excavators and dump trucks on the Jimbaran Luxury Collection project which is carried out by PT. Sumber Nusantara with an area of 1.5 hectares with a total excavation volume of $\pm 51000 \text{ m}^3$. The results showed that the real productivity of the Hyundai 210-7 excavator/backhoe and the Hino 500 FM 260 TI dump truck on the Jimbaran Project The Luxury Collection was $53.72 \text{ m}^3/\text{hour}$ for the excavator/backhoe and $13.25 \text{ m}^3/\text{hour}$ for the excavator/backhoe. dump trucks. Meanwhile, the standard productivity of the Hyundai 210-7 excavator/backhoe and the Hino 500 FM 260 TI dump truck is $74.02 \text{ m}^3/\text{hour}$ for the excavator/backhoe and $28.57 \text{ m}^3/\text{hour}$ for the dump truck. And the time required by heavy equipment excavators and dump trucks to work on excavation and cleaning work on The Luxury Collection Jimbaran project based on the total volume of excavation and productivity obtained in the field is 18 months.

Keywords : Productivity, Heavy Equipment, Excavator, Dump Truck

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadapan Ida Sang Hyang Widhi Wasa, Tuhan Yang Maha Esa karena telah melimpahkan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini sesuai dengan waktu yang telah ditetapkan.

Tugas Akhir ini sekaligus diajukan sebagai persyaratan untuk menyelesaikan D3 pada Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bali. Judul Tugas Akhir ini adalah “Produktivitas Alat Berat Excavator dan Dump Truck Pada Pekerjaan Galian dan Pembersihan Pada Proyek The Luxury Collection Jimbaran”. Dalam menulis Tugas Akhir ini penulis mendapatkan bantuan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak I Nyoman Abdi, SE, M.eCom selaku Direktur Politeknik Negeri Bali.
2. Bapak Ir. I Wayan Sudiasa, MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bali yang telah memberikan pengarahan dalam proses penyusunan Tugas Akhir
3. Bapak I Gede Sastra Wibawa, ST., MT. selaku Kaprodi D3 Teknik Sipil.
4. I Made Jaya, ST, MT selaku Dosen Pembimbing I.
5. Ir. I Wayan Suparta, M.Si., MT selaku Dosen Pembimbing II.
6. Kedua Orang Tua beserta keluarga yang selalu memberikan dukungan serta motivasi kepada penulis dalam proses penyusunan Tugas Akhir.
7. Teman-teman Jurusan Teknik Sipil yang telah membantu penulis sehingga sampai tersusunnya Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna, mengingat masih terbatasnya pengetahuan yang penulis miliki. Untuk itu, kritik dan saran sangat diharapkan demi kesempurnaan Tugas Akhir ini. Akhir kata, semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi pembaca.

Jimbaran, 25 Juli 2022

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR TABEL.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	vi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
1.5 Ruang Lingkup / Batasan Masalah.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Pengertian Alat Berat.....	4
2.2 Pengertian Excavator dan Dump truck.....	4
2.2.1 Pengertian Excavator.....	4
2.2.2 Pengertian Dump Truck.....	5
2.3 Produktivitas Alat Berat.....	6
2.4 Faktor Yang Mempengaruhi Produktivitas Alat Berat.....	7
2.4.2. Tamperatur.....	9
2.4.3. Koefisien Traksi.....	9
2.4.4. Tahanan Gelinding (<i>Rolling Resistance</i>).....	10
2.4.5. Pengaruh Landai Permukaan (<i>Grade</i>).....	11
2.4.6. Tenaga Roda (<i>Rimpull</i>).....	12
2.4.7. Tenaga Tarik (<i>Drawbar Pull = DBP</i>).....	12
2.4.8. Kemampuan Mendaki Tanjakan (<i>Gradability</i>).....	12
2.4.9. Pengaruh Kodisi Alat.....	13
2.4.10. Faktor Kondisi Medan dan Lingkungan.....	13
2.4.11. Faktor Cuaca dan Operator.....	15
2.4.12. Faktor Material Yang Dikerjakan.....	17
2.4.13. Faktor Manajemen.....	19

2.4.14 Job Faktor (ETOT).....	21
2.5 Metode Perhitungan Produksi Alat Berat.....	22
BAB III METODOLOGI.....	27
3.1 Rancangan Penelitian.....	27
3.2 Lokasi dan Waktu.....	27
3.3 Sumber Data.....	28
3.3.1 Data Primer.....	28
3.3.2 Data Sekunder.....	28
3.4 Pelaksanaan Survey.....	28
3.4.1 Waktu Penelitian.....	28
3.4.2 Data Alat Berat.....	29
3.4.3 Data Pekerjaan Alat Berat.....	29
3.5 Pengolahan Data.....	29
3.6 Pembahasan.....	29
3.7 Flow Chart.....	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	36
4.1 Tinjauan Daerah Studi.....	36
4.1.1 Umum.....	36
4.2 Data Hasil Survey.....	36
4.2.1 Data Primer.....	36
4.3 Produktivitas Alat Berat.....	54
4.3.1 Perhitungan Job Faktor.....	54
4.3.2 Perhitungan Produktivitas Backhoe.....	55
4.3.3 Perhitungan Produktivitas Dump Truck.....	56
4.3.4 Perhitungan Produktivitas Standar Excavator/Backhoe.....	57
4.3.5 Perhitungan Produktivitas Standar Dump Truck.....	58
BAB V PENUTUP.....	61
5.1 Simpulan.....	61
5.2 Saran.....	61
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Koefisien Traksi.....	10
Tabel 2.2 <i>Rolling Resistance</i> Untuk Berbagai Macam Kendaraan dan Jenis Permukaan Tanah.....	11
Tabel 2.3 Klasifikasi Kondisi Peralatan.....	13
Tabel 2.4 Tabel Kondisi Medan.....	14
Tabel 2.5 Faktor Gabungan Alat dan Medan.....	15
Tabel 2.6 Tabel <i>Curriculum Vitae</i> (CV).....	16
Tabel 2.7 Faktor Material.....	18
Tabel 2.8 Faktor Manajemen.....	20
Tabel 2.9 Tabulasi Job Faktor.....	21
Tabel 2.10 Faktor <i>bucket excavator</i> (Fb).....	23
Tabel 2.11 Faktor konversi galian (Fv).....	23
Tabel 2.12 Faktor efisiensi kerja alat excavato/ <i>backhoe</i> (Fa).....	23
Tabel 2.13 Waktu buang dan waktu tunggu.....	25
Tabel 2.14 Faktor efisiensi alat <i>dump truck</i>	26
Tabel 2.15 Kecepatan <i>dump truck</i> dan kondisi lapangan.....	26
Tabel 3.1 Form waktu siklus <i>excavator/backhoe</i>	30
Tabel 3.2 Form waktu siklus <i>dump truck</i>	32
Tabel 4.1 Tabel waktu siklus <i>backhoe</i> hari ke-1.....	39
Tabel 4.2 Tabel waktu siklus <i>backhoe</i> hari ke-2.....	40
Tabel 4.3 Tabel waktu siklus <i>backhoe</i> hari ke-3.....	41
Tabel 4.4 Tabel waktu siklus <i>backhoe</i> hari ke-4.....	42
Tabel 4.5 Tabel waktu siklus <i>backhoe</i> hari ke-5.....	43
Tabel 4.6 Tabel waktu siklus <i>backhoe</i> hari ke-6.....	44
Tabel 4.7 Tabel waktu siklus <i>backhoe</i> hari ke-7.....	45
Tabel 4.8 Tabel rata-rata waktu siklus <i>backhoe</i> selama 7 hari.....	46
Tabel 4.9 Waktu siklus <i>dump truck</i> hari ke-1.....	47
Tabel 4.10 Tabel waktu siklus <i>dump truck</i> hari ke-2.....	48

Tabel 4.11 Tabel waktu siklus <i>dump truck</i> hari ke-3.....	49
Tabel 4.12 Tabel waktu siklus <i>dump truck</i> hari ke-4.....	50
Tabel 4.13 Tabel waktu siklus <i>dump truck</i> hari ke-5.....	51
Tabel 4.14 Tabel waktu siklus <i>dump truck</i> hari ke-6.....	52
Tabel 4.15 Tabel waktu siklus <i>dump truck</i> hari ke-7.....	53
Tabel 4.16 Tabel rata-rata waktu siklus <i>dump truck</i> selama 7 hari.....	54
Tabel 4.17 Tabulasi Job Faktor.....	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Alat Berat Excavator.....	3
Gambar 2. 2 Alat Berat Dump Truck.....	4
Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian.....	26

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Setiap proyek konstruksi memerlukan alat berat untuk beberapa jenis pekerjaan, namun tidak mencakup semua jenis alat berat yang ada. Jenis-jenis proyek yang pada umumnya menggunakan alat berat adalah proyek gedung, pelabuhan, jembatan, jalan, irigasi dan lain-lain[1]. Begitu juga pada proyek The Luxury Collection Jimbaran yang menggunakan alat berat dalam pekerjaan *cut and fill*.

Proyek The Luxury Collection ini merupakan proyek villa yang berlokasi di Jalan Bukit Permai, Jimbaran, Kuta Selatan, Bali. Proyek ini merupakan proyek villa yang bertujuan sebagai tempat menginap atau tempat tinggal untuk wisatawan atau turis yang sedang berlibur di Bali khususnya di daerah Jimbaran. Proyek ini berada pada area dengan luas 1,5 hektare dengan kondisi tanah *limestone* dan agak menurun.

Proyek ini dibagi menjadi dua tahap yaitu pekerjaan *cut and fill* dan pekerjaan *main building*. Pada waktu penulis melakukan survey masih dalam tahap *cut and fill* yaitu dengan menggunakan alat berat. Pekerjaan *cut and fill* ini dilakukan oleh PT. Sumber Nusantara. Untuk pekerjaan *cut and fill* dijadwalkan selama 7 bulan atau 210 hari dimulai dari bulan maret dan selesai dibulan september dan waktu penulis melakukan survey pekerjaan *cut and fill* sudah berjalan sebanyak kurang lebih 58% dan pekerjaan ini mengalami kemajuan sebesar 8% dari progres rencana 50% di minggu ke 15.

Alat berat yang digunakan yaitu menggunakan *excavator breaker* untuk menghancurkan *limestone* lalu dilanjutkan dengan *excavator bucket* untuk menggali dan memindahkan *limestone* ke *dump truck* dan dilanjutkan dengan *dump truck* untuk mengangkut ke lokasi pembuangan. Pada pekerjaan ini, penulis mengamati penggunaan alat berat *excavator* dan *dump truck* yaitu untuk melihat

metode kerja alat tersebut dan menghitung waktu siklus dari alat tersebut untuk bisa mendapatkan produktivitas dari alat *excavator* dan *dump truck* tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat diambil rumusan masalah sebagai berikut :

1. Berapakah produktivitas *excavator* dan *dump truck* pada pekerjaan galian dan pembersihan lahan pada proyek The Luxury Collection Jimbaran ?
2. Berapakah produktivitas standar *excavator/backhoe* Hyundai 210-7 dan *dump truck* Hino 500 FM 260 TI ?
3. Berapa lama waktu yang diperlukan oleh alat berat *excavator* dan *dump truck* bekerja pada pekerjaan galian dan pembersihan pada proyek The Luxury Collection Jimbaran ?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan laporan ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui produktivitas *excavator* dan *dump truck* pada pekerjaan galian dan pembersihan lahan pada proyek The Luxury Collection Jimbaran.
2. Mengetahui produktivitas standar *excavator/backhoe* Hyundai 210-7 dan *dump truck* Hino 500 FM 260 TI
3. Mengetahui waktu yang diperlukan oleh alat berat *excavator* dan *dump truck* bekerja pada pekerjaan galian dan pembersihan pada proyek The Luxury Collection Jimbaran

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari laporan ini adalah :

1. Bagi mahasiswa yaitu dapat menambah wawasan tentang alat berat terutama pada produktivitas alat berat selain yang di dapatkan pada saat kuliah.
2. Bagi pembaca yaitu dapat menambah wawasan atau pengetahuan tentang alat berat pada proyek dan produktivitas dari alat berat tersebut.

1.5 Ruang Lingkup / Batasan Masalah

Ruang lingkup pembahasan pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian dilakukan pada pekerjaan galian dan pembersihan lahan menggunakan alat berat Excavator dan Dump truck di proyek The Luxury Collection Jimbaran.
2. Lokasi proyek di jalan Bukit Permai, Jimbaran, Kuta Selatan, Bali.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Alat Berat

Alat berat adalah peralatan mesin berukuran besar yang didesain untuk melaksanakan fungsi konstruksi seperti pengerjaan tanah, konstruksi jalan, konstruksi bangunan, perkebunan, dan pertambangan. Keberadaan alat berat dalam setiap proyek sangatlah penting guna menunjang pembangunan infrastruktur maupun dalam mengeksplorasi hasil tambang, misalnya semen, batu bara, dll. Banyak keuntungan yang didapat dalam menggunakan alat berat yaitu waktu yang sangat cepat, tenaga yang besar, nilai-nilai ekonomis dan lainnya[7].

2.2 Pengertian Excavator dan Dump truck

2.2.1 Pengertian Excavator



Gambar 2. 1 Alat Berat Excavator

Sumber : Hasil Observasi Lapangan, 2022

Excavator merupakan salah satu alat berat yang digunakan untuk memindahkan material dan juga dapat digunakan sebagai alat pemotong kayu tergantung dari *attachment* nya. Tujuannya adalah untuk membantu dalam melakukan pekerjaan yang sulit agar menjadi lebih ringan dan dapat mempercepat

waktu pengerjaan sehingga dapat menghemat waktu. excavator banyak digunakan untuk :

1. Menggali parit, lubang dan pondasi
2. Penghancuran gedung
3. Meratakan permukaan tanah
4. Mengangkat dan memindahkan material
5. Mengeruk sungai
6. Pertambangan
7. Memotong kayu.

Beberapa bidang industri yang menggunakannya antara lain. Konstruksi pertambangan, infrastruktur, kehutanan dan segalanya. Excavator berfungsi sebagai alat bantu dalam melakukan pekerjaan dan harus memiliki factor keselamatan yang baik. Faktor keselamatan tersebut dapat berupa pemilihan material yang tepat dan sesuai dengan kondisi kerja dari excavator, desain excavator, maupun pada saat proses pembuatan excavator[2].

Mekanisme pekerjaan *excavator* di proyek :

1. Mengambil tanah yang sudah digemburkan oleh *breaker*.
2. Mengangkut tanah yang sudah diambil ke *dump truck*
3. Membuang tanah ke dalam *dump truck*
4. Kembali ke posisi awal untuk mengambil tanah

2.2.2 Pengertian Dump Truck



Gambar 2. 2 Alat Berat Dump Truck

Sumber : Hasil Observasi Lapangan, 2022

Dump truck adalah alat angkut jarak jauh, sehingga jalan angkut yang dilalui dapat berupa jalan datar, tanjakan dan turunan. Untuk mengendarai dump truck pada medan yang berbukit diperlukan keterampilan operator atau sopir. Operator harus segera mengambil tindakan gigi ke gigi rendah apabila mesin mulai tidak mampu bekerja pada gigi yang tinggi. Hal itu perlu dilakukan agar dump truck tidak berjalan mundur karena tidak mampu menanjak pada saat terlambat memindah pada gigi yang rendah. Pada jalan yang menurun perlu juga dipertimbangkan menggunakan gigi yang rendah, karena kebiasaan berjalan pada gigi yang tinggi dengan hanya mengandalkan rem (*brakes*) sangat berbahaya dan dapat berakibat kurang baik[7].

Mekanisme pekerjaan *dump truck* di proyek :

1. Menunggu pengisian yang dilakukan oleh *excavator*
2. Membawa tanah ke tempat pembuangan
3. Membuang tanah sesuai dengan tempat pembuangannya
4. Kembali ke tempat pengisian oleh *excavator*

2.3 Produktivitas Alat Berat

Produktivitas alat berat pada kenyataannya di lapangan tidak sama jika dibandingkan dengan kondisi ideal alat dikarenakan hal-hal tertentu seperti topografi, keahlian operator, pengoperasian dan pemeliharaan alat. Produktivitas per jam alat yang harus diperhitungkan dalam perencanaan adalah produktivitas standart alat pada kondisi ideal dikalikan suatu faktor yang disebut efisiensi kerja. Efisiensi sangat tergantung kondisi kerja dan faktor alam lainnya seperti keadaan topografi, keahlian operator, pemilihan standard perawatan dan lain-lain yang berkaitan dengan pengoperasian alat. Pada kenyataan yang sebenarnya sulit untuk menentukan besarnya efisiensi kerja tetapi berdasarkan pengalaman-pengalaman dapatlah ditentukan faktor efisiensi yang mendekati kenyataan[5].

Bagaimana produktivitas alat tersebut bekerja tergantung dari beberapa hal yaitu :

1. Kemampuan operator pemakai alat
2. Pemilihan dan pemeliharaan alat,
3. Perencanaan dan pengaturan letak alat,
4. Topografi dan volume pekerjaan,
5. Kondisi cuaca
6. Metode pelaksanaan alat

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pemeliharaan alat adalah :

1. Penggantian pelumas atau grease (gemuk) secara teratur
2. Kondisi peralatan pemotong (blade, bucket, bowl)
3. Persediaan suku cadang yang sering diperlukan untuk alat yang bersangkutan.

2.4 Faktor Yang Mempengaruhi Produktivitas Alat Berat

Secara teoritis sebuah peralatan mempunyai produktivitas yang relatif besar, tetapi dalam praktek sebenarnya produktivitas alat tersebut cenderung lebih kecil. Menurunnya produktivitas atau kapasitas produksi alat ini disebabkan adanya faktor-faktor yang membatasi kelancaran pengoperasian peralatan. kelancaran pengoperasian alat akan berpengaruh langsung terhadap kapasitas produksi alat itu sendiri[3].

Faktor-faktor yang menentukan penggunaan alat berat adalah:

1. Tenaga yang dibutuhkan (*Power Required*).
2. Tenaga yang tersedia (*Power Available*)
3. Tenaga yang dapat dimanfaatkan (*Power Useable*)

Hubungan antara ketiga hal tersebut di atas sangat penting untuk diketahui, karena berdasarkan ketiga hal ini kita dapat menentukan beberapa kapasitas alat yang harus kita pilih untuk suatu pekerjaan yang akan dilaksanakan.

Beberapa hal yang mempengaruhi besarnya tenaga yang akan dimanfaatkan dari alat-alat yang akan digunakan adalah sebagai berikut:

1. Pengaruh ketinggian;
2. Temperatur ;
3. Koefisien traksi ;
4. Tahan gelinding (*Rolling Resistence*);
5. Pengaruh landai permukaan (*Grade*);
6. Tenaga roda (*Rimpull*);
7. Tenaga tarik (*Drawball Pull=BDP*);
8. Kemampuan mendaki jalan (*Gradibility*);
9. Pengaruh lain.

Disamping faktor-faktor di atas, ada beberapa hal yang penting yang perlu dipertimbangkan dalam menghitung produksi alat dan pemilihan alat yang di gunakan.

Faktor-faktor tersebut antara lain :

1. Waktu yang dibutuhkan dalam menyelesaikan pekerjaan
2. Material yang dikerjakan(berat, volume, jenis tanah)
3. Efisiensi kerja
4. Kemampuan operator
5. Kondisi medan/tempat alat bekerja
6. Kondisi alat yang digunakan.

2.4.1. Pengaruh Ketinggian

Yang dimaksud dengan pengaruh ketinggian disini adalah lokasi atau tempat bekerja alat terhadap permukaan air laut. Apabila kerapatan udara berkurang, maka jumlah oksigen persatuan volume dalam udara yang berkurang, sehingga mempengaruhi proses pembakaran. Berkurangnya tenaga mesin berbanding lurus dengan bertambahnya ketinggian tempat kerja. Untuk mesin 4 (empat), *Horse Power (HP)* berkurang 3% pada ketinggian 1.000 ft pertama. Untuk mesin 2 (dua) tak, *Horse Power (HP)* berkurang 1%[3].

2.4.2. Temperatur

Apabila suhu udara naik maka udara mengembang atau kerapatan (*density*) udara turun, yang akan menyebabkan berkurangnya kandungan oksigen persatuan volume udara. Hal ini akan mempengaruhi (efisiensi kerja alat berkurang). Oleh karena itu perlu dilakukan koreksi terhadap HP alat yang dilakukan udara yang berbeda dari tekanan udara standar[3].

Horse Power koreksi diberikan dengan menggunakan rumus:

$$\boxed{BHP_c = BHP_o + \frac{P_s}{P_o} \sqrt{\frac{T_o}{T_s}}} \quad (1)$$

Dimana:

BHP_c = (*Corrected Brake Horse Power*) HP yang di koreksi

BHP_o = (*Observed Horse Power*) HP yang di ukur

P_o = *Observe Barometric Pressure in inches of mercury* (tekanan yang di ukur)

P_c = *Standart Barometric Pressure in inches of HG* (29,92)

T_o = *Observed absolute temperatur* = °F + 460° K

T_s = *Standard absolute temperatur* = °F + 460° K

2.4.3. Koefisien Traksi

Adalah besarnya tenaga tarik yang menyebabkan selip dibagi dengan berat kendaraan keseluruhan(untuk *Crawler*/roda rantai) atau besarnya tenaga tarik yang menyebabkan selip dibagi dengan berat kendaraan yang terlimpah pada roda geraknya(untuk roda ban)[3].

Tabel 2. 1 Koefisien Traksi

No	Jenis Permukaan	Ban Karet	Crawler
1	Beton Kering dan Kasar	0,80 - 1,00	0,45
2	Tanah Liat Kering	0,50 - 0,70	0,90
3	Tanah Liat Basah	0,40 - 0,50	0,70
4	Pasir Kering	0,15 - 0,20	0,30
5	Pasir Basah	0,20 - 0,40	0,50
6	Kerikil Lepas	0,10 - 0,30	0,40
7	Es / Salju	0,05 - 0,10	0,15

Sumber : Mining09Uncen, 2012

2.4.4. Tahanan Gelinding (*Rolling Resistance*)

Adalah tahanan pada roda gerak kendaraan di atas permukaan tanah. Besarnya tahanan ini bergantung pada permukaan tanah tempat alat bekerja. Tahanan ini didefinisikan sebagai tenaga tarik (kilogram/lbs), yang diperlukan untuk menggerakkan tiap ton berat kendaraan dengan muatannya di atas permukaan yang datar dengan berbagai macam permukaan tertentu[3].

Rumus yang digunakan adalah :

$$RR = \frac{P}{B} \text{ (kg/ton atau lbs/ton)}$$

(2)

Dimana :

RR = *Rolling Resistance*

P = Tegangan tali

B = Berat total kendaraan

Tabel 2. 2 *Rolling Resistance* Untuk Berbagai Macam Kendaraan dan Jenis Permukaan Tanah

No	Jenis Permukaan	Ban Baja/Plans Bearing	Crawler type/Track vehicle	Ban karet anti friction bearings	
				High Press	Low Press
1	Ban Halus	40	55	35	45
2	Aspal Keadaan Baik	40 - 70	60 - 70	40 - 65	50 - 65
3	Tanah Padat Baik	60 - 100	60 - 80	40 - 70	50 - 70
4	Tanah Tak Terpelihara	100 - 150	80 - 110	100 - 140	70 - 100
5	Tanah Becek	250 - 300	140 - 180	180 - 220	150 - 200
6	Pasir Kerikil Lepas	280 - 320	160 - 200	260 - 290	220 - 260
7	Tanah Sangat Becek	350 - 400	200 - 240	300 - 400	280 - 340

Sumber : Mining09Uncen, 2012

2.4.5. Pengaruh Landai Permukaan (*Grade*)

Jika sebuah kendaraan melalui jalan yang menanjak, tenaga traksi yang diperlukan oleh kendaraan akan naik pula, kira-kira akan sebanding dengan tanjakan jalan yang dilalui. Demikian juga bila jalan menurun, tenaga yang diperlukan berkurang dengan nilai yang sama seperti jalan menanjak. Landai (*grade*) dinyatakan dalam % (persen); yaitu perbandingan antara perubahan ketinggian per satuan jalan misalnya : sebuah kendaraan dengan berat 1000 kg melewati jalan naik dengan landai 5 %, maka tambahan tenaga traksi yang diperlukan = $5\% \times 1000 \text{ kg} = 50 \text{ kg}$ [3].

Secara mudah pengaruh landai (*Grade*) ini adalah sebesar 10 kg atau 20 lbs / ton berat kendaraan setiap % *grade*. Dalam perhitungan kebutuhan tenaga traksi kita bedakan antara tanjakan dan turunan sebagai berikut:

1. *Grade Resistance* adalah tanjakan yang mengakibatkan bertambahnya tenaga traksi yang diperlukan

2. *Grade Assistance* adalah turunan yang mengakibatkan berkurangnya tenaga traksi yang diperlukan.

Jadi *Total Resistance* (TR).

$$\boxed{TR = RR + GR \text{ atau } TR = RR - GA} \quad (3)$$

2.4.6. Tenaga Roda (*Rimpull*)

Tenaga roda adalah tenaga gerak yang dapat disediakan mesin kepada roda-roda gerak suatu kendaraan yang dinyatakan dalam kilogram atau lbs[3].

$$\boxed{\text{Rimpull} = \frac{375 \times \text{HP} \times \text{Efisiensi}}{\text{Kecepatan (mph)}}} \quad (4)$$

2.4.7. Tenaga Tarik (*Drawbar Pull = DBP*)

Tenaga yang tersedia pada traktor / kendaraan yang dapat di hitung untuk menarik muatan disebut Tenaga Tarik Traktor, ialah tenaga yang terdapat pada gantol (*hook*) dibelakang traktor tersebut, yang dinyatakan dalam kilogram atau lbs. Bersnya DPB juga tergantung pada kecepatan gerak kendaraan[3].

2.4.8. Kemampuan Mendaki Tanjakan (*Gradability*)

Kemampuan mendaki tanjakan ini adalah landai maksimal yang dapat di tambah oleh sebuah traktor atau kendaraan yang dinyatakan dalam % landai. Kemampuan ini berbeda pada masing-masing keadaan traktor/kendaraan yang kosong atau yang berisi muatan atau dalam keadaan menarik muatan atau kecepatan pada gigi yang di pilih dan sebagainya[3].

2.4.9. Pengaruh Kodisi Alat

Produksi suatu peralatan sangat dipengaruhi oleh kondisi fisiknya. Sejalan dengan penurunan konsdisinya maka kondisi peralatan pun akan turun. Semakin tinggi jumlah jam operasi yang sudah dicapai, maka kondisi pun akan semakin turun akibat keausan komponen-komponen mesin/peralatan yang bergesekan[3].

Tabel 2. 3 Klasifikasi Kondisi Peralatan

No	Klasifikasi Kondisi	Nilai Kondisi (%)
1	Prima	100 - 90
2	Baik	90 - 80
3	Cukup	80 - 70
4	Sedang	60

Sumber : Mining09Uncen, 2012

2.4.10. Faktor Kondisi Medan dan Lingkungan

Prestasi suatu peralatan akan berbeda pada kondisi medan lapangan (topografi) dan lingkungan yang berbeda. Tetapi kondisi medan yang sama akan memberikan pengaruh yang tidak sama terhadap peralatan yang berbeda jenis atau beda fungsi. Misalnya suatu kondisi medan disebut berat untuk dump truck, tetapi untuk bulldozer, excavator, dan atau peralatan lain dapat disebut ringan. Jadi kondisi medan disebut ideal, ringan, sedang dan berat terhadap suatu jenis peralatan yang dioperasikan di lapangan yang bersangkutan[3]. Penilaian atas klasifikasi medan apakah ideal, ringan, sedang dan berat terhadap sesuatu jenis peralatan didasarkan pada prestasi maksimum yang dapat dicapai dibandingkan pada prestasi ideal seperti ditampilkan dalam tabel 2.4 di bawah ini :

Tabel 2. 4 Tabel Kondisi Medan

Kondisi Lapangan	Kriteria
Mudah	<ul style="list-style-type: none"> - Lapangan datar kering - Jalan hantar lurus, keras/aspal, datar - Ruang gerak luas - Lingkungan bebas
Ringan	<ul style="list-style-type: none"> - Lapangan datar lembab - Jalan hantar lurus, bergelombang, perkerasan kering (alam) lembab - Ruang gerak luas - Lingkungan bebas
Sedang	<ul style="list-style-type: none"> - Lapangan kering bergelombang - Jalan hantar tidak lurus, bergelombang, tanpa perkerasan (alam) lembab - Ruang gerak luas - Lingkungan bebas
Berat	<ul style="list-style-type: none"> - Lapangan bergelombang dan becek - Jalan hantar berbelok-belok tajam dan bergelombang tidak terawat (alam) dan becek - Ruang gerak sempit - Lingkungan terbatas

Sumber : Mining09Uncen, 2012

Bahwa peralatan dengan kondisi tertentu akan beroperasi di atas lapangan atau medan dengan klasifikasi seperti tersebut di atas, karena itu perlu diketahui

faktor yang harus diperhitungkan dalam hubungan antara peralatan dengan kondisi medan seperti tabel 2.5 di bawah ini :

Tabel 2. 5 Faktor Gabungan Alat dan Medan

No	Kondisi Medan	Kondisi Alat			
		Prima	Baik	Cukup	Sedang
1	Ideal	0,95	0,90	0,85	0,80
2	Ringan	0,90	0,852	0,805	0,757
3	Sedang	0,85	0,805	0,760	0,715
4	Berat	0,80	0,715	0,715	0,673

Sumber : Mining09Uncen, 2012

2.4.11. Faktor Cuaca dan Operator

Besar kecilnya prestasi kerja suatu peralatan sangat tergantung pada kemampuan operator mengendalikan di lapangan. Nilai kemampuan pada masing-masing klasifikasi didasarkan atas *curriculum vitae* (CV) operator seperti pada tabel 2.6 di bawah ini[3] :

Tabel 2. 6 Tabel *Curriculum Vitae* (CV)

NO	KUALIFIKASI	IDENTITAS (CURRICULUM VITAE)
1	Terampil	a. Pendidikan STM/Sederajat b. Sertifikat SIMP/SIPP (III) dan atau pengalaman lebih dari 6000 jam
2	Baik	a. Pendidikan STM/Sederajat b. Sertifikat SIMP/SIPP (II) dan atau pengalaman lebih dari 4000-6000 jam
3	Cukup	a. Pendidikan STM/Sederajat b. Sertifikat SIMP/SIPP (I) dan atau pengalaman 2000-4000 jam
4	Sedang	a. Pendidikan STM/Sederajat b. Sertifikat dan atau pengalaman kurang dari 3000 jam

Sumber : Mining09Uncen, 2012

Mengingat pekerjaan akan dilaksanakan oleh operator dengan menggunakan peralatan maka para estimator baik owner maupun rekanan dituntut harus mampu menentukan klasifikasi operator dan mekanik yang bagaimana dibutuhkan, berdasarkan tingkat kesulitan pekerjaan dan tingkat keamanan yang diterjemahkan dari kriteria kondisi medan dan tinjauan lapangan[3].

Cuaca merupakan suatu dampak yang tidak dapat diprediksi, secara tidak langsung cuaca akan berpengaruh terhadap kondisi operator itu sendiri, seperti waktu untuk istirahat sementara makin banyak untuk keperluan pemulihan stamina dari operator itu sendiri. Untuk setiap 1 jam kerja yang tersedia akan terdapat waktu yang hilang akibat dari cuaca. Faktor cuaca dan operator seperti tabel 2.7 di bawah ini :

Tabel 2. 7 Faktor cuaca dan operator

No	Cuaca	Operator dan Mekanik			
		Terampil	Baik	Cukup	Sedang
1	Terang, Segar	0,90	0,85	0,80	0,75
2	Terang, Panas, Berdebu	0,83	0,783	0,737	0,691
3	Dingin, Mendung, Gerimis	0,75	0,708	0,666	0,624
4	Gelap	0,666	0,629	0,592	0,555

Sumber : Mining09Uncen, 2012

2.4.12. Faktor Material Yang Dikerjakan

Kapasitas produksi atau pay load aktual per siklus suatu peralatan tidak selalu sama dengan kapasitas spesifikasi yang dinyatakan pabrik. Hal ini disebabkan faktor sifat dan kondisi material yang akan dikerjakan, ada yang mudah dan ada yang sulit masuk mengisi *bucket* atau *blade* secara penuh, munjung tanpa rongga[3].

Faktor pengisian (*fill factor*) adalah perbandingan antara kapasitas (*pay load*) aktual dengan kapasitas spesifikasi. Mengingat pekerjaan tanah akan merubah kondisi tanah dari keadaan asli (*bank*) menjadi lepas (gembur) dan atau padat (*compact*), maka kapasitas produksi alat selalu dinyatakan dalam notasi, asli, lepas, atau padat mengikuti kehendak dalam perencanaan dan perhitungan[3].

Volume tanah dari keadaan asli menjadi lepas atau padat berbeda untuk berat yang sama dan perbedaan itu disebut faktor konversi atau *conversion factor*. Berikut ini ditampilkan fill faktor dan *conversion factor* yang dapat digunakan untuk perhitungan seperti tabel 2.8 berikut[3] :

Tabel 2. 8 Faktor Material

PEGERJAAN	TINGKAT KESULITAN	FAKTOR MATERIAL	KONDISI DAN JENIS MATERIAL
EXCAVATING	Mudah	1,20	Kondisi alam, tanah biasa atau tanah lunak
	Sedang	1,10	Kondisi alam tanah liat, tanah liat, tanah pasir atau pasir kering
	Agak Sulit	0,90	Kondisi alam tanah pasir dengan kerikil
	Sulit	0,80	Onggokan batu hasil peledakan, lumpur
LOADING	Mudah	1,00 - 1,10	Onggokan material, hasil galian dapat munjung, pasir, tanah pasir, tanah liat lembek basah (kadar air sedang)
	Sedang	0,85 - 0,95	Onggokan tanah material tetapi untuk mengambilnya agak diforsir, pasir kering, tanah liat, batu pecah, kerikil halus
	Agak Sulit	0,80 - 0,85	Batu pecah halus, tanah liat keras, sirtu, tanah pasir, tanah liat yang semuanya sulit disodok dan lumpur
	Sulit	0,75 - 0,80	Batu pecah kasar, hasil peledakan, batu kali, sirtu, tanah pasir, tanah liat yang semuanya sulit disodok dan lumpur
HAULING	Pengisian Oleh Loader	1.10 - 1.20	Semua material yang diangkut adalah material lepas. Alat hanya berfungsi pengangkutan bukan pengisian

Sumber : Mining09Uncen, 2012

2.4.13. Faktor Manajemen

Prestasi suatu peralatan sangat dipengaruhi oleh tingkat kemantapan suatu manajemen. Tetapi manajemen adalah seni untuk mendapatkan seluruh kegiatan dalam suatu sistem untuk dapat berjalan lancar, sesuai arah, efektif, ekonomis, aman, terpadu dan terakomodir.

Hal tersebut merupakan seorang manajer, yang setiap saat harus melakukan evaluasi atas tiap komponen dan atas keseluruhan sistem. Karena merupakan seni menjadi sangat sulit menilai tahap awal baik buruknya suatu manajemen sebelum kegiatan berjalan atau selesai.

Tetapi sejak tahap awal atau tahap kegiatan belum dimulai sudah harus ada kepercayaan bahwa seluruh kegiatan akan terlaksanakan memenuhi hal-hal tersebut di atas secara tepat waktu, tepat mutu, dan tepat biaya.

Tabel 2. 9 Faktor Manajemen

NO	KUALIFIKASI	CURRICULUM VITAE	NILAI FAKTOR (%)
1	Sangat Baik	Pendidikan :	0,95
		a. Formal : S-1 Teknik	
		b. Informal :	
		1. Large project management	
		2. Management audit	
		3. Project administration	
		Pengalaman :	
1. Proyek dengan nilai 1 M			
2. Proyek dengan nilai 1,5 M			
2	Baik	Pendidikan :	0,9
		a. Formal : S-1 Teknik	
		b. Informal :	
		1. Contraction management	
		2. Engineering management	
		3. Similar project management	
		Pengalaman :	
1. Proyek dengan nilai 0,5 M			
2. Proyek dengan nilai 1 M			
3	Cukup	Pendidikan :	0,85
		a. Formal : S-1 Teknik	
		b. Informal :	
		1. Engineering management	
		2. Similar management	
		Pengalaman :	
		1. Proyek dengan nilai 0,25 M	
2. Proyek dengan nilai 0,5 M			
4	Sedang	Pendidikan :	0,8
		a. Formal : S-1 Teknik	
		b. Informal :	
		1. Engineering management	
		Pengalaman :	
		1. Proyek dengan nilai 0,1 M	
		2. Proyek dengan nilai 0,25 M	

Sumber : Mining09Uncen, 2012

2.4.14 Job Faktor (E_{TOT})

Job faktor sering juga disebut dalam buku-buku lain sebagai job efisiensi yang sebenarnya pengertiannya sangat berbeda. Dalam modul ini kata job efisiensi tidak dipakai karena pengertian job efisiensi dapat diartikan perbandingan antara besaran sumber daya yang dikerahkan dengan keluaran sumber daya yang nilainya baru dapat diketahui setelah pekerjaan selesai. Sebagai penggantinya digunakan kata job faktor (E_{TOT}), yang artinya adalah kombinasi dari faktor-faktor yang telah diuraikan di atas secara bersama-sama dan saling terikat mempengaruhi produksi peralatan.

Besarnya nilai gabungan faktor-faktor tersebut diformulasikan atau dinyatakan dengan :

$$(E_{TOT}) = E_{CO} \times E_{AM} \times E_m \times E_M \quad (5)$$

Dimana :

- E_{CO} = faktor gabungan cuaca dan operator
- E_{AM} = faktor gabungan alat dan medan
- E_m = faktor material
- E_M = faktor manajemen

Mengingat job faktor berbeda untuk tiap jenis peralatan yang digunakan dalam suatu medan, maka nilai job faktor untuk tiap jenis peralatan harus ditampilkan dalam bentuk format seperti tabel 2.9 di bawah ini :

Tabel 2. 10 Tabulasi Job Faktor

NO	JENIS ALAT	FAKTOR				E Total
		E _{CO}	E _{AM}	E _m	E _M	
1	2	3	4	5	6	$7 = 3 \times 4 \times 5 \times 6$

Sumber : Mining09Uncen, 2012

2.5 Metode Perhitungan Produksi Alat Berat

1. *Excavator/Backhoe*

Produksi excavator dapat dihitung dengan persamaan dibawah ini [6] :

$$Q = \frac{60 \times q \times E}{Ct} \quad (6)$$

Keterangan :

Q = Produksi per jam (m /jam)

q = kapasitas *bucket* (m³)

Ct = Waktu siklus dalam detik

E = Job Faktor

Rumus waktu siklus *excavator* dapatdihitung dengan persamaan berikut :

$$Ct = t1 + (2 \times t2) + t3 \text{ (detik)} \quad (7)$$

Keterangan :

t1 = waktu gali / waktu muat *bucket* t2 = waktu *swing*

t3 = waktu buang

Data sesuai spesifikasi alat [4]:

$$Q = \frac{V \times Fb \times Fa \times 60}{Ts \times Fv} \quad (8)$$

Keterangan :

Q = Produktivitas alat

V = Kapasitas *bucket*; m³

Fb = Faktor *bucket*,

- Fa = Faktor efisiensi alat
 Fv = Faktor konversi (kedalaman < 40 %),
 Ts = Waktu siklus; menit,
 T1 = Lama menggali, memuat, lain-lain (standar), (maksimum 0,32); menit
 T2 = Lain-lain (standar), maksimum 0,10; menit.
 60 = Konversi jam ke menit

Tabel 2. 11 Faktor *bucket* excavator (Fb)

Kondisi Operasi	Kondisi Lapangan	Faktor Bucket (Fb)
Mudah	Tanah biasa, lempung, tanah lembut	1,1 - 1,2
Sedang	Tanah biasa berpasir, kering	1,0 - 1,1
Agak Sulit	Tanah biasa berbatu	0,9 - 1,0
Sulit	Batu pecah hasil peledakan	0,8 - 0,9

Sumber : PERMENPUPR, 2016

Tabel 2. 12 Faktor konversi galian (Fv)

Kondisi galian (kedalaman galian / kedalaman galian maksimum)	Kondisi membuang / menumpahkan			
	Mudah	Normal	Agak Sulit	Sulit
< 40 %	0,7	0,9	1,1	1,4
(40 - 75) %	0,8	1	1,3	1,6
> 75 %	0,9	1,1	1,5	1,8

Sumber : PERMENPUPR, 2016

Tabel 2. 13 Faktor efisiensi kerja alat excavato/*backhoe* (Fa)

Kondisi Operasi	Faktor Efisiensi
Baik	0,83
Sedang	0,75
Agak Kurang	0,67
Kurang	0,58

Sumber : PERMENPUPR, 2016

2. *Dump Truck*

Produksi per jam total dari beberapa *dump truck* yang mengerjakan pekerjaan yang sama secara simultan dapat dihitung dengan rumus berikut ini [6] :

$$Q = \frac{60 \times q \times E}{Ct} \quad (9)$$

Keterangan:

Q = Produksi per jam (m³/jam)

q = Kapasitas *dump truck*

Ct = Waktu siklus *dump truck* (menit)

E = Efisiensi kerja

Data sesuai spesifikasi alat [4] :

$$Q = \frac{V \times Fa \times 60}{Ts \times D} \quad (10)$$

Keterangan :

Q = Kapasitas produksi *dump truck*; m³ /jam

V = Kapasitas bak; ton,

Fa = Faktor efisiensi alat,

D = Berat isi material (lepas, gembur); ton/m³;

v1 = Kecepatan rata-rata bermuatan, seperti pada tabel 2.16.

v2 = Kecepatan rata-rata kosong, seperti pada tabel 2.16

Ts = Waktu siklus, menit

T1 = Waktu muat = $\frac{V \times 60}{D \times Q_{Ecv}}$ (11)

Q_{Ecv} = Kapasitas produksi *Excavator*; m³ / jam, bila kombinasi dengan alat *Excavator*.

- Bila melayani alat lain seperti *Wheel Loader*, AMP dan lain-lain, gunakan Q yang sesuai.

T2 = Waktu tempuh isi: $= (L / v1) \times 60$; menit

T3 = Waktu tempuh kosong: $= (L / v2) \times 60$; menit

T4 = Waktu lain-lain, seperti waktu buang dan waktu tunggu
menit

L = Jarak tempuh (km)

60 = Konversi jam ke menit

Untuk memudahkan perhitungan berikut ini diberikan angka-angka untuk waktu buang dan waktu tunggu, seperti pada tabel 2.14 berikut :

Tabel 2. 14 Waktu buang dan waktu tunggu

No	Kondisi	Waktu Buang (menit)	Waktu Tunggu(menit)
1	Baik	0,50 - 0,70	0,10 - 0,20
2	Sedang	1,00 - 1,30	0,25 - 0,35
3	Kurang	1,50 - 2,00	0,40 - 0,50

Sumber : PERMENPUPR, 2016

Kriteria kondisi baik, sedang dan kurang pada tabel di atas adalah sebagai berikut :

Baik : - pembuangan bebas

- tidak perlu manuver mengatur posisi pembuangan atau *unloading* dan pengisian

- antrean tidak terjadi

Sedang: - pembuangan bebas

- perlu manuver mengatur posisi pembuangan dan pengisian

- antrean sekejap (tidak lebih dari 1 unit)

Kurang: - pembuangan tidak bebas

- perlu manuver mengatur posisi pembuangan dan pengisian

- antrean menumpuk (lebih dari 2 unit)

Tabel 2. 15 Faktor efisiensi alat *dump truck*

Kondisi Operasi	Faktor Efisiensi
Baik	0,83
Sedang	0,80
Agak Kurang	0,75
Kurang	0,70

Sumber : PERMENPUPR, 2016

Tabel 2. 16 Kecepatan *dump truck* dan kondisi lapangan

Kondisi Lapangan	Kondisi Beban	Kecepatan *) v, km/h
Datar	Isi	40
	Kosong	60
Menanjak	Isi	20
	Kosong	40
Menurun	Isi	20
	Kosong	40

*) Kecepatan tersebut adalah perkiraan umum. Besar kecepatan bisa berubah sesuai dengan medan, kondisi jalan, kondisi cuaca setempat, serta kondisi kendaraan.

Sumber : PERMENPUPR, 2016

BAB III METODOLOGI

3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui produktivitas excavator dan dump truck pada pekerjaan galian dan pembersihan pada proyek The Luxury Collection Jimbaran. Pada penelitian ini akan dilakukan studi pustaka dan studi lapangan. Studi pustaka yang dilakukan adalah mempelajari dasar-dasar teori yang berhubungan secara langsung maupun tidak langsung terhadap alat berat dan produktivitas dari alat berat tersebut. Survey langsung kelapangan bagaimana produktivitas alat berat dengan meninjau pekerjaan galian dan pembuangan tanah.

3.2 Lokasi dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di proyek Luxury Collection Jimbaran yang berlokasi di jalan Bukit Permai, Jimbaran, Kuta Selatan, Bali. Dengan waktu survey di proyek pada bulan Juli 2022.



Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian

Sumber : <https://www.google.co.id/maps>

3.3 Sumber Data

Bila dilihat dari sumber datanya, maka pengumpulan data dibedakan menjadi dua macam sumber data, yaitu :

3.3.1 Data Primer

Merupakan data yang dikumpulkan dan diolah sendiri oleh peneliti langsung dari responden. Sumber data primer dalam penelitian ini adalah produktivitas alat beratnya melalui observasi langsung terhadap proyek yang dipakai objek penelitian. Beberapa data yang diperlukan adalah sebagai berikut :

1. Foto dan video dokumentasi
2. Hasil observasi melalui pengamatan langsung di lapangan. Dengan mengamati langsung pekerjaan excavator dan dump truck untuk mendapatkan waktu siklus dari alat tersebut.
3. Hasil wawancara dengan pihak yang terkait langsung dengan proyek tersebut untuk mendapatkan data-data mengenai pekerjaan dengan menggunakan alat berat tersebut.

3.3.2 Data Sekunder

Merupakan data yang diperoleh dalam bentuk sudah jadi yaitu diolah dan disajikan oleh pihak lain, meliputi :

1. Tinjauan pustaka
2. Jadwal waktu penyelesaian proyek (*time schedule*)

3.4 Pelaksanaan Survey

Berikut adalah data yang dibutuhkan pada pekerjaan galian dan pembuangan tanah dengan excavator dan dump truck :

3.4.1 Waktu Penelitian

Waktu penelitian yang dilakukan adalah selama 1 minggu terhitung dari tanggal 7 - 13 Juli 2022

3.4.2 Data Alat Berat

Data alat berat yang dibutuhkan adalah sebagai berikut :

1. Merek dan tipe alat berat yang digunakan
2. Kondisi dan umur alat berat yang digunakan

3.4.3 Data Pekerjaan Alat Berat

Pada penelitian dilakukan perhitungan volume pada jenis pekerjaan utama yang dilakukan menggunakan alat berat *excavator dan dump truck* , antara lain :

1. Pekerjaan galian tanah
2. Pekerjaan pengangkutan dan pembuangan tanah

3.5 Pengolahan Data

Pengolahan data ini dilakukan dengan cara mengumpulkan data data yang primer yang didapatkan dengan melakukan survey di lapangan dan dicocokkan dengan dokumen sekunder yang sudah di kumpulkan. Lalu membandingkan apakah implementasi dari produktivitas alat berat *excavator dan dump truck* tersebut sesuai dengan rencana yang telah ditetapkan.

3.6 Pembahasan

Pada pembahasan di bab 4 nanti, penulis akan menghitung produktivitas dari masing-masing alat yaitu *excavator/backhoe* dan *dump truck* dengan rumus yang sudah tercantum di bab 2 di atas.

A. Menghitung Produktivitas *Excavator/Backhoe*

Untuk menghitung produktivitas dari *excavator/backhoe* menggunakan rumus (6) yaitu :

$$Q = \frac{60 \times q \times E}{Ct}$$

Dimana :

q = kapasitas bucket yang bisa dilihat pada spesifikasi alat tersebut atau bisa ditanyakan langsung kepada operator atau pihak yang bersangkutan.

E = Job faktor. Ini bisa di ketahui berdasarkan dari pustaka atau tabel-tabel faktor yang sudah ada di bab 2. Dan di olah pada tabel tabulasi job faktor seperti pada tabel 2.10 di atas.

Ct = *Cycle Time* atau waktu siklus. Waktu siklus ini didapatkan dari pengamatan langsung terhadap alat *excavator* yang bekerja di lapangan lalu mencatat waktu siklusnya menggunakan form waktu siklus sesuai dengan tabel 3.1 di bawah ini :

Tabel 3. 1 Form waktu siklus *excavator/backhoe*

NO	WAKTU SIKLUS BACKHOE				TOTAL WAKTU SIKLUS	
	Waktu Gali (s)	Waktu Putar Bermuatan (s)	Waktu Buang (s)	Waktu Putar Kosong (s)	DETIK	MENIT
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
RATA-RATA WAKTU SIKLUS						

Setelah mendapat data waktu siklus selama 7 hari penelitian, maka dicari rata-rata dari waktu siklus tersebut dan itu yang digunakan untuk Ct.

B. Menghitung Produktivitas *Dump Truck*

Untuk menghitung produktivitas dari *dump truck* menggunakan rumus (9)
yaitu :

$$Q = \frac{60 \times q \times E}{Ct}$$

Dimana :

q = kapasitas bucket yang bisa dilihat pada spesifikasi alat tersebut atau bisa ditanyakan langsung kepada operator atau pihak yang bersangkutan.

E = Job faktor. Ini bisa di ketahui berdasarkan dari pustaka atau tabel-tabel faktor yang sudah ada di bab 2. Dan di olah pada tabel tabulasi job faktor seperti pada tabel 2.10 di atas.

Ct = *Cycle Time* atau waktu siklus. Waktu siklus ini didapatkan dari pengamatan langsung terhadap alat *dump truck* yang bekerja di lapangan lalu mencatat waktu siklusnya menggunakan form waktu siklus sesuai dengan tabel 3.2 di bawah ini :

Tabel 3. 2 Form waktu siklus *dump truck*

NO	WAKTU SIKLUS DUMP TRUCK					TOTAL WAKTU SIKLUS
	Waktu Muat (m)	Waktu Angkut (m)	Waktu Buang (m)	Waktu Kembali (m)	Waktu tunggu muat (m)	MENIT
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
RATA-RATA WAKTU SIKLUS						

Setelah mendapat data waktu siklus selama 7 hari penelitian, maka dicari rata-rata dari waktu siklus tersebut dan itu yang digunakan untuk Ct.

C. Menghitung Produktivitas Standar *Excavator*

Untuk menghitung produktivitas standar dari *excavator* menggunakan rumus (8) yaitu :

$$Q = \frac{V \times Fb \times Fa \times 60}{Ts \times Fv}$$

Dimana :

Q = Produktivitas alat

V = Kapasitas *bucket*, yang dapat dilihat dari spesifikasi alat

- Fb = Faktor *bucket*, yang dapat dilihat pada tabel 2.11 di atas dan disesuaikan dengan kondisi lapangan
- Fa = Faktor efisiensi alat, yang dapat dilihat pada tabel 2.13 di atas
- Fv = Faktor konversi (kedalaman < 40 %), dilihat pada tabel 2.12 di atas
- Ts = Waktu siklus, adalah jumlah dari T1 dan T2
- T1 = Lama menggali, memuat, lain-lain (standar), (maksimum 0,32); menit
- T2 = Lain-lain (standar), maksimum 0,10; menit.
- 60 = Konversi jam ke menit

D. Menghitung Produktivitas Standar *Dump Truck*

Untuk menghitung produktivitas standar dari *dump truck* menggunakan rumus (10) yaitu :

$$Q = \frac{V \times Fa \times 60}{Ts \times D}$$

Dimana :

- Q = Kapasitas produksi *dump truck*; m³ /jam
- V = Kapasitas bak, bisa dilihat pada spesifikasi alat
- Fa = Faktor efisiensi alat, dilihat pada tabel 2.14 di atas
- D = Berat isi material (lepas, gembur), sesuai dengan kondisi lapangan
- v1 = Kecepatan rata-rata bermuatan, dapat dilihat pada tabel 2.15 di atas
- v2 = Kecepatan rata-rata kosong, dapat dilihat pada tabel 2.15 di atas
- Ts = Waktu siklus, yaitu jumlah dari T1, T2, T3 dan T4
- T1 = Waktu muat = $\frac{V \times 60}{D \times QE_{cv}}$

QE_{cv} = Kapasitas produksi *Excavator*; m³ / jam, bila kombinasi dengan alat *Excavator*.

- Bila melayani alat lain seperti *Wheel Loader*, AMP dan lain-lain, gunakan Q yang sesuai.

- T2 = Waktu tempuh isi: = (L / v1) x 60; menit
- T3 = Waktu tempuh kosong: = (L / v2) x 60; menit

- T4 = Waktu lain-lain, seperti waktu buang dan waktu tunggu menit
 L = Jarak tempuh (km)
 60 = Konversi jam ke menit

E. Lama Waktu Pekerjaan

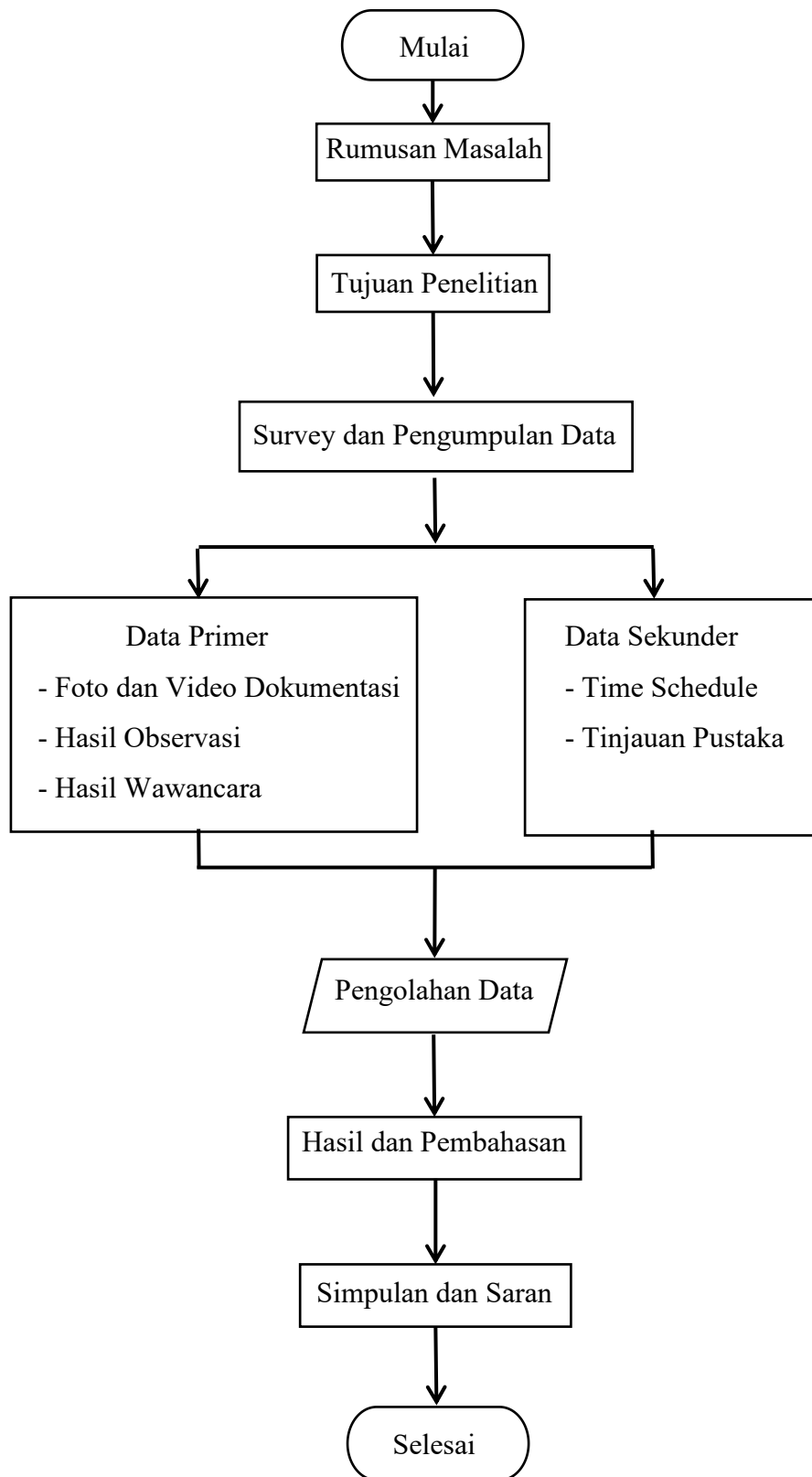
Untuk mengetahui lama waktu pekerjaan maka dilakukan dengan membagi total volume galian dengan produktivitas gabungan dari alat berat tersebut. Maka dari itu produktivitas yang dipakai adalah dari produktivitas *dump truck*, karena pada waktu siklus *dump truck* sudah terdapat waktu siklus dari *excavator* yaitu pada waktu pengisian muatan ke *dump truck*. Maka rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$t = \frac{V_{total}}{Q_{dt}}$$

Dimana,

- t = Waktu penyelesaian pekerjaan
 Vtotal = Volume total galian
 Qdt = Produktivitas *dump truck*

3.7 Flow Chart



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Tinjauan Daerah Studi

4.1.1 Umum

Lokasi proyek yang sedang dilakukan pekerjaan *cut and fill* yang dipakai sebagai tempat survey untuk mendapatkan data adalah di daerah Jimbaran lebih tepatnya di Jalan Bukit Permai, Jimbaran, Kuta Selatan, Bali.

Proyek ini dikerjakan oleh pihak kontraktor PT. Sumber Nusantara, dan hanya akan melakukan pekerjaan *cut and fill*. Dan selanjutnya akan dilakukan pekerjaan struktur dan *finishing* nya akan dikerjakan oleh kontraktor lain yang memenangkan tender. Sebagai gambaran awal bahwa nantinya lokasi tersebut akan dibangun villa di atas lahan seluas kurang lebih 1,5 hektare tersebut.

4.2 Data Hasil Survey

4.2.1 Data Primer

Data primer yang disajikan merupakan data yang *real* diambil dengan menggunakan metode wawancara dan observasi atau pengamatan langsung di lapangan. Data primer disajikan sebagai berikut :

A. Hasil Wawancara

Wawancara dilakukan dengan beberapa sumber yang terkait langsung dengan pekerjaan di lapangan. Berikut adalah data yang diperoleh melalui wawancara langsung di lapangan dengan pihak terkait, sebagai berikut :

1. Identitas Proyek

Nama Proyek	: Proyek The Luxury Collection Jimbaran
Lokasi	: Jalan Bukit Permai, Jimbaran, Badung
Kontraktor	: PT. Sumber Nusantara
Pekerjaan	: <i>Cut and Fill</i>
Waktu Pelaksanaan	: 28 minggu

2. Kondisi Lapangan

Kondisi lapangan sebagai gambaran umum proyek adalah sebagai berikut :

Jenis Material	: <i>Lime Stone</i>
Cuaca	: Cerah Berawan
Ketinggian dari permukaan laut	: ± 5 m
Jenis Material	: <i>Limestone</i> dalam keadaan <i>Loose</i>
Berat jenis <i>Lime stone</i>	: 1,5 - 1.8 ton/m ³

3. Data Alat Berat dan Operator

A.	Nama Alat	: <i>Excavator Backhoe</i>
	Merk/tipe	: Hyundai 210-7
	Kapasitas	: 0,8 m ³
	Tahun Pembuatan Alat	: 2015
	Pengalaman Kerja Operator	: 13 tahun
	Jam Kerja Efektif per hari	: 7 jam
	Pendidikan	: SMK
B.	Nama Alat	: <i>Dump Truck</i>
	Merk/tipe	: Hino 500 FM 260 TI
	Kapasitas	: 6 m ³
	Tahun Pembuatan Alat	: 2015
	Pengalaman Kerja Operator	: 6 tahun
	Jam Kerja Efektif per hari	: 7 jam
	Pendidikan	: SMK

4. Jadwal Proyek (*Time Schedule*)

Berdasarkan wawancara dengan pihak yang bertanggung jawab di proyek tersebut, diketahui bahwa jadwal penyelesaian proyek yang direncanakan adalah 28 minggu hari kalender.

5. Volume Galian

Berdasarkan hasil wawancara dengan pihak yang bertanggung jawab di proyek tersebut, diketahui bahwa luas keseluruhan lokasi proyek kurang lebih 1,5 HA, dengan volume galian total adalah $\pm 51000 \text{ m}^3$.

B. Hasil Observasi / Pengamatan Langsung

Metode observasi dilakukan dengan tujuan memperoleh data yang akurat mengenai obyek yang diteliti, berikut disajikan beberapa data dari hasil observasi di lapangan sebagai berikut :

1. Waktu Siklus Backhoe

Data berikut ini adalah data yang diperoleh dengan mengamati alat *backhoe* pada setiap harinya untuk mendapat kan waktu siklus *backhoe* tersebut dalam detik dan diubah ke dalam menit agar sesuai dengan satuan pada rumus (6).

a. Hasil pencatatan waktu siklus *excavator/backhoe* hari ke-1 seperti pada tabel 4.1 di bawah ini :

Tabel 4. 1 Tabel waktu siklus *backhoe* hari ke-1

NO	WAKTU SIKLUS BACKHOE				TOTAL WAKTU SIKLUS	
	Waktu Gali (s)	Waktu Putar Bermuatan (s)	Waktu Buang (s)	Waktu Putar Kosong (s)	DETIK	MENIT
1	7.21	9.65	2.14	9.39	28.39	0.47
2	9.44	8.04	2.55	8.58	28.61	0.48
3	8.93	9.77	2.56	9.23	30.49	0.51
4	6.44	9.62	2.79	9.24	28.09	0.47
5	6.40	7.88	2.79	8.47	25.54	0.43
6	7.20	8.29	2.60	10.21	28.30	0.47
7	7.57	8.94	2.72	8.67	27.90	0.47
8	9.39	11.25	3.23	10.45	34.32	0.57
9	9.10	10.34	2.47	10.62	32.53	0.54
10	9.94	10.02	2.75	10.68	33.39	0.56
11	10.02	9.96	2.52	9.97	32.47	0.54
12	8.15	10.35	2.48	8.05	29.03	0.48
13	8.11	8.50	2.77	9.64	29.02	0.48
14	8.31	10.53	2.85	9.21	30.90	0.52
15	7.15	9.04	2.71	6.36	25.26	0.42
16	5.16	8.58	2.74	7.00	23.48	0.39
17	6.51	7.77	2.28	5.83	22.39	0.37
18	12.28	13.53	2.60	9.62	38.03	0.63
19	7.44	7.96	3.04	4.43	22.87	0.38
20	7.60	5.24	2.98	4.40	20.22	0.34
21	6.52	5.22	2.69	4.02	18.45	0.31
22	6.83	6.97	2.46	6.15	22.41	0.37
23	6.92	5.36	2.82	4.08	19.18	0.32
24	5.64	6.25	2.48	5.12	19.49	0.32
25	5.48	7.40	2.51	3.99	19.38	0.32
26	7.77	6.27	2.86	3.96	20.86	0.35
27	6.42	6.72	2.53	7.88	23.55	0.39
28	10.49	9.45	2.73	10.57	33.24	0.55
29	8.13	7.67	2.66	11.24	29.70	0.50
30	10.35	7.41	2.07	7.82	27.65	0.46
RATA-RATA WAKTU SIKLUS						0.45

Sumber : Hasil Observasi di Lapangan, 2022

Kondisi di lapangan saat pengambilan data :

Cuaca : Cerah
 Material : Keras, *Limestone*
 Jenis Material : *Loose Material*
 Kapasitas Bucket : 0.8 m³

b. Hasil pencatatan waktu siklus *excavator/backhoe* hari ke-2 seperti pada tabel 4.2 di bawah ini :

Tabel 4. 2 Tabel waktu siklus *backhoe* hari ke-2

NO	WAKTU SIKLUS BACKHOE				TOTAL WAKTU SIKLUS	
	Waktu Gali (s)	Waktu Putar Bermuatan (s)	Waktu Buang (s)	Waktu Putar Kosong (s)	DETIK	MENIT
1	6.86	11.26	3.92	12.88	34.92	0.58
2	6.69	9.54	3.24	7.57	27.04	0.45
3	9.85	9.47	3.69	7.97	30.98	0.52
4	10.87	9.05	2.46	7.77	30.15	0.50
5	11.06	7.63	2.53	6.73	27.95	0.47
6	16.10	8.20	2.53	7.02	33.85	0.56
7	11.82	8.28	2.39	7.60	30.09	0.50
8	12.67	7.22	2.56	7.56	30.01	0.50
9	9.08	9.54	4.16	11.34	34.12	0.57
10	6.93	7.43	3.00	7.21	24.57	0.41
11	11.31	6.62	2.51	7.65	28.09	0.47
12	12.96	6.63	2.36	7.75	29.70	0.50
13	10.77	7.16	2.56	6.69	27.18	0.45
14	11.66	6.93	2.44	6.66	27.69	0.46
15	6.08	7.51	2.70	7.88	24.17	0.40
16	14.82	9.05	3.85	9.08	36.80	0.61
17	7.85	7.63	2.99	8.69	27.16	0.45
18	6.88	9.87	3.23	11.13	31.11	0.52
19	14.36	8.77	3.13	7.86	34.12	0.57
20	8.27	9.22	2.43	8.04	27.96	0.47
21	16.33	7.78	3.71	9.78	37.60	0.63
22	8.14	7.19	2.65	7.63	25.61	0.43
23	10.59	8.32	3.41	8.07	30.39	0.51
24	11.53	8.80	2.22	10.04	32.59	0.54
25	13.10	9.18	3.39	8.25	33.92	0.57
26	14.33	8.07	2.86	8.18	33.44	0.56
27	13.55	10.43	3.07	7.77	34.82	0.58
28	13.10	8.38	2.56	6.65	30.69	0.51
29	18.16	8.38	2.65	6.84	36.03	0.60
30	9.85	9.57	3.84	8.57	31.83	0.53
RATA-RATA WAKTU SIKLUS						0.51

Sumber : Hasil Observasi di Lapangan, 2022

Kondisi di lapangan saat pengambilan data :

Cuaca : Cerah
 Material : Keras, *Limestone*
 Jenis Material : *Loose Material*
 Kapasitas Bucket : 0.8 m³

c. Hasil pencatatan waktu siklus *excavator/backhoe* hari ke-3 seperti pada tabel 4.3 di bawah ini :

Tabel 4. 3 Tabel waktu siklus *backhoe* hari ke-3

NO	WAKTU SIKLUS BACKHOE				TOTAL WAKTU SIKLUS	
	Waktu Gali (s)	Waktu Putar Bermuatan (s)	Waktu Buang (s)	Waktu Putar Kosong (s)	DETIK	MENIT
1	6.04	5.18	4.07	3.54	18.83	0.31
2	6.16	4.12	5.13	3.8	19.21	0.32
3	5.73	4.46	3.2	4.55	17.94	0.30
4	5.83	4.43	2.76	5.56	18.58	0.31
5	6.84	3.74	3.94	4.39	18.91	0.32
6	7.69	4.97	3.3	4.45	20.41	0.34
7	4.71	3.86	3.26	3.82	15.65	0.26
8	5.07	6.53	1.79	4.10	17.49	0.29
9	7.03	5.46	3.66	4.34	20.49	0.34
10	6.98	6.48	2.13	4.06	19.65	0.33
11	7.87	5.78	2.03	3.91	19.59	0.33
12	6.12	5.76	2.8	4.57	19.25	0.32
13	14.35	5.20	2.64	3.76	25.95	0.43
14	6.70	6.55	2.94	4.60	20.79	0.35
15	6.03	4.89	2.36	4.82	18.10	0.30
16	6.03	5.57	2.1	7.56	21.26	0.35
17	4.01	7.55	2.61	6.03	20.20	0.34
18	7.63	10.83	1.91	6.54	26.91	0.45
19	6.34	9.36	2.47	6.15	24.32	0.41
20	5.50	8.12	1.91	5.96	21.49	0.36
21	15.28	11.19	2.24	4.60	33.31	0.56
22	13.26	7.88	2.25	7.93	31.32	0.52
23	5.40	5.94	2.40	8.57	22.31	0.37
24	7.39	7.44	4.02	7.78	26.63	0.44
25	10.88	6.33	4.02	8.21	29.44	0.49
26	10.25	7.33	4.04	7.50	29.12	0.49
27	11.30	8.13	3.65	8.24	31.32	0.52
28	17.95	7.34	3.73	8.92	37.94	0.63
29	15.83	6.77	2.6	7.73	32.93	0.55
30	17.17	6.35	3.27	9.30	36.09	0.60
RATA-RATA WAKTU SIKLUS						0.40

Sumber : Hasil Observasi di Lapangan, 2022

Kondisi di lapangan saat pengambilan data :

Cuaca : Cerah
 Material : Keras, *Limestone*
 Jenis Material : *Loose Material*
 Kapasitas Bucket : 0.8 m³

d. Hasil pencatatan waktu siklus *excavator/backhoe* hari ke-4 seperti pada tabel 4.4 di bawah ini :

Tabel 4. 4 Tabel waktu siklus *backhoe* hari ke-4

NO	WAKTU SIKLUS BACKHOE				TOTAL WAKTU SIKLUS	
	Waktu Gali (s)	Waktu Putar Bermuatan (s)	Waktu Buang (s)	Waktu Putar Kosong (s)	DETIK	MENIT
1	5.20	6.93	4.57	9.24	25.94	0.43
2	8.05	9.72	4.58	6.51	28.86	0.48
3	7.97	8.09	3.60	10.23	29.89	0.50
4	7.79	8.74	3.45	6.91	26.89	0.45
5	9.44	8.64	2.72	6.26	27.06	0.45
6	9.82	6.19	3.83	10.33	30.17	0.50
7	8.99	5.10	4.16	8.09	26.34	0.44
8	10.95	7.61	4.01	9.75	32.31	0.54
9	10.52	10.65	2.22	10.52	33.91	0.57
10	5.48	10.26	2.20	7.68	25.62	0.43
11	8.60	8.03	3.19	8.99	28.81	0.48
12	11.43	6.58	4.25	6.55	28.82	0.48
13	11.24	9.65	3.79	9.90	34.57	0.58
14	9.04	5.61	4.03	8.67	27.34	0.46
15	7.53	7.59	2.35	9.91	27.38	0.46
16	5.80	9.29	4.87	5.31	25.26	0.42
17	9.20	10.45	2.60	7.70	29.94	0.50
18	9.11	8.70	4.71	7.56	30.09	0.50
19	8.33	9.58	2.30	6.91	27.12	0.45
20	9.75	6.86	4.69	9.46	30.77	0.51
21	11.33	5.79	2.11	7.96	27.19	0.45
22	8.84	8.82	2.69	9.06	29.41	0.49
23	10.63	5.07	4.47	9.65	29.82	0.50
24	6.46	5.08	4.83	8.73	25.11	0.42
25	10.35	7.21	2.92	10.48	30.96	0.52
26	9.55	5.25	2.42	10.62	27.84	0.46
27	6.59	6.82	4.04	8.97	26.41	0.44
28	5.82	6.25	2.86	8.06	22.99	0.38
29	7.59	8.95	2.50	5.94	24.98	0.42
30	5.31	7.35	3.44	9.13	25.24	0.42
RATA-RATA WAKTU SIKLUS						0.47

Sumber : Hasil Observasi di Lapangan, 2022

Kondisi di lapangan saat pengambilan data :

Cuaca : Cerah
 Material : Keras, *Limestone*
 Jenis Material : *Loose Material*
 Kapasitas Bucket : 0.8 m³

e. Hasil pencatatan waktu siklus *excavator/backhoe* hari ke-5 seperti pada tabel 4.5 di bawah ini :

Tabel 4. 5 Tabel waktu siklus *backhoe* hari ke-5

NO	WAKTU SIKLUS BACKHOE				TOTAL WAKTU SIKLUS	
	Waktu Gali (s)	Waktu Putar Bermuatan (s)	Waktu Buang (s)	Waktu Putar Kosong (s)	DETIK	MENIT
1	5.13	9.98	4.15	8.58	27.84	0.46
2	8.37	9.78	4.42	8.53	31.10	0.52
3	9.82	8.02	3.93	7.90	29.68	0.49
4	7.95	9.05	2.96	9.08	29.04	0.48
5	7.45	9.96	2.18	8.35	27.94	0.47
6	7.04	9.35	4.48	9.87	30.73	0.51
7	5.28	9.03	4.40	9.40	28.11	0.47
8	6.52	8.39	4.04	6.10	25.05	0.42
9	8.95	8.24	2.73	6.17	26.09	0.43
10	5.71	6.65	3.22	9.20	24.78	0.41
11	8.35	9.89	2.20	6.25	26.69	0.44
12	9.28	7.93	3.12	6.28	26.61	0.44
13	7.08	7.17	2.50	6.65	23.40	0.39
14	7.78	9.30	4.22	9.42	30.73	0.51
15	7.59	9.37	3.10	9.86	29.92	0.50
16	5.01	7.92	3.06	6.12	22.11	0.37
17	9.15	8.51	4.58	6.73	28.97	0.48
18	9.78	8.48	3.86	6.58	28.71	0.48
19	9.10	8.51	4.65	9.57	31.84	0.53
20	8.92	8.74	2.70	8.98	29.33	0.49
21	7.74	8.90	4.62	7.30	28.56	0.48
22	8.19	8.91	4.54	8.54	30.19	0.50
23	6.70	7.38	4.05	6.98	25.11	0.42
24	7.64	7.50	2.75	7.69	25.59	0.43
25	9.37	9.54	3.62	9.53	32.06	0.53
26	9.34	8.08	4.08	8.13	29.64	0.49
27	6.57	7.99	3.67	7.67	25.89	0.43
28	9.01	9.50	2.25	9.56	30.31	0.51
29	8.50	9.25	2.41	8.91	29.07	0.48
30	8.35	8.75	2.91	7.09	27.10	0.45
RATA-RATA WAKTU SIKLUS						0.47

Sumber : Hasil Observasi di Lapangan, 2022

Kondisi di lapangan saat pengambilan data :

Cuaca : Cerah
 Material : Keras, *Limestone*
 Jenis Material : *Loose Material*
 Kapasitas Bucket : 0.8 m³

f. Hasil pencatatan waktu siklus *excavator/backhoe* hari ke-6 seperti pada tabel 4.6 di bawah ini :

Tabel 4. 6 Tabel waktu siklus *backhoe* hari ke-6

NO	WAKTU SIKLUS BACKHOE				TOTAL WAKTU SIKLUS	
	Waktu Gali (s)	Waktu Putar Bermuatan (s)	Waktu Buang (s)	Waktu Putar Kosong (s)	DETIK	MENIT
1	6.05	9.83	4.58	9.05	29.51	0.49
2	6.71	6.74	4.01	6.87	24.33	0.41
3	7.84	9.36	4.90	9.40	31.51	0.53
4	8.76	6.15	2.52	6.42	23.86	0.40
5	5.69	7.67	2.41	7.92	23.69	0.39
6	8.44	7.70	3.12	7.85	27.10	0.45
7	7.32	8.73	3.63	7.95	27.63	0.46
8	8.15	9.15	2.72	7.70	27.72	0.46
9	5.27	6.12	2.66	6.37	20.42	0.34
10	8.15	9.15	4.71	9.39	31.41	0.52
11	7.48	9.23	3.74	9.08	29.52	0.49
12	8.30	6.88	3.71	6.70	25.59	0.43
13	8.51	9.08	3.37	9.52	30.48	0.51
14	7.49	9.96	4.65	8.59	30.69	0.51
15	6.79	9.19	3.69	8.34	28.01	0.47
16	7.62	7.98	4.47	8.56	28.62	0.48
17	6.30	8.11	3.97	6.60	24.98	0.42
18	9.60	6.60	4.05	6.23	26.48	0.44
19	5.65	7.13	4.13	7.55	24.47	0.41
20	9.69	8.99	2.36	8.07	29.11	0.49
21	5.45	8.30	3.88	9.48	27.10	0.45
22	7.21	9.37	4.70	8.38	29.66	0.49
23	6.59	6.93	3.52	7.93	24.98	0.42
24	9.79	6.92	2.59	6.58	25.88	0.43
25	7.63	9.92	2.62	9.17	29.33	0.49
26	7.91	7.66	2.78	7.77	26.13	0.44
27	6.05	7.60	2.10	7.07	22.81	0.38
28	7.37	9.38	3.56	9.70	30.00	0.50
29	9.59	7.35	3.55	8.08	28.56	0.48
30	6.23	8.71	2.77	8.95	26.65	0.44
RATA-RATA WAKTU SIKLUS						0.45

Sumber : Hasil Observasi di Lapangan, 2022

Kondisi di lapangan saat pengambilan data :

Cuaca : Cerah
 Material : Keras, *Limestone*
 Jenis Material : *Loose Material*
 Kapasitas Bucket : 0.8 m³

g. Hasil pencatatan waktu siklus *excavator/backhoe* hari ke-7 seperti pada tabel 4.7 di bawah ini :

Tabel 4. 7 Tabel waktu siklus *backhoe* hari ke-7

NO	WAKTU SIKLUS BACKHOE				TOTAL WAKTU SIKLUS	
	Waktu Gali (s)	Waktu Putar Bermuatan (s)	Waktu Buang (s)	Waktu Putar Kosong (s)	DETIK	MENIT
1	5.88	6.47	4.84	6.30	23.49	0.39
2	9.18	6.51	3.88	6.75	26.32	0.44
3	8.29	7.06	4.05	8.24	27.63	0.46
4	8.38	7.33	4.81	8.14	28.66	0.48
5	9.23	7.70	2.22	8.80	27.95	0.47
6	5.91	8.84	3.05	7.59	25.39	0.42
7	8.28	7.63	3.20	6.31	25.42	0.42
8	8.08	8.94	2.55	6.36	25.93	0.43
9	5.52	6.19	3.43	6.24	21.37	0.36
10	5.90	8.56	2.47	7.93	24.86	0.41
11	9.53	6.80	4.72	6.75	27.80	0.46
12	9.25	6.18	4.94	7.84	28.20	0.47
13	8.20	8.34	2.73	8.50	27.76	0.46
14	5.30	6.30	2.81	7.59	22.00	0.37
15	9.80	9.85	3.21	8.04	30.90	0.51
16	9.60	6.93	2.08	7.01	25.62	0.43
17	9.56	7.71	4.64	7.12	29.03	0.48
18	9.08	6.83	2.05	6.78	24.75	0.41
19	5.89	6.48	3.34	7.87	23.58	0.39
20	6.14	9.40	4.00	8.70	28.25	0.47
21	8.42	9.43	3.78	8.56	30.19	0.50
22	6.64	7.60	2.14	6.99	23.37	0.39
23	5.10	9.38	4.41	7.22	26.12	0.44
24	9.64	6.95	4.92	7.60	29.11	0.49
25	7.58	8.50	3.97	7.70	27.76	0.46
26	7.25	6.20	4.05	6.72	24.22	0.40
27	6.80	8.90	3.88	8.99	28.57	0.48
28	6.68	9.64	2.29	7.53	26.14	0.44
29	7.79	9.70	3.83	9.15	30.46	0.51
30	6.07	6.12	4.67	6.10	22.96	0.38
RATA-RATA WAKTU SIKLUS						0.44

Sumber : Hasil Observasi di Lapangan, 2022

Kondisi di lapangan saat pengambilan data :

Cuaca : Cerah
 Material : Keras, *Limestone*
 Jenis Material : *Loose Material*
 Kapasitas Bucket : 0.8 m³

Jadi rata-rata waktu siklus *backhoe* selama 7 hari dalam satuan menit dapat dilihat dari tabel 4.8 di bawah ini :

Tabel 4. 8 Tabel rata-rata waktu siklus *backhoe* selama 7 hari

Rata-rata waktu siklus <i>backhoe</i> hari ke-1	0.45
Rata-rata waktu siklus <i>backhoe</i> hari ke-2	0.51
Rata-rata waktu siklus <i>backhoe</i> hari ke-3	0.40
Rata-rata waktu siklus <i>backhoe</i> hari ke-4	0.47
Rata-rata waktu siklus <i>backhoe</i> hari ke-5	0.47
Rata-rata waktu siklus <i>backhoe</i> hari ke-6	0.45
Rata-rata waktu siklus <i>backhoe</i> hari ke-7	0.44
RATA-RATA WAKTU SIKLUS <i>BACKHOE</i> SELAMA 7 HARI	0.46

Sumber : Hasil Perhitungan Waktu Siklus, 2022

2. Waktu Siklus Dump Truck

Data berikut ini adalah data yang diperoleh dengan mengamati alat *dump truck* pada setiap harinya untuk mendapat kan waktu siklus *dump truck* tersebut dalam detik dan diubah ke dalam menit agar sesuai dengan satuan pada rumus (9).

a. Hasil pencatatan waktu siklus *dump truck* hari ke-1 seperti pada tabel 4.9 di bawah ini :

Tabel 4. 9 Waktu siklus *dump truck* hari ke-1

NO	WAKTU SIKLUS DUMP TRUCK					TOTAL WAKTU SIKLUS
	Waktu Muat (m)	Waktu Angkut (m)	Waktu Buang (m)	Waktu Kembali (m)	Waktu tunggu muat (m)	MENIT
1	3.22	6.19	1.16	4.56		15.13
2	3.15	7.29	1.13	3.55		15.12
3	2.53	6.47	1.24	3.18		13.42
4	2.58	3.35	1.26	2.53		9.72
5	3.19	1.37	1.27	2.44		8.27
6	3.47	6.34	1.54	3.51		14.86
7	3.02	6.48	2.21	3.28		14.99
8	4.11	6.44	2.19	3.43		16.17
9	3.52	7.19	1.55	3.56		15.82
10	3.37	7.17	1.42	3.32		15.28
11	4.52	6.27	1.59	4.08		16.46
12	4.14	6.54	1.30	3.19		15.17
13	3.37	6.37	1.41	3.33		14.48
14	2.49	7.02	2.19	3.40		15.10
15	2.33	6.35	2.17	4.14		14.99
16	3.24	6.42	2.28	4.10		16.04
17	3.19	6.59	2.10	4.01		15.89
18	3.14	7.19	1.47	4.38		16.18
19	3.17	7.14	1.55	4.29		16.15
20	3.28	7.03	2.09	4.33		16.73
RATA-RATA WAKTU SIKLUS						14.80

Sumber : Hasil Observasi di Lapangan, 2022

Kondisi di lapangan saat pengambilan data :

Cuaca : Cerah
 Material : Keras, *Limestone*
 Jenis Material : *Loose Material*
 Kapasitas Bucket : 6 m³

b. Hasil pencatatan waktu siklus *dump truck* hari ke-2 seperti pada tabel 4.10 di bawah ini :

Tabel 4. 10 Tabel waktu siklus *dump truck* hari ke-2

NO	WAKTU SIKLUS DUMP TRUCK					TOTAL WAKTU SIKLUS
	Waktu Muat (m)	Waktu Angkut (m)	Waktu Buang (m)	Waktu Kembali (m)	Waktu tunggu muat (m)	MENIT
1	2.08	7.23	2.52	4.80		16.63
2	3.08	5.69	2.87	3.91		15.55
3	3.31	7.30	1.96	5.19		17.75
4	4.51	7.17	2.77	4.93		19.39
5	4.60	6.59	2.73	3.90		17.82
6	3.49	6.58	2.02	5.83		17.91
7	3.07	6.80	1.40	3.15		14.42
8	2.54	7.74	2.69	4.20		17.17
9	2.59	5.05	2.91	4.03		14.58
10	3.95	6.73	2.27	5.15		18.11
11	3.25	6.57	1.13	4.38		15.33
12	4.22	7.16	2.96	4.81		19.14
13	2.25	5.12	2.26	4.38		14.01
14	3.66	7.94	2.93	4.10		18.63
15	3.09	6.39	2.31	5.83		17.63
16	3.74	5.39	2.99	5.75		17.87
17	2.36	6.94	2.91	4.59		16.81
18	2.27	5.09	1.20	4.15		12.70
19	4.85	6.57	1.24	3.73		16.39
20	3.76	6.66	1.83	4.67		16.92
RATA-RATA WAKTU SIKLUS						16.74

Sumber : Hasil Observasi di Lapangan, 2022

Kondisi di lapangan saat pengambilan data :

- Cuaca : Cerah
 Material : Keras, *Limestone*
 Jenis Material : *Loose Material*
 Kapasitas Bucket : 6 m³

c. Hasil pencatatan waktu siklus *dump truck* hari ke-3 seperti pada tabel 4.11 di bawah ini :

Tabel 4. 11 Tabel waktu siklus *dump truck* hari ke-3

NO	WAKTU SIKLUS DUMP TRUCK					TOTAL WAKTU SIKLUS
	Waktu Muat (m)	Waktu Angkut (m)	Waktu Buang (m)	Waktu Kembali (m)	Waktu tunggu muat (m)	MENIT
1	3.44	5.66	1.64	5.13		15.87
2	2.51	5.44	2.39	4.08		14.43
3	4.35	5.15	1.45	5.13		16.08
4	4.91	6.33	2.28	4.73		18.26
5	3.10	5.04	1.79	4.35		14.27
6	2.49	6.02	2.42	5.18		16.10
7	4.35	6.56	1.41	3.66		15.98
8	4.86	6.20	2.86	3.17		17.10
9	2.46	6.91	2.76	4.14		16.28
10	4.88	5.11	1.58	3.06		14.62
11	4.93	5.90	1.03	3.94		15.80
12	2.51	5.95	2.47	5.25		16.18
13	3.08	7.35	1.82	5.37		17.62
14	4.77	7.01	1.52	4.38		17.67
15	2.38	5.00	2.97	3.34		13.71
16	4.76	6.52	2.16	3.92		17.36
17	4.45	6.38	1.18	3.83		15.85
18	4.15	5.62	1.32	3.24		14.33
19	4.63	7.99	2.05	4.43		19.10
20	2.92	6.53	2.49	3.57		15.51
RATA-RATA WAKTU SIKLUS						16.11

Sumber : Hasil Observasi di Lapangan, 2022

Kondisi di lapangan saat pengambilan data :

- Cuaca : Cerah
 Material : Keras, *Limestone*
 Jenis Material : *Loose Material*
 Kapasitas Bucket : 6 m³

d. Hasil pencatatan waktu siklus *dump truck* hari ke-4 seperti pada tabel 4.12 di bawah ini :

Tabel 4. 12 Tabel waktu siklus *dump truck* hari ke-4

NO	WAKTU SIKLUS DUMP TRUCK					TOTAL WAKTU SIKLUS
	Waktu Muat (m)	Waktu Angkut (m)	Waktu Buang (m)	Waktu Kembali (m)	Waktu tunggu muat (m)	MENIT
1	4.53	5.59	2.04	5.92		18.08
2	3.19	6.68	2.23	3.38		15.48
3	2.45	5.12	2.55	5.49		15.60
4	3.52	7.36	2.61	3.96		17.45
5	3.40	7.67	2.56	3.00		16.62
6	2.33	7.84	2.28	3.21		15.65
7	2.95	7.10	2.82	3.65		16.53
8	2.64	5.50	1.10	3.45		12.69
9	4.68	6.26	2.47	4.67		18.07
10	2.12	5.83	2.72	4.49		15.16
11	2.04	6.61	1.74	4.62		15.01
12	2.28	7.90	1.17	5.31		16.66
13	3.63	6.46	1.27	5.27		16.62
14	2.40	6.21	2.73	3.61		14.96
15	3.73	7.39	2.83	3.57		17.53
16	4.24	6.84	2.61	3.81		17.50
17	3.30	6.32	1.58	4.70		15.90
18	4.79	7.36	2.99	4.85		20.00
19	4.65	6.04	2.38	5.45		18.52
20	4.60	7.20	2.29	5.65		19.74
RATA-RATA WAKTU SIKLUS						16.69

Sumber : Hasil Observasi di Lapangan, 2022

Kondisi di lapangan saat pengambilan data :

- Cuaca : Cerah
 Material : Keras, *Limestone*
 Jenis Material : *Loose Material*
 Kapasitas Bucket : 6 m³

e. Hasil pencatatan waktu siklus *dump truck* hari ke-5 seperti pada tabel 4.13 di bawah ini :

Tabel 4. 13 Tabel waktu siklus *dump truck* hari ke-5

NO	WAKTU SIKLUS DUMP TRUCK					TOTAL WAKTU SIKLUS
	Waktu Muat (m)	Waktu Angkut (m)	Waktu Buang (m)	Waktu Kembali (m)	Waktu tunggu muat (m)	MENIT
1	3.43	7.00	2.37	5.65		18.44
2	2.78	7.05	1.23	3.60		14.66
3	2.02	5.08	2.52	5.67		15.28
4	4.41	7.66	1.75	3.99		17.80
5	4.24	5.29	1.02	4.65		15.20
6	4.19	5.59	1.22	3.18		14.18
7	2.45	5.24	1.17	3.74		12.59
8	3.19	7.03	1.72	4.34		16.27
9	3.60	7.58	1.59	4.09		16.86
10	2.16	7.98	1.38	5.60		17.12
11	2.06	6.05	2.96	4.62		15.69
12	2.48	5.29	1.60	3.08		12.45
13	4.77	5.46	2.93	5.39		18.54
14	2.11	6.79	2.97	3.33		15.20
15	3.44	5.59	2.02	3.34		14.39
16	2.17	5.40	2.00	4.63		14.19
17	3.27	6.12	2.87	3.40		15.66
18	3.21	6.73	2.12	5.54		17.60
19	2.82	5.27	1.52	3.60		13.21
20	2.44	5.86	1.63	3.71		13.63
RATA-RATA WAKTU SIKLUS						15.45

Sumber : Hasil Observasi di Lapangan, 2022

Kondisi di lapangan saat pengambilan data :

- Cuaca : Cerah
 Material : Keras, *Limestone*
 Jenis Material : *Loose Material*
 Kapasitas Bucket : 6 m³

f. Hasil pencatatan waktu siklus *dump truck* hari ke-6 seperti pada tabel 4.14 di bawah ini :

Tabel 4. 14 Tabel waktu siklus *dump truck* hari ke-6

NO	WAKTU SIKLUS DUMP TRUCK					TOTAL WAKTU SIKLUS
	Waktu Muat (m)	Waktu Angkut (m)	Waktu Buang (m)	Waktu Kembali (m)	Waktu tunggu muat (m)	MENIT
1	4.74	5.01	1.24	3.51		14.49
2	2.84	6.47	2.89	4.29		16.50
3	3.44	6.31	2.34	4.00		16.09
4	4.80	7.54	1.39	4.32		18.04
5	4.86	5.46	1.29	3.20		14.81
6	4.76	5.46	1.52	4.91		16.66
7	3.56	5.63	2.34	5.54		17.06
8	4.66	7.76	1.58	3.23		17.23
9	4.63	5.36	2.48	4.49		16.96
10	4.57	7.30	1.41	4.43		17.71
11	4.82	5.19	2.59	4.67		17.27
12	3.33	5.05	2.96	4.63		15.96
13	2.29	5.10	1.88	3.52		12.79
14	4.53	7.65	1.54	5.09		18.80
15	3.86	6.50	1.59	3.86		15.80
16	4.12	7.87	1.71	3.43		17.13
17	2.54	6.27	2.28	3.33		14.42
18	3.26	7.80	2.23	4.46		17.75
19	4.90	7.97	2.30	5.94		21.11
20	2.24	6.95	1.50	3.29		13.98
RATA-RATA WAKTU SIKLUS						16.53

Sumber : Hasil Observasi di Lapangan, 2022

Kondisi di lapangan saat pengambilan data :

- Cuaca : Cerah
 Material : Keras, *Limestone*
 Jenis Material : *Loose Material*
 Kapasitas Bucket : 6 m³

g. Hasil pencatatan waktu siklus *dump truck* hari ke-7 seperti pada tabel 4.15 di bawah ini :

Tabel 4. 15 Tabel waktu siklus *dump truck* hari ke-7

NO	WAKTU SIKLUS DUMP TRUCK					TOTAL WAKTU SIKLUS
	Waktu Muat (m)	Waktu Angkut (m)	Waktu Buang (m)	Waktu Kembali (m)	Waktu tunggu muat (m)	MENIT
1	3.93	5.82	2.18	4.38		16.31
2	2.21	7.20	1.23	4.18		14.83
3	3.95	6.82	1.80	3.16		15.72
4	3.21	5.32	1.40	3.89		13.81
5	2.72	5.62	2.52	5.26		16.12
6	3.24	6.27	1.09	3.45		14.04
7	2.19	5.06	2.28	5.45		14.98
8	2.03	6.39	1.75	4.32		14.51
9	3.91	6.45	2.54	4.65		17.55
10	2.15	6.48	1.74	3.55		13.92
11	3.54	6.45	1.62	3.55		15.17
12	4.35	6.56	1.43	4.28		16.62
13	3.78	6.67	1.81	5.10		17.37
14	3.25	5.39	1.37	4.98		14.98
15	4.80	7.01	2.35	3.49		17.66
16	4.07	7.44	1.43	3.94		16.89
17	4.61	5.65	1.15	4.35		15.76
18	3.55	5.53	2.91	5.62		17.61
19	3.77	6.22	1.64	3.86		15.49
20	4.47	7.48	2.20	3.96		18.11
RATA-RATA WAKTU SIKLUS						15.87

Sumber : Hasil Observasi di Lapangan, 2022

Kondisi di lapangan saat pengambilan data :

- Cuaca : Cerah
 Material : Keras, *Limestone*
 Jenis Material : *Loose Material*
 Kapasitas Bucket : 6 m³

Jadi rata-rata waktu siklus *dump truck* selama 7 hari dalam satuan menit dapat dilihat dari tabel 4.16 di bawah ini :

Tabel 4. 16 Tabel rata-rata waktu siklus *dump truck* selama 7 hari

Rata-rata waktu siklus <i>dump truck</i> hari ke-1	14.80
Rata-rata waktu siklus <i>dump truck</i> hari ke-2	16.74
Rata-rata waktu siklus <i>dump truck</i> hari ke-3	16.11
Rata-rata waktu siklus <i>dump truck</i> hari ke-4	16.69
Rata-rata waktu siklus <i>dump truck</i> hari ke-5	15.45
Rata-rata waktu siklus <i>dump truck</i> hari ke-6	16.53
Rata-rata waktu siklus <i>dump truck</i> hari ke-7	15.87
RATA-RATA WAKTU SIKLUS DUMP TRUCK SELAMA 7 HARI	16.03

Sumber : Hasil Perhitungan Waktu Siklus, 2022

4.3 Produktivitas Alat Berat

Alt berat yang dihitung produktivitasnya sesuai data yang sudah terkumpul adalah Excavator/*Backhoe* dan *Dump Truck*

4.3.1 Perhitungan Job Faktor

Pada perhitungan job faktor tergantung dari beberapa faktor antara lain : faktor gabungan cuaca dan operator (Eco), faktor gabungan alat dan medan (EAM), faktor material (Em), dan faktor manajemen (EM). Tabulasi perhitungan job faktor seperti pada tabel 4.17 berikut :

Tabel 4. 17 Tabulasi Job Faktor

NO	JENIS ALAT	FAKTOR								E Total
		Eco		EAM		Em		EM		
		Kondisi	Nilai	Kondisi	Nilai	Kondisi	Nilai	Kondisi	Nilai	
1	Backhoe	Terang,panas,berdebu	0.83	Sedang	0.76	Agak Sulit	0.9	Baik	0.9	0.51
		Terampil		Cukup						
2	Dump Truck	Terang,panas,berdebu	0.783	Sedang	0.76	Pengisian oleh loader	1.1	Baik	0.9	0.59
		Terampil		Cukup						

Sumber : Hasil Analisis Data, 2022

Keterangan :

Eco = Faktor cuaca dan operator

Pada saat penelitian cuacanya adalah cerah atau terang, panas, berdebu sesuai dengan keterangan cuaca pada tabel 4.1 sampai dengan 4.15 di atas.

Berdasarkan tabel 2.6 di atas maka operator dapat dikatakan terampil sesuai dengan hasil wawancara pada data hasil wawancara di atas.

EAM = Faktor alat dan medan

Kondisi alat dapat dikatakan cukup berdasarkan kondisi alat yang dilihat langsung di lapangan dan disesuaikan pada tabel 2.3 di atas

Kondisi medan dapat dikatakan sedang berdasarkan pada tabel 2.4 dan disesuaikan dengan kondisi di lapangan saat melakukan pengambilan data.

Maka dari itu didapatkan angka untuk faktor alat dan medan sesuai dengan tabel 2.5

Em = Faktor Material

Faktor material berdasarkan material yang dikerjakan di lapangan, dapat dilihat dari keterangan material pada data setiap harinya pada tabel 4.1 sampai dengan 4.15 di atas. Lalu didapatkan angka untuk faktor materialnya sesuai dengan tabel 2.8

EM = Faktor manajemen

Faktor manajemen dapat dilihat pada tabel 2.9 dan disesuaikan dengan manajemen pada proyek tempat pengambilan data maka akan didapat angka untuk faktor manajemennya

4.3.2 Perhitungan Produktivitas Backhoe

Dalam perhitungan produktivitas *backhoe* dengan satuan m^3/jam (dalam keadaan lepas dan produktivitas yang dihitung per 1 jam. Waktu siklus yang digunakan adalah rata-rata dari waktu siklus *backhoe* selama 7 hari penelitian seperti pada tabel 4.1 sampai tabel 4.7 di atas.

Ketentuan :

$$q : 0.8 \text{ m}^3$$

$$Ct : 0.46 \text{ menit}$$

$$E : 0.51$$

Produktivitas *backhoe* adalah :

$$Q = \frac{60 \times q \times E}{Ct}$$

$$Q = \frac{60 \times 0.8 \times 0.51}{0.46}$$

$$Q = 53,72 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Jadi produktivitas *backhoe* pada proyek The Luxury Collection Jimbaran adalah 53,72 m³/jam.

4.3.3 Perhitungan Produktivitas Dump Truck

Dalam perhitungan produktivitas *dump truck* dengan satuan yang sama dengan *backhoe* yaitu m³/jam (dalam keadaan lepas) dan produktivitas yang dihitung per 1 jam. Waktu siklus (Ct) yang digunakan adalah rata-rata dari waktu siklus *dump truck* selama 7 seperti pada tabel 4.8 sampai tabel

Ketentuan :

$$q : 6 \text{ m}^3$$

$$Ct : 16.03 \text{ menit}$$

$$E : 0.59$$

Produktivitas *dump truck* adalah

$$Q = \frac{60 \times q \times E}{Ct}$$

$$Q = \frac{60 \times 6 \times 0.59}{16.03}$$

$$Q = 13,25 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Jadi produktivitas *dump truck* pada proyek The Luxury Collection Jimbaran adalah 13,25 m³/jam

4.3.4 Perhitungan Produktivitas Standar Excavator/Backhoe

Perhitungan produktivitas *excavator* adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} T_s &= T_1 + T_2 \\ &= 0,32 + 0,10 \\ &= 0,42 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$V = 0,8 \text{ m}^3, \text{ didapatkan dari spesifikasi alat Hyundai 210-7 sesuai dengan data alat berat yang ada di atas}$$

$$F_b = \text{Sesuai dengan tabel 2.11 maka faktor bucket yang didapat sesuai dengan kondisi lapangan yang tercantum pada data hasil wawancara adalah } 0,9 - 1,0 \text{ maka dari itu penulis memilih untuk menggunakan nilai rata-rata dari kedua angka tersebut maka didapatkan angka } 0,95$$

$$F_a = \text{Berdasarkan dari kondisi operasi di lapangan pada saat pengambilan data maka faktor efisiensi bisa dikatakan dalam kategori sedang dengan angka } 0,75$$

$$F_v = \text{Faktor kondisi galian} = \frac{\text{kedalaman galian}}{\text{Kedalaman galian maksimum}} \times 100\%$$

Kedalaman galian di lapangan pada saat pengamatan langsung adalah 1 m dan kedalaman maksimum dari alat sesuai dengan spesifikasi alat adalah 6 m, lalu data tersebut diolah sehingga mendapat angka 16,66 % yang artinya kondisi galian di bawah 40% dan berdasarkan pengamatan langsung di lapangan kondisi membuang agak sulit, maka dari itu jika disesuaikan dengan tabel 2.12 maka faktor galian sebesar 1,1.

Produktivitas *excavator* :

$$\begin{aligned} Q &= \frac{V \times F_b \times F_a \times 60}{T_s \times F_v} \\ &= \frac{0,8 \times 0,95 \times 0,75 \times 60}{0,42 \times 1,1} \\ &= 74,02 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

Jadi produktivitas standar *excavator* pada proyek The Luxury Collection Jimbaran adalah 74,02 m³/jam

4.3.5 Perhitungan Produktivitas Standar Dump Truck

Perhitungan produktivitas standar *dump truck* adalah sebagai berikut :

Waktu siklus *dump truck* :

$$\begin{aligned} T1 &= \frac{V \times 60}{D \times QE_{cv}} \\ &= \frac{6 \times 60}{1,8 \times 72,92} \\ &= 2,56 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T2 &= \frac{L}{v1} \times 60 \\ &= \frac{0,5}{20} \times 60 \\ &= 1,5 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T3 &= \frac{L}{v1} \times 60 \\ &= \frac{0,5}{40} \times 60 \\ &= 0,75 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$T4 = 1,30 \text{ menit}$$

$$\begin{aligned} T_s &= T1 + T2 + T3 + T4 \\ &= 2,56 + 1,5 + 0,75 + 1,30 \\ &= 6,11 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$V = 6 \text{ m}^3, \text{ berdasarkan spesifikasi alat sesuai dengan data alat berat di atas}$$

$$Fa = \text{Berdasarkan dari kondisi operasi di lapangan pada saat pengambilan data maka faktor efisiensi bisa dikatakan dalam kategori sedang dengan angka 0,80}$$

D = Berdasarkan berat jenis material di lapangan yaitu *limestone* maka didapat angka 1,5 - 1,8 ton/m³ sesuai dengan data kondisi lapangan di atas, maka penulis mengambil rata-rata dari angka tersebut maka didapat angka sebesar 1,65

Produktivitas *dump truck* :

$$\begin{aligned} Q &= \frac{V \times Fa \times 60}{Ts \times D} \\ &= \frac{6 \times 0,8 \times 60}{1,65 \times 6,11} \\ &= 28,57 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

Jadi produktivitas standar *dump truck* pada proyek The Luxury Collection Jimbaran adalah 28,57 m³/jam.

4.3.6 Perhitungan Lama Waktu Pekerjaan

Perhitungan lama waktu pekerjaan yang dilakukan oleh alat berat pada proyek tersebut adalah :

$$V_{\text{total}} = \text{Total volume galian pada proyek} = 51000 \text{ m}^3$$

$$Q_{\text{dt}} = \text{Produktivitas } \textit{dump truck} \text{ pada proyek} = 13,25 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Maka waktu pekerjaan adalah :

$$t = \frac{V_{\text{total}}}{Q_{\text{dt}}}$$

$$t = \frac{51000}{13,25}$$

$$t = 3849,05 \text{ jam}$$

$$t = 549,86 \text{ hari}$$

$$t = 18 \text{ bulan}$$

Dari hasil yang didapat dari perhitungan produktivitas di atas mendapatkan nilai produktivitas dari masing-masing alat berat baik dari pengamatan langsung maupun dari teori umum. Dari hasil pengamatan langsung didapatkan nilai produktivitas sebesar 53,72 m³/jam untuk *excavator/backhoe* dan 13,25 m³/jam

untuk *dump truck*. Sedangkan dari teori umum didapatkan nilai sebesar 74,02 m³/jam untuk *excavator/backhoe* dan 28,57 m³/jam untuk *dump truck*. Dari hasil tersebut dapat dilihat adanya perbedaan nilai produktivitas yaitu penurunan nilai produktivitas sebesar 27,43 % untuk *excavator/backhoe* dan 53,62 % untuk *dump truck*.

Hal ini mungkin disebabkan oleh beberapa hal yaitu bisa dilihat dari rumus atau teori untuk mendapatkan produktivitas tersebut karena pada perhitungan standar ada angka yang tidak pasti yaitu ada kisaran angkanya dan untuk klasifikasi datanya juga kurang lengkap sehingga ada data yang harus diperkirakan dan tidak ada data tetap atau pasti, maka dari itu hasil yang didapat bisa berubah-ubah dan menyebabkan adanya perbedaan nilai produktivitas dengan hasil pengamatan langsung.

Dari hasil produktivitas di lapangan dan total volume galian di lapangan maka didapatkan waktu untuk penyelesaian pekerjaan oleh alat berat *excavator* dan *dump truck* pada proyek The Luxury Collection Jimbaran adalah selama 18 bulan. Dan hasil tersebut lebih lama dari waktu penjadwalan pada proyek yang hanya 7 bulan. Dan hal tersebut harus ditindaklanjuti dengan menambah jumlah *dump truck* agar bisa menyeimbangi produktivitas dari *excavator* agar produktivitasnya lebih optimal.

BAB V

PENUTUP

5.1 Simpulan

Berdasarkan dari hasil pembahasan dan analisis data pada penelitian ini, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Produktivitas *real* dari alat berat *excavator/backhoe* Hyundai 210-7 dan *dump truck* Hino 500 FM 260 TI pada proyek The Luxury Collection Jimbaran adalah sebesar 53,72 m³/jam untuk *excavator/backhoe* dan 13,25 m³/jam untuk *dump truck*.
2. Sedangkan produktivitas standar dari alat berat *excavator/backhoe* Hyundai 210-7 dan *dump truck* Hino 500 FM 260 TI adalah sebesar 74,02 m³/jam untuk *excavator/backhoe* dan 28,57 m³/jam untuk *dump truck*. Dari hasil tersebut, dapat dilihat bahwa adanya perbedaan nilai produktivitas standar dengan nilai produktivitas di lapangan, dimana produktivitas di lapangan mengalami penurunan dari produktivitas standarnya sebesar 27,43 % untuk *excavator/backhoe* dan 53,62 % untuk *dump truck*.
3. Waktu yang diperlukan oleh alat berat *excavator* dan *dump truck* bekerja pada pekerjaan galian dan pembersihan pada proyek The Luxury Collection Jimbaran berdasarkan dari total volume galian dan produktivitas yang didapatkan di lapangan adalah 18 bulan.

5.2 Saran

1. Berdasarkan dari simpulan di atas maka sebaiknya menambah jumlah *dump truck* untuk mengimbangi produktivitas *excavator/backhoe* agar produktivitas dari pekerjaan tersebut bisa lebih optimal.
2. Perawatan pada alat juga sangat penting dalam mendukung produktivitas alat tersebut, jika alat yang tidak terawat terlebih lagi dihadapkan dengan medan yang cukup sulit maka produktivitasnya akan lebih kecil dibandingkan dengan alat yang kondisinya lebih bagus, maka dari itu

perawatan pada alat secara berkala harus ditingkatkan lagi agar bisa mendapat produktivitas yang maksimal.

3. Sebaiknya dalam menghitung nilai produktivitas secara umum atau standar harus diperhitungkan dengan baik mengenai nilai atau angka yang digunakan untuk menghitung produktivitas alat berat. Karena ada klasifikasi baik dari faktor-faktor maupun dari kondisi lapangan dan alat tersebut yang kurang jelas dan hanya dengan perkiraan saja, maka dari itu harus diperhitungkan dengan baik agar tidak terjadi kesalahan yang tidak diinginkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Mahmud, Rip'at, *Pengenalan Alat Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi*. : Teknikal Sipil. 2017
- [2] Materismk, *Pengertian Excavator - Meliputi Jenis, Bagian Excavator, Mekanisme Kerja dan Pengoperasiannya*. : Materismk. 2021
- [3] Mining, *Faktor-faktor yang menentukan penggunaan alat pada pemindahan tanah mekanis*. : Mining09Uncen. Jayapura, 2012
- [4] PERATURAN MENTERI PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT NOMOR : 28/PRT/M/2016, tentang *Analisa Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum*
- [5] Rochmanhadi, *Alat-Alat Berat dan Penggunaannya*: Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta, 1986
- [6] Rochmanhadi, *Kapasitas dan Produksi alat-Alat Berat*.: Departemen Pekerjaan Umum Jakarta,1983
- [7] Rostiyanti, Fatena Susy, *Alat Berat untuk Proyek Konstruksi*, Penerbit Rineka Cipta, Jakarta, 2008

LAMPIRAN



Excavator mengambil tanah



Excavator membuang tanah ke dump truck



Dump truck membuang tanah



Dump truck kembali ke tempat pengisian

