

TUGAS AKHIR

PRODUKTIVITAS ALAT BERAT PADA PEKERJAAN PRESERVASI DAN PENINGKATAN KAPASITAS JALAN NASIONAL

Studi kasus : Simpang Niam Lubuk Kambing – Merlung



NPM : 1600822201003

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS BATANGHARI

2023

HALAMAN PERSETUJUAN

PRODUKTIVITAS ALAT BERAT PADA PEKERJAAN
PRESERVASI DAN PENINGKATAN KAPASITAS JALAN
NASIONAL

Studi kasus : Simpang Niam Lubuk Kambing - Merlung



Oleh :

FITRI FEBRIANI

NPM : 1600822201003

Dengan ini Dosen Pembimbing Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Batanghari, menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul dan penyusunan sebagai tersebut diatas telah disetujui sesuai prosedur, ketentuan, kelaziman yang berlaku dan dapat diujikan dalam Ujian Tugas Akhir dan Komprehensif Program Sarjana (S-1) Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Batanghari.

Jambi, Maret 2023

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Annisa Dwiretnani, ST, MT.

Ria Zulfianti, ST, MT.

HALAMAN PENGESAHAN

PRODUKTIVITAS ALAT BERAT PADA PEKERJAAN
PRESERVASI DAN PENINGKATAN KAPASITAS JALAN
NASIONAL

Studi kasus : Simpang Niam Lubuk Kambing - Merlung

Tugas Akhir ini telah dipertahankan di hadapan Panitia Penguji Tugas Akhir dan Komprehensif dan diterima sebagai persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada program studi Teknik Sipil Universitas Batanghari.

Nama : Fitri Febriani

Npm : 1600822201003

Hari/Tanggal : Kamis, 30 Maret 2023

Jam : 08.30 WIB s/d selesai

Tempat : Ruang Sidang Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi

Jabatan

Ketua

Sekretaris

Penguji I

Penguji II

Penguji III

Dekan Fakultas Teknik

Dr. Ir. H. Fakhru Rozi Yamali, ME

PANITIA PENGUJI

Nama

Tanda Tangan

Elvira Handayani, ST, MT

Ria Zuliani, ST, MT

Dr. Ir. H. Amsori M. Das, M. Eng

Ir. Wari Dony, ST, MT

Annisaa Dwiretnani, ST, MT

Disahkan Oleh :

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Elvira Handayani, ST, MT

MOTTO

“Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah nasib suatu kaum hingga mereka mengubah diri mereka sendiri”

(Surah Ke 13 Surah Ar- Ra’d ayat ke 11)

“Jika kalian bersyukur, niscaya aku tambahkan nikmatku untuk kalian”

(Surah Ke 14 Surah Ibrahim ayat ke 7)

“Berdoalah kepadaku, niscaya aku kabulkan untuk kalian”

(Surah Ke 40 Surah Ghafir ayat ke 60)

“Waktu itu bagaikan pedang, jika kamu tidak memanfaatkannya menggunakannya untuk memotong, ia akan memotongmu (menggilasmu)”

(H.R Muslim)

“Man JaddaWajada”

Siapa yang bersungguh sungguh, ia akan berhasil

“Man Shabara Zhafira”

Siapa yang bersabar, ia akan beruntung

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul **“Produktivitas Alat Berat Pada Pekerjaan Preservasi Dan Peningkatan Kapasitas Jalan Nasional Studi Kasus : Simpang Niam Lubuk Kambing Merlung”**, dapat penulis selesaikan. Karena penulis percaya jika sesuatu pekerjaan itu terselesaikan dengan baik tidak terlepas dari karunia Allah SWT, dan juga interasi antara doa dan ikhtiar dengan ketentuan yang tinggi akan membuahkan hasil yang memuaskan.

Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan kurikulum pada jenjang Stara 1 (S-1) Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Batanghari.

Dalam pengerjaan Penulisan Tugas Akhir ini, berbagai bentuk bantuan dan dukungan telah penulis terima, baik secara langsung maupun tidak langsung. Pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar - besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Ir. H. Fakhru Rozi Yamali, ME selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Batanghari.
2. Ibu Elvira Handayani, ST, MT selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Batanghari.
3. Ibu Annisaa Dwiretnani, ST, MT selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak memberikan arahan, memotivasi, membimbing dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Ibu Ria Zulfiati, ST, MT selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan arahan, memotivasi, membimbing dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

5. Bapak Ash.Shubaiki, ST selaku PPK SKPD-TP Dinas PUPR Provinsi Jambi yang telah banyak memberikan masukan dan saran.
6. Bapak –bapak, ibu –ibu serta kakak-kakak di SKPD-TP Dinas PUPR Provinsi Jambi yang telah banyak membantu dan member dukungan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Terkhusus untuk kedua orang tua serta saudara saya yang selalu mendoakan serta memberikan dukungan dan semangat dalam melakukan studi dan tugas akhir.
8. Teman-teman angkatan 2016 Prodi Teknik Sipil Universitas Batanghari, serta sahabat saya yang tidak dapat di sebutkan satu persatu.

Akhir kata penulis berharap agar tugas akhir ini dapat bermanfaat untuk bahan pembelajaran maupun tambahan ilmu pengetahuan bagi semua pihak. Penulis mohon maaf, apabila dalam penulisan ataupun penyusunan laporan kerja praktek ini terdapat kekeliruan, serta penulis mohon semoga Allah SWT selalu melimpahkan taufik dan hidayahnya kepada kita semua, Amin.

Jambi, Maret 2023

FITRI FEBRIANI

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
MOTTO	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR NOTASI.....	ix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Pengertian Umum.....	6
2.2 Produksi Kerja	12
2.3 Prinsip Dasar Perhitungan Produksi Kerja	16
2.4 Produksi Kerja Satu Unit Peralatan	17
2.5 Jumlah Kebutuhan Alat Berat	31
2.6 Analisa Waktu Kerja Alat	31

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian	32
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	33
3.3 Pengumpulan dan Pengolahan Data Studi.....	34
3.4 Spesifikasi Alat Berat yang Dipakai.....	35
3.5 Diagram Alur Penelitian.....	37

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Produksi Kerja Peralatan Pada Jenis Pekerjaan	38
4.1.1 Pekerjaan Lapisan Pondasi Agregat Kelas A.....	39
4.1.2 Pekerjaan Lapisan Pondasi Agregat Kelas S	43
4.2 Analisa Jumlah Alat Berat pada Berbagai Jenis Pekerjaan	50
4.2.1 Perhitungan Jumlah Alat Berat pada Pekerjaan Lapis Pondasi Agregat Kelas A	50
4.2.2 Perhitungan Jumlah Alat Berat pada Pekerjaan Lapis Pondasi Agregat Kelas S	52
4.3 Perhitungan Waktu Pelaksanaan Pekerjaan Alat Berat.....	53
4.3.1 Pekerjaan Lapis Pondasi Agregat Kelas A.....	53
4.3.2 Pekerjaan Lapis Pondasi Agregat Kelas S	54

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan.....	58
5.2 Saran	59

DAFTAR PUSTAKA	60
-----------------------------	-----------

LAMPIRAN.....	62
----------------------	-----------

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Dump Truck</i>	18
Gambar 2.2 <i>Wheel Loader</i>	22
Gambar 2.3 <i>Motor Grader</i>	26
Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian	33
Gambar 3.2 Bagan Alir Metode Kajian	37



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Efisiensi Kerja Alat Berat	12
Tabel 2.2 Faktor Efisiensi Alat Dump Truck.....	20
Tabel 2.3 Faktor Bucket Wheel Loader Caterpillar	23
Tabel 2.4 Faktor Waktu Tetap Wheel Loader Caterpillar.....	23
Tabel 2.5 Faktor Efisiensi Alat Wheel Loader.....	24
Tabel 2.6 Lebar Efektif Blade Motor Grader.....	27
Tabel 2.7 Kecepatan Grading.....	28
Tabel 2.8 Faktor Kecepatan Grader.....	28
Tabel 2.9 Kecepatan Motor Grader Tiap Tingkatan Gigi (Km/h)	30
Tabel 2.10 Faktor Efisiensi Kerja Alat (Fa) Motor Grader.....	30
Tabel 4.1 Volume Pekerjaan	38
Tabel 4.2 Tabel jenis peralatan yang digunakan di lapangan Berdasarkan jenis Pekerjaan.....	39
Tabel 4.3 Rekapitulasi Kapasitas Produksi Alat Berat Pada Berbagai Jenis Pekerjaan.....	50
Tabel 4.4 Rekapitulasi Jumlah Alat Berat dan Waktu Pelaksanaan Pekerjaan Alat Berat Pada Tiap Jenis Pekerjaan	57

DAFTAR NOTASI

Fb	= Faktor Bucket
Ts1	= Waktu Siklus (menit)
Ts2	= Waktu Siklus (menit)
Ts3	= Waktu Siklus (menit)
D	= berat isi material (lepas,gempur) (ton/m ³)
d	= Jarak Angkut
t	= Tebal (m)
n	= Jumlah Lintasan (lintasan)
Lh	= panjang hamparan (m)
be	= Lebar efektif pemadatan = $b - b_0$ (overlap) (meter)
b	= Lebar efektif pemadatan (spesifikasi alat) (meter)
Bo	= lebar overlap (m)
N	= Jumlah jalur lintasan
60	= perkalian 1 jam ke menit
Ts	= waktu siklus = $T_1 + T_2$
T1	= waktu 1 kali lintasan : $(Lh \times 60) / (v \times 1000)$
T2	= Waktu tempuh kosong = $(L/v_2) \times 60$ (menit)
Q	= Produksi per jam (m ³ /jam)
Fa	= Faktor efisiensi alat (m ³)
Fk	= Fakor Pengembangan Bahan
Z	= Waktu pasti (mengisi,berputar,menumpuk)
V	= kecepatan rata-rata (km/jam)
v1	= Kecepatan rata-rata bermuatan (km/jam)
v2	= Kecepatan rata-rata kosong (km/jam)
Bil	= Berat isi lepas agregat diambil rata-rata

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemakaian alat berat dalam pekerjaan – pekerjaan teknik sipil, pertambangan, dan pekerjaan pemindahan tanah berskala besar, hampir tidak dapat dielakan. Bahkan alat tersebut merupakan faktor yang sangat menentukan keberhasilan penyelesaian pekerjaan tepat waktu sesuai dengan kualitas yang disyaratkan. Bila dibandingkan dengan tenaga manusia memakai peralatan konvensional sederhana seperti cangkul, skop, keranjang, alat penumbuk untuk pemadatan dan sebagainya, pemakaian alat berat memiliki banyak keunggulan yang menjanjikan keuntungan. Apalagi kalau suatu pekerjaan membutuhkan persyaratan teknis dan ketelitian tinggi, maka pilihan terhadap pemakaian alat berat merupakan alternative yang sangat tepat.

Pelaksanaan proyek Pembangunan Proyek Pembangunan Preservasi Jalan Simpang Niam Lubuk Kambing - Merlung sedang dilaksanakan pada Tahun 2022. Dalam sebuah kegiatan konstruksi baik bangunan gedung, bangunan air, jalan dan jembatan pasti akan berhubungan dengan biaya. Seseorang yang mengestimasi rencana anggaran biaya konstruksi disebut estimator. Estimasi biaya yang dilakukan oleh seorang estimator disebut dengan Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP). Dengan terbitnya surat edaran Menteri Pekerjaan Umum nomor 02/SE/M/2016 tentang Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Bidang Pekerjaan Umum maka dapat dijadikan sebagai acuan dalam perhitungan

harga satuan pekerjaan sehingga perhitungan harga satuan pekerjaan menjadi lebih rasional dan objektif.

Analisis biaya adalah suatu cara perhitungan harga satuan pekerjaan yang dijabarkan dalam perkalian indeks alat yang digunakan dan upah kerja dengan harga sewa peralatan dan standar pengupahan pekerja, untuk menyelesaikan persatuan pekerjaan. Penyelesaian suatu pekerjaan atau bagian pekerjaan proyek tertentu diperlukan pemilihan alat dimana pemilihan alat-alat berat tergantung pada karakteristik masing-masing alat dan kondisi medan. Selain itu pelaksanaan suatu proyek konstruksi juga selalu terdapat kendala-kendala baik kendala yang sudah diperhitungkan maupun di luar perhitungan perencanaan.

Keuntungan menggunakan alat berat di banding dengan alat manual yaitu dapat menyelesaikan pekerjaan pembangunan lebih cepat. Selain waktu kerja yang bisa di optimalkan, biaya pembangunannya juga bisa di atur kembali. Produktifitas alat tergantung pada jenis atau type alat, metode kerja, kondisi medan kerja serta waktu yang di perlukan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Dari latar belakang diatas maka diperlukan suatu analisa perhitungan kebutuhan alat berat yang dibutuhkan dan analisa waktu pelaksanaan yang dibutuhkan oleh masing-masing alat, dengan memperhatikan langkah-langkah perhitungan, yaitu : menghitung kapasitas produksi setiap alat berat agar diperoleh nilai produktifitasnya, sehingga jumlah masing-masing alat yang dibutuhkan dapat ditentukan.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan dibahas pada Tugas Akhir ini adalah

1. Berapakah jumlah alat berat yang digunakan pada Proyek Pembangunan Preservasi Jalan Simpang Niam Lubuk Kambing – Merlung ?
2. Berapakah waktu yang dibutuhkan alat berat untuk menyelesaikan Proyek Pembangunan Preservasi Jalan Simpang Niam Lubuk Kambing – Merlung ?

1.3 Tujuan

Tujuan penulisan penelitian ini adalah :

1. Menghitung jumlah alat berat yang dibutuhkan pada Proyek Pembangunan Preservasi Jalan Simpang Niam Lubuk Kambing - Merlung.
2. Menghitung waktu yang dibutuhkan alat berat untuk menyelesaikan Proyek Pembangunan Preservasi Jalan Simpang Niam Lubuk Kambing – Merlung

1.4 Batasan Masalah

Dalam penulisan ini, proyek yang ditinjau yaitu Proyek Pembangunan Preservasi Jalan Simpang Niam Lubuk Kambing - Merlung. Perhitungan atau jumlah pemakaian alat berat serta Analisa waktu pelaksanaan pekerjaan masing – masing alat berat dalam penulisan tugas akhir ini penulis membatasi masalah pada pekerjaan :

1. Lapis Pondasi agregat kelas A
2. Lapis Pondasi agregat kelas S

Spesifikasi masing-masing alat berdasarkan tahun dan lamanya pemakaian adalah:

1. *Dump truck* merek mitshubishi type FN62FHD tahun 2017 dan 2019
2. *Vibrator roller* merek sakai type SV512D tahun 2016
3. *Wheel loader* merek carterpillar type CAT 924F tahun 20015
4. *Motor Grader* merek komatsu type GD511A-1 tahun 2017
5. *Water Tanker* merek mitshubishi type FE 74HD tahun 2019

Dalam perhitungan alat berat disini, penulis membatasi masalah pada kondisi penggunaan pemeliharaan alat berat yang normal, menggunakan standar dari pabrik.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian tugas akhir ini adalah :

1. Menambah pengetahuan bagi peneliti mengenai kisaran waktu yang di butuhkan setiap alat berat di lapangan agar bisa seoptimal mungkin.
2. Memberikan referensi bagi penyedia jasa untuk merencanakan kebutuhan alat berat pada proyek pekerjaan jalan.
3. Menambah wawasan bagi pembaca tentang waktu yang dibutuhkan alat berat dalam menyelesaikan pekerjaan khususnya pada pekerjaan lapis pondasi agregat kelas A dan lapis pondasi agregat kelas S.

1.6 Sistematika Penulisan

Laporan Tugas Akhir ini disusun dalam 5 bab, dimana pokok pembahasan untuk tiap bab adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Menguraikan mengenai Latar Belakang, Rumusan Masalah, Batasan Masalah, Maksud dan Tujuan Penelitian, Manfaat Penelitian, dan Sistematika Penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Membahas tentang metode yang digunakan dan dasar - dasar perhitungan yang digunakan untuk pemecahan masalah yang ada.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

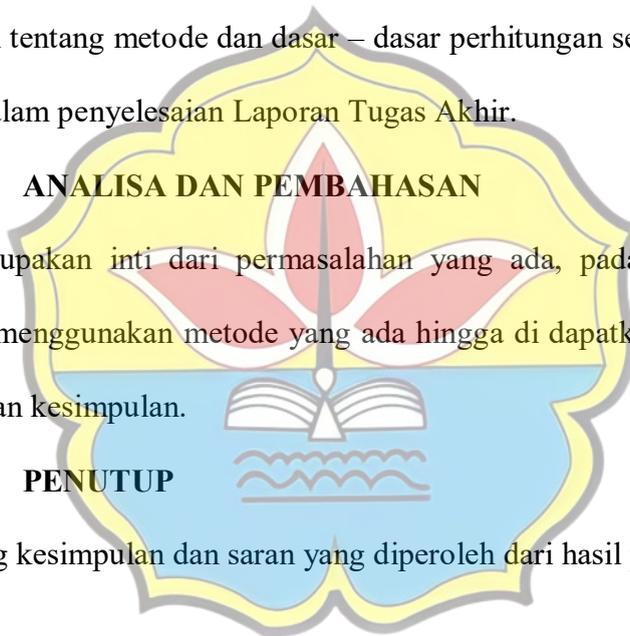
Menguraikan tentang metode dan dasar – dasar perhitungan secara beraturan yang digunakan dalam penyelesaian Laporan Tugas Akhir.

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

Bab ini merupakan inti dari permasalahan yang ada, pada bab ini dilakukan perhitungan menggunakan metode yang ada hingga di dapatkan hasil perhitungan sebagai acuan kesimpulan.

BAB V PENUTUP

Berisi tentang kesimpulan dan saran yang diperoleh dari hasil perhitungan.



BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Umum

Alat berat adalah alat yang sengaja diciptakan/didesain untuk dapat melakukan salah satu fungsi/kegiatan proses konstruksi yang sifatnya berat bila dikerjakan oleh tenaga manusia, seperti : mengangkut, mengangkat, memuat, memindah, menggali, mencampur dan seterusnya dengan cara yang mudah, cepat, hemat dan aman.

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori dan jalan kabel (UU Nomor 38 Tahun 2009).

Sedangkan dalam UU Nomor 22 Tahun 2009. Dijelaskan jika jalan adalah seluruh bagian jalan, bangunan pelengkap serta perlengkapannya yang ditunjukkan untuk lalu lintas umum, berada di atas permukaan tanah di bawah permukaan tanah atau air, serta di atas permukaan air, terkecuali untuk jalan rel serta jalan kabel.

Dalam bidang teknik sipil, alat-alat berat digunakan untuk membantu manusia dalam melakukan pekerjaan pembangunan suatu struktur bangunan. Tujuan penggunaan alat-alat berat adalah untuk memudahkan manusia dalam

mengerjakan pekerjaannya sehingga hasil yang diharapkan dapat tercapai dengan mudah pada waktu yang relative singkat.

Pemilihan alat berat dilakukan pada tahap perencanaan, dimana jenis, jumlah, dan kapasitas alat merupakan faktor-faktor penentu. Tidak setiap alat berat dapat dipakai untuk setiap proyek konstruksi, oleh karena itu pemilihan alat berat sangatlah diperlukan. Apabila terjadi kesalahan dalam pemilihan alat berat maka akan terjadi keterlambatan di dalam pelaksanaan, biaya proyek yang membengkak, dan hasil yang tidak sesuai dengan rencana. Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 11/PRT/M/2013 tentang Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum, hasil produksi yang sebenarnya dari suatu peralatan yang digunakan tidak akan sama dengan hasil perhitungan berdasarkan data kapasitas yang tertulis pada brosur, karena banyaknya Faktor.

Faktor Pemilihan Alat Berat Menurut (Rostiyanti, 2002:4) di dalam pemilihan alat berat, ada beberapa faktor yang harus diperhatikan sehingga kesalahan dalam pemilihan alat dapat dihindari Faktor-faktor tersebut antara lain sebagai berikut:

1. Fungsi yang harus dilaksanakan.
2. Kapasitas peralatan.
3. Cara operasi.
4. Pembatasan dari metode yang dipakai.
5. Ekonomi.
6. Jenis proyek.
7. Lokasi proyek.

8. Jenis dan daya dukung tanah.

9. Kondisi lapangan

Faktor Efisiensi Alat Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 11/PRT/M/2013 tentang Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum, hasil produksi yang sebenarnya dari suatu peralatan yang digunakan tidak akan sama dengan hasil perhitungan berdasarkan data kapasitas yang tertulis pada brosur, karena banyaknya faktor-faktor yang mempengaruhi proses produksi. Faktor-faktor tersebut yaitu sebagai berikut :

1. Faktor operator
2. Faktor Cuaca
3. Faktor Kondisi Medan/Lapangan
4. Faktor Manajemen Kerja

Untuk memberikan estimasi besaran pada setiap faktor di atas adalah sulit sehingga untuk mempermudah pengambilan nilai yang digunakan, faktor-faktor tersebut di gabungkan menjadi satu yang merupakan faktor kondisi kerja secara umum. Selanjutnya faktor tersebut digunakan sebagai faktor efisiensi kerja alat (Fa). Efisiensi kerja tergantung pada banyak faktor seperti, topografi, keahlian operator, pemeliharaan dan sebagainya yang menyangkut operasi alat. Dalam kenyataannya memang sulit untuk menentukan besarnya efisiensi kerja, tetapi dengan pengalaman-pengalaman dapat ditentukan efisiensi kerja yang mendekati kenyataan. Ada dua faktor menyebabkan kita perlu memperhitungkan faktor-faktor efisiensi kerja. Kedua faktor tersebut adalah faktor mesin dan faktor manusia sebagai operatornya.

Efisiensi operator tergantung dari keahlian atau ketrampilan operator dalam mengoperasikan peralatan pada saat melaksanakan pekerjaan. Ketrampilan ini biasanya diperoleh dari pendidikan atau pengalaman kerja. Semakin sempurna ketrampilan operator semakin tinggi nilai faktor efisiensinya. Jadi dapat dikatakan bahwa faktor efisiensi kerja harus dipertimbangkan dalam setiap membuat perhitungan produksi kerja alat berat. Soal operator dalam membuat perhitungan produksi kerja terkadang tidak terlalu banyak pengaruh efisiensi kerja tergantung pada banyak faktor seperti : topografi, keahlian, operator, pemilihan standar pemeliharaan dan sebagainya yang menyangkut operator alat.

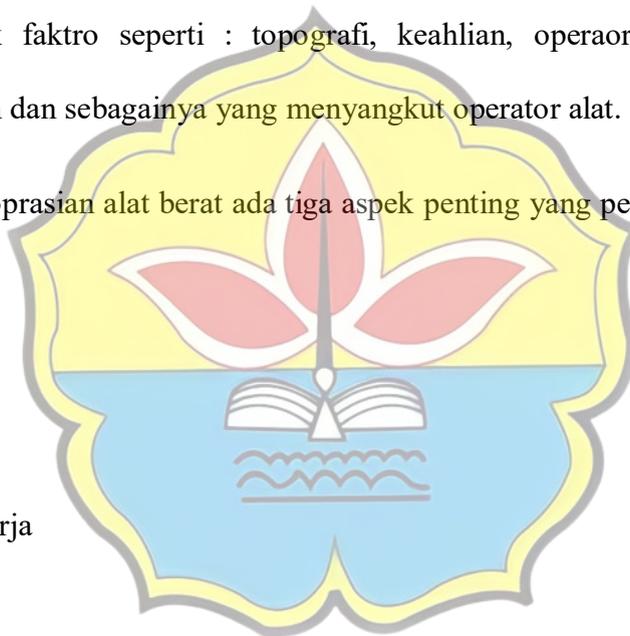
Dalam pengoperasian alat berat ada tiga aspek penting yang perlu dipertimbangkan yaitu :

- Waktu
- Material
- Efisiensi kerja

1. Waktu

Siklus kerja dalam pemindahan material merupakan suatu kegiatan yang dilakukan berulang. Pekerjaan utama di dalam kegiatan tersebut adalah menggali, memuat, memindahkan, membongkar muatan dan kembali kegiatan awal. Semua kegiatan tersebut dapat dilakukan oleh satu alat atau oleh beberapa alat, waktu yang diperlukan dalam siklus kegiatan di atas disebut waktu siklus.

Waktu siklus ini dihitung dari mulainya alat ini melakukan gerakannya sampai alat tersebut siap untuk melakukan gerakan yang sama berikutnya, waktu



siklus sangat berpengaruh terhadap produksi kerja alat berat. Karena waktu siklus adalah faktor penentu dalam menghitung jumlah trip atau rit yang dapat dilakukan dalam satu jam kerja. Misalnya sebuah alat angkut berpotensi dengan total waktu siklus relatif kecil, tentunya dengan waktu yang relatif kecil ini akan menghasilkan jumlah trip atau rit yang lebih banyak setiap jam. Jumlah trip yang lebih banyak akan menghasilkan jumlah trip atau rit yang lebih banyak setiap jam. Jumlah trip yang lebih banyak akan menghasilkan produksi kerja yang lebih besar, disinilah peran seorang operator. Seberapa jauh ia mampu memperkecil waktu siklus pada setiap pengoperasian alat berat, sebab memperpendek waktu siklus secara langsung merupakan upaya meningkatkan produksi kerja.

2. Material

Tanah atau material yang diolah akan mengalami perubahan disebabkan oleh unsur tanah itu sendiri. Perubahan itulah yang akan memberikan perlawanan terhadap alat pemindahannya. Jenis tanah atau material yang diolah ini perlu diketahui agar dapat menentukan tingkat penggusuran, penggalian dan pengolahannya seperti kemudian pemuatan, kemudahan penggusuran, penggalian dan sebagainya, untuk itu perlu diketahui faktor konversi volume tanah atau material tersebut, artinya volume banyaknya tanah tergantung dari pada apakah tanah tersebut dalam keadaan asli, apakah telah lepas karena telah terkena pengerjaan dengan alat-alat berat, atau apakah lebih dipadatkan.

3. Efisien kerja

Dalam melakukan suatu proyek, produktivitas perjam dari suatu alat yang diperlukan adalah produktivitas standar dari alat tersebut dalam kondisi ideal dikalikan dengan suatu faktor, ini yang disebut dengan efisiensi kerja.

Efisiensi kerja tergantung pada banyak faktor seperti, topografi, keahlian operator, pemeliharaan dan sebagainya yang menyangkut operasi alat. Dalam kenyataannya memang sulit untuk menentukan besarnya efisiensi kerja, tetapi dengan pengalaman-pengalaman dapat ditentukan efisiensi kerja yang mendekati kenyataan. Ada dua faktor menyebabkan kita perlu memperhitungkan faktor-faktor efisiensi kerja. Kedua faktor tersebut adalah faktor mesin dan faktor manusia sebagai operatornya.

Efisiensi operator tergantung dari keahlian atau ketrampilan operator dalam mengoperasikan peralatan pada saat melaksanakan pekerjaan. Ketrampilan ini biasanya diperoleh dari pendidikan atau pengalaman kerja. Semakin sempurna ketrampilan operator semakin tinggi nilai faktor efisiensinya. Jadi dapat dikatakan bahwa faktor efisiensi kerja harus dipertimbangkan dalam setiap membuat perhitungan produksi kerja alat berat. Soal operator dalam membuat perhitungan produksi kerja terkadang tidak terlalu banyak pengaruh efisiensi kerja tergantung pada banyak faktor seperti : topografi, keahlian, operator, pemilihan standar pemeliharaan dan sebagainya yang menyangkut operator alat.

Kapasitas Produksi Alat Berat Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 11/PRT/M/2013 tentang Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan

Bidang Pekerjaan Umum, produktivitas dapat diartikan sebagai perbandingan antara output (hasil produksi) terhadap input (komponen produksi : tenaga kerja, bahan, peralatan, dan waktu). Jadi dalam analisis produktivitas dapat dinyatakan sebagai rasio antara output terhadap input dan waktu (jam atau hari). Bila input dan waktu kecil maka output semakin besar sehingga produktivitas semakin tinggi.

Tabel. 2.1 Efisiensi Kerja Alat Berat

Kondisi Operasi Alat	Pemeliharaan Mesin				
	Baik Sekali	Baik	Sedang	Buruk	Buruk Sekali
Baik Sekali	0,83	0,81	0,76	0,70	0,63
Baik	0,78	0,75	0,71	0,65	0,60
Sedang	0,72	0,69	0,65	0,60	0,54
Buruk	0,63	0,61	0,57	0,52	0,45
Buruk Sekali	0,52	0,50	0,47	0,42	0,32

Sumber : AHSP Bidang Pekerjaan Umum (2012)

2.2 Produksi Pekerjaan

2.2.1 Lapis Pondasi Agregat Kelas A

Lapis pondasi agregat kelas A (LPA) adalah campuran agregat dengan berbagai fraksi dan material yang digunakan untuk pondasi perkerasan aspal maupun perkerasan beton. LPA berada di atas LPB. Perbedaan antara LPA dan LPB ada pada komposisi campuran dan kriteria pondasi. Contoh komposisi agregat kelas pada JMF antara lain:

Fraksi 1 (20 – 37,5 mm) = 38%

Fraksi 2 (10 – 20 mm) = 19%

Fraksi 3 (0 – 10 mm) = 25%

Fraksi 4 (pasir) = 18%.

Pelaksanaan lapis pondasi agregat kelas A hampir sama dengan LPB, seperti berikut:

- Dilakukan setelah lapis pondasi agregat kelas B sudah selesai dikerjakan.
- Proses pemecahan batu menjadi fraksi yang diinginkan menggunakan stone crusher.
- Blending material pada fraksi 1, 2, 3, dan 4 sesuai komposisi JMF menggunakan alat blending plant atau menggunakan excavator maupun wheel loader.
- Pengangkutan menuju lokasi penghamparan menggunakan dump truck.
- Penghamparan agregat menggunakan motor grader dengan tebal hampar agregat maksimum 20 cm.
- Proses pemadatan menggunakan vibro roller. Pada saat pemadatan perlu menjaga kadar air, oleh karena itu perlu dilakukan penyiraman menggunakan truck water tank.
- Pengujian ketebalan LPA atau tes spit.
- Pengujian kepadatan agregat menggunakan metode sand cone dengan tingkat kepadatan sampai 100%.
- Pengujian CBR lapangan dan CBR laboratorium dengan nilai CBR minimal 90%.

Dalam proyek pekerjaan ini, berikut ini beberapa jenis alat yang dibutuhkan :

1. Wheel loader
2. Dump Truck
3. Vibrator roller
4. Water tanker

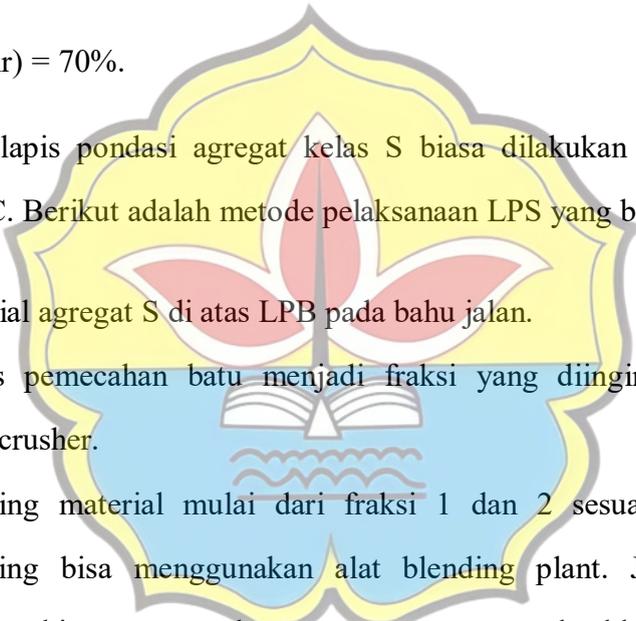
2.2.2 Lapis Pondasi Agregat Kelas S

Lapis pondasi agregat kelas S adalah perkerasan berbutir yang digunakan sebagai bahu jalan. Bahu jalan terletak di tepi kanan dan kiri badan jalan. Biasanya lebar agregat kelas S 1,5 – 2 m dan tebal 15 cm. Campuran yang digunakan untuk membuat LPS tergantung dari JMF yang telah dibuat. Contoh komposisi lapis pondasi agregat kelas S adalah sebagai berikut:

Fraksi 1 (10 – 25 mm) = 30%

Fraksi 2 (Pasir) = 70%.

Pelaksanaan lapis pondasi agregat kelas S biasa dilakukan setelah perkerasan aspal AC-WC. Berikut adalah metode pelaksanaan LPS yang biasa dilakukan:

- 
- Material agregat S di atas LPB pada bahu jalan.
 - Proses pemecahan batu menjadi fraksi yang diinginkan menggunakan stone crusher.
 - Blending material mulai dari fraksi 1 dan 2 sesuai komposisi JMF. Blending bisa menggunakan alat blending plant. Jika tidak tersedia blending bisa menggunakan excavator maupun wheel loader.
 - Proses pengangkutan stockpile menuju lokasi penghamparan menggunakan dump truck.
 - Penghamparan agregat menggunakan motor grader disesuaikan dengan kemiringan bahu jalan.
 - Proses pemadatan menggunakan alat berat vibro roller. Pada saat pemadatan perlu menjaga kadar air. Oleh karena itu perlu dilakukan penyiraman menggunakan truck water tank.
 - Pengujian ketebalan LPS atau tes spit.

- Pengujian kepadatan agregat menggunakan metode sand cone. Tingkat kepadatan sampai 100%.
- Pengujian CBR lapangan dan CBR laboratorium dengan nilai CBR minimal 50%.

Dalam proyek pekerjaan ini, berikut ini beberapa jenis alat yang dibutuhkan :

1. Wheel loader
2. Dump Truck
3. Motor grader
4. Vibrator roller
5. Water tanker

Proses pelaksanaan pondasi agregat harus benar-benar dilakukan sesuai dengan prosedur karena sangat berpengaruh terhadap kualitas badan jalan.

Kondisi kerja tergantung dari hal-hal berikut dan keputusan terakhir harus diambil dengan memperhitungkan semua hal tersebut dibawah ini :

- a. Apakah alat sesuai dengan topografi yang bersangkutan
- b. Kondisi dan pengaruh lingkungan seperti ukuran medan dan peralatan.
Cuaca saat itu dan penerangan pada tempat dan waktu yang diperlukan
- c. Pengaturan kerja dan kombinasi kerja antar peralatan dan mesin
- d. Metode operasional dan perencanaan persiapan
- e. Pengalaman dan kepandaian operator dan pengawas untuk pekerjaan termaksud.

2.3 Prinsip Dasar Perhitungan Produksi Kerja

Sebagaimana telah dinyatakan sebelumnya bahwa produksi kerja alat berat dipengaruhi oleh tiga faktor utama yaitu siklus, jenis material, dan faktor efisiensi. Dari ketiga faktor tersebut, jenis material adalah faktor yang sangat dominan. Karena pada hakikatnya waktu siklus dan faktor efisiensi pun sangat tergantung dari jenis material yang diolah. Hanya yang perlu digaris bawahi adalah pengaruh jenis material tersebut tidak sama terhadap semua jenis alat.

Secara umum produksi alat berat apapun jenisnya memiliki pola dan prinsip perhitungan yang sama. Langkah-langkah perhitungan yang harus dilakukan tidak jauh berbeda. Hanya saja perhitungan produksi kerja untuk jenis-jenis alat tertentu memang memerlukan perhatian khusus karena relative lebih kompleks.

Tiga Langkah Dasar Perhitungan Produksi Kerja :

2.3.1. Menghitung Kapasitas Aktual

Menghitung material yang terbawa dalam satu siklus kerja merupakan langkah pertama yang harus dilakukan. Kapasitas aktual (muatan persiklus) ini tergantung pada ukuran mengkok pada pembawa material yang ada pada tiap alat (blade wheel loader, bucket excavator), dan jenis material yang diolah. Jadi untuk menentukan kapasitas aktual ini perlu diketahui terlebih dahulu data tentang ukuran blade/bucket dari alat berat yang dioperasikan.

2.3.2. Menghitung Waktu Siklus

Waktu siklus dihitung untuk mendapatkan jumlah siklus per jam. Waktu siklus tersebut terdiri dari waktu tetap dan waktu variable. Waktu ini sering ditetapkan sebagai waktu konstan untuk semua jenis material dan kondisi.

Tentunya penetapan waktu tetap dilakukan berdasarkan penelitian-penelitian yang telah dilakukan dipasaran. Biasanya dalam lembar spesifikasi diberikan data-data tentang waktu tetap ini. Sedangkan waktu variable harus dihitung berdasarkan keadaan-keadaan sebenarnya dilapangan, yakni dengan mengamati setiap kondisi yang erupan kunci dari perhitungan produksi kerja alat berat, karena dari siklus inilah nantinya akan diperoleh jumlah trip atau siklus yang mampu dilakukan alat berat dalam satu jam kerja.

2.3.3. Menghitung Produksi Kerja Aktual (PKA)

Untuk menentukan produksi kerja sebenarnya dalam teoritis, lakukan langkah ketiga ini. Langkah ini menentukan produksi kerja alat berat dengan memperhitungkan semua faktor yang mempengaruhinya. Produksi kerja aktual ini dari hasil perkalian : Kapasitas aktual x jumlah siklus dan dikalikan dengan faktor – faktor efisiensi sesuai dengan jenis alat yang digunakan.

2.4 Produksi Kerja Satu Unit Peralatan

Secara umum telah dinyatakan bahwa prinsip perhitungan produksi kerja alat berat untuk semua jenis alat seperti : alat angkut, alat gali, alat pemuat, dan lain-lain adalah sama. Tetapi dalam prakteknya, ada sedikit perbedaan terutama dalam menghitung waktu siklus perjam sehingga waktu angkut tidak perlu dihitung tetapi

bagi *dump truck* waktu angkut lah yang perlu diamati secara cermat tetapi pada perhitungan tetap tidak berbeda.

Dalam pembahasan ini, produksi kerja peralatan yang akan dibahas adalah :

1. *Dump truck*
2. *Vibrator roller*
3. *Wheel Loader*
4. *Motor Grader*
5. *Water Tanker*

2.4.1. *Dump Truck*

Analisa produksi *dump truck* adalah menghitung kemampuan alat angkut dalam satu jam kerja. Sebagaimana pola perhitungan produksi kerja yang telah dibahas, untuk *dump truck* ini juga perhitungan mengikuti empat langkah perhitungan.



Gambar 2.1 Dump Truck
Sumber : Data Olahan (2022)

a. Menghitung Kapasitas Aktual Bak

Kapasitas aktual bak tergantung pada ukuran bak dan faktor muatan.

Dalam hal ini untuk bak biasanya didapatkan dari pembuat alat.

Kapasitas Muat Aktual = Kapasitas Bak x Faktor Muat.....(2.1)

b. Menghitung Waktu Siklus

Waktu siklus *dump truck* terdiri dari :

- Waktu muat
- Waktu maneuver di tempat pemuatan
- Waktu menumpahkan muatan termasuk maneuver
- Waktu angkut
- Waktu kembali

Waktu muat sangat ditentukan oleh alat pemuat yang digunakan. Untuk menentukan waktu muat, kemampuan alat pemuatnya sangat menentukan bagi *dump truck*. Semakin besar kemampuan alat pemuat secara langsung akan memperpendek waktu muat *dump truck* . Salah satu data yang perlu diketahui adalah produksi kerja alat pemuat yang digunakan dalam m³/jam . Dengan mengetahui produksi kerja ini, maka waktu muat dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$\text{Waktu muat} = \frac{Q}{P} \dots \dots \dots \frac{(2.2)}{P} \dots \dots \dots \left(\frac{m^3}{jam} \right)$$

Selanjutnya waktu angkut dan waktu kembali tergantung pada jaak dan kecepatan. Jarak angkut diambil berdasarkan kondisi kerja dilapangan. Sehingga kecepatan ditentukan oleh kemampuan atau tenaga yang tersedia pada *dump truck* itu sendiri .

$$\text{Waktu Angkut} = \frac{J}{V} \dots \dots \dots \frac{(2.3)}{V} \dots \dots \dots \left(\frac{km}{jam} \right)$$

$$\text{Waktu Kembali} = \frac{\dots\dots\dots(2.4)}{\dots\dots\dots}$$

c. Menghitung Jumlah Siklus per jam

$$\text{Jumlah siklus/jam} = \frac{60}{\dots\dots\dots(2.5)}$$

Menurut (AHSP, Bidang Pekerjaan Umum, 2012), waktu siklus *dump truck* dapat ditentukan dengan menggunakan rumus :

$$T_s = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana :

T_s = waktu siklus *dump truck*

T_1 = waktu muat (menit)

$T_1 = v \times 60/D \times Q_{excavator}$

Q_{ex} = kapasitas produk excavator (m^3/jam), bila kombinasi dengan *excavator*. Bila melayani alat lain seperti *wheel loader*, AMP, dan lain-lain, digunakan Q yang sesuai.

T_2 = waktu tempuh isi = $(L/v_1) \times 60$ (menit)

T_3 = waktu tempuh kosong = $(L/v_2) \times 60$ (menit)

T_4 = waktu lain-lain (menit)

V_1 = kecepatan rata-rata *dump truck* bermuatan (km/jam)

V_2 = kecepatan rata-rata *dump truck* kosong (km/jam)

Tabel 2.2 Faktor Efisiensi Alat *Dump Truck*

Kondisi Operasi Kerja	Efisiensi Kerja
Baik	0,83
Sedang	0,80
Kurang baik	0,75
buruk	0,75

Sumber : Lampiran PAHS No. 008/BM (2010)

d. Menghitung Produksi Kerja Aktual

Produksi kerja aktual = kapasitas aktual x jumlah siklus x faktor efisiensi

Rumus yang digunakan (*AHSP, Bidang Pekerjaan Umum, 2012*) :

$$Q = \frac{F_a \cdot 60}{D \cdot T} \dots\dots\dots(2.7)$$

Dimana :

Q = produksi per jam

Fa = faktor efisiensi alat

D = berat isi material (lepas,gempur) (ton/m³)

V1 = kecepatan rata-rata dump truck bermuatan (km/jam)

V2 = kecepatan rata-rata dump truck kosong (km/jam)

2.4.2 Wheel Loader

Fungsi utama dari *wheel loader* adalah untuk memuat material ke unit perangkat seperti *Dump Truck*. disamping itu dapat juga digunakan untuk memindahkan material berjarak pendek. Berdasarkan kurva waktu perjalanan yang ada dalam dalam *caterpillar performance handbook*, jarak angkut untuk *wheel loader* ini tidak lebih dari 300 meter. Dengan kata lain, jika jarak angkut lebih dari 300 meter, *wheel loader* tidak dapat digunakan sebagai alat angkut.



Gambar : 2.6 Wheel Loader
Sumber : Data Olahan (2022)

Sesuai dengan fungsi sbagai alat pemuat, maka produksi kerja *wheel loader* ini adalah beberapa meter kubik material dapat dimuat dalam satu jam kerja. Perhitungannya tetap mengikuti seperti cara-cara menghitung alat yang sudah dibahas yaitu empat langkah perhitungan .

a. Menghitung Kapasitas Aktual Bucket

Kapasitas aktual *bucket* juga tergantung pada kapasitas *bucket* dan faktor isi *bucket* . Kapasitas *bucket* dapat diketahui dari lembaran-lembaran spesifikasi alat . Dengan mengetahui kapasitas *bucket* dapat diketahui,

Dengan Rumus :

$$\text{Kapasitas Aktual Bucket} = \text{kapasitas } bucket \times \text{carry factor} \dots\dots\dots(2.10)$$

$$= v \times Fb$$

Dengan :

V = Kapasitas Bucket (m³)

Fb = Faktor Bucket

Tabel 2.3 Faktor bucket *wheel loader caterpillar*

Kondisi penumpahan	Wheel Loader
Mudah	1,0 - 1,1
Sedang	0,85 - 0,95
Agak sulit	0,80 - 0,85
Sulit	0,75 - 0,80

Sumber : Bahan Modul -2, proses kontruksi Analisa Harga Satuan, PU (2012)

b. Menghitung Waktu Siklus

Wheel loader juga akan melakukan empat gerakan dalam satu siklus yakni memuat, mengangkat, membuang dan kembali. Dengan demikian waktu siklus yang akan dihitung untuk menentukan angka produksi kerja adalah waktu yang diperlukan untuk gerakan-gerakan tersebut.

Untuk kecepatan maju dan mundur yang digunakan dalam perhitungan adalah kecepatan yang diberikan dalam spesifikasi dikali dengan 0,8.

Waktu tetap pada loader adalah waktu yang dibutuhkan untuk pindah gigi, muat, putar, buang dan waktu tunggu dri truk. *Caterpillar* memberikan waktu tetap antara 0,45 – 0,55 menit, yang didasarkan pada permukaan tanah keras

Tabel 2.4 Faktor waktu tetap *wheel loader Caterpillar*

Kondisi Material	Penambahan atau Pengurangan waktu
1. Bahan	
a. Campuran	+ 0,02
b. Diameter sampai dengan 3 mm	+0,02
c. Butiran Ø3-Ø20mm	-0,02
d. Butiran Ø20-Ø150mm	0
e. Butiran ≥ Ø150mm	+0,03 atau lebih
f. Asli, pecah/hancur	+0,04 atau lebih
2. Mengambil dari timbunan	
a. Hasil timbunan dari <i>conveyor/dozer</i> ≥ 3m	0
b. Hasil timbunan dari <i>conveyor/dozer</i> ≤ 3m	+0,01
c. Hasil buangan truk	+0,02

3.Lain-lain	
a. Truk dan loader milik sendiri	-0,04 atau lebih
b. Truk dan loader bukan milik sendiri	+0,04 atau lebih
c. Operasi tetap	-0,04 atau lebih
d. Operasi tidak tetap	+0,04 atau lebih
e. Tempat buang sempit	+0,04 atau lebih
f. Tempat buang luas	+0,04 atau lebih

Sumber : *caterpillar performance handbook*, Alat – alat berat (2012)

c. Menghitung jumlah siklus per jam

$$\text{Jumlah siklus per jam} = \frac{60}{\dots\dots\dots} \dots\dots\dots(2.11)$$

d. Menghitung produksi kerja aktual

Produksi kerja actual dapat dihitung dengan mengalikan produksi kerja kasar dengan faktor-faktor seperti faktor efisiensi kerja, faktor lapangan, faktor operator dan lain-lain.

$$\text{Produksi Kerja Aktual} = \text{Produksi kerja kasar} \times \text{Faktor Efisiensi Kerja} \dots\dots\dots(2.12)$$

Tabel 2.5 Faktor Efisiensi Alat *Wheel Loader*

Kondisi Operasi Kerja	Efisiensi Kerja
Baik	0,83
Sedang	0,80
Kurang baik	0,75
buruk	0,75

Sumber : Lampiran PAHS No. 008/BM (2010)

Teknik pemuatan material dan *bucket* dalam bak *dump truck* perlu memperhatikan hal-hal sebagai berikut :

- Sambil bergerak maju, *arm* serta *bucket* diangkat
- Bila *bucket* telah berada di atas *truck* maka *bucket* diputar perlahan ke bawah

- Setelah kosong putar *bucket* ke atas dan mundur perlahan
- Sebaiknya pembongkaran dilakukan di sisi pengemudi *truck*.

Faktor – faktor yang perlu diperhatikan dalam penentuan produktifitas wheel loader adalah : Kondisi material, Tipe bucket dan kapasitasnya, Area untuk pergerakan loader, Waktu siklus loader, Waktu efisien loader.

Ada 2 kondisi dalam menentukan produksi kerja wheel loader, yaitu :

- 1) Untuk memuat agregat ke atas *dump truck*

Rumus yang digunakan :

$$Q = \frac{F_a \cdot F_e \cdot 60}{T_s} \quad (2.13)$$

Dimana :

Q = Produksi per jam (m^3/jam)

Fa = Faktor efisiensi alat (m^3)

Ts = Waktu siklus (menit)

- 2) Untuk mengambil agregat dari *stock pile* ke dalam *cold bin* AMP

$$Q = \frac{F_a \cdot F_e \cdot 60}{T_1 + T_2 + Z} \quad (2.14)$$

Dimana :

Q = Produksi per jam (m^3/jam)

Fa = Faktor efisiensi alat (m^3)

Ts = T1+T2+Z (menit)

T1 = Waktu tempu isi : $(L/v_1) \times 60$ (menit)

T2 = Waktu tempuh kosong = $(L/v_2) \times 60$ (menit)

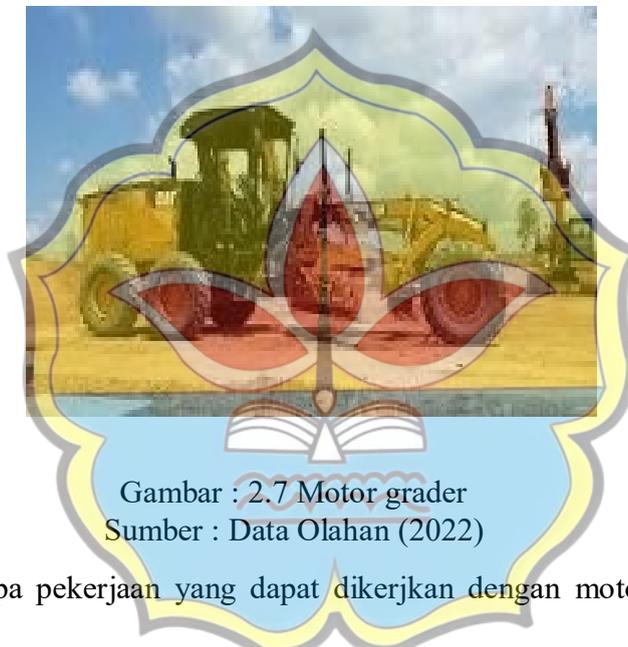
Z = Waktu pasti (mengisi, berputar, menumpuk)

v_1 = Kecepatan rata-rata bermuatan (km/jam)

v_2 = Kecepatan rata-rata kosong (km/jam)

2.4.3 Motor Grader

Motor grader adalah alat yang dapat digunakan dalam berbagai variasi pekerjaan konstruksi. Kemampuannya ini akibat dari adanya gerakan-gerakan luwes yang dimiliki oleh blade dan roda-roda ban.



Gambar : 2.7 Motor grader
Sumber : Data Olahan (2022)

Beberapa pekerjaan yang dapat dikerjakan dengan motor grader antara lain spreading (meratakan tanah), mixing (mencampurkan tanah/material), finishing (pekerjaan tahap akhir) ditching (membuat parit) dan lain sebagainya.

a. Menghitung Luas Lintasan Kerja

Luas lintasan kerja yang dimaksud disini adalah luas areal permukaan tanah yang dapat dibersihkan atau dibentuk dalam suatu lintasan kerja. Luas ini tergantung pada dua faktor yaitu :

1. Lebar efektif blade

2. Panjang lintasan

Lebar efektif blade adalah perkiraan lebar bersih permukaan tanah yang dapat diratakan dalam satu lintasan . Panjang lintasan, juga tidak ada ketentuan pasti berapa panjang lintasan kerja motor grader yang efektif. Karena panjang lintasan ini sangat tergantung pada kondisi kerja dilapangan. Hanya saja perlu diperhatikan jika terlalu pendek mungkin akan merugikan dalam hal waktu tetap dan apabila terlalu panjang juga akan mempengaruhi waktu pelaksanaan pekerjaan secara keseluruhan.

Luas Lintasan Kerja = Lebar Blade x Panjang Lintasan Lebar Blade Motor Grader (2.15)

Tabel 2.6. Lebar efektif Blade Motor Grader

Model Alat	Lebar Balde (m)	Lebar efektif blade (m)	
		Sudut 60	Sudut 45
GD511A-1	3,7	3,20	2,60
GD675-5	4,3	3,70	3,00
GD705-A	4,3	3,70	3,00
GD825A-2	4,9	4,20	3,50

Sumber : Bahan Modul -2, proses kontruksi Analisa Harga Satuan, PU (2012)

b. Menghitung Waktu Siklus

Waktu siklus motor grader terdiri dari waktu garding dan waktu tetap. Waktu grading adalah waktu yang diperlukan untuk melakukan pekerjaan perataan. Sedangkan waktu tetap adalah waktu yang digunakan untuk berputar, percepatan, perlambatan dan lain-lain.

Untuk satu lintasan waktunya dapat ditentukan dengan rumus :

$$\text{Waktu grading} = \frac{\text{Lebar efektif blade (m)} \times \text{Panjang lintasan (m)}}{\text{Lebar blade (m)} \times \text{Kecepatan (m/menit)}} \quad (2.16)$$

Tabel 2.7. Kecepatan Grading

No	Jenis Pekerjaan	Kecepatan kerja (km/h)
I	Perbaikan jalan	2 – 6
II	Drainase	1,6 – 4
III	Perataan	2 – 8
IV	Finishing tanggul	1,6 – 2,6
V	Grading field	1,6 - 4

Sumber : Bahan Modul -2, proses kontruksi Analisa Harga Satuan, PU (2012)

Tabel 2.8. Faktor Kecepatan Grader

Item	Kecepatan Kerja	Diambil Faktor
I	Untuk kapasitas < 100 Hp kecepataannya 80 % (0,8 dari kecepatan gigi – 1)	0,8
	Untuk kapasitas > 100 Hp kecepataannya 90 % (0,9 dari kecepatan gigi – 2)	0,9
II	Untuk kapasitas < 100 Hp kecepataannya 60 % (0,6 dari kecepatan gigi – 1)	0,6
	Untuk kapasitas > 100 Hp kecepataannya 85% (0,85 dari Kecepatan gigi - 2)	0,85
III	Untuk kapasitas > 100 Hp kecepataannya 50% (0,5 dari Kecepatan gigi – 2)	0,5
	Untuk kapasitas > 100 Hp kecepataannya 95% (0,95 dari Kecepatan gigi – 2)	0,95
IV	Untuk kapasitas > 100 Hp kecepataannya 50% (0,5 dari Kecepatan gigi – 2)	0,5
	Untuk kapasitas > 100 Hp kecepataannya 60% (0,6 dari Kecepatan gigi – 2)	0,6
V	Untuk kapasitas > 100 Hp kecepataannya 45% (0,45 dari Kecepatan gigi – 2)	0,45
	Untuk kapasitas > 100 Hp kecepataannya 85% (0,85 dari Kecepatan gigi – 2)	0,85

Sumber : Bahan Modul -2, proses kontruksi Analisa Harga Satuan, PU (2012)

Kecepatan grading dapat dipilih dalam beberapa tingkatan gigi yang digunakan seperti terlihat tabel 2.7

Waktu Siklus = Waktu Grading + Waktu Tetap.....(2.17)

c. Jumlah Siklus Perjam

Jumlah siklus/jam = $\frac{60}{\dots\dots\dots}$(2.18)

d. Produksi Kerja Aktual

Produksi Kerja Aktual = Produksi Kerja Kasar x Efisiensi

Menurut pedoman AHSP, Departemen Pekerjaan Umum 2016 untuk menentukan produksi kerja motor grader dapat digunakan persamaan menurut kondisi kerjanya:

- Untuk pekerjaan pengupasan (Grading)

$$\text{Kapasitas produksi/jam (Q)} = \frac{h \cdot f \cdot (N - T) + T}{N \cdot T} \cdot F \cdot 60$$

.....(2.19)

- Untuk pekerjaan perataan hamparan padat

$$\text{Kapasitas produksi/jam (Q)} = \frac{h \cdot f \cdot (N - T) + T}{N \cdot T} \cdot F \cdot 60$$

.....(2.20)

Dimana :

Lh = panjang hamparan (m)

Bo = lebar overlap (m)

Fa = faktor efisiensi kerja

n = jumlah lintasan

N = Jumlah jalur lintasan

V = kecepatan rata-rata (km/jam)

b = lebar pisau efektif (m)

60 = perkalian 1 jam ke menit

Ts = waktu siklus = T1+T2

T1 = waktu 1 kali lintasan : $(Lh \cdot 60) / (v \cdot 1000)$

T2 = lain –lain (menit)

Fk = faktor pengembangan bahan

Tabel 2.9. Kecepatan Motor Grader Tiap Tingkatan Gigi (Km/h)

MODEL ALAT	TINGKATAN GIGI DAN KECEPATAN							
	1	2	3	4	5	6	7	8
GD511A-1								
-Maju	3,4	6,10	10,70	14,10	25,50	44,50	-	-
-Mundur	54,4	-	-	-	-	-	-	-
GD675-5								
-Maju	3,40	5,00	7,00	10,20	15,40	22,30	30,60	44,30
-Mundur	40,3	-	-	-	-	-	-	-
GD705-A								
-Maju	3,90	5,20	7,60	11,50	15,00	20,50	30,00	43,00
-Mundur	45,9	-	-	-	-	-	-	-
GD825A-2								
-Maju	4,00	5,40	8,00	11,50	15,80	21,40	31,30	44,90
-Mundur	47,9	-	-	-	-	-	-	-

Sumber : Bahan Modul -2, proses kontruksi Analisa Harga Satuan, PU (2012)

Tabel 2.10. Faktor Efisiensi Kerja Alat (Fa) Motor Grader

Kondisi Operasi	Faktor Efisiensi
Perbaikan jalan, perataan	0,8
Pemindahan	0,7
Penyebaran (Grading)	0,6
Penggalian (Trenching)	0,5

Sumber : Bahan Modul -2, proses kontruksi Analisa Harga Satuan, PU (2012)

2.4.4 Water Tanker

Untuk perhitungan produksi alat berat Water Tanker adalah :

$$Q = \frac{Pa \cdot Fa \cdot 60}{1000 \cdot Wc} \dots \dots \dots (2.21)$$

Dimana :

Pa = kapasitas pompa air (liter/menit)

Fa = faktor efisiensi alat

Wc = kebutuhan air/m³ material padat (m³)

60 adalah perkalian 1 jam ke menit

1000 adalah perkalian dari km ke m

2.5 Jumlah Kebutuhan Alat Berat

Jumlah peralatan yang dibutuhkan dalam suatu pekerjaan bergantung pada hal-hal berikut :

- Volume pekerjaan
- Pemilihan peralatan yang akan digunakan dan penentuan cara-cara pelaksanaan pekerjaan
- Kondisi atau keadaan tanah dimana pekerjaan akan dilaksanakan
- Keadaan cuaca pada waktu pelaksanaan pekerjaan

Secara umum jumlah peralatan yang dibutuhkan dalam suatu pekerjaan dapat diperkirakan dengan menggunakan rumus berikut :

$$\Sigma \text{ alat yang dibutuhkan} = \frac{V}{P} \dots (2.22)$$

Dimana target volume pekerjaan adalah banyaknya volume pekerjaan yang bary dihasilkan dalam satu jam, sedangkan produktivitas alat adalah kemampuan alat untuk melakukan suatu proses pekerjaan dalam satu jam.

2.6 Analisa Waktu Kerja Alat

Secara umum analisa hari kerja alat dalam suatu pekerjaan dapat diperkirakan dengan menggunakan rumus berikut :

$$\text{Waktu kerja alat} = \frac{V}{P} \dots (2.23)$$

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

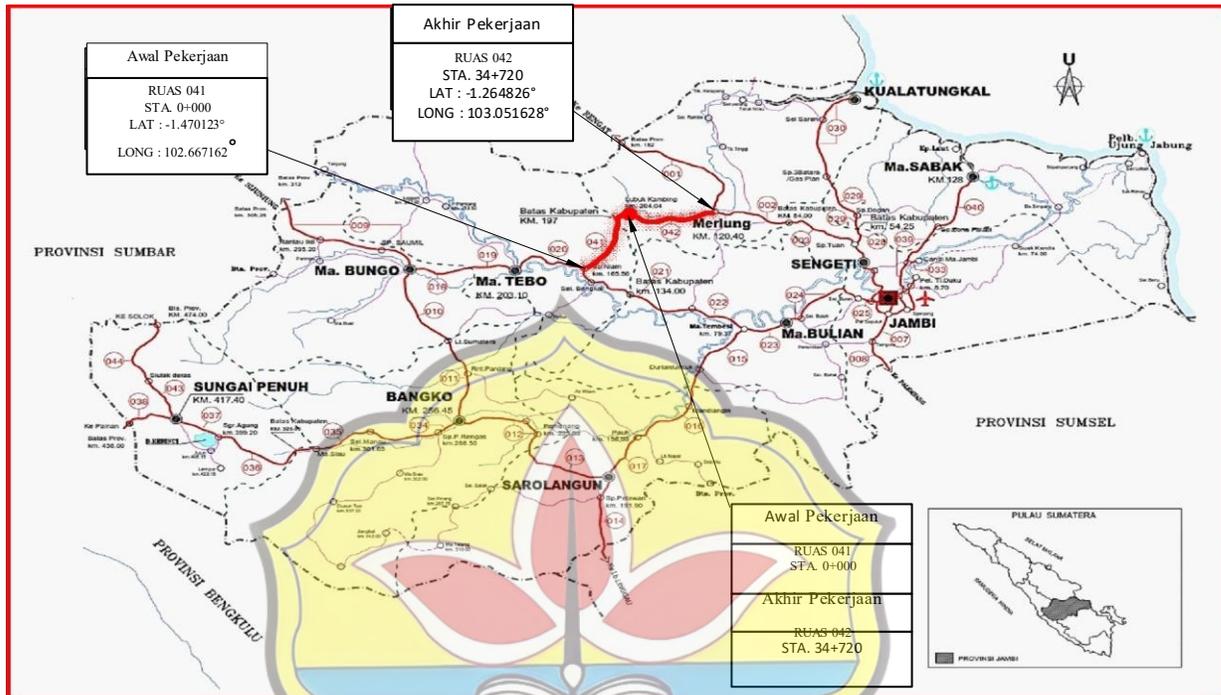
Metode penelitian ini adalah kuantitatif. Penelitian kualitatif adalah penelitian tentang riset yang bersifat deskriptif dan cenderung menggunakan analisis. Dalam penelitian kuantitatif, penelitian berangkat dari teori menuju data, dan berakhir pada penerimaan atau penolakan terhadap teori yang digunakan; sedangkan dalam penelitian kualitatif peneliti bertolak dari data, memanfaatkan teori yang ada sebagai bahan penjelas, dan berakhir dengan suatu “teori”.

Berbeda dengan kuantitatif, objek dalam penelitian kualitatif umumnya berjumlah terbatas. Untuk itu hasil dari penelitian ini memerlukan kedalaman analisis dari peneliti. Secara umum, penelitian kualitatif dilakukan dengan metode wawancara dan observasi. Peneliti tidak dapat meriset kondisi sosial yang diobservasi, karena seluruh realitas yang terjadi merupakan kesatuan yang terjadi secara alamiah.

Untuk menganalisa perhitungan kebutuhan alat berat ini, langkah pertama adalah menghitung produksi kerja alat berat pada tiap jenis pekerjaan. Setelah diketahui produksi kerja, jumlah kebutuhan alat berat dapat dianalisa serta waktu pelaksanaan pekerjaan dapat dihitung berdasarkan volume yang ada.

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Lokasi penelitian ini berada di Simpang Niam Lubuk Kambing - Merlung.



Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian

Sumber : PT. Secon Dwitunggal Putra Kso PT. Kriyasa Abdi Nusantara (2022)



Gambar 3.2 Denah Lokasi
Sumber : Data Olahan (2022)

3.3 Pengumpulan dan Pengolahan Data Studi

Untuk menunjang dan tercapainya studi maka diperlukan sejumlah data pendukung. Data-data yang diperlukan dalam pelaksanaan studi adalah :

a. Data Sekunder

Merupakan data yang diperoleh dari instansi terkait, yaitu pada kontraktor dari Proyek Pembangunan Preservasi Jalan Simpang Niam Lubuk Kambing - Merlung, data-data tersebut antara lain:

- Jenis dan volume pekerjaan berdasarkan time schedule, jenis ini dikelompokkan dalam beberapa divisi pekerjaan.
- Jenis peralatan berdasarkan jenis pekerjaan yang digunakan di lapangan.

b. Data Primer

Data yang diperoleh langsung dari lapangan dalam hal ini data yang dikumpulkan berdasarkan hasil wawancara dengan pihak kontraktor, konsultan, serta langsung melakukan observasi langsung ke lapangan .

Pengolahan data yang didapat sebagaimana disebut diatas adalah sebagai berikut :

- Menentukan dan menilai faktor-faktor yang mempengaruhi produksi kerja alat-alat berat

- Menganalisa perhitungan produksi kerja alat menurut tiap jenis pekerjaan pada Proyek Pembangunan Preservasi Jalan Simpang Niam Lubuk Kambing - Merlung
- Menghitung jumlah kebutuhan peralatan tiap jenis pekerjaan berdasarkan analisa produksi kerja alat.
- Menganalisa waktu pelaksanaan pekerjaan tiap-tiap alat.

3.4 Spesifikasi Alat Berat yang Dipakai

Alat berat digunakan adalah alat berat yang dimiliki oleh kontraktor yang bersangkutan, yaitu Pt. Secon Dwitunggal Putra Kso Pt. Kriyasa Abdi Nusantara dengan spesifikasi alat sebagai berikut :

a. Dump Truck

Merk	: Mitsubishi
Type	: FN62FHD
Tahun alat	: 2017 dan 2019
Tenaga	: 100 ps
Kapasitas Bak	: 3,5 ton
Kecepatan angkut	: 20 km/jam
Kecepatan kembali	: 30 km/jam

b. Vibrator Roller

Merk	: Sakai
Type	: SV512D
Tahun alat	: 2016
Tenaga	: 82 Hp
Panjang drum	: 1,40 meter

Berat operasi : 8 ton
Kecepatan rata-rata : 4km/jam

c. Wheel Loader

Mrek : Carterpillar
Type : CAT 924 F
Tahun alat : 2015
Tenaga : 105 HP
Kapasitas : 1,5 m³

d. Motor Grader

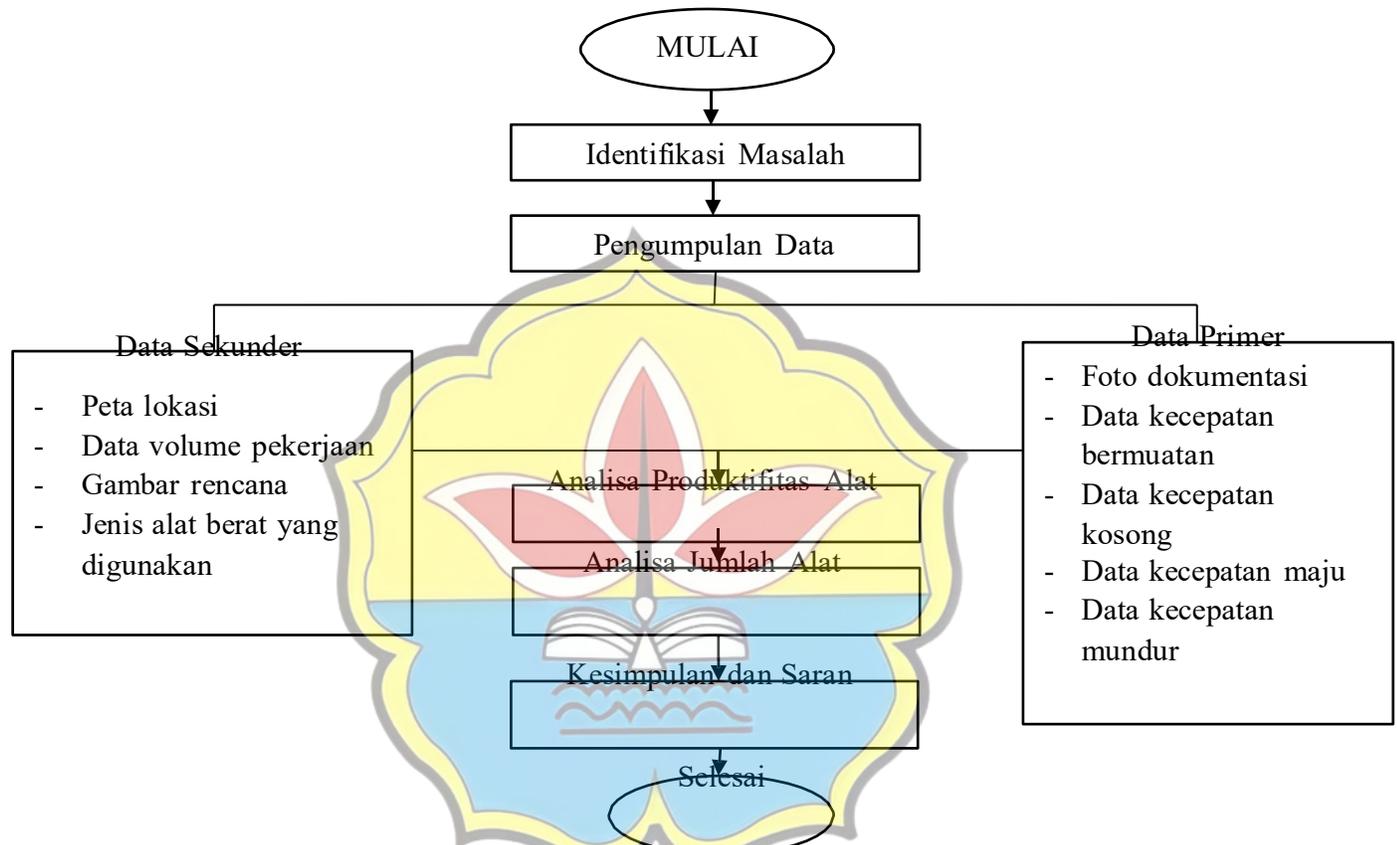
Merk : Komatsu
Type : GD511A-1
Tahun alat : 2017
Tenaga : 135 HP
Panjang blade : 3,70 meter
Kecepatan maju rata-rata : 5 km/jam
Kecepatan mundur rata-rata : 5 km/jam

e. Water Tanker

Merk : Mitsubishi colt diesel
Type : FE 74HD 125ps
Tahun alat : 2019
Tenaga : 100 HP
Kapasitas : 4 m³

3.5 Diagram Alur Penelitian

Metode kajian dapat disajikan dalam diagram (*flowchart*) seperti gambar 3.3 :



Gambar 3.3 Diagram Alur
Sumber : Data olahan (2022)

BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

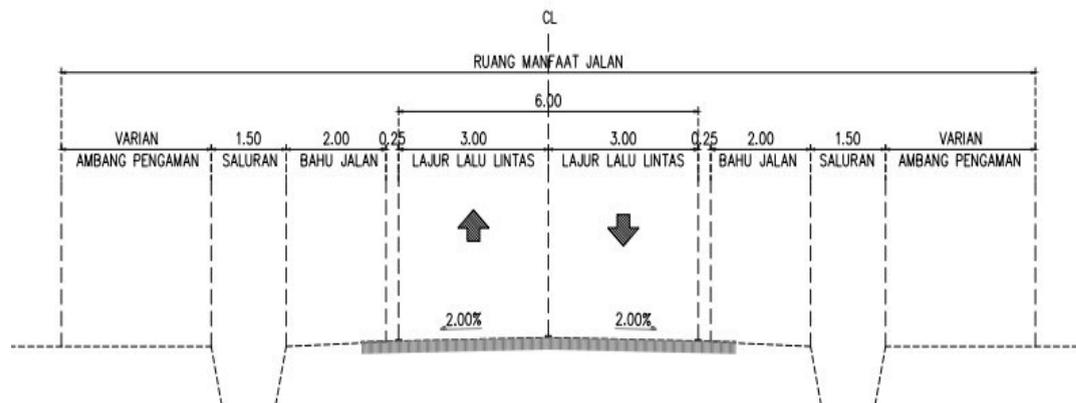
4.1 Analisa Produktivitas Kerja Peralatan Pada Jenis Pekerjaan

Perhitungan produksi kerja peralatan dilakukan menurut tiap jenis pekerjaan dan jenis alat yang digunakan dilapangan, perhitungan produksi suatu alat akan berbeda, tergantung pada jenis pekerjaan yang dikerjakannya. Berikut ini adalah table volume pekerjaan dan jenis-jenis alat yang digunakan berdasarkan data yang didapat dari Proyek Pembangunan Preservasi Jalan Simpang Niam Lubuk Kambing - Merlung, untuk selanjutnya dihitung produksi alat masing - masing.

Tabel 4.1. Volume Pekerjaan

No.	Jenis Pekerjaan	Satuan	Volume Pekerjaan
1.	Perbaikan Lapis Pondasi agregat kelas A	m ³	551,23
2.	Perbaikan Lapis Pondasi agregat kelas S	m ³	977,95

Sumber :Pt. Secon Dwitunggal Putra Kso Pt. Kriyasa Abdi Nusantara (2022)



Sumber :Pt. Sekon Dwitunggal Putra Kso Pt. Kriyasa Abdi Nusantara (2022)

Tabel 4.2. Tabel jenis peralatan yang digunakan di lapangan Berdasarkan jenis pekerjaan

No.	Jenis Pekerjaan	Jenis Alat
1.	Lapis Pondasi agregat kelas A	Wheel Loader CAT 924F (Carterpillar) Dump Truck FN62FHD (Mitshubishi) Vibrator Roller SV512D (Sakai) Water Tanker FE 74HD (Mitshubishi)
2.	Lapis Pondasi agregat kelas S	Wheel Loader CAT 924F (Carterpillar) Dump Truck FN62FHD (Mitshubishi) Motor Grader GD511A-1 (Komatsu) Vibrator Roller SV512D (Sakai) Water Tanker FE 74HD (Mitshubishi)

Sumber :Pt. Secon Dwitunggal Putra Kso Pt. Kriyasa Abdi Nusantara (2022)

4.1.1 Pekerjaan Lapis Pondasi Agregat Kelas A

Lapis pondasi agregat kelas A (LPA) adalah campuran agregat dengan berbagai fraksi dan material yang digunakan untuk pondasi perkerasan aspal maupun perkerasan beton. LPA berada di atas LPB. Perbedaan antara LPA dan LPB ada pada komposisi campuran dan kriteria pondasi.

Wheel Loader membuat agregat campuran kedalam *dump truck* di *Base Camp*, selanjutnya *dump truck* mengangkat agregat ke lokasi pekerjaan dengan jarak tempu 20 km. setelah itu agregat dihampar dengan *motor grader* dan dipadatkan menggunakan *tandem roller* dan untuk menjaga kadar air, maka digunakan *water tanker*. Produktivitas masing-masing alat tersebut adalah :

1. Wheel Loader

Kapasitas Bucket	V	= 1,5 m ³
Faktor Bucket	Fb	= 0,85 (tabel 2.3)
Faktor efisiensi alat	Fa	= 0,83 (tabel 2.5)
Jarak angkut wheel loader	d	= 50 m = 0,05 km
Kecepatan maju	v1	= 7,1 km/jam
Kecepatan mundur	v2	= 13,1 km/jam
Kecepatan rata-rata	v	= 10,1 km/jam
Waktu siklus (Ts)		
- Waktu 1 siklus		
		= [(2xd)/v] x 60 menit
		= [(2 x 0,05km)/10,1km/jam] x 60 menit = 0,59 menit
- <i>Basic Cycle Time</i>		= 0,5 menit
- Material campuran		= + 0,02 menit
- Truck dan Loader milik sendiri		= - 0,04 menit
- Operasi tetap		= - 0,04 menit
	Ts	= 1,03menit

Kapasitas Produktivitas/Jam :

$$Q = \frac{F \cdot F \cdot 60}{T}$$

$$Q = \frac{1,5^3 \cdot 0,85 \cdot 0,83 \cdot 60}{1,03}$$

$$Q = 61,65 \text{ m}^3/\text{jam}$$

2. Dump Truck

Kapasitas bak	v	= 3,5 ton
Faktor efisiensi alat	Fa	= 0,8 (kondisi Sedang tabel 2.2)
Kecepatan rata-rata bermuatan	v1	= 20 km/jam
Kecepatan rata-rata kosong	v2	= 30 km/jam
Berat isi lepas agregat A diambil rata-rata	Bil	= 1,44 ton/m ³ (lihatlampiran)
Berat isi pada tagregat A diambil rata-rata	Bip	= 1,80 ton/m ³ (lihatlampiran)
Waktu siklus (Ts)		
- Waktu muat (T1)		

$$T1 = \frac{60}{h \cdot 60}$$

$$T1 = \frac{3,5 \cdot 60}{61,65 \cdot 1,44}$$

$$T1 = 2,4 \text{ menit}$$

- Waktu tempuh isi (T2)

$$T2 = (L : v^2) \times 60 \text{ menit}$$

$$T2 = (20 \text{ km} : 20 \text{ km/jam}) \times 60 \text{ menit}$$

$$T2 = 60 \text{ menit}$$

- Waktu tempuh kosong (T3)

$$T2 = (L : v^2) \times 60 \text{ menit}$$

$$T2 = (20 \text{ km} : 30 \text{ km/jam}) \times 60 \text{ menit}$$

$$T2 = 40 \text{ menit}$$

- Lain-lain (T4)

$$T4 \text{ (asumsi)} = 2 \text{ menit}$$

$$T_s = T1 + T2 + T3 + T4$$

$$T_s = 2,4 \text{ menit} + 60 \text{ menit} + 40 \text{ menit} + 2 \text{ menit}$$

$$T_s = 104,4 \text{ menit}$$

Kapasitas Produktivitas/jam :

$$Q = \frac{F \cdot 60}{T}$$

$$Q = \frac{3,5 \cdot 8 \cdot 60}{104,4} = 1,44 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$Q = 1,12 \text{ m}^3/\text{jam}$$

3. Vibrator Roller

Lebar drum	b ₁	= 2,13 m
Lebar overlapping	b _o	= 0,2 m
Lebar efektif pemadatan	b	= (2,13 – 0,2) = 1,93 m
Jumlah lintasan	n	= 8 lintasan
Faktor efisiensi alat	Fa	= 0,8 (kondisi baik)

Kecepatan rata-rata alat	v	$= 4 \text{ km/jam}$
Tebal pemadatan	t	$= 0,15 \text{ meter}$
Kapasitas produktivitas/jam		

$$Q = \frac{1,93 \cdot (4 \cdot 1000) \cdot 0,83 \cdot 0,15}{8}$$

$$Q = 120,14 \text{ m}^3/\text{jam}$$

4. Water Tanker

Volume tangki air	v	$= 4 \text{ m}^3$
Kebutuhan air/ m^3 agregat padat	Wc	$= 0,07 \text{ m}^3$
Kapasitas pompa air	Pa	$= 100$

liter/menit

Kapasitas produktivitas/jam :

$$Q = \frac{100 \cdot 0,83 \cdot 60}{1000 \cdot 0,07}$$

$$Q = 71,14 \text{ m}^3/\text{jam}$$

4.1.2 Pekerjaan Lapis Pondasi Agregat Kelas S

Lapis pondasi agregat kelas S adalah perkerasan berbutir yang digunakan sebagai bahu jalan. Bahu jalan terletak di tepi kanan dan kiri badan jalan. Biasanya lebar agregat kelas S 1,5 – 2 m dan tebal 15 cm. Campuran yang digunakan untuk membuat LPS tergantung dari JMF yang telah dibuat. Contoh komposisi lapis pondasi agregat kelas S adalah sebagai berikut:

Fraksi 1 (10 – 25 mm) = 30%

Fraksi 2 (Pasir) = 70%.

Pelaksanaan lapis pondasi agregat kelas S biasa dilakukan setelah perkerasan aspal AC-WC. Berikut adalah metode pelaksanaan LPS yang biasa dilakukan:

- Material agregat S di atas LPB pada bahu jalan.
- Proses pemecahan batu menjadi fraksi yang diinginkan menggunakan stone crusher.
- Blending material mulai dari fraksi 1 dan 2 sesuai komposisi JMF. Blending bisa menggunakan alat blending plant. Jika tidak tersedia blending bisa menggunakan excavator maupun wheel loader.
- Proses pengangkutan stockpile menuju lokasi penghamparan menggunakan dump truck.
- Penghamparan agregat menggunakan motor grader disesuaikan dengan kemiringan bahu jalan.
- Proses pemadatan menggunakan alat berat vibro roller. Pada saat pemadatan perlu menjaga kadar air. Oleh karena itu perlu dilakukan penyiraman menggunakan truck water tank.
- Pengujian ketebalan LPS atau tes spit.
- Pengujian kepadatan agregat menggunakan metode sand cone. Tingkat kepadatan sampai 100%.
- Pengujian CBR lapangan dan CBR laboratorium dengan nilai CBR minimal 50%.

Proses pelaksanaan pondasi agregat harus benar-benar dilakukan sesuai dengan prosedur karena sangat berpengaruh terhadap kualitas badan jalan.

Wheel Loader membuat agregat campuran kedalam *dump truck* di *Base Camp*, selanjutnya *dump truck* mengangkat agregat kelokasi pekerjaan dengan jarak tempu 20 km. setelah itu agregat dihampar dengan *motor grader* dan dipadatkan menggunakan *tandem roller* dan untuk menjaga kadar air, maka digunakan *water tanker*. Produksi masing-masing alat tersebut adalah :

1. Wheel Loader

Kapasitas Bucket	V	= 1,5 m ³
Faktor Bucket	Fb	= 0,85 (tabel 2.3)
Faktor efisiensi alat	Fa	= 0,83 (tabel 2.5)
Jarak angkut wheel loader	d	= 50 m = 0,05 km
Kecepatan maju	v1	= 7,1 km/jam
Kecepatan mundur	v2	= 13,1 km/jam
Kecepatan rata-rata	v	= 10,1 km/jam
Waktu siklus (Ts)		
- Waktu 1 siklus		
		= [(2xd)/v] x 60 menit
		= [(2 x 0,05km)/10,1km/jam] x 60 menit = 0,59 menit
- <i>Basic Cycle Time</i>		= 0,5 menit
- Truck dan Loader milik sendiri		= - 0,04 menit
- Operasi tetap		= - 0,04 menit
	Ts	= 1,03menit

Kapasitas Produktivitas/Jam :

$$Q = \frac{F \cdot F \cdot 60}{T}$$

$$Q = \frac{1,5^3 \cdot 0,85 \cdot 0,83 \cdot 60}{1,03}$$

$$Q = 61,65 \text{ m}^3/\text{jam}$$

2. Dump Truck

Kapasitas bak

$$v = 3,5 \text{ ton}$$

Faktor efisiensi alat

$$F_a = 0,8 \text{ (kondisi}$$

Sedang tabel 2.2)

Kecepatan rata-rata bermuatan

$$v_1 = 20 \text{ km/jam}$$

Kecepatan rata-rata kosong

$$v_2 = 30 \text{ km/jam}$$

Berat isi lepas agregat A diambil rata-rata

$$B_{il} = 1,64 \text{ ton/m}^3$$

Berat isi padat agregat A diambil rata-rata

$$B_{ip} = 1,80 \text{ ton/m}^3$$

Waktu siklus (T_s)

- Waktu muat (T_1)

$$T_1 = \frac{60}{h}$$

$$T_1 = \frac{3,5 \cdot 60}{61,65 \cdot 1,64}$$

$$T_1 = 2,1 \text{ menit}$$

- Waktu tempu isi (T_2)

$$T_2 = (L : v^2) \times 60 \text{ menit}$$

$$T_2 = (20 \text{ km} : 20 \text{ km/jam}) \times 60 \text{ menit}$$

$$T_2 = 60 \text{ menit}$$

- Waktu tempuh kosong (T3)

$$T3 = (L : v^2) \times 60 \text{ menit}$$

$$T3 = (20 \text{ km} : 30 \text{ km/jam}) \times 60 \text{ menit}$$

$$T3 = 40 \text{ menit}$$

- Lain-lain (T4)

$$T4 \text{ (asumsi)} = 2 \text{ menit}$$

$$T_s = T1 + T2 + T3 + T4$$

$$T_s = 2,1 \text{ menit} + 60 \text{ menit} + 40 \text{ menit} + 2 \text{ menit}$$

$$T_s = 104,1 \text{ menit}$$

Kapasitas Produktivitas/jam :

$$Q = \frac{F \cdot 60}{T}$$

$$Q = \frac{3,5 \cdot 0,8 \cdot 60}{104,1 \cdot 1,64 / 3}$$

$$Q = 0,98 \text{ m}^3/\text{jam}$$

3. Motor Grader

Panjang Operasi Grader Sekal Jalan $L_h = 50 \text{ m}$

Lebar efektif kerja Blade $b = 2,6 \text{ m}$

(tabel 2.6)

Lebar Overlap $b_o = 0,3 \text{ m}$

Faktor efisiensi alat $F_a = 0,8$

Kecepatan alat $v = 5 \text{ km/jam}$

Tebal lapisan agregat padat $t = 0,12 \text{ m}$

Kecepatan *Grader* dikalikan 0,95 (faktor kecepatan grader),
 dipakai kecepatan gigi-2, sehingga $v = 0,95 \times 5 \text{ km/jam} = 4,75$
 km/jam (lihat table 2.8, Baris III)

Jumlah lintasan $n = 2$ lintasan

Jumlah pengamparan tiap lintasan $N = 3$

Faktor Pengembangan Bahan $F_k = 1,12$

Waktu siklus (T_s)

- Perataan 1 kali lintasan (T_1)

$$T_1 = [Lh : (v \times 1000)] \times 60$$

$$T_1 = [50 \text{ meter} : (4,75 \text{ km/jam} \times 1000)] \times 60 \text{ menit}$$

$$T_1 = 0,63 \text{ menit}$$

- Lain-lain (T_2)

$$T_2 \text{ (asumsi)} = 1 \text{ menit}$$

$$T_s = T_1 + T_2 = 1,63 \text{ menit}$$

Kapasitas Produktivitas/Jam :

$$Q = \frac{60}{N \times T_s \times F_k}$$

$$Q = \frac{60}{3 \times 1,63 \times 1,12}$$

$$Q = \frac{50 \times \{ 2 (2,6 - 0,3) + 0,3 \} \times 0,8 \times 0,12 \times 60}{3 \times 2 \times 1,63 \times 1,12}$$

$$Q = 128,83 \text{ m}^3/\text{jam}$$

4. Vibrator Roller

Lebar drum	b ₁	= 2,13 m
Lebar overlapping	b _o	= 0,2 m
Lebar efektif pemadatan	b	= (2,13 – 0,2) = 1,93 m
Jumlah lintasan	n	= 8 lintasan
Faktor efisiensi alat	F _a	= 0,8 (kondisi baik)
Kecepatan rata-rata alat	v	= 4 km/jam
Tebal pemadatan	t	= 0,12 meter

Kapasitas produktivitas/jam

$$Q = \frac{1,93 \times (4 \times 1000) \times 0,83 \times 0,12}{8}$$

$$Q = 96,11 \text{ m}^3/\text{jam}$$

5. Water Tanker

Volume tangki air	v	= 4 m ³
Kebutuhan air/m ³ agregat padat	W _c	= 0,07 m ³
Kapasitas pompa air	P _a	100 liter/menit

Kapasitas produktivitas/jam :

$$Q = \frac{100 \times 0,83 \times 60}{1000 \times 0,07}$$

$$Q = 71,14 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Tabel 4.3 Rekapitulasi Kapasitas Produktivitas Alat Berat Pada Berbagai Jenis Pekerjaan

No.	Pekerjaan	Jenis Alat	Produktivitas (m ³ /Jam)
1.	Lapis Pondasi agregat kelas A	Wheel Loader	61,65
		Dump Truck	1,12
		Vibrator Roller	120,14
		Water Tanker	71,14
2.	Lapis Pondasi agregat kelas S	Wheel Loader	61,65
		Dump Truck	0,98
		Motor Grader	128,83
		Vibrator Roller	96,11
		Water Tanker	71,14

4.2 Analisa Jumlah Alat Berat pada Berbagai Jenis Pekerjaan

Adapun perhitungan jumlah kegiatan dibagi atau jenis pekerjaan yang akan dilaksanakan, dengan ketentuan-ketentuan sebagai berikut :

1. Volume pekerjaan berdasarkan *ime schedule*
2. Berdasarkan *time schedule* rencana
3. Hari kerja efektif dalam 1 bulan = 25 hari
4. Jam kerja dalam 1 hari = 8 jam

4.2.1 Perhitungan Jumlah Alat Berat pada Pekerjaan Lapis Pondasi

Agregat Kelas A

- a. Volume pekerjaan : 551,23m³
- b. Lamanya pekerjaan : 3 bulan
- c. Hari kerja efektif dalam 1 bulan : 25 hari
- d. Hari kerja : 3 x 25 hari = 75hari
- e. Jam kerja dalam 1 hari : 8 jam

f. Alat-alat yang digunakan :

1. Wheel Loader

$$\begin{aligned} \text{Produksi 1 unit dalam 1 hari} &= 8 \text{ jam} \times 61,65 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 493,20 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

2. Dump Truck

$$\begin{aligned} \text{Produksi 1 unit dalam 1 hari} &= 8 \text{ jam} \times 1,12 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 8,96 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

3. Vibrator Roller

$$\begin{aligned} \text{Produksi 1 unit dalam 1 hari} &= 8 \text{ jam} \times 120,14 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 961,12 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

4. Water Tanker

$$\begin{aligned} \text{Produksi 1 unit dalam 1 hari} &= 8 \text{ jam} \times 71,14 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 569,12 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

g. Jumlah Kebutuhan Alat :

1. Wheel Loader

$$\left[\frac{551,23 \text{ m}^3}{493,20 \text{ m}^3 \times 75 \text{ h}} \right] = 0,014 = 1 \text{ unit}$$

2. Dump Truck

$$\left[\frac{551,23 \text{ m}^3}{8,96 \text{ m}^3 \times 75 \text{ h}} \right] = 0,82 = 1 \text{ unit}$$

3. Vibrator Roller

$$\left[\frac{551,23 \text{ m}^3}{961,12 \text{ m}^3 \times 75 \text{ h}} \right] = 0,007 = 1 \text{ unit}$$

4. Water Tanker

$$\left[\frac{551,23 \text{ m}^3}{569,12 \text{ m}^3 \times 75 \text{ h}} \right] = 0,012 = 1 \text{ unit}$$

4.2.2 Perhitungan Jumlah Alat Berat pada Pekerjaan Lapis Pondasi Agregat Kelas S

- a. Volume pekerjaan : 977,95 m³
- b. Lamanya pekerjaan : 3 bulan
- c. Hari kerja efektif dalam 1 bulan : 25 hari
- d. Harikerja : 3 x 25 hari = 75 hari
- e. Jam kerjadalam 1 hari : 8 jam
- f. Alat-alat yang digunakan :

1. Wheel Loader

$$\begin{aligned} \text{Produksi 1 unit dalam 1 hari} &= 8 \text{ jam} \times 61,65 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 493,20 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

2. Dump Truck

$$\begin{aligned} \text{Produksi 1 unit dalam 1 hari} &= 8 \text{ jam} \times 0,98 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 7,84 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

3. Motor Grader

$$\begin{aligned} \text{Produksi 1 unit dalam 1 hari} &= 8 \text{ jam} \times 128,83 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 1.030,64 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

4. Vibrator Roller

$$\begin{aligned} \text{Produksi 1 unit dalam 1 hari} &= 8 \text{ jam} \times 96,11 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 768,88 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

5. Water Tanker

$$\begin{aligned} \text{Produksi 1 unit dalam 1 hai} &= 8 \text{ jam} \times 71,14 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 569,12 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

g. Jumlah Kebutuhan Alat :

1. Wheel Loader

$$\left[\frac{977,95 \text{ m}^3}{493,20 \text{ m}^3 \times 75 \text{ h}} \right] = 0,03 = 1 \text{ unit}$$

2. Dump Truck

$$\left[\frac{977,95 \text{ m}^3}{7,84 \text{ m}^3 \times 75 \text{ h}} \right] = 1,67 = 2 \text{ unit}$$

3. Motor Grader

$$\left[\frac{977,95 \text{ m}^3}{1.030,64 \text{ m}^3 \times 75 \text{ h}} \right] = 0,013 = 1 \text{ unit}$$

4. Vibrator Roller

$$\left[\frac{977,95 \text{ m}^3}{768,88 \text{ m}^3 \times 75 \text{ h}} \right] = 0,013 = 1 \text{ unit}$$

5. Water Tanker

$$\left[\frac{977,95 \text{ m}^3}{569,12 \text{ m}^3 \times 75 \text{ h}} \right] = 0,02 = 1 \text{ unit}$$

4.3 Perhitungan Waktu Pelaksanaan Pekerjaan Alat Berat

4.3.1 Untuk Pekerjaan Lapis Pondasi Agregat Kelas A

a. Wheel Loader

$$\left[\frac{551,23 \text{ m}^3}{61,65 \text{ m}^3 \times 9 \text{ jam/unit}} \right]$$

$$= 9 \text{ jam/unit}$$

$$\left[\frac{551,23 \text{ m}^3}{61,65 \text{ m}^3} \right] = 9 \text{ jam/unit}$$

$$\left[\frac{9 \text{ jam}}{8 \text{ jam}} \right] \times 1 \text{ hari} = 1,13 \text{ hari} = 1 \text{ hari}$$

Dipakai 1 unit Wheel Loader, maka hari kerja yang dibutuhkan = 1 hari

b. Dump Truck



$$\left[\frac{551,23 \text{ m}^3}{1,12 \text{ m}^3} \right] = 492,170 \text{ jam/unit}$$

$$\left[\frac{492,170 \text{ jam}}{8 \text{ jam}} \right] \times 1 \text{ hari} = 61,52 \text{ hari} = 62 \text{ hari}$$

Dipakai 1 unit Dump Truck, maka hari kerja yang dibutuhkan = 62 hari

c. Vibrator Roller



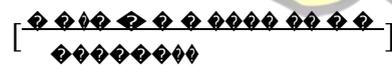
$$\left[\frac{551,23 \text{ m}^3}{120,14 \text{ m}^3} \right] = 5 \text{ jam/unit}$$

$$\left[\frac{5 \text{ jam}}{8 \text{ jam}} \right] \times 1 \text{ hari} = 0,625 \text{ hari} = 1 \text{ hari}$$

Dipakai 1 unit Vibrator Roller, maka hari kerja yang dibutuhkan =

1 hari

d. Water Tanker



$$\left[\frac{551,23 \text{ m}^3}{71,14 \text{ m}^3} \right] = 7,75 \text{ jam/unit}$$

$$\left[\frac{7,75 \text{ jam}}{8 \text{ jam}} \right] \times 1 \text{ hari} = 0,97 \text{ hari} = 1 \text{ hari}$$

Dipakai 1 unit Water Tanker, maka hari kerja yang dibutuhkan = 1 hari

4.3.2 Untuk Pekerjaan Lapis Pondasi Agregat Kelas S

a. Wheel Loader



$$\left[\frac{977,95 \text{ m}^3}{61,65 \text{ m}^3} \right] = 15,86 \text{ jam/unit}$$

$$\left[\frac{15,86 \text{ jam}}{8 \text{ jam}} \right] \times 1 \text{ hari} = 1,98 \text{ hari} = 2 \text{ hari}$$

Dipakai 1 unit Wheel Loader, maka hari kerja yang dibutuhkan = 2hari

b. Dump Truck

$$\left[\frac{977,95 \text{ m}^3}{0,98 \text{ m}^3} \right]$$

$$= 997,91 \text{ jam/unit}$$

$$\left[\frac{997,91 \text{ jam}}{8 \text{ jam}} \right] \times 1 \text{ hari} = 124,74 \text{ hari} = 125 \text{ hari}$$

Dipakai 2 unit Dump Truck, maka hari kerja yang dibutuhkan =

$$62,5 \text{ hari} = 63 \text{ hari}$$

c. Motor Grader

$$\left[\frac{977,95 \text{ m}^3}{128,83 \text{ m}^3} \right]$$

$$= 7,60 \text{ jam/unit}$$

$$\left[\frac{7,60 \text{ jam}}{8 \text{ jam}} \right] \times 1 \text{ hari} = 0,95 \text{ hari} = 1 \text{ hari}$$

Dipakai 1 unit motor grader, maka hari kerja yang dibutuhkan = 1 hari

d. Vibrator Roller

$$\left[\frac{977,95 \text{ m}^3}{96,11 \text{ m}^3} \right]$$

$$= 10,18 \text{ jam/unit}$$

$$\left[\frac{10,18 \text{ jam}}{8 \text{ jam}} \right] \times 1 \text{ hari} = 1,27 \text{ hari} = 2 \text{ hari}$$

Dipakai 1 unit Vibrator Roller, maka hari kerja yang dibutuhkan =

$$2 \text{ hari}$$

e. Water Tanker

$$\left[\frac{977,95}{71,14} \right] = 13,75 \text{ jam/unit}$$

$$\left[\frac{13,75}{8} \right] \times 1 \text{ hari} = 1,72 \text{ hari} = 2 \text{ hari}$$

$$\left[\frac{13,75}{8} \right] \times 1 \text{ hari} = 1,72 \text{ hari} = 2 \text{ hari}$$

Dipakai 1 unit Water Tanker, maka hari kerja yang dibutuhkan = 2hari

Setelah penulis menganalisa data diatas, didapatkan jumlah dan analisa waktu pelaksanaan kebutuhan alat pada pekerjaan lapis pondasi kelas A dengan waktu pelaksanaan pekerjaan selama 3 bulan dengan volume pekerjaan 551,32 m³ maka di butuhkan wheel loader sebanyak 1 unit dengan waktu kerja alat 1 hari kerja dengan produktivitas alat 493,20 m³/hari, dump truck sebanyak 1 unit dengan waktu kerja alat 62 hari kerja dengan produktivitas alat 8,96 m³/hari, vibrator roller sebanyak 1 unit dengan waktu kerja alat 1 hari kerja dengan produktivitas alat 916,12 m³/hari, water tanker sebanyak 1 unit dengan waktu kerja 1 hari kerja dengan produktivitas alat 569,12 m³/hari, pada pekerjaan lapis pondasi kelas S dengan waktu pelaksanaan pekerjaan selama 3 bulan dengan volume pekerjaan 977,65 m³ maka dibutuhkan wheel loader sebanyak 1 unit dengan waktu kerja alat sebanyak 2 hari kerja dengan produktivitas alat 493,20 m³/hari, dump truck sebanyak 2 unit dengan waktu kerja 63 hari kerja dengan produktivitas alat 7,84 m³/hari, motor grader sebanyak 1 unit dengan waktu kerja 1 hari kerja dengan produktivitas alat 1.030,64 m³/hari, vibrator roller sebanyak 1 unit dengan waktu kerja dengan waktu kerja 2 hari kerja dengan produktivitas alat 768,88 m³/hari, water tanker sebanyak 1 unit dengan

waktu kerja dengan waktu 2 hari kerja dengan produktivitas 569,12

m³/hari, seperti terlihat pada tabel 4.4 di bawah ini :

Tabel.4.4. Rekapitulasi Jumlah Alat Berat dan Waktu Pelaksanaan Pekerjaan Alat Berat Pada Tiap Jenis Pekerjaan

No.	Jenis Pekerjaan	Waktu Pelaksanaan Pekerjaan (Bulan)	Produktivitas Alat (m ³ /hari)	Volume Pekerjaan (m ³)	Jumlah Alat Berat (Unit)	Jumlah Waktu Kerja Alat Berat (hari)
1.	Pekerjaan Lapis Pondasi Agregat Kelas A	3		551,32	1	1
	-Wheel Loader		493,20			
	-Dump Truck		8,96			
	-Vibrator Roller		961,12			
	-Water Tanker		569,12			
2.	Pekerjaan Lapis Pondasi Agregat Kelas S	3		977,65	1	2
	-Wheel Loader		493,20			
	-Dump Truck		7,84			
	-Motor Grader		1.030,64			
	-Vibrator Roller		768,88			
	-Water Tanker		569,12			

BAB V

PENUTUP

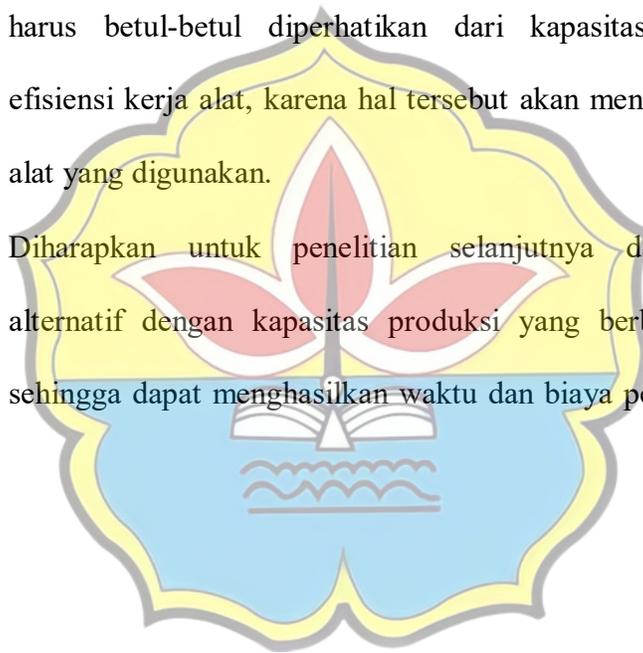
5.1. Kesimpulan

1. Jumlah alat berat yang dibutuhkan pada Proyek Pembangunan Preservasi Jalan Simpang Niam Lubuk Kambing – Merlung, di pekerjaan lapis pondasi agregat kelas A dengan volume pekerjaan 551,32 m³ adalah wheel loader sebanyak 1 unit, dump truck sebanyak 1 unit, vibrator rolle sebanyak 1 unit, dan water tanker sebanyak 1 unit, untuk pekerjaan lapis pondasi agregat kelas S dengan volume 977,65 m³ adalah wheel loader sebanyak 1 unit, dump truck sebanyak 2 unit, motor grader sebanyak 1 unit, vibrator roller sebanyak 1 unit, dan water tanker sebanyak 1 unit.
2. Waktu yang di butuhkan alat berat untuk menyelesaikan Proyek Pembangunan Preservasi Jalan Simpang Niam Lubuk Kambing – Merlung, di pekerjaan lapis pondasi agregat kelas A dengan volume pekerjaan 551,32 m³ adalah wheel loader 1 hari kerja, dump truck 62 hari kerja, vibrator roller 1 hari kerja, dan water tanker 1 hari kerja, untuk pekerjaan lapis pondasi agregat kelas S dengan volume 977,65 m³ adalah wheel loader 2 hari kerja, dump truck 63 hari kerja, motor grader 1 hari kerja, vibrator roller 2 hari kerja, dan water tanker 2 hari kerja.

5.2. Saran

Setelah peneliti melakukan analisa terhadap data-data yang diperoleh, dan membandingkannya dengan kenyataan di lapangan maka penulis menyarankan hal-hal sebagai berikut :

1. Dalam melakukan perhitungan produktivitas alat maka data-data alat harus betul-betul diperhatikan dari kapasitas,waktu, siklus, dan efisiensi kerja alat, karena hal tersebut akan menentukan produktivitas alat yang digunakan.
2. Diharapkan untuk penelitian selanjutnya dapat memperbanyak alternatif dengan kapasitas produksi yang berbeda dari alat berat, sehingga dapat menghasilkan waktu dan biaya pekerjaan yang efisien.



DAFTAR PUSTAKA

Afriandi, Mekky. (2014). Analisa Perhitungan Alat Berat Pada Proyek Peningkatan Jalan Simpang Seling – Muaro Jernih Kabupaten Merangin. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil Universitas Batanghari Jambi, Jambi.

Analisa Harga Satuan Pekerjaan. AHS - SNI. (2012).

Astuti, Novianti Dyah. (2020). Analisa Efisiensi Pelaksanaan Proyek Peningkatan Jalan Brebes – Sigempol Ditinjau Dari Produktivitas Alat Berat Dan Analisa Harga Satuan. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil Universitas Pancasakti Tegal, Tegal.

Buluatie, Nurhadinata. (2013). *Optimalisasi biaya dan waktu dengan metode time cost trade off*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil Universitas Gorontalo, Gorontalo.

Wanna, Lordy Frand De. (2016). Analisis Biaya Penggunaan Alat Berat pada Pekerjaan Peningkatan Jalan Simpang Tudamede-Nemberala.

Putra, Muhammad Irfan Hari. (2018). Analisa Pemilihan Alat Berat Pada Pekerjaan Galian Dan Timbunan Proyek Pembangunan Fakultas Hukum. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta, Yogyakarta.

Rasyid, R (2008), Analisis Produktivitas Alat-Alat Berat Proyek, Tugas Akhir S1 Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta

Rostiyanti, S.F. (2002), “Alat-alat Berat untuk proyek konstruksi”, Rineka Cipta

Jakarta.

Rochmanhadi, (1982), *Alat-alat Berat dan Penggunaannya*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.

Suryadharna, (1998), *Sifat-Sifat Beberapa Macam Tanah*, Yogyakarta.

Widodo, Y, (2017), *Dokumentasi Wheel Loader Komatsu WA380-3*, Samarinda.

Wigroho, Heryanto, Y dan Suryadharna, H, (1998), *Alat-Alat Berat Revisi*, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta.



DOKUMENTASI



Papan Informasi Proyek Berisi informasi tentang pekerjaan yang dilaksanakan



Asphalt Finisher

Sedang melakukan pengambaran pengaspalan di atas permukaan jalan sesuai dengan lebar dan tinggi ketebalan hamparan yang direncanakan



Asphalt Mixing Plant

Tempat untuk memproduksi bahan pelapisan permukaan jalan lentur yaitu campuran beraspal panas



Dump Truck

Dump truck sedang memuat dan mendistribusikan material ke lokasi pekerjaan



Pneumatic Tire Roller

Sedang melakukan pemadatan campuran aspal panas di lokasi pekerjaan



Wheel Loader

Sedang melakukan perataan material yang terhampar di atas lantai kerja



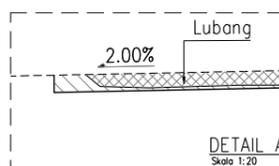
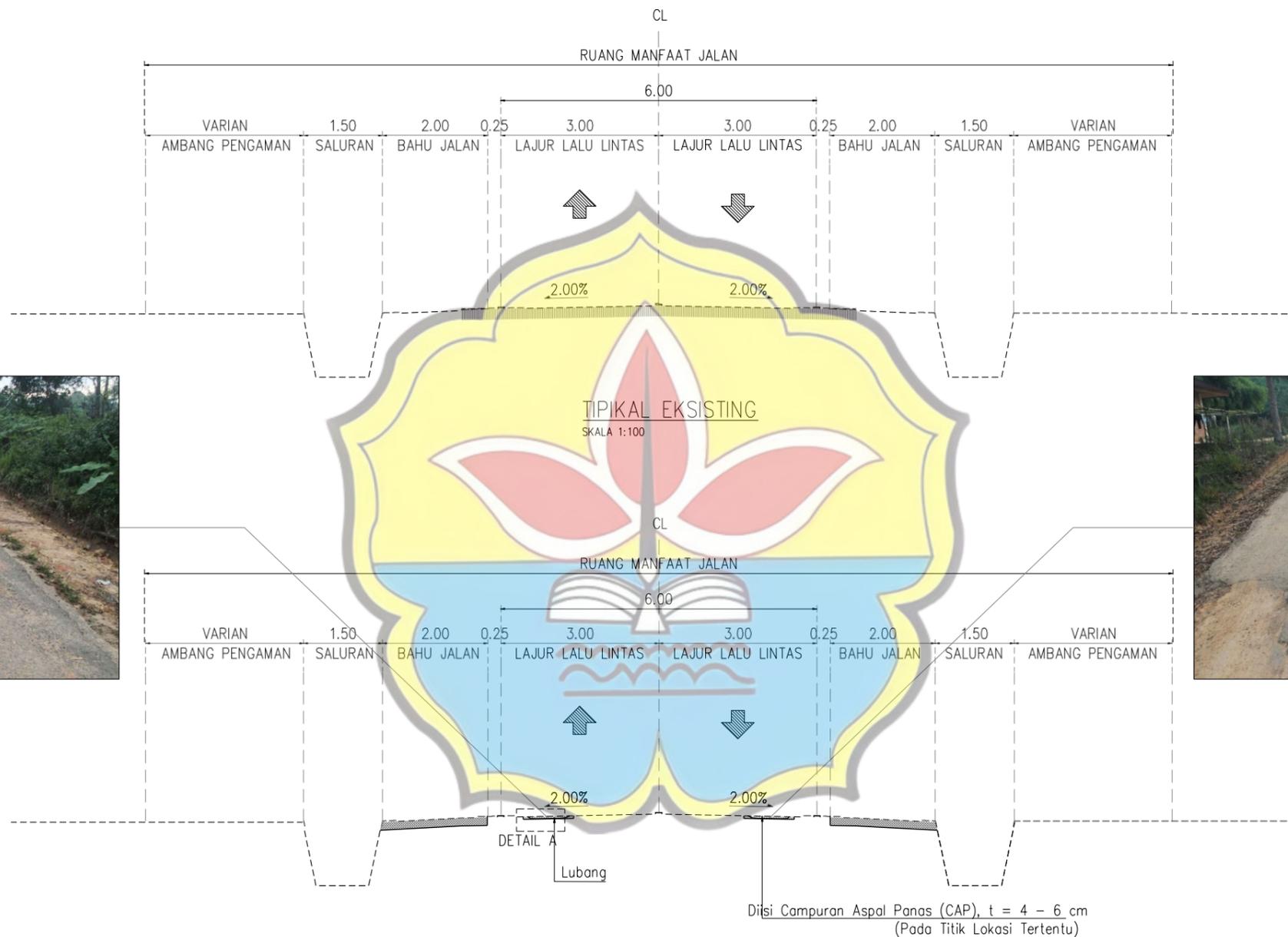
Tandem Roller

Sedang Memadatkan tahap akhir setelah di ratakan
menggunakan Pneumatic Tire Roller

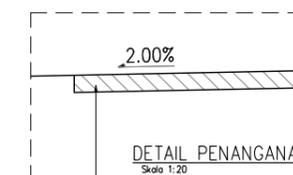




TIPIKAL PENANGANAN RUTIN KONDISI & HOLDING



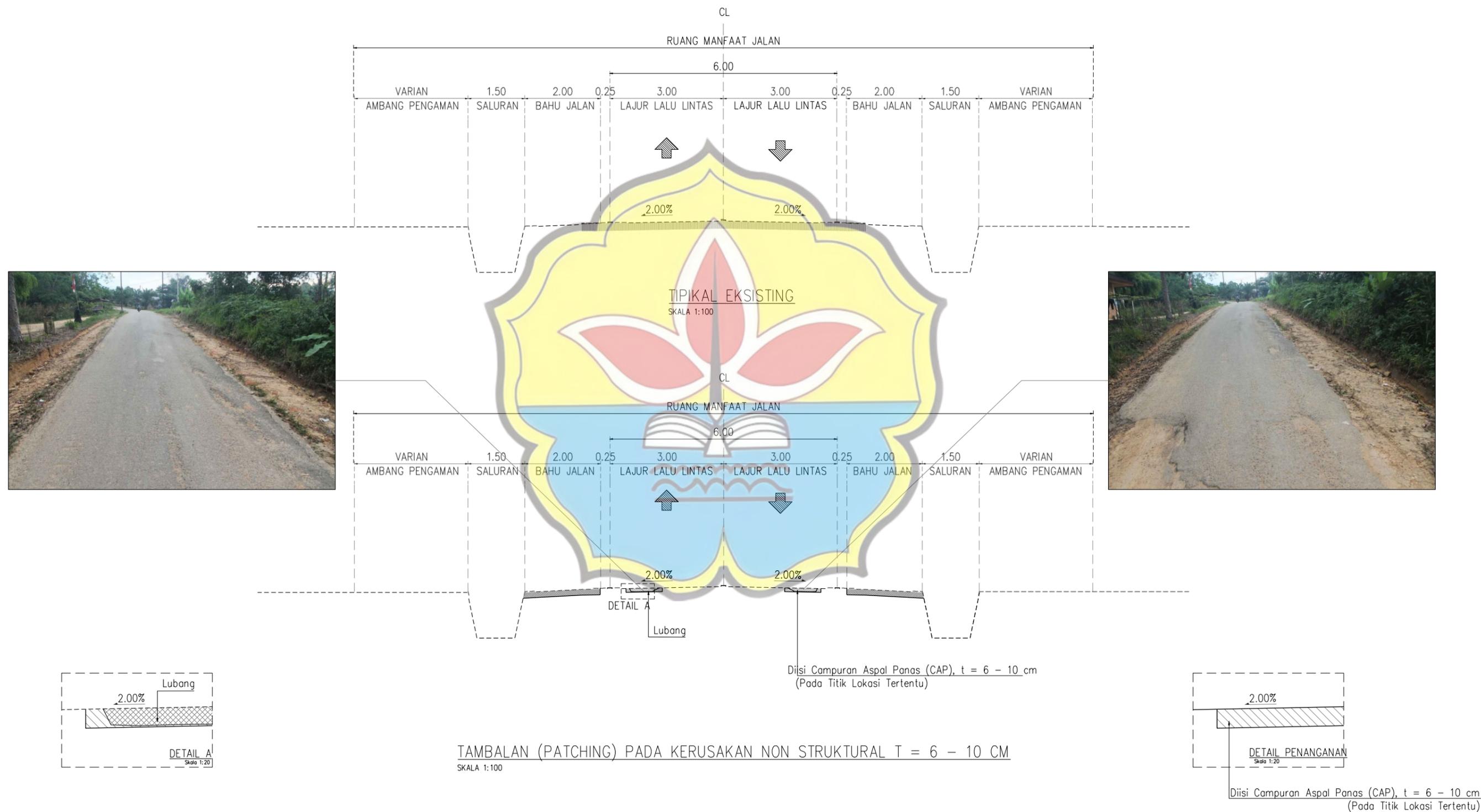
TAMBAHAN (PATCHING) PADA KERUSAKAN NON STRUKTURAL T = 4 - 6 CM
 SKALA 1:100



Diisi Campuran Aspal Panas (CAP), t = 4 - 6 cm
 (Pada Titik Lokasi Tertentu)

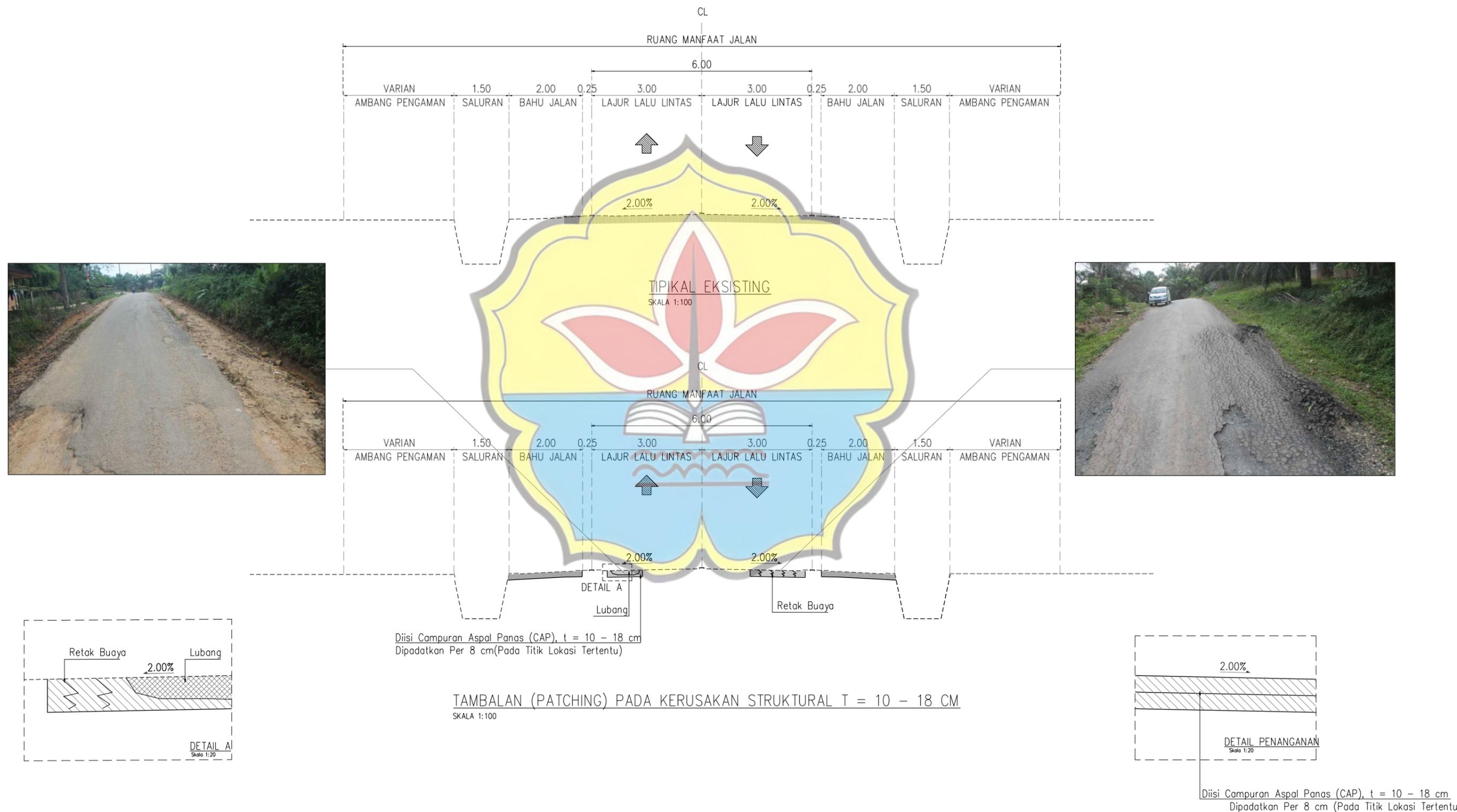


TIPIKAL PENANGANAN RUTIN KONDISI & HOLDING



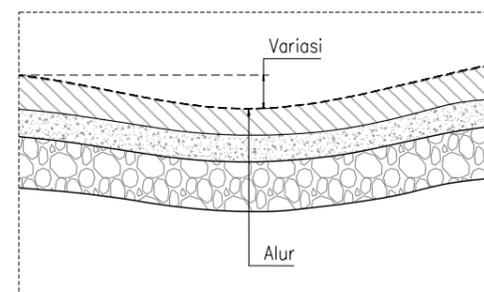
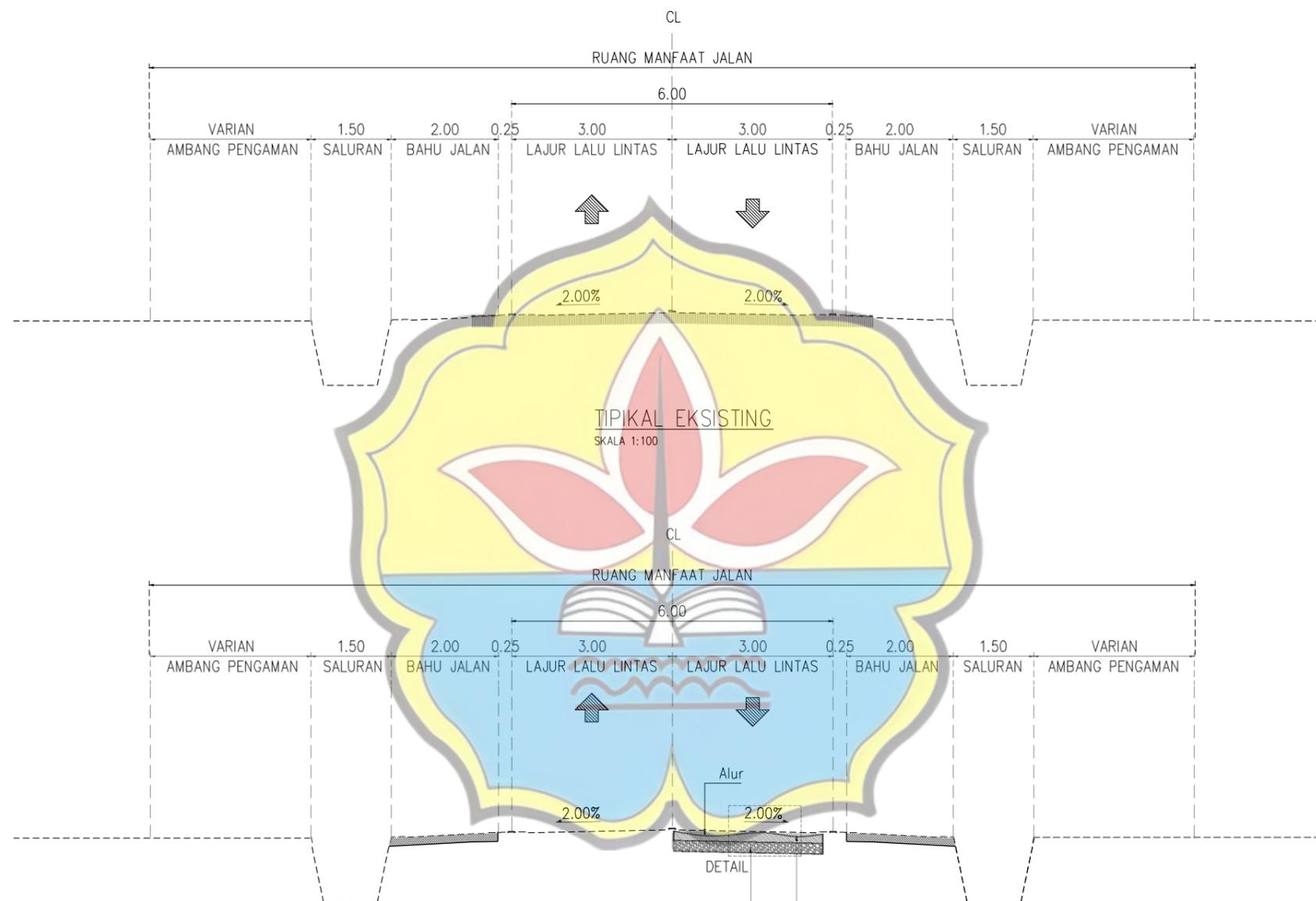


TIPIKAL PENANGANAN RUTIN KONDISI & HOLDING



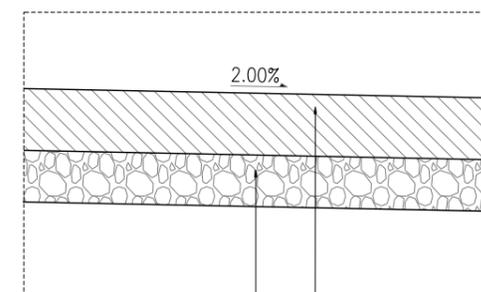


TIPIKAL PENANGANAN RUTIN KONDISI & HOLDING



DETAIL KERUSAKAN POTONGAN MELINTANG
 Skala 1:20

TAMBAHAN (PATCHING) PADA KERUSAKAN STRUKTURAL T = 33 CM
 SKALA 1:100



DETAIL PENANGANAN
 Skala 1:20
 Diisi Campuran Aspal Panas (CAP), t = 18 cm
 Tebal Per 8 cm (Pada Titik Lokasi Tertentu)
 Diisi LPA Kelas A, t = 15 - 30 cm

Diisi Campuran Aspal Panas (CAP), t = 18 cm
 Dipadatkan Per 8 cm (Pada Titik Lokasi Tertentu)
 Diisi LPA Kelas A, t = 15 - 30 cm

beton semen (*concrete batch plant*) umumnya berdekatan dengan lokasi mesin pemecah batu (*stone crusher*), agar dapat mensuplai agregat lebih mudah.

Dalam penetapan harga satuan dasar bahan olahan di lokasi tertentu, khususnya untuk agregat, ada tiga tahapan yang harus dilakukan. yaitu: masukan, proses dan keluaran. Berikut ini disusun tahap-tahap analisis perhitungan bahan dasar olahan.

a) Masukan

- 1) Jarak quarry (bila sumber bahan baku diambil dari quarry). km.
- 2) Harga satuan dasar tenaga kerja, sesuai dengan 5.2.1.
- 3) Harga satuan dasar alat sesuai dengan 5.2.2
- 4) Harga satuan dasar bahan baku atau bahan dasar, sesuai dengan 5.2.3.2
- 5) Kapasitas alat
Merupakan kapasitas dari alat yang dipergunakan, misalnya alat pemecah batu (*stone crusher*) dalam ton per jam, dan *Wheel Loader* dalam m³ *heaped* (kapasitas *bucket*). Lihat contoh dalam LAMPIRAN BM-D, Tabel BM-D-7.
- 6) Faktor efisiensi alat

Hasil produksi yang sebenarnya dari suatu peralatan yang digunakan tidak akan sama dengan hasil perhitungan berdasarkan data kapasitas yang tertulis pada brosur, karena banyaknya faktor-faktor yang mempengaruhi proses produksi. Faktor-faktor tersebut adalah:

- Faktor operator
- Faktor peralatan
- Faktor cuaca
- Faktor kondisi medan/lapangan
- Faktor manajemen kerja.

Untuk memberikan estimasi besaran pada setiap faktor di atas adalah sulit sehingga untuk mempermudah pengambilan nilai yang digunakan. faktor-faktor tersebut di gabungkan menjadi satu yang merupakan faktor kondisi kerja secara umum. Selanjutnya faktor tersebut digunakan sebagai faktor efisiensi kerja alat (Fa). Lihat Tabel 1. Tidak disarankan bila kondisi operasi dan pemeliharaan mesin adalah buruk

Tabel 1 Faktor efisiensi alat

Kondisi operasi	Pemeliharaan mesin				
	Baik sekali	Baik	Sedang	Buruk	Buruk sekali
Baik sekali	0,83	0,81	0,76	0,70	0,63
Baik	0,78	0,75	0,71	0,65	0,60
Sedang	0,72	0,69	0,65	0,60	0,54
Buruk	0,63	0,61	0,57	0,52	0,45
Buruk sekali	0,53	0,50	0,47	0,42	0,32

Sumber: Rochmanhadi. Ir. 1992. *Kapasitas dan produksi a/at-a/at berat*. Sadan Penerbit Pekerjaan Umum. YBPPU. Jakarta.

Anoka dalam warna kelabu adalah tidak disarankan

- 7) Faktor kehilangan bahan
Faktor untuk memperhitungkan bahan yang tercecer pada saat diolah dan dipasang. Lihat LAMPIRAN A, Tabel A-3 dan Tabel A-4

b) Proses

Proses perhitungan dapat dilakukan secara manual atau menggunakan perangkat lunak secara sederhana dengan Microsoft Word Office, Excel, sesuai dengan rumus (1) sampai dengan Rumus (14).

T₄ adalah waktu lain-lain, menit
 60 adalah perkalian 1 jam ke menit,

Tabel 4 Faktor efisiensi alat *Dump Truck*

Kondisi kerja	Efisiensi kerja
Baik	0,83
Sedang	0,80
Kurang baik	0,75
Buruk	0,70

Sumber: Lamoiran PAHS No. 008/BM/2010

Tabel 5 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

Sumber: Lampiran PAHS No. 008/BM/2010

9) *Dump truck* (E09)

Data sesuai dengan spesifikasi teknis alat, contoh:
Dump Truck E09, Cp 10 ton, sama dengan *Dump Truck* (E08)

10) *Excavator Backhoe* (E10)

Data sesuai dengan spesifikasi teknis alat, contoh:

$$\text{Kapasitas produksi /jam, } Q = \frac{V \times F_b \times F_a \times F_v \times 60}{T_s \times r}; \text{ m}^3 \quad (28)$$

KETERANGAN:

- V adalah kapasitas Bucket; m³
- F_b adalah faktor Bucket.
- F_a adalah faktor efisiensi alat (ambil kondisi kerja paling baik, 0,83),
- F_v adalah faktor konversi (kedalaman < 40 %).
- T_s adalah waktu siklus; menit,
- T₁ adalah lama menggali, memuat, lain-lain (standar). (maksimum 0,32); menit
- T₂ adalah lain-lain (standar). maksimum 0,10; menit.

T_s adalah waktu siklus, $T_s = \sum_{n=1}^n r$, menit

60 adalah perkalian 1 jam ke menit,

Tabel 6 Faktor bucket *bucket fill facto* F_b

Kondisi operasi	Kondisi lapangan	Faktor bucket (F _b)
Mudah	Tanah biasa, lembun, tanah	1,1 -- 1,2

$$\text{Kapasitas produksi /jam. } Q = \frac{V \times F_a}{I} \quad \text{KWH} \quad (29)$$

Q adalah kapasitas produksi; m³ /jam
 V adalah kapasitas listrik; KVA,
 Fa adalah faktor efisiensi alat,

13) Motor grader (E13)

Data sesuai dengan spesifikasi teknis. contoh:

- Kapasitas berat operasi: 10.800 kg
- Tenaga mesin: Pw = 135 HP.
- Panjang pisau (blade): L = 3,710 m.
- Panjang pisau efektif, b = 2,60 m
- Lebar over lap, b₀ = 0,30 m

a) Untuk pekerjaan perataan hamparan:

$$\text{Kapasitas produksi / Jam} = Q = \frac{Lh \{ 11(b-b_0) + b_0 \} \times F_a \times 60}{N \times n \times T_s} \quad \text{m}^2 \dots \dots \dots (30a)$$

KETERANGAN:

- Lh adalah panjang hamparan; m,
- b, adalah lebar *overlap*; m,
- Fa adalah faktor efisiensi kerja;
- n adalah jumlah lintasan; lintasan,
- N adalah jumlah pengupasan tiap lintasan; kali lintasan
- v adalah kecepatan rata-rata; km/h,
- b adalah lebar pisau efektif; m,
- 60 adalah perkalian 1 jam ke mnit,
- T₁ adalah waktu 1 kali lintasan : (Lh x 60) / (v x 1000); menit,
- T₂ adalah lain-lain; menit.

Ts adalah waktu siklus, $T_s = \sum_{i=1}^n t_i$, menit

Tabel 9 Faktor efisiensi kerja alat (Fa) Motor Grader

Kondisi operasi	Faktor efisiensi
Perbaikan jalan, perataan	0,8
Pemindahan	0,7
Penyebaran, grading	0,6
Penggalian (<i>trenching</i>)	0,5

Sumber: Specification and application hand book. Contoh-contoh perhlfungsi kapasitas produksi. 2005. Komatsu Edition 26.

b) Untuk pekerjaan perataan hamparan padat:

$$\text{Kapasitas produksi / Jam} = Q = \frac{Lh \{ 11(b-b_0) + b_0 \} \times F_a \times 60 \times t}{N \times 11 \times T_s \times F_l r} \quad \text{m}^2 \quad (30b)$$

KETERANGAN:

- F, adalah faktor pengembangan bahan,
- t adalah tebal hamparan padat; diambil 0, 15 m;

c) Untuk pekerjaan pengupasan (*grading*):

$$\text{Kapasitas produksi / Jam} = Q = \frac{Lh \times \{n(b-b_0) + b_0\} \times F_a \times 60}{N \times n \times T_s} \quad \text{m}^2 \dots\dots\dots (30c)$$

KETERANGAN:

- Lh adalah panjang hamparan; m,
- b₀ adalah lebar *overlap*; m,
- F_a adalah faktor efisiensi kerja;
- n adalah jumlah lintasan; lintasan,
- N adalah jumlah pengupasan tiap lintasan; kali lintasan
- v adalah kecepatan rata-rata: km/h,
- b adalah lebar pisau efektif; m,
- 60 adalah perkalian 1 jam ke menit,
- T₁ adalah waktu 1 kali lintasan: (Lr, x 60) / (v x 1000); menit,
- T₂ adalah lain-lain; menit.

T_s adalah waktu siklus, $T_s = \frac{n}{n-1} T_1$ menit

14) Track Loader (Traxcavator)

Data sesuai dengan spesifikasi teknis, contoh.

Kapasitas bucket: V = 0,80 m³, munjung (heaped)
 Tenaga mesin: Pw = 70 HP

Perhitungan sama dengan untuk alat *Wheel Loader* (E15)

Faktor bucket, F_b (lihat Tabel 10) Faktor bucket (*bucket fill factor*)(F_b)
 Faktor efisiensi kerja alat, F_a (lihat Tabel 10)

15) Wheel loader {E15}

Data sesuai dengan spesifikasi teknis, contoh.

- Kapasitas bucket, V = 1,50 m³,
- Tenaga mesin penggerak Pw = 96 HP.

a) Untuk memuat agregat ke atas *Dump Truck*

$$\text{Kapasitas produksi / jam} = Q = \frac{V \times F_b \times F_a \times 60}{T_s} \quad \text{m}^3, \text{ gembur} \quad (31a)$$

KETERANGAN:

- V adalah kapasitas bucket; (1,50 m³, munjung); m³
- F_b adalah faktor bucket (Lihat Tabel 10)
- F_a adalah faktor efisiensi alat (Lihat Tabel 4)
- T_s adalah waktu siklus (memuat dll); (0,45 menit); menit

Tabel 10 Faktor bucket (*bucket fill factor*)(F_b)

Kondisi penumpahan	<i>Wheel Loader</i>	<i>Track Loader</i>
Mudah	1,0 - 1,1	1,0 -- 1,1
Sedang	0,85- 0,95	0,95-1,1
Agak sulit	0,80- 0,85	1,0-0,9
Sulit	0,75- 0,80	0,9 - 0,8

Sumber: Specification and aoolication hand book. Contoh-contoh perhitungan kacesltas

b) Untuk mengambil agregat dari stock pile ke dalam Cold Bin AMP

$$\text{Kapasitas produksi /jam} = Q = \frac{V \cdot F_b \cdot F_a \cdot 60}{T_s} \text{ m}^3, \text{ gembur} \quad (31b)$$

KETERANGAN:

- V adalah kapasitas bucket; (1,50 m³. munjung); m³
- F_b adalah faktor bucket (Lihat label 10)
- F_a adalah faktor efisiensi alat (Lihat label 4)
- L adalah jarak dari stock pile ke Cold bin, m,
- v₁ adalah kecepatan rata-rata bermuatan, (15 - 25); km~am. Lihat label 5
- v₂ adalah kecepatan rata-rata kosong. (25 - 35); km/jam
- T₁ adalah waktu tempuh isi: =(L/ v₁) x 60; menit
- T₂ adalah waktu tempuh kosong:=(L/ v₂) x 60; menit
- Z adalah waktu pasti (mengisi, berputar, menumpuk); asumsi {0,60 - 0,75) menit; menit
- 60 adalah perkalian 1 jam ke menit,

T_s adalah waktu siklus, $T_s = \sum_{i=1}^n r_i + Z$; menit

c) Untuk mengisi batu ke dalam *Stone Crusher*, sama dengan dari *Stock Pile* ke dalam *Cold Bin* AMP, kecuali F_b diambil 0,75 (kondisi sulit).

16) *Three Wheel Roller* (E16)

Data sesuai dengan spesifikasi teknis, contoh
 Berat 8 ton
 Lebar pemadatan (b), 1,9 m.

$$\text{Kapasitas produksi /jam} = Q = \frac{b \cdot v \cdot 1000}{n} \cdot F_a \cdot t \text{ m}^3, \quad (32)$$

KETERANGAN:

- b_e adalah lebar efektif pemadatan =b-b_e (overlap); m
- v adalah kecepatan pemadatan; km/h
- F_a adalah faktor efisiensi alat (diambil 0,83, kondisi baik)
- n adalah jumlah lintasan; (diambil 8 lintasan),
- t adalah tebal lapisan; diambil 0,15 m); m.

1000 adalah perkalian dari km ke m.
 Tabel 111 Kecepatan, lebar pemadatan dan jumlah lintasan alat pemadat

Jenis pemadat	Kecepatan rata-rata (v) km/h	Lebar pemadatan efektif (b- b ₀); m	Jumlah lintasan (n)
Road roller	±2	Lebar roda total - 0,2	4 - 8
Tire roller	± 2,5	Lebar roda total - 0,3	3 - 5
Vibrating roller besar	± 1,5	Lebar roda - 0,2	4-12
Vibrating roller kecil		Lebar roda - 0,1	
Soil compactor	4-10	Lebar roda drive - 0,2	4 -- 12
Tamper	± 1,0		
Macadam roller		Lebar roda total - 0,2	
Tandem roller		Lebar roda total - 0,2	
Buldozer		(Lebar sepatu x 2) - 0,3 m	

Sumber: Specification and application hand book. Contoh-contoh perhitungan kapasitas produksi. 2005. Komatsu Edition 26.