

SKRIPSI

**ANALISA KEBUTUHAN PENGGUNAAN ALAT BERAT PADA PROYEK
PEMBANGUNAN JALAN SARILAMAK - SOLOK BIO-BIO
KABUPATEN LIMA PULUH KOTA**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat*



Oleh :

FEBYUDI EFFENDI

20180107

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH
SUMATERA BARAT**

2023

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISA KEBUTUHAN PENGGUNAAN ALAT BERAT PADA PROYEK
PEMBANGUNAN JALAN SARILAMAK – SOLOK BIO-BIO
KABUPATEN LIMA PULUH KOTA

Oleh :

FEBYUDI EFENDI
20180107

Dosen Pembimbing I,



Ir. Surya Eka Priana, M.T., IPP
NIDN. 1016026603

Dosen Pembimbing II,



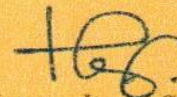
Febrimen Herista, S.T., M.T.
NIDN. 1001026901

Dekan Fakultas Teknik
UM Sumatera Barat,



Masril, S.T., M.T.
NIDN. 1005057407

Ketua Program Studi
Teknik Sipil,



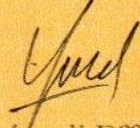
Helga Yermadona, S.Pd., M.T.
NIDN. 1013098502

HALAMAN PERSETUJUAN TIM PENGUJI

Skripsi ini telah dipertahankan dan disempurnakan berdasarkan masukan dan koreksi Tim Penguji pada ujian sidang tertutup tanggal 13 Agustus 2023 di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.

Bukittinggi, 21 Agustus 2023

Mahasiswa


Febyudi Effendi
20180107

Disetujui Tim Penguji Skripsi, 21 Agustus 2023 :

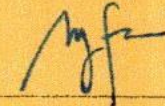
1. Ir. Surya Eka Priana, M.T., IPP

1.



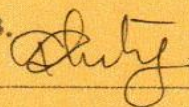
2. Febrimen Herista, S.T., M.T.

2.



3. Ir. Ana Susanti Yusman, M.Eng.

3.

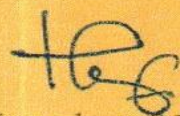


4. Yorizal Putra, S.T., M.T.

4.



Mengetahui,
Ketua Program Studi
Teknik Sipil


Helga Yermadona, S.Pd., M.T.
NIDN. 101309850

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Febyudi Effendi
Tempat dan tanggal lahir : Payakumbuh, 13 Februari 1985
NIM : 20180107
Judul Skripsi : Analisa Kebutuhan Penggunaan Alat Berat Pada
Proyek Pembangunan Jalan Sarilamak-- Solok Bio-
Bio Kabupaten Lima Puluh Kota

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan Skripsi ini berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari saya sendiri, baik untuk naskah laporan maupun kegiatan yang tercantum sebagai bagian dari Skripsi ini. Jika terdapat karya orang lain, saya akan mencantumkan sumber yang jelas.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini dan sanksi lain sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa ada paksaan dari pihak manapun.

Bukittinggi, 21 Agustus 2023

Yang membuat pernyataan



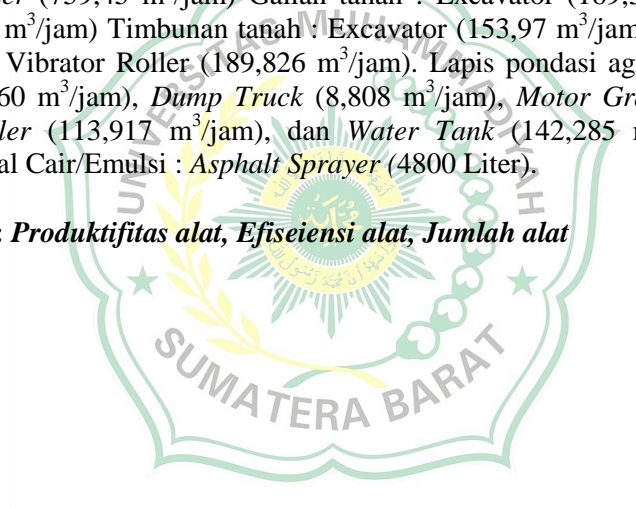
Febyudi Effendi

20180107

ABSTAK

Salah satu faktor yang terpenting dalam proyek konstruksi dengan skala yang besar terutama proyek pembangunan adalah alat berat. Salah satu hal yang harus diperhatikan dalam penggunaan alat berat pada perencanaan pembangunan pada suatu proyek adalah cara menghitung kapasitas produksi suatu alat serta biaya pengoperasiannya, oleh karena itu perlu diketahui perhitungan kapasitas alat secara teoritis serta efisiensi kerja sesuai dengan pekerjaan yang bersangkutan. Penelitian ini dilaksanakan pada proyek pembangunan jalan sarilamak – solok bio bio kabupaten lima puluh kota STA. 0+000 – STA. 2+800, proyek ini memiliki panjang 2,8 KM. Jalan ini ditargetkan akan beroperasi pada akhir tahun 2022. Tujuan dari tugas akhir ini adalah untuk menghitung kapasitas produksi kerja alat berat itu sendiri dan untuk merencanakan jumlah alat yang akan dipakai pada pekerjaan tanah sampai pekerjaan perkerasan pada proyek tersebut. Penyusunan penelitian ini menggunakan teori produktifitas alat berat, penentuan jenis dan jumlah alat sesuai dengan medan, lokasi dan jenis material yang akan dikerjakan. Hasil perhitungan kapasitas produksi dan jumlah masing-masing alat berat berdasarkan tiap jenis pekerjaan yang dikerjakan. Dalam analisa kapasitas produksi alat berat Persiapan Badan Jalan : *Motor Grader* (477,25 m³/jam), *Vibrator Roller* (759,45 m³/jam) Galian tanah : Excavator (169,32 m³/jam) dan Dump Truck (8,885 m³/jam) Timbunan tanah : Excavator (153,97 m³/jam), Dump Truck (8,885 m³/jam), dan Vibrator Roller (189,826 m³/jam). Lapis pondasi agregat kelas A : Wheel Loader (144,60 m³/jam), *Dump Truck* (8,808 m³/jam), *Motor Grader* (460,00 m³/jam), *Vibrator Roller* (113,917 m³/jam), dan *Water Tank* (142,285 m³/jam). Lapis Resap Pengikat Aspal Cair/Emulsi : *Asphalt Sprayer* (4800 Liter).

Kata Kunci : *Produktifitas alat, Efiseiensi alat, Jumlah alat*



ABSTRACT

One of the most important factors in large-scale construction projects, especially development projects, is heavy equipment. One of the things that must be considered in the use of heavy equipment in the construction planning of a project is how to calculate the production capacity of a tool and its operating costs. This research was carried out on the Sarilamak – Solok Bio Bio road construction project in the district of Fifty Cities STA. 0+000 – STA. 2+800, this project has a length of 2,8 KM. This road is targeted to be operational by the end of 2022. The purpose of this final project is to calculate the work production capacity of the heavy equipment itself and to plan the number of tools to be used in earthworks up to pavement work on the project. The preparation of this study uses the theory of heavy equipment productivity, determining the type and number of tools according to the terrain, location and type of material to be worked on. The results of the calculation of production capacity and the number of each heavy equipment based on each type of work performed. In analyzing the production capacity of heavy equipment, road preparation: Motor Grader (477.25 m³/hour), Vibrator Roller (759.45 m³/hour) Soil excavation: Excavator (169.32 m³/hour) and Dump Truck (8.885 m³/hour) hours) Landfill : Excavator (153.97 m³/hour), Dump Truck (8.885 m³/hour), and Roller Vibrator (189.826 m³/hour). Class A aggregate foundation layer: Wheel Loader (144.60 m³/hour), Dump Truck (8.808 m³/hour), Motor Grader (460.00 m³/hour), Vibrator Roller (113.917 m³/hour), and Water Tank (142.285 m³/hour). Liquid Asphalt Impregnating Layer/Emulsion: Asphalt Sprayer (4800 Liters).

Keywords: *Equipment productivity, Equipment efficiency, Number of Equipment*



KATA PENGANTAR



Puji syukur kepada Tuhan yang Maha Esa atas segala berkat yang telah diberikan-Nya, sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan. Tugas akhir dengan judul *“Analisa Kebutuhan Penggunaan Alat Berat Pada Proyek Pembangunan Jalan Sarilamak - Solok Bio-Bio Kabupaten Lima Puluh Kota”* ini bertujuan untuk memenuhi sebagian persyaratan akademik guna memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil Strata Satu Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat, Bukittinggi.

Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan, bantuan, dan doa dari berbagai pihak, Tugas Akhir ini tidak akan dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Oleh karena itu, Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses pengerjaan Tugas Akhir ini, yaitu kepada :

1. Bapak Masril, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.
2. Bapak Hariyadi, S.Kom., M.Kom. selaku Wakil Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.
3. Ibu Helga Yermadona, S.Pd., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat
4. Bapak Ir. Surya Eka Priana, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Febrimen Herista, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan banyak masukan kepada penulis.
5. Ibu Ir. Ana Susanti Yusman, M.Eng. dan Bapak Yorizal Putra, S.T., M.T. sebagai peguji yang telah memberikan masukan dan arahan kepada penulis untuk kesempurnaan karya tulis ini.
6. Seluruh Bapak/Ibu dosen Fakultas Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat yang telah memberikan pengetahuan yang sangat bermanfaat selama masa perkuliahan.
7. Semua jajaran tata usaha Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat yang telah berpartisipasi, berkat Bapak dan Ibu urusan kami menuju Sarjana Teknik dapat berjalan dengan baik.

8. Kedua orang tua , Effendi dan Efitawati (Alm.) dan Istri tersayang Andini Wulandari yang telah memberikan dukungan baik moril maupun materil serta doa yang tiada henti-hentinya kepada penulis.
9. Untuk anak kembar saya Sheza dan Shezan yang selalu memberikan support pada saat penulisan tugas akhir ini.
10. Untuk para sahabat kalayak Riyaldi Yendra, Unggul Abdillah, Emilza Putri, yang telah memberikan semangat dalam menyelesaikan tugas akhir ini dan terima kasih sudah selalu ada guys.
11. Abang-abang dan kakak-kakak Teknik Sipil Muhammadiyah Sumatera Barat
12. dan berbagai pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu namanya.
13. Keluarga besar Teknik Sipil 2020 Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat

Akhir kata, penulis menyadari bahwa mungkin masih terdapat banyak kekurangan dalam Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, kritik dan saran dari pembaca akan sangat bermanfaat bagi penulis. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya.

Payakumbuh, 15 Agustus 2023

Penulis.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL	vii
BAB I PENDAHULUAN.....	8
1.1 Latar Belakang	8
1.2 Rumusan Masalah	9
1.3 Maksud dan Tujuan.....	9
1.4 Batasan Masalah.....	9
1.5 Sistematika Penulisan.....	10
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	11
2.1 Pendahuluan	11
2.2 Manajemen Alat Berat	11
2.3 Aspek Penggunaan Alat Berat	12
2.3.1 Waktu Siklus	12
2.3.2 Material.....	13
2.3.3 Faktor efisiensi	14
2.4 Alat yang digunakan pada proyek.....	17
2.5 Prinsip Dasar Perhitungan Produksi Kerja.....	18
2.5.1 Menghitung Kapasitas Aktual	19
2.5.2 Menghitung Waktu Siklus	19
2.5.3 Menghitung Produksi Kerja Aktual (PKA).....	19
2.6 Metode perhitungan produksi kerja satu unit peralatan	20
2.6.1 <i>Wheel Loader</i>	21
2.6.2 <i>Dump Truck</i>	22
2.6.3 <i>Motor Grader</i>	25
2.6.4 <i>Vibrator Roller</i>	28
2.6.5 <i>Excavator</i>	30
2.6.6 <i>Asphalt Mixing Plant (AMP)</i>	35

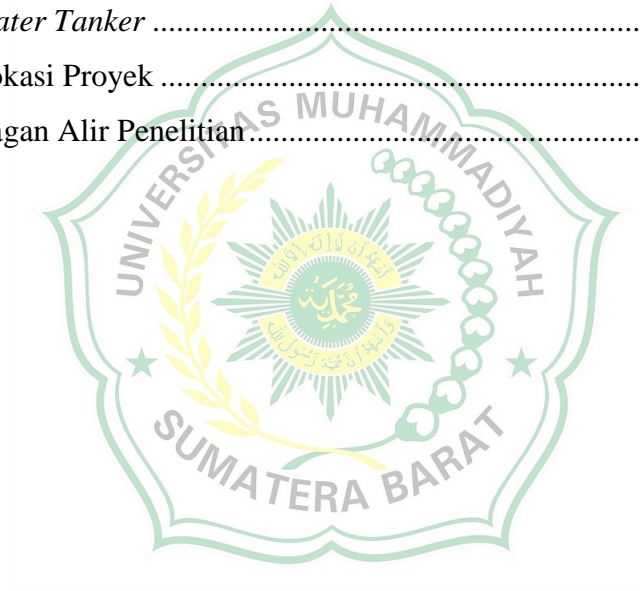
2.6.7	<i>Pneumatic Tire Roller</i>	37
2.6.8	<i>Asphalt Finisher</i>	39
2.6.9	<i>Asphalt Sprayer</i>	42
2.6.10	<i>Tandem Roller</i>	42
2.6.11	<i>Water Tanker</i>	44
BAB III METODE PENELITIAN		45
3.1	Lokasi Proyek.....	46
3.2	Data Proyek.....	47
3.3	Pengumpulan Data	47
3.4.1	Data Sekunder	48
3.4.2	Data Primer.....	48
3.4	Menghitung Kebutuhan Alat Berat	48
3.5	Bagan alir penelitian	49
3.6	Analisa Pemakaian Alat Berat	50
BAB IV PERHITUNGAN DAN PEMBAHASAN.....		51
4.1	Perhitungan Produktivitas Alat Pada Setiap Jenis Pekerjaan.....	51
4.1.1	Galian Tanah.....	51
4.1.2	Timbunan Tanah	52
4.1.3	Persiapan Badan Jalan	55
4.1.4	Lapisan Pondasi Agregat Kelas A	56
4.1.5	Laston Lapis Antara (AC-BC).....	58
4.1.6	Pekerjaan Lapis Pengikat Aspal Cair / Emulsi	62
4.2	Perhitungan Jumlah Kebutuhan Alat dan Lama Waktu Penggunaan Alat ...	64
4.2.1	Persiapan Badan Jalan	64
4.2.2	Galian Tanah.....	64
4.2.3	Timbunan Tanah	65
4.2.4	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	66
4.2.5	Laston Lapis Antara (AC-BC).....	68
4.2.6	Pekerjaan Lapis Resap Pengikat Aspal Cair/Emulsi	70
4.3	Perhitungan Biaya Operasional Alat.....	72
BAB V PENUTUP		84

5.1	Kesimpulan	84
5.2	Saran.....	85
DAFTAR PUSTAKA.....		86
LAMPIRAN		87
DAFTAR LAMPIRAN.....		88



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Wheel Loader</i>	21
Gambar 2. 2 <i>Dump Truck</i>	22
Gambar 2. 3 <i>Motor Grader</i>	25
Gambar 2. 4 <i>Vibrator Roller</i>	28
Gambar 2. 5 <i>Asphalt Mixing Plant (AMP)</i>	35
Gambar 2. 6 <i>Pneumatic Tire Roller</i>	37
Gambar 2. 7 <i>Asphalt Finisher</i>	40
Gambar 2. 8 <i>Asphalt Sprayer</i>	40
Gambar 2. 9 <i>Tandem Roller</i>	43
Gambar 3. 0 <i>Water Tanker</i>	44
Gambar 3. 1 <i>Lokasi Proyek</i>	46
Gambar 3. 2 <i>Bagan Alir Penelitian</i>	49



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Berat Isi Tanah dan Agregat	14
Tabel 2.2 Faktor Efisiensi Kerja	15
Tabel 2. 3 Faktor Bucket Wheel Loader	21
Tabel 2. 4 Waktu Siklus <i>Wheel Loader</i>	22
Tabel 2.5 Kecepatan Rata-rata <i>Dump truck</i>	24
Tabel 2. 6 Lebar <i>Blade Motor Grader</i>	26
Tabel 2. 7 Panjang pisau efektif.....	26
Tabel 2. 8 Kecepatan Kerja <i>Motor Grader</i>	26
Tabel 2.9 Faktor Efisiensi Kerja Alat (Fa) <i>Motor Grader</i>	27
Tabel 2. 10 Lebar Pemasangan	29
Tabel 2. 11 Kecepatan Gilas	29
Tabel 2. 12 Jumlah Lintasan (N)	29
Tabel 2. 13 Faktor Pengisian <i>Bucket</i>	31
Tabel 2. 14 Kapasitas <i>Bucket Excavator</i>	32
Tabel 2. 15 <i>Carry Factor Hidrolic Excavator</i>	32
Tabel 2. 16 Waktu Menggali (Detik).....	33
Tabel 2. 17 Waktu Untuk <i>Swing</i>	33
Tabel 2. 18 Faktor Efisiensi Kerja Alat (Fa)	34
Tabel 3. 1 Volume Pekerjaan yang Digunakan	48
Tabel 4. 1 Kapasitas Produksi Alat.....	63
Tabel 4. 2 Jumlah Unit dan Durasi	71
Tabel 4. 3 Sewa Alat Berat	83
Tabel 4. 4 Perencanaan Kebutuhan Alat dan Total Biaya Penggunaan Alat Berat ...	83
Tabel 4. 5 Perbandingan Waktu Pekerjaan Peralatan	83

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam menunjang laju perekonomian dan sektor Pariwisata di Lembah Harau Kabupaten Lima Puluh Kota, di butuhkan suatu perbaikan peningkatan jalan dan konstruksi jalan yang aman sebagai penghubungan untuk membantu pembangunan suatu wilayah, baik itu wilayah perkotaan maupun wilayah perdesaan, maka lalu lintas harus berjalan dengan baik, aman dan ekonomis.

Alat berat merupakan faktor yang sangat menentukan keberhasilan untuk penyelesaian pekerjaan tepat waktu sesuai kualitas yang disyaratkan. Bila dibanding kan dengan tenaga manusia memakai peralatan konvensional sederhana seperti cangkul, sekop, keranjang, alat penumbuk untuk pemadatan dan sebagainya maka pemakaian alat berat memiliki keuntungan dalam memudahkan pekerjaan suatu konstruksi dengan skala yang besar.

Pada proyek yang dikerjakan dengan alat berat, hal yang sangat penting adalah perhitungan produktifitas dan jumlah pemakaiannya. Sehingga sedapat mungkin waktu pelaksanaan sesuai dengan yang telah direncanakan, agar dapat mendatangkan keuntungan yang maksimal, efisien serta efektif dalam pemakaian alat beratnya, untuk itu penulis memberi judul tugas akhir ini **“Analisa Kebutuhan Penggunaan Alat Berat Pada Proyek Pembangunan Jalan Sarilamak - Solok Bio-Bio Kabupaten Lima Puluh Kota”**

Pemerintah daerah Kabupaten Lima Puluh Kota pada tahun 2022 merasa perlu terjadinya perbaikan peningkatan jalan yang berlokasi di Jalan Sarilamak – Solok Bio Bio, karena mengingat lalu lintas pada daerah tersebut yang sangat padat dan sebagai alternatif jalan menuju objek wisata Lembah Harau dan menghambat laju mobilisasi, pekerjaan peningkatan jalan tersebut antara lain memperlebar bahu dan badan jalan. Untuk itu penulis melakukan studi tentang analisa pemakaian alat berat untuk mengetahui produktifitas dan pemakaian alat berat yang proyek tersebut gunakan.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang dikaji dalam penulisan ini menyangkut hal-hal sebagai berikut :

1. Berapa produktifitas pemakaian alat berat?
2. Berapa kebutuhan pemakaian alat berat?
3. Berapa waktu yang di butuhkan pada proyek tersebut?
4. Berapa kebutuhan biaya peralatan?

1.3 Maksud dan Tujuan

Maksud dari penelitian penggunaan pemakaian alat berat ini adalah untuk memperhitungkan kembali produktifitas dan kebutuhan alat berat yang digunakan dalam pelaksanaan proyek pembangunan Jalan Sarilamak – Solok Bio-Bio Kabupaten Lima Puluh Kota

1. Untuk menghitung produktifitas alat berat.
2. Untuk menghitung kebutuhan penggunaan alat.
3. Untuk menghitung waktu yang dibutuhkan alat berat
4. Untuk menghitung kebutuhan biaya penggunaan alat.

1.4 Batasan Masalah

Agar tidak melebarnya perhitungan dan pembahasan, maka penulis memberikan batasan masalah pada tugas akhir ini, yaitu :

1. Memakai data volume dari proyek pembangunan Jalan Sarilamak - Solok Bio-Bio Kabupaten Lima Puluh Kota.
2. Penulis menganalisa perhitungan mulai dari pekerjaan galian, penghamparan aspal dan pekerjaan peningkatan pada bahu jalan.
3. Pemilihan alat berat sesuai jenis pekerjaan.
4. Penggunaan alat berat sesuai dengan kebutuhan, sehingga pemakaian alat dapat lebih ekonomis dan efisien agar proyek selesai sesuai rencana.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistem penulisan tugas akhir ini terbagi menjadi beberapa bab, yang masing- masing bab terdiri dari sub-sub bab mengenai pokok permasalahan, kemudian diuraikan dengan tujuan agar dapat diketahui permasalahannya. Adapun garis besar susunannya adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini akan dibahas tentang latar belakang penulisan, maksud dan tujuan penulisan, batasan masalah, metode penulisan serta sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini akan di berikan beberapa gambaran mengenai analisis operasi dan produksi alat berat. Serta menjelaskan tentang waktu, jenis material, faktor efisiensi alat. Juga memaparkan prinsip dasar perhitungan produksi kerja alat.

BAB III METEDOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai metodologi penelitian yang dilakukan untuk mencapai tujuan dan sasaran. Menganalisa produksi alat berat, analisa kebutuhan jumlah alat, analisa waktu pelaksanaan dari data proyek.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini berisikan hasil pembahasan produksi alat berat, analisa kebutuhan jumlah alat, analisa waktu pelaksanaan tiap item pekerjaan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisikan kesimpulan dan saran yang di dapat dari hasil penulisan tugas akhir ini.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pendahuluan

Dalam pelaksanaan suatu proyek dipengaruhi oleh ketersediaan sumber daya yang akan diperlukan, termasuk pula dalam proyek pembangunan jalan raya. Ketersediaan tersebut dapat mempengaruhi efektifitas dan efisiensi pelaksanaan suatu proyek, baik dalam hal biaya maupun waktu pelaksanaan proyek. Salah satu sumber daya yang berperan penting adalah alat berat. Oleh karena kontribusi alat berat terhadap pelaksanaan proyek yang cukup penting serta biaya penggunaan alat berat yang relatif mahal, maka dibutuhkan suatu manajemen yang baik dalam mendayagunakan sumber daya alat berat ini (Surya Eka Priana, 2019).

Pada proyek pembangunan jalan Sarilamak - Solok Bio-Bio Kabupaten Lima Puluh Kota kebutuhan alat berat yang digunakan yaitu sesuai dengan item pekerjaannya yang didapat dari sumber dokumen kontrak peningkatan jalan Kabupaten Dinas Pekerjaan Umum Dan Penataan Ruang Kab. Lima Puluh Kota tahun 2022. Peningkatan jalan adalah kegiatan penangangan untuk dapat meningkatkan kemampuan ruas-ruas jalan dalam kondisi kritis agar ruas jalan tersebut bisa berfungsi efektif, diantara item pekerjaan peningkatan pada proyek Jalan Sarilamak – Solok Bio-Bio meliputi jenis pekerjaan perbaikan permukaan perkerasan dan pelebaran pada bahu jalan.

2.2 Manajemen Alat Berat

Menurut (Wilopo 2011), manajemen pemilihan dan pengendalian alat berat adalah proses perencanaan, pengorganisasian, memimpin dan mengendalikan alat berat untuk mencapai tujuan kerja yang telah ditentukan. Beberapa faktor yang harus diperhatikan dalam pemilihan alat berat, agar kesalahan dalam pemilihan alat dapat dihindari, antara lain:

1. Fungsi yang harus dilaksanakan. Alat berat di kelompokkan berdasarkan fungsinya, seperti untuk menggali, mengangkut, meratakan permukaan. Kapasitas peralatan. Pemilihan alat berat didasarkan pada volume total atau berat bahan yang harus dikerjakan. Kapasitas alat yang dipilih harus

sesuai sehingga pekerjaan dapat diselesaikan pada waktu yang telah ditentukan.

2. Modus operasi. Alat berat dipilih berdasarkan arah (horizontal atau vertikal) dan jarak pergerakan, kecepatan, frekuensi pergerakan.
3. Pembatasan metode yang digunakan. Pembatasan yang mempengaruhi pilihan mesin meliputi peraturan lalu lintas, biaya, dan pembongkaran. Selain itu, metode konstruksi yang digunakan dapat mengubah pemilihan alat
4. Ekonomi. Selain biaya investasi atau biaya sewa alat, biaya operasional dan pemeliharaan merupakan faktor penting dalam pemeliharaan alat berat;
5. Lokasi proyek. Lokasi proyek juga merupakan hal lain yang perlu diperhatikan dalam pemilihan alat berat. Sebagai contoh lokasi proyek di dataran tinggi memerlukan alat berat yang berbeda dengan lokasi proyek di dataran rendah.
6. Kondisi lapangan. Kondisi dengan medan yang sulit dan medan yang baik merupakan faktor lain yang mempengaruhi pemilihan alat berat.

2.3 Aspek Penggunaan Alat Berat

Dalam pengoperasian “Alat Berat” ada tiga aspek penting yang perlu diperhatikan yaitu :

- 1) Siklus Waktu
- 2) Material/Bahan
- 3) Peralatan produksi standar

2.3.1 Waktu Siklus

Menurut Amin (2015), siklus kegiatan pengoperasian alat berat di lapangan merupakan kegiatan yang dilakukan secara berulang-ulang. Pekerjaan utama dalam kegiatan ini adalah menggali, memuat, memindahkan, membongkar, dan kembali ke kegiatan awal. Semua kegiatan tersebut dapat dilakukan oleh satu alat atau beberapa alat dalam kegiatan tersebut.

Siklus kegiatan peralatan operasional di lapangan disebut *cycle time*. Selanjutnya, siklus waktu terdiri dari beberapa elemen, antara lain:

1. *Loading Time* (LT), adalah waktu yang diperlukan suatu alat untuk memuat bahan ke dalam alat angkut sesuai dengan kapasitas alat angkut.
2. *Hauling Time* (HT), adalah waktu yang diperlukan suatu alat untuk berpindah dari tempat pemuatan ke tempat pembongkaran.
3. *Return Time* (RT), adalah nilai waktu kepulangan yang lebih pendek dari waktu keberangkatan, karena kosong.
4. *Dumping Time* (DT), ini merupakan elemen penting dalam siklus waktu. Kali ini tergantung dari jenis tanah, jenis alat, dan cara yang digunakan.
5. *Waiting time* atau *Spotting Time* (ST), saat alat sudah dalam barisan dan menunggu sampai alat diisi ulang.

2.3.2 Material

Jenis tanah dan material yang akan diolah perlu diketahui untuk mengetahui tingkat kemudahan dan kesulitan pengolahan seperti kemudahan pemuatan, kemudahan penggusuran, penggalian dan sebagainya. Kemudahan atau kesulitan dalam mengolah bahan akan mempengaruhi lamanya waktu yang dibutuhkan. Dalam karya ini umumnya dibedakan tiga jenis bahan :

1. Material batu terdiri dari granit, batu gamping, cadas dan jenis batu lainnya
2. Material tanah merupakan jenis material yang hampir kita jumpai di muka bumi ini.
3. Material yang bercampur dengan batuan dan tanah disebut batuan, yang terdiri dari pecahan batuan yang sangat halus dan diklasifikasikan menurut ukuran partikelnya.

Berat material perlu diperhitungkan dalam pekerjaan pemindahan tanah agar dapat diperkirakan apakah peralatan yang akan digunakan mampu atau tidaknya melakukan satu jenis pekerjaan berdasarkan kapasitas beban, karena kapasitas ini memiliki bobot yang berbeda jika itu sarat dengan bahan yang berbeda. Misalnya sebuah *dump truck* yang memiliki kapasitas bak 15 m³ tentunya akan memiliki bobot yang berbeda jika dibebani dengan tanah liat dan dibebani dengan pasir, hal ini dikarenakan pasir dan tanah liat memiliki bobot yang berbeda. Berat material berikut dapat dilihat pada tabel 2.1 di bawah ini :

Tabel 2. 1 Berat Isi Tanah dan Agregat

No	Nama Bahan	Berat Isi Padat (Bip) (T/m ³)		Berat Isi Lepas (BiL) (T/m ³)	
		Min	Maks	Min	Maks
1	Water bound Macadam (5/7), Agregat Kls-C	1,740	1,920	1,582	1,699
2	Batu belah (gunung/kali)	1,200	1,600	0,914	0,960
3	Batu kali	1,200	1,700	0,960	0,971
4	Abu batu hasil pemecah batu	1,400	1,900	1,261	1,624
5	Chip (lolos ¾' tertahan No. 4)	1,220	1,300	1,109	1,150
6	Chip (lolos No.4 tertahan No.8)	1,430	1,500	1,300	1,327
7	Gravel/ sirtu dipecah dengan pemecah batu	1,620	1,950	1,373	1,473
8	Agregat halus, hasil pemecah batu	1,380	1,540	1,254	1,363
9	Agregat kasar, hasil pemecah batu/split/screen	1,320	1,450	1,200	1,283
10	Agregat kelas A, Kelas S	1,740	1,850	1,303	1,582
11	Agregat kelas B	1,760	1,880	1,324	1,600
12	Sirtu	1,620	2,050	1,444	1,473
13	Split, screen hasil pemecah batu	1,400	1,750	1,232	1,273
14	Pasir pasang, kasar	1,380	1,540	1,243	1,316
15	Pasir urug	1,300	1,600	1,040	1,151
16	Agregat ringan	1,300	1,500	0,600	0,750
17	Tanah biasa	1,350	1,650	1,000	1,200
18	Tanah gambut	0,850	1,150	0,600	0,850

Sumber : Permen PUPR No. 28 2016

2.3.3 Faktor efisiensi

Efisiensi didefinisikan sebagai persentase kerja alat yang efektif dibandingkan dengan total waktu kerja, misalnya beberapa menit pengoperasian alat yang efektif dalam satu jam kerja. Efisiensi sangat bergantung pada kondisi kerja dan faktor alam lainnya seperti topografi, keahlian operator, pemilihan standar pemeliharaan dan lain-lain yang berkaitan dengan pengoperasian alat. Pada kenyataannya sulit untuk menentukan besaran efisiensi kerja, namun berdasarkan pengalaman dapat ditentukan bahwa efisiensi kerja mendekati

kenyataan (Amin, 2015). Untuk faktor efisiensi kerja dapat dilihat pada tabel 2.2 dibawah ini :

Tabel 2.2 Faktor Efisiensi Kerja

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

Angka berwarna abu-abu tidak disarankan. Faktor efisiensi ini didasarkan pada kondisi operasi dan pemeliharaan secara umum. Faktor efisiensi untuk setiap jenis alat bisa berbeda.

Sumber : Permen PUPR No. 28 Tahun 2016

Menurut Peraturan PU 1986, standar produksi peralatan adalah batasan kemampuan peralatan untuk menghasilkan hasil kerja (produksi) sesuai dengan fungsi peralatan dalam situasi dan kondisi tertentu (dari peralatan, operator, jenis pekerjaan dan lingkungan).

- Faktor alat, jika dilihat dari sisi alat tidak memungkinkan untuk menggunakan alat dengan batas waktu yang tidak terbatas tanpa adanya jeda sehingga memerlukan waktu untuk mendinginkan alat setelah bekerja dalam jangka waktu tertentu sesuai dengan petunjuk/ aturan pakai yang dikeluarkan dari pabrik. Hal inilah yang menyebabkan efisiensi suatu alat tidak dapat dihitung 100%. Selain itu pengaruh umur alat juga akan mempengaruhi hasil kerja alat sehingga hasil kerja alat tidak menjadi 100%.
- Faktor manusia, dimana tenaga manusia yang mengoperasikan alat sebagai operator juga belum tentu dapat bekerja secara terus menerus dalam jangka waktu yang lama karena keterbatasan tenaga manusia itu sendiri. Oleh karena itu perlu dilakukan koreksi terhadap faktor efisiensi dalam suatu perhitungan agar perhitungan produksi kerja menjadi lebih aktual.
- Faktor cuaca merupakan dampak yang tidak dapat diprediksi. Pengaruh cuaca (panas, mendung, gelap, hujan) menyebabkan hasil produksi

berbeda-beda untuk setiap pekerjaan, operator peralatan dan material tertentu.

- Faktor kondisi lapangan, merupakan pengaruh kondisi lapangan (berat, sedang, ringan) tempat peralatan dioperasikan, yang mengakibatkan hasil produksi bervariasi.
- Bahan, adalah faktor pengaruh jenis dan kondisi bahan yang dikerjakan (pasir dengan kerikil, pasir dan tanah dengan kerikil, kerikil, pasir kering, pasir basah, tanah liat kering, tanah liat basah, tanah basah kering dan lain-lain) yang Peralatan *output* produksi bervariasi untuk jenis pekerjaan dan operator tertentu.
- Faktor manajemen, adalah seni agar semua kegiatan dalam suatu sistem berjalan lancar, sesuai arah/tujuan, efektif, ekonomis, aman dan terkoordinasi. Manajemen yang baik tergantung pada sistem yang dijalankan oleh kebijakan-kebijakan seorang manajer. Sejak tahap awal atau tahap dimana kegiatan belum dimulai, ada keyakinan bahwa semua kegiatan akan dilakukan tepat waktu, dengan kualitas yang tepat dan biaya yang tepat.

Sehingga dapat dikatakan bahwa faktor efisiensi kerja harus diperhitungkan dalam setiap perhitungan produksi kerja alat berat. Berdasarkan pengalaman penggunaan peralatan di lingkungan Departemen Pekerjaan Umum pada tahun 1986, ditentukan faktor-faktor yang mempengaruhi produksi peralatan sebagai berikut :

1. Faktor peralatan (E1)
 - Untuk peralatan yang baik baru = 1,00
 - Untuk peralatan yang baik lama = 0,90
 - Untuk peralatan yang rusak ringan operasi = 0,80
2. Faktor operator (E2)
 - Untuk operator kelas I = 1,00
 - Untuk operator kelas II = 0,80
 - Untuk operator kelas III = 0,70
3. Faktor material (E3)

Non kohesif	= 0,6 – 1,00
Kohesif	= 0,75 – 1,10
4. Faktor manajemen dan sifat manusia (E4)	
Sempurna	= 1,00
Baik	= 0,92
Sedang	= 0,82
Buruk	= 0,75
5. Faktor cuaca (E5)	
Baik	= 1,00
Sedang	= 0,80
6. Faktor kondisi lapangan (E6)	
Berat	= 0,70
Sedang	= 0,80
Ringan	= 1,00
7. Faktor total	
Total faktor (E) ialah semua faktor kondisi di lapangan, operator, material, manajemen, lingkungan dan lain lain.	
$E = E1 \times E2 \times E3 \times E4 \times E5 \times E6$(2.1)

2.4 Alat yang digunakan pada proyek

Pada proyek ini kebutuhan alat berat yang digunakan sesuai dengan item pekerjaan yaitu :

1. Pekerjaan Persiapan Tanah Dasar, alat yang digunakan:
 - *Motor Grader* untuk mengahampar agregat
 - *Vibrator Roller* untuk pemadatan *breakdown* hasil hamparan

2. Pekerjaan galian biasa, alat yang digunakan:
 - *Excavator* untuk penggalian galian biasa dan memuat hasil galian ke *dump truck*
 - *Dump Truck* untuk mengangkut atau membuang material galian dari lokasi proyek

3. Pekerjaan timbunan tanah, alat yang digunakan :
 - *Excavator* untuk mengangkut bahan atau material untuk penimbunan
 - *Dump Truck* untuk mengangkut atau membuang material timbunan dari lokasi proyek
 - *Vibrator Roller* untuk pemadatan *breakdown* hasil hamparan
4. Pekerjaan lapis pondasi Agregat Kelas A, alat yang digunakan:
 - *Wheel Loader* untuk memasukkan material ke *coldbin* AMP
 - *Motor Grader* untuk menghampar agregat
 - *Dump Truck* untuk mengangkut aspal ke lokasi proyek
 - *Vibrator Roller* untuk pemadatan *breakdown* hasil hamparan
 - *Water Tanker* penyiraman hasil hamparan
5. Pekerjaan laston lapis aus (AC-BC).
 - *Wheel Loader* untuk memasukkan material ke *coldbin* AMP
 - *Asphalt Mixing Plant* (AMP)
 - *Dump Truck* untuk mengangkut aspal ke lokasi proyek
 - *Asphalt Finisher* untuk menghamparkan aspal
 - *Tandem Roller* untuk pemadatan *breakdown* hasil hamparan
 - *Pneumatic Tyre Roller* untuk memadatkan AC-BC
6. Pekerjaan lapis resap pengikat aspal cair/emulsi, alat yang digunakan:
 - *Asphalt Sprayer* untuk menyemprotkan lapisan aspal cair

2.5 Prinsip Dasar Perhitungan Produksi Kerja

Seperti telah dikemukakan di atas, produksi kerja alat berat dipengaruhi oleh tiga faktor yaitu waktu, material dan efisiensi. Dari ketiga faktor tersebut, jenis bahan merupakan faktor yang sangat menentukan. Karena pada hakikatnya waktu dan efisiensi tergantung dari jenis bahan yang diproses.

Secara umum, produksi alat berat jenis apapun memiliki pola dan prinsip perhitungan yang sama. Langkah perhitungan yang harus dilakukan tidak jauh berbeda. Tiga langkah dasar untuk menghitung produksi kerja:

2.5.1 Menghitung Kapasitas Aktual

Untuk menghitung kapasitas aktual dapat dilakukan dengan cara menghitung material yang terbawa dalam satu siklus kerja merupakan langkah pertama yang harus dilakukan. Kapasitas aktual (muatan persiklus) ini tergantung pada ukuran mangkok pada pembawa material yang ada pada tiap alat (*blade bulldozer, 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, karena semakin besar ukuran *blade/bucket* maka akan semakin besar pula nilai kapasitas aktual yang akan dikerjakan alat berat. Adapun 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* dan faktor isi *bucket* maka isi aktual *bucket* dapat diketahui dengan rumus :

$$\text{Isi Aktual } \textit{Bucket} = \text{Kapasitas } \textit{Bucket} \times \text{Faktor Isi} \quad \dots\dots\dots(2.2)$$

2.5.2 Menghitung Waktu Siklus

Untuk mendapatkan jumlah siklus per jam, hitung waktu siklus terlebih dahulu. Waktu siklus terdiri dari waktu tetap dan waktu variabel. Waktu ini sering didefinisikan sebagai konstanta waktu untuk semua jenis bahan dan kondisi. Untuk penentuan waktu tetap berdasarkan studi yang telah dilakukan di pasar. Biasanya dalam lembar spesifikasi diberikan data tentang waktu tetap ini. Sedangkan untuk variabel waktu harus dihitung berdasarkan keadaan sebenarnya di lapangan yaitu dengan memperhatikan setiap kondisi yang menjadi kunci perhitungan produksi kerja alat berat karena dari siklus inilah jumlah trip atau siklus yang menjadi beban berat. peralatan yang mampu bekerja dalam satuan jam kerja yang akan diperoleh.

$$C_t = \text{waktu gali} + (\text{waktu putar} \times 2) + \text{waktu buang} \quad \dots\dots\dots(2.3)$$

2.5.3 Menghitung Produksi Kerja Aktual (PKA)

Produksi kerja aktual merupakan produksi kerja yang dapat dihasilkan oleh alat berat dalam satu jam dengan memperhitungkan seluruh faktor-faktor koreksi

dan faktor-faktor efisiensi yang ada dalam satuan (m^3/jam). Untuk menentukan produksi kerja secara teoritis dengan melakukan langkah ketiga ini. Langkah ini menentukan produksi kerja alat berat dengan menghitung semua faktor yang mempengaruhinya.

$$Q = \frac{V \times Fb \times Fa \times 60}{Tsl \times fk} \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana :

- V = Kapasitas bucket
- FK = Faktor pengembangan bahan
- Fa = Faktor efisiensi alat
- Fb = Faktor bucket

2.6 Metode perhitungan produksi kerja satu unit peralatan

Secara umum prinsip perhitungan produksi kerja alat berat untuk semua jenis alat seperti : alat angkut, *digger*, *loader* dan lain-lain adalah sama. Misalnya perbedaan alat angkut dan alat gali dalam menentukan *cycle time*. Namun dalam prakteknya terdapat sedikit perbedaan terutama dalam menghitung *cycle time*. Dalam menghitung produksi kerja alat gali seperti *excavator*, waktu angkut tidak termasuk waktu siklus per jam sehingga waktu angkut tidak perlu dihitung. Namun untuk *dump truck* yang merupakan alat transportasi, maka waktu angkutlah yang perlu diperhatikan dengan seksama (Ramona, 2013). Tetapi perhitungannya tetap tidak berbeda.

Dalam pembahasan ini, produksi kerja peralatan yang akan dibahas adalah

1. *Wheel Loader*
2. *Dump truck*
3. *Motor grader*
4. *Vibrator Roller*
5. *Excavator*
6. *Asphalt Mixing Plant (AMP)*
7. *Pneumatic tire roller*
8. *Asphalt finisher*

- 9. *Tandem Roller*
- 10. *Asphalt Sprayer*
- 11. *Water Tank Truck*

2.6.1 Wheel Loader

Loader adalah alat yang berfungsi untuk memuat material ke dalam unit pengangkut seperti *dump truck*. Selain itu juga dapat digunakan untuk memindahkan material pendek yang jaraknya tidak lebih dari 300 m. Gambar *wheel loader* dapat dilihat pada Gambar 2.1 di bawah ini :



Gambar 2. 1 Wheel Loader

Sumber : <https://ccmodels.com/iron-profile-cat-914g-wheel-loader/> (13 Februari 2023)

Sesuai dengan fungsinya sebagai *loader*, hasil kerja *wheel loader* adalah beberapa meter kubik material yang dapat dimuat dalam satu jam kerja. Faktor pemuat beroda *bucket* adalah sebagai berikut :

Tabel 2. 3 Faktor Bucket Wheel Loader

Kondisi Penumpahan	Faktor <i>bucket</i>
Mudah	1,0 – 1,1
Sedang	0,85 – 0,95
Agak sulit	0,80 – 0,85
Sulit	0,75 -0,80

Sumber : Permen PUPR No. 28 Tahun 2016

Wheel loader melakukan empat gerakan dalam satu siklus kerja yaitu memuat, mengangkat, membuat dan mengembalikan. Waktu siklus wheel loader dapat dilihat pada tabel dibawah ini 2.4 dibawah ini :

Tabel 2. 4 Waktu Siklus Wheel Loader

Memuat (detik)	Mengangkat (detik)	Membuang (detik)	Waktu kembali (detik)
15-25	10-15	15-25	15-20

Sumber : Permen PUPR No. 28 Tahun 2016

Untuk menghitung produksi kerja *wheel loader*, berdasarkan Peraturan Menteri PUPR No. 28 Tahun 2016, diperoleh rumus sebagai berikut:

$$Q = \frac{V \times Fb \times Fa \times 60}{Ts}, m^3/jam \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana :

- Q = Kapasitas produksi, m³/jam
- V = Kapasitas *bucket* (1,5 m³, munjang), m³
- Fb = Faktor *bucket*
- Fa = Faktor efisiensi alat
- Ts = Waktu siklus (memuat dan lain-lain)(0,45 menit), menit

2.6.2 Dump Truck

Dump truck adalah alat untuk membantu pekerjaan mengangkat dan memindahkan material tanah. *Dump truck* sangat baik untuk mengangkat material dalam jarak yang relatif jauh. Ada berbagai ukuran truk yang dapat digunakan di lapangan (Hasyim & Shinta, 2017). Gambar *dump truck* dapat dilihat pada Gambar 2.2 di bawah ini



Gambar 2. 2 Dump Truck

Sumber : <https://hinojambijayaindah.wixsite.com/mysite/hino-500> (13 Februari 2023)

Dump truck adalah alat yang digunakan untuk memindahkan material dengan jarak menengah hingga jauh. Berdasarkan metode pembongkarannya, ada tiga jenis *dump truck*, yaitu:

1. *Rear Dump Truck* (penumpahan ke belakang)
2. *Side Dump Truck* (penumpahan ke samping)
3. *Bottom Dump Truck* (penumpahan ke bawah)

a) Menghitung Waktu Siklus

Menurut Rochmanhadi (1985), menghitung siklus *dump truck* dengan menghitung waktu yang dibutuhkan adalah :

1. Waktu Saat memuat, *loader* diharuskan memuat *dump truck*.
2. Waktu angkut material dan kembali dalam keadaan kosong.
3. Waktu bongkar muatan di daerah bongkaran.
4. Waktu yang dibutuhkan *dump truck* untuk mengambil posisi dimuati dan untuk *loader* memuati *dump truck*.

Waktu *loading* sangat ditentukan oleh *loader* yang akan digunakan. Untuk bisa menentukan waktu *loading*, *dump truck* sangat menentukan *loader*. Semakin besar *loader* secara langsung, semakin pendek waktu pemuatan *dump truck*. Salah satu data yang perlu diketahui adalah produksi kerja *loader* yang digunakan dalam m³/jam. Dengan mengetahui produksi kerja ini, *loading time* dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Waktu Muat} = \frac{\text{Kapasitas Bak Dump Truck (m}^3\text{)}}{\text{Produksi Kerja Alat Pemuat (m}^3\text{/jam)}} \times 60 \text{ menit/jam} \dots\dots(2.6)$$

Selanjutnya, waktu transportasi dan waktu kembali sangat tergantung pada jarak dan kecepatan. Jarak angkut dapat ditempuh berdasarkan kondisi kerja di lapangan. Sedangkan kecepatan ditentukan oleh kemampuan atau tenaga yang ada pada *dump truck* itu sendiri. Untuk waktu angkut dan waktu pulang dapat dihitung dengan rumus di bawah ini:

$$\text{Waktu Angkut} = \frac{\text{Jarak Angkut}}{\text{Kecepatan Angkut (km/jam)}} \times 60 \text{ menit/jam} \dots\dots\dots(2.7)$$

$$\text{Waktu Kembali} = \frac{\text{Jarak Kembali}}{\text{Kecepatan Kembali (km/jam)}} \times 60 \text{ menit/jam} \dots\dots\dots(2.8)$$

Kecepatan rata-rata *dump truck* baik kosong maupun bermuatan dapat ditentukan dengan tabel 2.5 di bawah ini :

Tabel 2.5 Kecepatan Rata-rata *Dump truck*

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 : Permen PUPR No. 28 Tahun 2016

b) Menghitung Produksi Kerja Aktual

Untuk menghitung kapasitas produksi *dump truck* berdasarkan Permen PU 1986 dengan rumus umum dibawah ini :

$$Q = Q' \times E \dots\dots\dots(2.9)$$

Dengan ketentuan :

$$Q' = \frac{60 \times q}{Ct \times bm} \dots\dots\dots(2.10)$$

$$\text{Waktu muat} = \frac{V \times 60}{D \times QEc_v}; \text{ menit} \dots\dots\dots(2.11)$$

$$\text{Waktu tempuh isi} = (L/V_1) \times 60; \text{ menit} \dots\dots\dots(2.12)$$

$$\text{Waktu tempuh kosong} = (L/V_2) \times 60; \text{ menit} \dots\dots\dots(2.13)$$

Dimana :

- Q = Produksi peralatan; (m³/jam)
- Q' = Produksi maksimum teoritis; (m³/jam)
- q = Kapasitas angkut; (ton)
- E = Faktor efisiensi alat
- Ct = Waktu siklus; menit
- bm = Berat isi/volume material (lepas, gembur); (ton/m³)
- V₁ = Kecepatan rata-rata bermuatan (km/jam)
- V₂ = Kecepatan rata-rata kosong (km/jam)
- 60 = Konversi jam ke menit

2.6.3 Motor Grader

Motor grader adalah alat berat yang digunakan untuk mengupas, memotong, meratakan suatu pekerjaan tanah, terutama dalam pekerjaan finishing, pembuatan lereng tanah atau juga pembuatan jalan dan perawatan jalan. tidak dihitung dalam meter kubik (m³) tanah atau material yang dapat dipindahkan, tetapi dengan berapa luas permukaan tanah yang dapat dibentuk atau dibersihkan setiap jam, dengan kata lain motor grader dihitung dalam meter persegi per jam (m²/jam) (Harzy, 2020). Gambar *motor grader* dapat dilihat pada Gambar 2.3 berikut ini:



Gambar 2. 3 Motor Grader

Sumber : <https://www.trakindo.co.id/id/product-detail/120k> (13 Februari 2023)

Motor Grader digunakan untuk tujuan berikut :

- a) *Grading* (perataan permukaan tanah).
- b) *Shaping* (pemotongan untuk mendapatkan bentuk / profil tanah).
- c) *Bank shoping* (pemotongan dalam pembuatan talud).
- d) *Scarifying* (penggarukan untuk pembuatan saluran).
- e) *Dithing* (pemotongan untuk pembuatan saluran).
- f) *Mixing and spreading* (mencampur dan menghamparkan material dilapangan).

a) **Menghitung Luas Lintasan**

Menghitung luas jalur kerja adalah luas permukaan tanah yang dapat dibersihkan atau dapat dibentuk jalur kerja. Daerah ini tergantung pada dua faktor, yaitu:

- a. Lebar efektif *blade*
- b. Panjang lintasan

Lebar sudut efektif adalah perkiraan lebar bersih permukaan tanah yang dapat diratakan dalam sekali lintasan. Panjang lintasan, juga belum ada penentuan pasti berapa lama lintasan kerja *motor grader* efektif. Karena panjang lintasan ini sangat bergantung pada kondisi kerja di lapangan. Hanya saja perlu diperhatikan jika terlalu singkat akan merugikan dari segi waktu tetap dan jika terlalu lama juga akan mempengaruhi waktu pelaksanaan pekerjaan secara keseluruhan (Harzy, 2020). Untuk lebar mata pisau dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 2. 6 Lebar *Blade Motor Grader*

Model Alat	Lebar <i>Blade</i> (m)	Perkiraan Lebar Efektif <i>Blade</i> (m)
120 B	2,60	2,42 – 2,32
140 B	2,76	2,56 – 2,46
120 G	2,49	2,29 – 2,19
130 G	2,57	2,37 – 2,27
12 G	2,57	2,37 – 2,27
140 G	2,57	2,37 – 2,27
14 G	2,87	2,67 – 2 57
16 G	3,10	2,90 – 2,80

Sumber : *Cartepillar Performance Handbook*, dalam Nabar, 1998

Untuk panjang pisau efektif (*L*) *motor grader* dapat dilihat pada tabel 2.6 dibawah :

Tabel 2. 7 Panjang pisau efektif

Panjang pisau (blade)		2,2	3,2	3,7	4,0	4,3
Panjang pisau efektif	Sudut pisau 60°	1,9	2,7	3,2	3,5	3,7
	Sudut pisau 45°	1,6	2,2	2,6	2,8	3,0

Sumber : *Permen PU 1986*

Untuk kecepatan rata-rata *Motor Grader* dapat dilihat pada tabel 2.7 dibawah :

Tabel 2. 8 Kecepatan Kerja *Motor Grader*

Jenis Pekerjaan	Kecepatan Kerja (km/jam)
Perbaikan jalan biasa	2,0 – 6,0
Membuat parit	1,6 – 4,0
<i>Finishing</i> tanah asli (perapian tebing)	1,6 – 2,6

Meratakan tanah	1,6 – 4,0
Mengatur ketinggian (<i>leveling</i>)	2,0 – 8,0

Sumber : Permen PU 1986

Tabel 2.9 Faktor Efisiensi Kerja Alat (F_a) *Motor Grader*

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

Sumber : Permen PUPR No. 28 Tahun 2016

b) Menghitung Waktu Siklus

Waktu siklus *motor grader* terdiri dari waktu *grading* dan waktu tetap. Waktu *grading* adalah waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pekerjaan perataan. Sedangkan waktu tetap adalah waktu yang digunakan untuk rotasi, akselerasi, perlambatan dan lain-lain.

Untuk satu lintasan waktunya dapat ditentukan dengan rumus dibawah :

$$\text{Waktu Grading} = \frac{\text{Panjang Lintasan (km atau m)}}{\text{Kecepatan Grading (km/jam atau m/jam)}} \dots\dots\dots(2.14)$$

$$\text{Waktu Siklus} = \text{Waktu Grading} + \text{Waktu Tetap} \dots\dots\dots (2.15)$$

c) Produksi Kerja Aktual

Untuk menghitung kapasitas produksi motor grader berdasarkan Permen PU 1986 dengan rumus umum dibawah ini :

$$Q = Q' \times E \dots\dots\dots(2.16)$$

Dengan ketentuan :

$$Q' = \frac{V \times (Le - Lo) \times 1000}{N} \dots\dots\dots(2.17)$$

Dimana :

- Q = Produksi peralatan; m²/jam
- Q' = Produksi maksimum teoritis; m²/jam
- Le = Panjang pisau (*blade*); m
- Lo = Lebar *overlap*; m
- N = Jumlah lintasan
- E = Faktor efisiensi
- 1000 = Konversi km ke m

2.6.4 Vibrator Roller

Menurut Rochmanhadi (1982), *vibrator roller* merupakan alat yang memungkinkan untuk digunakan secara luas pada setiap jenis pekerjaan pemadatan. Efek yang ditimbulkan oleh *vibrator roller* adalah gaya dinamis pada tanah (Harzy, 2020). Gambar *vibrator roller* dapat dilihat pada Gambar 2.4 berikut ini:



Gambar 2. 4 Vibrator Roller

Sumber : https://www.sakainet.co.jp/en/products/soil_compactor/sv521Dseries.html (13 Februari 2023)

Vibrator roller memiliki efisiensi pemadatan yang sangat baik. Alat ini memungkinkan penggunaan yang luas di setiap jenis pekerjaan pemadatan. Efek yang ditimbulkan oleh *vibrator roller* adalah gaya dinamis terhadap tanah. Butir tanah cenderung mengisi ruang kosong di antara butir. Sehingga akibat getaran tersebut tanah menjadi lebih padat dengan susunan yang lebih kompak (Kaseke, Kulo, & Waani, 2017). Pada tabel di bawah ini Anda dapat melihat lebar pemadatan

Tabel 2. 10 Lebar Pemadatan

Jenis alat	Lebar Pemadatan (m)
<i>Soil Compactor CS-323</i>	1,22
<i>Soil Compactor CS-431C/CS-433C</i>	1,68
<i>Soil Compactor CS-563C/CS-583C</i>	2,13
<i>DDV Asphalt Compactor CB-214C</i>	1,00
<i>DDV Asphalt Compactor CB-224C</i>	1,20
<i>DDV Asphalt Compactor CB-434C</i>	1,442
<i>DDV Asphalt Compactor CB-634C</i>	2,013
<i>Pneumatic Tire Asphalt Compactor PS-180</i>	1,727
<i>Pneumatic Tire Asphalt Compactor PS-300</i>	1,90
<i>Pneumatic Tire Asphalt Compactor PS-500</i>	2,42

Sumber : *Cartepillar Performance Handbook, dalam Nabar, 1998*

Tabel 2. 11 Kecepatan Gilas

No	Jenis Alat Pematik	Kecepatan Gilas (km/jam)
1	<i>Steel Wheel Roller</i>	Sekitar 2,0
2	<i>Tire Roller</i>	Sekitar 2,5
3	<i>Vibrator Roller</i>	Sekitar 1,5
4	<i>Soil Compactor</i>	4 s.d 10
5	<i>Stamper</i>	Sekitar 1,0

Sumber : *Permen PU 1986*

Tabel 2. 12 Jumlah Lintasan (N)

No	Jenis Alat	Jumlah Lintasan
1	<i>Road Roller (macam 3-Wheel, Sheep foot)</i>	4 s.d 8 lintasan
2	<i>Tire Roller (Pneumatic tire roller)</i>	3 s.d 5 lintasan
3	<i>Vibrator Roller</i>	4 s.d 12 lintasan
4	<i>Soil Compactor</i>	4 s.d 12 lintasan

Sumber : *Permen PU 1986*

Untuk menghitung kapasitas produksi *vibrator roller* berdasarkan Permen PU 1986 dengan rumus umum dibawah ini :

$$Q = Q' \times E \quad \dots\dots\dots(2.18)$$

Dengan ketentuan :

$$Q' = \frac{W \times V \times H \times 1000}{N} \quad \dots\dots\dots(2.19)$$

Dimana :

Q = Produksi peralatan; m³/jam

Q' = Produksi maksimum; m³/jam

W = Lebar efektif pemadatan; m

V = Kecepatan gilas; km/jam

H = Tebal material padat; m

N = Jumlah lintasan

1000 = Perkalian dari km ke m

2.6.5 Excavator

Karakteristik penting dari *excavator* adalah bahwa mereka umumnya menggunakan tenaga *diesel* dan mesin penuh serta sistem hidrolik penuh. Pengoperasian penggalian yang paling efisien adalah dengan menggunakan metode heel and toe (ujung dan pangkal), dimulai dari atas ke bawah. Bagian atasnya bisa berputar (*swing*) 360 derajat. Keunggulan *excavator* adalah dapat mendistribusikan beban secara merata ke seluruh *vessel*. Artinya lebih mudah mengatur beban sehingga *dump truck* dapat berjalan seimbang. (Sumber: Jurnal statis sipil vol 5 no.7 Kulo, E. N., Waani, J. E., & Kaseke, O. H. (2017))

1. Menghitung kapasitas actual bucket

Cara menghitung isi aktual bucket adalah dengan menghitung volume material yang terangkut oleh bucket excavator dalam satu siklus kerja. Isi aktual bucket tergantung pada kapasitas bucket dan jenis material.

Cara menghitung isi sebenarnya dari *bucket* adalah dengan menghitung volume material yang diangkut oleh *bucket excavator* dalam satu siklus kerja. Isi sebenarnya dari *bucket* bergantung pada kapasitas *bucket* dan jenis material.

Tabel 2.13 Faktor pengisian *bucket*

KONDISI PEMUATAN		FAKTOR
Ringan	Menggali dan membuat <i>stockpile</i> atau material yang telah dikeruk oleh excavator lain, yang tidak membutuhkan gaya gali dan dapat dibuat	1.0 – 0.0
Sedang	Menggali dan memuat <i>stockpile</i> lepas dari tanah yang lebih sulit untuk digali dan dikeruk tetapi dapat dimuat hampir munjung. Pasir kering, tanah berpasir, tanah campuran, tanah liat, <i>gravel</i> yang belum disaring, pasir yang telah memadat dan sebagainya, atau menggali dan memuat <i>gravel</i> langsung dari bukit <i>gravel</i> asli.	0.8 – 0.6
Agak sulit	Menggali dan memuat batu-batu pecah, tanah liat yang keras, pasir campur kerikil, tanah berpasir, tanah koloidal liat, tanah liat dengan kadar air tinggi yang telah di <i>stockpile</i> oleh excavator lain. Sulit untuk mengisi <i>bucket</i> dengan material tersebut.	0.6 – 0.5
Sulit	Bongkahan, batuan besar dengan bentuk tak teratur dengan ruangan diantaranya batuan hasil ledakan, batuan bundar, pasir campur tanah liat, tanah liat yang sulit untuk dikeruk dengan <i>bucket</i>	0.5 – 0.4

Sumber : Rochmanhadi, 1985

Tabel 2.14 Kapasitas *Bucket Excavator*

Model alat	Kapasitas bucket (M³)	Model alat	Kapasitas bucket
219 DCL	0,44 - 1,04	224B	0,35 - 1,20
235 C	1,00 - 2,30	E70B	0,14 – 0,34
235C TA	1,00 - 2,30	E110B	0,22 - 0,63
245B SII	1,90 - 3,30	E120B	0,22 - 0,71
205B	0,28 - 0,79	E140B	0,29 - 0,75
211 LC	0,34 - 0,85	E200B	0,67 - 1,10
213 LC	0,45 - 0,98	E240B	0,58 - 1,44
206B FT	0,28 - 0,79	E300B	0,58 - 1,44
214B	0,45 - 0,98	EL300B	0,76 - 1,82
215D LC	0,44 - 1,04	E450B	1,15 - 2,35
219D	0,44 - 1,04	E650B	1,80 - 3,00

Sumber : (caterpillar performance handbook edisi 6 ; 1995)

Sedangkan “*Carry Factor*” ditentukan berdasarkan jenis material yang diproses. Untuk excavator, *Carry Factor* hanya dibagi menjadi lima jenis material seperti terlihat pada tabel 2.4.

Tabel 2.15 *Carry factor Hidroulic Excavator*

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	1,0 – 0,9
Sulit	Batu Pecah	0,9 – 0,8

Sumber : Permen PU No.11/PRT/M/2013)

Bila kapasitas *bucket* dan *carry factor* material sudah diketahui maka kapasitas aktual dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut :

$$\boxed{\text{Kapasitas Aktual Bucket} = \text{Kapasitas} \times \text{Carry factor}} \quad \dots\dots(2.20)$$

2. Menghitung Waktu Siklus

Adapun siklus kerja dari *excavator* (hidraulis) terdiri dari empat gerakan :

- 1) Membuat *bucket*
- 2) Mengayun bermuatan
- 3) Membuang muatan
- 4) Berayun kosong

Tabel 2.16 Waktu untuk menggali (detik)

KONDISI PENGGALIAN	MUDAH	SEDANG	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 : Permen PU No.11/PRT/M/2013

Tabel 2.17 Waktu untuk *swing*

SWING (DERAJAT)	WAKTU (DETIK)
45° - 90°	4-7
90° - 180°	5-8

Sumber : Permen PU No.11/PRT/M/2013

Waktu untuk membuang atau memuatkan :

- 1) Tempat buang sempit, misalnya truk = 5 – 8 detik
- 2) Tempat buang longsor, misalnya *stockpile* = 3 - detik

Tabel 2.18 Faktor Efisiensi Kerja Alat (Fa)

Kondisi operasi	Faktor efisiensi
Baik	0,83
Sedang	0,75
Agak kurang	0,67
Kurang	0,58

Sumber : Permen PU No.11/PRT/M/2013

Maka waktu siklus

$$Ct = \text{waktu gali} + (\text{waktu putar} \times 2) + \text{waktu buang} \quad \text{.....(2.21)}$$

Menghitung Jumlah Siklus per jam.

$$\text{Jumlah siklus per jam} = 60 \text{ menit} / \text{total waktu siklus.} \quad \text{.....(2.22)}$$

3. Menghitung produksi kerja aktual (PKA)

Produksi kerja aktual adalah hasil yang diperoleh pada langkah ketiga dikalikan dengan faktor efisiensi kerja. Faktor efisiensi kerja yang dimaksud disini adalah kemampuan operator untuk bekerja dalam satu jam.

$$Q = \frac{V \times Fb \times Fa \times 60}{Ts1 \times fk} \quad \text{.....(2.23)}$$

V = Kapasitas bucket

FK = Faktor pengembangan bahan

Fa = Faktor efisiensi alat

Fb = Faktor *bucket*

2.6.6 Asphalt Mixing Plant (AMP)

Menurut Rostiyanti (2002), *asphalt mixing plant* adalah alat berat yang digunakan sebagai tempat pengadukan, pemanasan dan pencampuran campuran aspal. Ada dua jenis AMP yang sering digunakan yaitu *drum mix plant* dan *batch plant*. *Asphalt Mixing Plant* yang digunakan pada proyek ini adalah tipe *Batch Plant*.



Gambar 2.5 Asphalt Mixing Plant (AMP)

Sumber : <https://www.ritchiespecs.com> (13 Februari 2023)

Anonim (2005), menyatakan bahwa perbedaan kedua jenis AMP ini terletak pada kelengkapan dan proses pengerjaannya. Proses pencampuran pada *batch plant* tipe AMP diawali dengan penimbangan agregat, bahan pengisi bila diperlukan dan aspal sesuai komposisi yang telah ditentukan dan mencampurnya dalam *mixer/pugmill* selama waktu tertentu. Pada *drum mix plant* tipe AMP, agregat panas langsung dicampur dengan aspal panas di dalam drum pemanas, pencampuran agregat dilakukan dengan mengatur bukaan pintu di *cold bin* dan penentuan aspal ditentukan berdasarkan aliran dari pompa aspal, skema operasi untuk AMP tipe *batch*.

a. Skema pengoperasian *Asphalt Mixing Plant Tipe Batch*

Bagian pertama dari AMP ini adalah bin dingin (*cold bin*), yaitu tempat penyimpanan agregat dengan gradasi tertentu sesuai dengan tumpukan agregat (*stockpile*), kemudian agregat dibawa melalui elevator ke dalam pengering (*dryer*) untuk dipanaskan dan dikeringkan pada temperatur tertentu. Agregat yang telah dikeringkan dan dipanaskan diangkut untuk disaring dengan unit ayakan panas (*hot screening test*) dan dipisahkan dalam beberapa ukuran yang selanjutnya dikirim ke bin panas (*hot bin*), pada AMP tipe *batch* umumnya terdapat 4 bin untuk menampung agregat dalam berbagai ukuran fraksi yang telah dipisah-pisahkan.

Pada tahap penakaran/timbangan, terdapat dua timbangan yaitu timbangan agregat (*aggregate weight hopper*) dan timbangan aspal (*asphalt weight hopper*). Timbangan agregat diletakkan langsung di bawah *hot bin* sehingga hasil penimbangan agregat langsung disalurkan secara mekanis ke dalam *mixer/pugmill*. Sedangkan pada pertimbangan aspal, aspal terlebih dahulu dipanaskan lalu dialirkan ke dalam timbangan kemudian dimasukkan kedalam *mixer/pugmill*. Setelah dilakukan pencampuran kemudian campuran aspal agregat (*mix asphalt*) dituang kedalam *dump truck* untuk didistribusikan kelokasi proyek. Hal tersebut berbeda dengan sistem pengoperasian untuk AMP tipe *drum mix*, skema pengoperasian untuk AMP tipe *drum mix*.

b. Skema Pengoperasian *Asphalt Mixing Plant Tipe Drum Mix*

Pada *drum mix* tipe AMP, agregat ditumpuk dalam *stockpile* sesuai dengan ukuran pecahannya dan segera dimasukkan ke dalam *cold bin*. Proporsi setiap fraksi yang disalurkan ke *drum mix* diatur dengan mengatur bukaan di *cold bin* (tidak ada unit *hot filter*). Untuk menjamin pasokan agregat ke campuran *drum* sesuai rencana, perangkat kontrol dipasang di setiap pintu bukaan *cold bin*. Sistem aplikasi aspal tipe *drum* AMP adalah sistem mekanik kontinyu yang proporsinya disesuaikan dengan berat agregat kering dan dapat dilihat pada meteran aspal di panel kontrol, selanjutnya produksi campuran aspal terus mengalir sehingga persimpangan diperlukan untuk wadah, sedangkan campuran dipindahkan ke truk pengangkut (*dump truck*). Pengukuran berat umumnya dicatat oleh sistem panel kontrol.

Rostiyanti (2002), berpendapat bahwa, rumus yang berkaitan dengan perhitungan produktivitas AMP yaitu :

$$P = \frac{60 \times V \times E}{T} \quad \dots\dots (2.24)$$

- dimana: P = produktivitas (ton/jam);
V = volume (ton);
E = efisiensi alat AMP;
T = waktu siklus produksi (menit).

2.6.7 *Pneumatic Tire Roller*

Alat ini berfungsi sebagai alat untuk menggerus permukaan aspal yang juga berfungsi sebagai pemadatan. Penempatan roda biasanya lima di belakang dan empat di depan. Ada juga lima di depan dan enam di belakang. Namun model terakhir ini empat di belakang dan empat di depan dengan posisi roda belakang agak ke kiri dibandingkan roda depan. Tujuan pemasangan roda sebagaimana dimaksud di atas adalah agar lintasan roda belakang tidak sejajar dengan lintasan roda depan. Dengan demikian tanah yang tidak dipadatkan di antara lintasan roda depan yang bersebelahan dapat dipadatkan oleh roda belakang.



Gambar 2. 6 *Pneumatic Tire Roller*

Sumber : <https://www.ritchiespecs.com> (13 Februari 2023)

Mesin penggeraknya adalah mesin diesel dengan tenaga sekitar 90 hp. Untuk rol dengan lebih banyak roda. Biasanya daya yang dibutuhkan sedikit lebih besar. Roda pada alat ini juga berfungsi untuk menekan dan memeras tanah di bawahnya.

Dalam dunia konstruksi tentunya alat berat sering digunakan. Alat berat tersebut nantinya akan membantu pekerjaan manusia dalam membangun infrastruktur seperti gedung dan jalan. Salah satu alat yang digunakan dalam dunia konstruksi adalah *Pneumatic Tired Roller*. Alat ini sangat berguna dalam proses pembangunan jalan yaitu :

- ❖ Membantu proses pemadatan jalan
- ❖ Menghaluskan jalan
- ❖ Cocok digunakan untuk jalan tanah
- ❖ Cocok untuk memberikan tekanan pada jalan

Kelebihan roda ban yang dapat menekan dan meremas disebabkan adanya jarak antara dua ban yang berdampingan dan roda ban ini merupakan pemadat yang fleksibel disbanding dengan roda besi yang kaku. Pada pemakaiannya, *roller* ini mempunyai bobot yang sangat variatif, dari 20 ton-100 ton, dari yang ditarik traktor sampai yang dapat bergerak sendiri. Untuk pekerjaan yang besar biasanya tidak dapat bergerak sendiri. Untuk pekerjaan yang besar biasanya tidak dapat bergerak sendiri, tapi ditarik traktor. Untuk pemadatan badan jalan pada umumnya dapat bergerak sendiri dengan bobot 20 ton - 30 ton. *Tire roller* sering pula beroperasi pada pekerjaan pemadatan hamparan hotmix bersama – sama dengan *tandem roller* . Untuk perhitungan produksi alat berat *tire roller* seperti terlampir di bawah ini :

Keunggulan ban roda yang dapat menekan dan meremas adalah karena jarak antara dua ban yang berdekatan dan roda ban ini merupakan pemadat yang fleksibel dibandingkan dengan roda baja yang kaku. Dalam penggunaannya, *roller* ini memiliki bobot yang sangat bervariasi, mulai dari 20 ton-100 ton, mulai dari ditarik traktor hingga bisa bergerak sendiri. Untuk pekerjaan besar biasanya tidak bisa bergerak sendiri. Untuk pekerjaan besar,

mereka biasanya tidak bisa bergerak sendiri, tetapi ditarik oleh traktor. Untuk pemadatan jalan pada umumnya bisa bergerak sendiri dengan bobot 20 ton - 30 ton. *Tire Roller* juga sering beroperasi pada pemadatan bentangan *hotmix* bekerja sama dengan *roller tandem*. Perhitungan produksi alat berat *tyre roller* adalah sebagai berikut:

Untuk menghitung kapasitas produksi *Pneumatic Tire Roller* dengan rumus umum dibawah ini :

Dengan ketentuan :

$$Q' = \frac{(v \times 1000) \times (N(b - b_o) + b_o) \times t \times F_a \times D_1}{n} \dots (2.25)$$

Dimana :

- v = Kecepatan rata – rata alat
- b = Lebar efektif pemadatan
- n = Jumlah lintasan
- N = Lajur lintasan
- Fa = Faktor efisiensi alat
- Bo = Lebar *overlap*

2.6.8 Asphalt Finisher

Alat berat ini berfungsi untuk menyelesaikan penyebaran *hot mix* secara merata baik ke samping maupun ke depan. *Finisher* ada 2 macam yaitu yang bergerak mengikuti lintasan (kelabang). Yang bergerak dengan ban umumnya berukuran kecil. Ban tersebut adalah ban mati (tidak kempes). Biasanya ban depan berukuran lebih kecil dari ban belakang. Sedangkan ban bergerak dengan *track* yang lebih besar. Alat ini memiliki keunggulan dalam hal produktivitas dan keseragaman kualitas, namun mobilitasnya kurang baik.

Pada umumnya *finisher* mendapatkan *hot mix* dari *dump truck*, sedangkan *dump truck* mengambil material dari *Asphalt Mixing Plant* (AMP). Dari segi posisi relatif terhadap badan jalan yang akan dilapis, hanya ada dua kemungkinan bagi *finisher*, apakah menjauh dari AMP atau mendekatinya. Jika kita

mempertimbangkan keamanan dan kelincahan *dump truck* yang terikat waktu, maka lebih baik bagi *finisher* untuk beroperasi jauh dari AMP.



Gambar 2. 7 Asphalt Finisher

Sumber : <https://www.ritchiespecs.com> (13 Februari 2023)

Peran *Asphalt Finisher* sangat besar terutama pada pekerjaan perkerasan dan pelapisan ulang. Alat ini juga dapat mengevaluasi semua jenis aspal, beberapa contoh pekerjaan di bawah ini

1. Dalam pembangunan jalan baru, *Asphalt Finisher* akan mencampurkan material pada permukaan yang baru dibuat. Jalan baru biasanya dalam kondisi baik, karena kerikil, bebatuan yang digunakan masih memiliki kestabilan yang tinggi. Untuk *finisher* pekerjaan ini tidak rumit, karena *subgrade* sudah dibuat dengan baik, kemiringannya tidak curam, *base* sudah disiapkan dengan bahan yang bagus juga. Jika permukaan *base* tidak rata akibat *overlay* pertama, masih bisa diperbaiki pada *overlay* kedua bersamaan dengan pemadatan.
2. Pelapisan Jalan Raya berarti menerapkan lapisan *bituminous* aspal lama dan jalan yang tidak memenuhi persyaratan konstruksi jalan. Selain pelapisan ulang pada jalan yang rusak, juga dilakukan untuk tujuan berjalan di permukaan, sehingga selama pekerjaan pelapisan harus diperhatikan traksi *tractor crawler*.
3. Menyelaraskan Perkerasan. Pada pekerjaan sambungan lapisan pada lapisan lama, penggunaan sedikit *overlap* akan mencegah pengurangan tebal. Saat penyelarasan lapisan dilakukan, tebal *overlapping* harus cukup sehingga pemadatan ulang dari *roller* akan

membuat lapisan baru turun hanya sampai level lapisan lama, karena akan terjadi pertemuan dan sobekan dibawah *screed*.

Karena setelah *dumptruck* mendapatkan *hotmix* dari AMP, maka truk tersebut bergerak kearah *finisher*. Setelah melewatinya maka truk tersebut harus mundur sampai menyentuh *bumper finisher*, baru dapat menuangkan muatan *hotmix* nya. Saat bak truk kosong, truk kembali ke AMP untuk menjalankan tugas selanjutnya. Untuk kembali ke AMP. maka truk harus berbelok. Perputaran truck setelah menumpahkan muatan akan lebih aman dan lincah dibandingkan jika masih bermuatan *hotmix*. Perputaran truk dengan membawa *hotmix* terjadi bilamana gerakan operasi *finisher* mendekati AMP, cara kerjanya

Finisher menanti kiriman *hotmix* dari *dump truck* pada lajur jalan yang akan dihampar. Melalui *hoper* yang terbuka didepannya, *hotmix* ditumpahkan dari belakang truk setelah terlebih dahulu dan belakang *dump truck* menyentuh *bumper* depan *finisher*. Dari *hoper*, material disalurkan ke belakang dengan *conveyor* dari belakang material ini disebarkan merata keseluruh permukaan badan jalan yang akan diaspal. Bahkan distribusi dilakukan dengan cara yang disebut *auger* . berupa skrup melintang yang mendistribusikan distribusi material secara merata dari tepi kiri ke tepi kanan. Ketebalan hamparan dapat diatur dengan *screed*. Berupa plat besi yang dapat dinaik turunkan. Untuk perhitungan produksi alat berat aspal *finisher* seperti terlampir dibawah ini :

$$Q = V \times b \times 60 \times Fa \times t \times D1 \quad \dots\dots(2.26)$$

Dimana :

- V = Kecepatan menghampar
- D1 = Volume AC-BC (ton/ m³)
- t = Tinggi hamparan
- b = Lebar hamparan
- Fa = Faktor Efisiensi Alat

2.6.9 Asphalt Sprayer

Alat ini digunakan untuk penyemprotan aspal cair seperti untuk lapisan prime coat dan tack coat. Alat ini merupakan tangki aspal yang dipasangkan pada mobil penarik untuk memudahkan dalam pengangkutan. Asphalt sprayer terdiri dari sebuah pompa aspal dan sebuah sprayer bar yang diberi nozzle untuk penyemprotan ke permukaan jalan. pompa aspal harus cukup kuat dan besar agar aspal dapat menyembur keluar, antara nozzle saling menutup satu sama lain untuk menjamin penyemprotan yang merata. Pada proyek ini digunakan Asphalt Sprayer merek Sakai, tipe SAS 1000, kapasitas alat 1000 Liter, tahun pembelian 1990, jumlah 1 (satu) unit, dengan kondisi baik dan milik kontraktor.



Gambar 2. 8 Asphalt Sprayer Distributor

Sumber : <https://www.google.com/> 25 Maret 2023)

2.6.10 Tandem Roller

Tandem Roller ini berfungsi sebagai penggilasan akhir untuk pekerjaan jalan. Mempunyai nama demikian karena roda muka dan belakang berjajar satusatu, jadi posisinya tandem. Roller jenis ini biasanya mempunyai roda yang dapat bergerak masing-masing dengan bantuan tenaga hidrolik, jadi kemungkinan untuk slip kecil sekali. Penggunaan dari alat ini umumnya untuk mendapatkan permukaan yang agak halus, misalnya pada penggilasan aspal dan lain-lain. Tandem ini memberikan lintasan yang sama pada masing-masing rodanya, beratnya antara 8 sampai 14 ton, penambahan berat yang diakibatkan

oleh pengisian zat cair (ballasting) berkisar antara 25 hingga 60 dari berat tandem roller.



Gambar 2.9 Tandem Roller

Sumber : Dokumentasi Lapangan (Desember 2022)

Tandem roller biasanya dioperasikan untuk memadatkan sub base jalan, hamparan batu kerikil dan hamparan hotmix. Dengan berputarnya kedua roda, baik muka maupun belakang maka kemungkinan slip roda hampir tidak ada. Pada operasi pemadatan hamparan hot mix tandem roller bergerak dibelakang pneumatic tire roller. Untuk perhitungan produksi alat berat pneumatic tire roller :

Untuk menghitung kapasitas produksi *Tandem Roller* dengan rumus umum dibawah ini :

Dengan ketentuan :

$$Q' = \frac{(v \times 1000) \times N(b - b_0) \times t \times F_a \times D_1}{n} \dots (2.27)$$

Dimana :

- v = Kecepatan rata – rata alat
- b = Lebar efektif pemadatan
- n = Jumlah lintasan
- N = Lajur lintasan
- Fa = Faktor efisiensi alat
- Bo = Lebar *overlap*

2.6.11 Water Tanker

Water tank merupakan alat yang berfungsi untuk membawa air dalam kapasitas banyak yang digunakan untuk menyiram jalan dari material dan debu, untuk mambasahi material dalam proses pemadatan. pengisian air Water tank dilakukan dengan mengambil air dari sungai menggunakan alat penyedot air. *Water tank* yang digunakan pada proyek ini adalah jenis *DumpTruck Water Tank* dengan merek Hino, tahun pembelian 1997. *Water tank* kini merupakan dump truck yang mana tank diletakan pada bak dump truck dan mempunyai mesin sendiri untuk mengeluarkan air dari tank tersebut.

Dengan ketentuan :

$$Q' = \frac{pa \times Fa \times 60}{1000 \times Wc} \dots (2.28)$$



Gambar 2. 9 Water Tanker

Sumber : <https://www.google.com/> (25 Maret 2023)

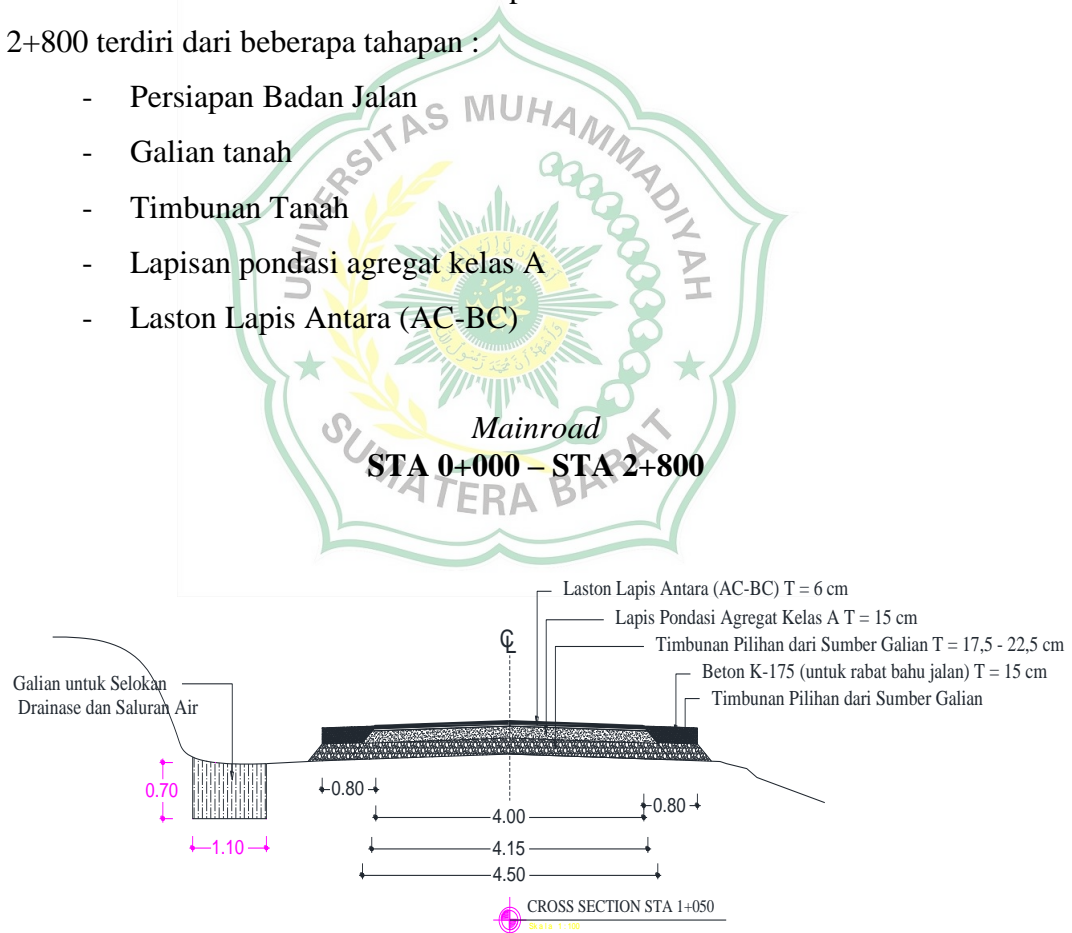
BAB III

METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini merupakan langkah-langkah yang harus dilakukan untuk memecahkan masalah yang akan dilakukan secara sistematis dan terarah sehingga diperoleh hasil yang diinginkan. Merencanakan kebutuhan alat berat untuk pekerjaan jalan agar pekerjaan dapat diselesaikan dengan lebih efisien, baik dari segi waktu maupun biaya.

Dalam perencanaan alat berat pada pekerjaan konstruksi jalan Sarilamak – Solok Bio Bio Kecamatan Harau Kabupaten Lima Puluh Kota STA 0+000 – STA 2+800 terdiri dari beberapa tahapan :

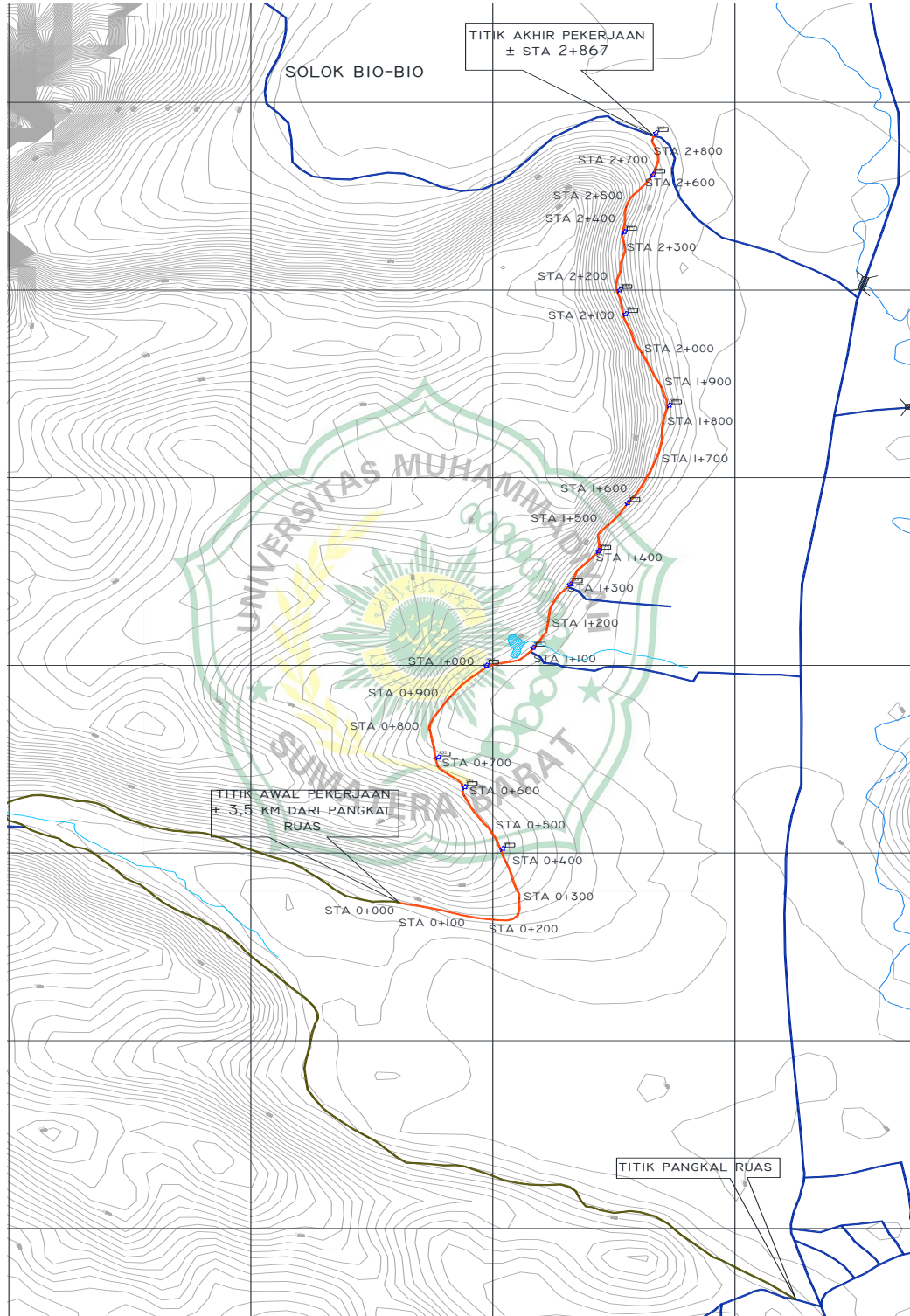
- Persiapan Badan Jalan
- Galian tanah
- Timbunan Tanah
- Lapisan pondasi agregat kelas A
- Laston Lapis Antara (AC-BC)



Gambar 3.1 Lokasi Proyek
Sumber : Dokumen Proyek, 2022

3.1 Lokasi Proyek

Adapun lokasi Proyek Pembangunan Jalan Sarilamak – Solok Bio Bio berada di Kabupaten Lima Puluh Kota Provinsi Sumatera Barat.



Gambar 3. 2 Lokasi Proyek
Sumber : Dokumen Proyek

3.2 Data Proyek

Nama Proyek	: Pembangunan Jalan Sarilamak – Solok Bio Bio Kabupaten Lima Puluh Kota
Lokasi Proyek	: Kecamatan Harau Kabupaten Lima Puluh Kota, Provinsi Sumatera Barat
No. Kontrak	: 03/KONTRAK-BM/RJ-DAK/PUPR-LK/2022
Nilai Kontrak	: Rp. 7.192.593.000 (Tujuh Miliar Seratus Sembilan Puluh Dua Juta Lima Ratus Sembilan Puluh Tiga Ribu Rupiah)
Owner	: Dinas Pekerjaan Umum Dan Penataan Ruang Kabupaten Lima Puluh Kota Tahun 2022
Kontraktor	: PT. Bunga Mas Perkasa

3.3 Pengumpulan Data

Suatu proyek konstruksi yang menggunakan alat berat sebagai penunjang pekerjaan harus dapat mengatur penggunaan alat berat agar proyek dapat diselesaikan dengan baik sesuai dengan waktu dan dana yang harus dikeluarkan. Dalam pembahasan ini, penulis akan menganalisis data ***“Analisa Kebutuhan Penggunaan Alat Berat Pada Proyek Pembangunan Jalan Sarilamak - Solok Bio-Bio Kabupaten Lima Puluh Kota.***

Untuk dapat menganalisis penggunaan alat berat, langkah pertama yang harus kita lakukan adalah menghitung produktivitas alat berat dan jenis pekerjaan alat berat tersebut. Setelah itu kita dapat mengetahui produksi pekerjaan, serta mengetahui jumlah kebutuhan alat berat yang dapat dianalisa dan waktu pelaksanaan pekerjaan yang dapat dihitung berdasarkan volume yang ada.

Berikut volume dari item pekerjaan digunakan, dapat dilihat pada tabel 3.1 dibawah :

Tabel 3.1 Volume Pekerjaan yang digunakan

No	Jenis Pekerjaan	Satuan	Volume Pekerjaan
1.	Persiapan Badan Jalan	m ²	23.202,00
2.	Galian Tanah	m ³	2.305,28
3.	Timbunan Tanah	m ³	3.498,20
5.	Lapisan Pondasi Agregat Kelas A	m ³	2.079,22
6.	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi	Liter	10.686,40
7.	Laston Lapis Antara (AC-BC)	Ton	1.819,36

Sumber : Data Proyek ,2022

3.4.1 Data Sekunder

Data sekunder merupakan data eksisting yang dapat diperoleh dari instansi atau instansi terkait yaitu kontraktor. Data sekunder meliputi :

- a) Data Rencana Anggaran Biaya
- b) Data gambar stuktur jalan yang ada
- c) Data analisa ,harga, upah, bahan, dan semua alat

3.4.2 Data Primer

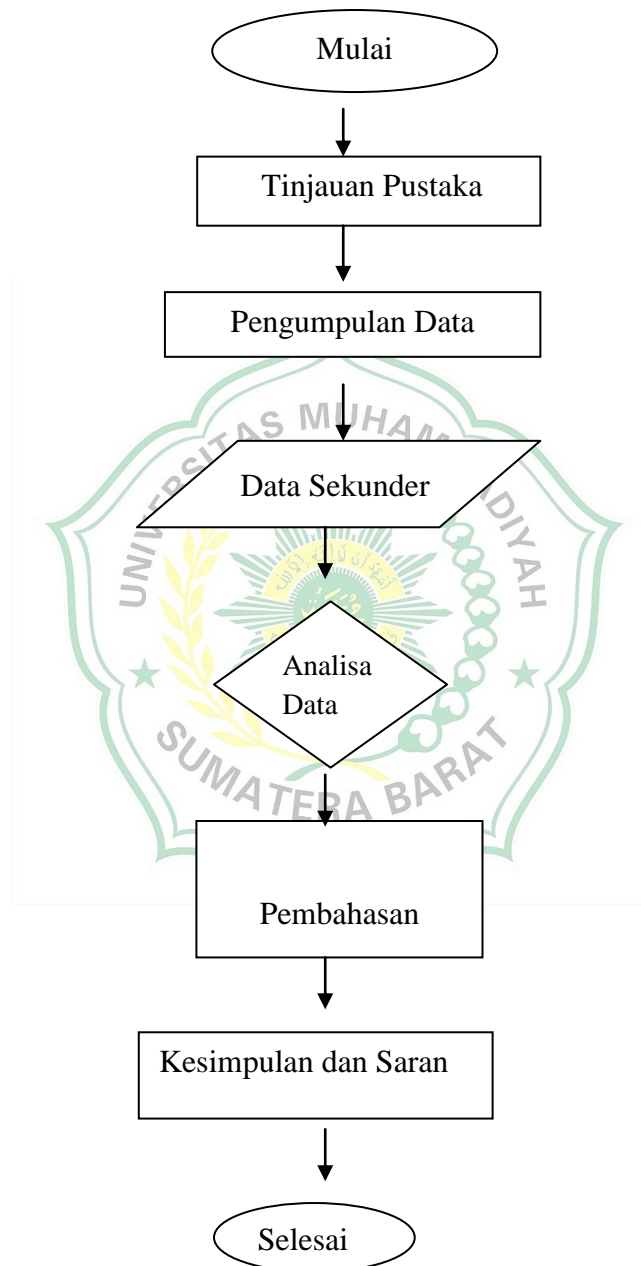
Data primer adalah data yang diperoleh melalui pengamatan langsung ke lokasi yang akan ditinjau, serta melalui wawancara dengan pos yang bersangkutan. Data yang diperoleh tidak jauh berbeda dengan data yang penulis peroleh dari pihak kontraktor.

3.4 Menghitung Kebutuhan Alat Berat

Langkah-langkah yang harus dilakukan untuk menghitung kebutuhan alat berat ini adalah :

1. Menghitung produktivitas alat untuk setiap jenis pekerjaan.
2. Menghitung jumlah alat dan lama waktu penggunaan alat
3. Menghitung biaya penggunaan alat berat.

3.5 Bagan alir penelitian



Gambar 3.2 Bagan Alir Penelitian

3.6 Analisa Pemakaian Alat Berat

Analisa pemakaian alat berat pada setiap jenis pekerjaan dan jenis alat berat yang mana Peralatan yang di gunakan adalah milik dari Perusahaan CV. Bunga Mas dan tidak di sewa , adapun Alat yang bekerja yang di gunakan :

1. Persiapan Badan, alat yang digunakan :
 - *Motor Grader*
 - *Vibrator Roller*
2. Galian Tanah, alat yang digunakan :
 - *Excavator*
 - *Dump Truck*
3. Timbunan Tanah, alat yang digunakan :
 - *Excavator*
 - *Dump Truck*
 - *Vibrator Roller*
4. Lapisan Pondasi Agregat Kelas A, alat yang digunakan :
 - *Wheel Loader*
 - *Dump Truck*
 - *Motor Grader*
 - *Vibrator Roller*
 - *Water Tank*
5. Laston Lapis Antara (AC-BC), alat yang digunakan :
 - *Asphalt Finisher*
 - *AMP*
 - *Tandem Roller*
 - *Pneumatic Tire Roller*
 - *Dump Truck*
 - *Wheel Loader*
6. Lapis Resap Pengikat – Aspal Cair/Emulsi, alat yang digunakan :
 - *Asphalt Sprayer*

BAB IV

PERHITUNGAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Perhitungan Produktivitas Alat Pada Setiap Jenis Pekerjaan

Untuk menghitung analisis produksi pekerjaan alat, hal ini dapat dilakukan dengan mengetahui setiap jenis pekerjaan pada proyek tersebut karena untuk setiap pekerjaan terdapat faktor efisiensi yang berbeda pada setiap pekerjaan yang dapat mempengaruhi kapasitas produksi alat berat tersebut. Sehingga didapatkan perbedaan hasil kerja produksi suatu jenis alat tergantung dari jenis pekerjaan yang dilakukan. Berikut adalah perhitungan produksi alat untuk setiap pekerjaan:

4.1.1 Galian Tanah

1. Excavator Komatsu PC 200 (Spesifikasi Tahun 2019)

Faktor konversi (60 %)	c = 1,00 (Normal) (tabel 2.15)
Kapasitas <i>bucket</i>	q = 0,85 m ³ (tabel 2.14)
Faktor efisiensi	E = 0,83 (tabel 2.18)
Waktu Siklus :	
- Waktu gali	= 5,5 detik (tabel 2.16)
- Waktu putar	= 4,5 detik (tabel 2.16)
- Waktu buang	= 1,5 detik (tabel 2.16)
- Waktu putar	= 3,5 detik (tabel 2.16)
- Waktu siklus	Ct = 15,00 detik /60 dt = 0.25 menit

Kapasitas produksi :

$$\begin{aligned}
 Q &= Q' \times E \\
 Q' &= q \times \frac{3600}{Ct \times c} \\
 &= 0,85 \text{ m}^3 \times \frac{3600 \text{ detik/jam}}{15,00 \text{ detik} \times 1,00} \\
 &= 204,00 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 Q &= Q' \times E \\
 &= 204,00 \text{ m}^3/\text{jam} \times 0,83 \\
 &= 169,32 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

2. Dump Truck Hino (Spesifikasi Tahun 2017)

Kapasitas Bak	q	= 8,00 ton (4,5x1,75x1=7,87m ³)
Faktor Efisiensi	E	= 0,83 (tabel 2.2)
Jarak Angkut	J	= 5 km
Kecepatan Rata-rata Bermuatan	V1	= 40 km/jam (tabel 2.5)
Kecepatan Rata-rata Kosong	V2	= 60 km/jam (tabel 2.5)
Berat volume	bm	= 1,60 ton/m ³

Waktu Siklus :

- Waktu Muat

$$\frac{(V \times 60)}{(bm \times Q)} = 2,024 \text{ menit}$$
- Waktu Tempuh Isi

$$(L : V1) \times 60 = 15 \text{ menit}$$
- Waktu Tempuh Kosong

$$(L : V2) \times 60 = 10 \text{ menit}$$
- Waktu lain-lain = 1 menit
- Waktu Siklus $C_t = 28,024 \text{ menit}$

Kapasitas produksi :

$$Q = Q' \times E$$

$$Q' = 60 \times \frac{q}{C_t \times bm}$$

$$= 60 \text{ menit/jam} \times \frac{8 \text{ ton}}{28,024 \text{ menit} \times 1,6 \text{ ton/m}^3}$$

$$= 10,705 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$Q = Q' \times E$$

$$= 10,705 \text{ m}^3/\text{jam} \times 0,83$$

$$= 8,885 \text{ m}^3/\text{jam}$$

4.1.2 Timbunan Tanah

1. Excavator Komatsu PC 200 (Spesifikasi Tahun 2019)

Faktor konversi	c	= 1,10 (Normal) (tabel 2.15)
Kapasitas bucket	q	= 0,85 m ³ (tabel 2.14)

Faktor efisiensi $E = 0,83$ (tabel 2.18)

Waktu Siklus :

- Waktu muat = 5,5 detik (tabel 2.16)
- Waktu ayun = 4,5 detik (tabel 2.16)
- Waktu buang = 1,5 detik (tabel 2.16)
- Waktu kosong = 3,5 detik (tabel 2.16)
- Waktu siklus $C_t = 15,00$ detik

Kapasitas produksi :

$$\begin{aligned} Q &= Q' \times E \\ Q' &= q \times \frac{3600}{C_t \times c} \\ &= 0,85 \text{ m}^3 \times \frac{3600 \text{ detik/jam}}{15,00 \text{ detik} \times 1,10} \\ &= 202,90 \text{ m}^3/\text{jam} \\ Q &= Q' \times E \\ &= 185,45 \text{ m}^3/\text{jam} \times 0,83 \\ &= 153,927 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

2. *Dump Truck Hino* (Spesifikasi Tahun 2017)

Kapasitas Bak $q = 8,00$ ton

Faktor Efisiensi $E = 0,83$ (tabel 2.2)

Jarak Angkut $J = 5$ km

Kecepatan Rata-rata Bermuatan $V_1 = 40$ km/jam (tabel 2.5)

Kecepatan Rata-rata Kosong $V_2 = 60$ km/jam (tabel 2.5)

Berat volume $bm = 1,60$ ton/m³

Waktu Siklus :

- Waktu Muat
 $(V \times 60)/(bm \times Q) = 2,212$ menit
- Waktu Tempuh Isi (Pergi) = 15 menit
 $(L : V_1) \times 60$
- Waktu Tempuh Kosong (Kembali) = 10 menit

$$(L : V2) \times 60$$

- Waktu lain-lain = 1 menit
- Waktu Siklus C_t = 28,212 menit

Kapasitas produksi :

$$\begin{aligned}
 Q &= Q' \times E \\
 Q' &= 60 \times \frac{q}{C_t \times b_m} \\
 &= 60 \text{ menit/jam} \times \frac{8 \text{ ton}}{28,212 \text{ menit} \times 1,6 \text{ ton/m}^3} \\
 &= 10,633 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 Q &= Q' \times E \\
 &= 10,633 \text{ m}^3/\text{jam} \times 0,83 \\
 &= 8,825 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

3. Vibrator Roller Liugong-SV521 (Spesifikasi Tahun 2019)

Lebar efektif pemadatan	W	= 2,13 m (tabel 2.10)
Kecepatan gilas	V	= 4 km/jam (tabel 2.11)
Tebal pemadatan	H	= 0,25 m
Jumlah lintasan	N	= 8 lintasan (tabel 2.12)
Faktor efisiensi	E	= 0,83 (tabel 2.2)
Kecepatan mundur	R	= 12,20 km/menit
Lebar <i>overlap</i>		= 0,30 m

Kapasitas produksi :

$$\begin{aligned}
 Q &= Q' \times E \\
 Q' &= \frac{W \times V \times H \times 1000}{N} \\
 &= \frac{(2,13 \text{ m} - 0,30 \text{ m}) \times 4 \text{ km/jam} \times 0,25 \text{ m} \times 1000}{8} \\
 &= 228,75 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 Q &= Q' \times E \\
 &= 228,75 \text{ m}^3/\text{jam} \times 0,83 \\
 &= 189,862 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

4.1.3 Persiapan Badan Jalan

Kapasitas produksi alat yaitu :

1. Motor Grader Liugong 120 B (Spesifikasi Tahun 2019)

Panjang pisau blade 40°	Le	= 2,60 m (tabel 2.6)
Kecepatan peralatan	V	= 2 km/jam (tabel 2.8)
Lebar <i>overlap</i>	Lo	= 0,3 = 3 m
Jumlah Lintasan	n	= 8

Kapasitas produksi :

$$\begin{aligned} Q &= Q' \times E \\ Q' &= \frac{V \times (Le - Lo) \times 1000}{N} \\ &= \frac{2 \text{ km/jam} \times (2,60 \text{ m} - 0,3 \text{ m}) \times 1000}{8} \\ &= 575,00 \text{ m}^2/\text{jam} \\ Q &= Q' \times E \\ &= 575,00 \text{ m}^2/\text{jam} \times 0,83 \\ &= 477,25 \text{ m}^2/\text{jam} \end{aligned}$$

2. Vibrator Roller Liugong –SV521 (Spesifikasi Tahun 2021)

Lebar efektif pemadatan	W	= 2,13 m (tabel 2.10)
Lebar Overlap	bo	= 0,3 m
Kecepatan gilas	V	= 4 km/jam (tabel 2.11)
Jumlah Lintasan	n	= 8 lintasan (tabel 2.12)
Faktor Efisiensi Kerja	Fa	= 0,83 (tabel 2.2)

Kapasitas produksi :

$$\begin{aligned} Q &= Q' \times E \\ Q' &= \frac{W \times V \times 1000}{N} \\ &= \frac{(2,13 \text{ m} - 0,30 \text{ m}) \times 4 \text{ km/jam} \times 1000}{8} \\ &= 915 \text{ m}^2/\text{jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q &= Q' \times E \\
 &= 915 \text{ m}^2/\text{jam} \times 0,83 \\
 &= 759,45 \text{ m}^2/\text{jam}
 \end{aligned}$$

4.1.4 Lapisan Pondasi Agregat Kelas A

Kapasitas Produksi Alat :

1. *Wheel Loader Liugong 914 G* (Spesifikasi Tahun 2019)

Kapasitas bucket	V	= 1,70 m ³
Faktor bucket	Fb	= 0,9 (tabel 2.3)
Faktor efisiensi	Fa	= 0,83 (tabel 2.2)
Berat isi padat	Bip	1,85 ton/m ³
Berat isi agregat (lepas)	Bil	1,58 ton/m ³

Waktu siklus

- Waktu muat T1 = 0,45 menit
- Waktu Siklus Ts = 0,45 menit

Kapasitas produksi :

$$\begin{aligned}
 Q &= \frac{V \times Fb \times Fa \times 60}{Ts \times Bip/Bil} \\
 &= \frac{1,7 \text{ m}^3 \times 0,9 \times 0,83 \times 60 \text{ menit/jam}}{0,45 \text{ menit} \times 1,85 \text{ ton/m}^3 / 1,58 \text{ ton/m}^3} \\
 &= 144,60 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

2. *Dump Truck Hino* (Spesifikasi Tahun 2017)

Kapasitas Bak	q	= 8,00 ton
Faktor Efisiensi	E	= 0,83 (tabel 2.2)
Jarak Angkut	J	= 10 km
Kecepatan Rata-rata Bermuatan	V1	= 40 km/jam (tabel 2.5)
Kecepatan Rata-rata Kosong	V2	= 60 km/jam (tabel 2.5)
Berat volume	bm	= 1,58 ton/m ³

Waktu Siklus :

- Waktu Muat
 $(V \times 60) / (bm \times Q) = 2,212 \text{ menit}$
- Waktu Tempuh Isi

- (L : V1) x 60 = 15 menit
- Waktu Tempuh Kosong
- (L : V2) x 60 = 10 menit
- Waktu lain-lain = 1 menit
- Waktu Siklus Ct = 28,212 menit

Kapasitas produksi :

$$Q = Q' \times E$$

$$Q' = 60 \times \frac{q}{Ct \times bm}$$

$$= 60 \text{ menit/jam} \times \frac{8 \text{ ton}}{28,626 \text{ menit} \times 1,58 \text{ ton/m}^3}$$

$$= 10,612 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$Q = Q' \times E$$

$$= 10,612 \text{ m}^3/\text{jam} \times 0,83$$

$$= 8,808 \text{ m}^3/\text{jam}$$

3. Motor Grader Liugong 120 B (Spesifikasi Tahun 2019)

- Kecepatan rata-rata alat V = 2,00 km/jam (tabel 2.7)
- Lebar efektif Kerja Blade (40°) Le = 2,6 m (tabel 2.6)
- Faktor efisiensi kerja Fa = 0,8 (tabel 2.2)
- Jumlah Lintasan N = 8 lintasan
- Lebar Overlap bo = 0,3 = 3 m

Kapasitas produksi :

$$Q = Q' \times E$$

$$Q' = \frac{V \times (Le - Lo) \times 1000}{N}$$

$$= \frac{2 \text{ km/jam} \times (2,60 \text{ m} - 0,3 \text{ m}) \times 1000}{8}$$

$$= 575,00 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$Q = Q' \times E$$

$$= 575,00 \text{ m}^3/\text{jam} \times 0,8$$

$$= 460,00 \text{ m}^3/\text{jam}$$

4. Vibrator Roller Liugong-SV521 (Spesifikasi Tahun 2019)

Kecepatan Rata-rata	v	= 4,00 km/jam (tabel 2.11)
Lebar Overlap	bo	= 0,3 m
Lebar Efektif Pemadatan	b	= 2,13 m (tabel 2.10)
Jumlah Lintasan	n	= 8 lintasan (tabel 2.12)
Faktor Efisiensi Alat	Fa	= 0,83 (tabel 2.2)
Tebal Lapisan Agregat Padat	H	= 0,15 m

Kapasitas produksi :

$$\begin{aligned}
 Q &= Q' \times E \\
 Q' &= \frac{W \times V \times H \times 1000}{N} \\
 &= \frac{(2,13 \text{ m} - 0,30 \text{ m}) \times 4 \text{ km/jam} \times 0,15 \text{ m} \times 1000}{8} \\
 &= 137,25 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 Q &= Q' \times E \\
 &= 137,25 \text{ m}^3/\text{jam} \times 0,83 \\
 &= 113,917 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

5. Watertank Truck Mitsubishi (Spesifikasi Tahun 2017)

Volume Tangki Air	v	= 5,00 m ³
Kebutuhan Air per Jam	Wc	= 0,07 m ³
Kapasitas pompa air	Pa	= 400 liter/menit
Faktor Efisiensi Kerja	Fa	= 0,83 (tabel 2.2)

Kapasitas produksi :

$$\begin{aligned}
 Q &= \frac{Pa \times Fa \times 60}{Wc \times 1000} \\
 &= \frac{400 \text{ liter/menit} \times 0,83 \times 60 \text{ menit/jam}}{0,07 \text{ m}^3 \times 1000} \\
 &= 284,571 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

4.1.5 Laston Lapis Antara (AC-BC)

Untuk pekerjaan AC-BC *Asphalt Concrete* (AC) digunakan yang dihasilkan dari AMP (*Asphalt Mixing Plant*) dan diangkut dengan dump truck ke lokasi

pekerjaan. Penghamparan menurut ketebalan $t = 0,06$ M dilakukan dengan aspal finisher, pemadatan dilakukan dengan tandem roller dan pneumatic tyre roller. Rumus perhitungan volume AC-BC menurut berat jenis aspal yang digunakan adalah 2,32, hal ini berdasarkan data sekunder yang diperoleh dari PPK4 Pelaksana Jalan Nasional (PJN) dengan berat material :

- AC-BC D1 = 2,32 ton /m³
- Agregat batu pecah mesin 5 – 10 & 10 - 20 mm D2 = 1,45 ton /m³
- Agregat batu pecah mesin 0 – 5 mm D3 = 1,54 ton /m³

1. Pneumatic Tire Roller Liugong 652E (Spesifikasi Tahun 2019)

Kecepatan Rata-rata $v = 2,5$ km/jam (tabel 2.11)

Lebar Efektif Pemadatan $b = 1,5$ m

Jumlah Lintasan $n = 4$ lintasan (tabel 2.12)

Faktor Efisiensi Alat $Fa = 0,83$ (tabel 2.2)

Tebal Lapisan Agregat $t = 0,06$ m

Padat

Kapasitas produksi :

$$Q = Q' \times E$$

$$Q' = \frac{W \times V \times H \times 1000}{N}$$

$$= \frac{(1,5 \text{ m} - 0,30 \text{ m}) \times 2,5 \text{ km/jam} \times 0,06 \text{ m} \times 1000}{4}$$

$$= 45,00 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$Q = Q' \times E$$

$$= 45,00 \text{ m}^3/\text{jam} \times 0,83$$

$$= 37,35 \text{ m}^3/\text{jam}$$

2. Liugong 914 G (Spesifikasi Tahun 2019)

Kapasitas bucket $V = 1,5$ m³

Faktor bucket $Fb = 0,9$ (tabel 2.3)

Faktor efisiensi $Fa = 0,83$ (tabel 2.2)

Jarak ke lokasi pekerjaan $L = 50,97$ km

Berat isi padat	Bill	1,32 ton/m ³
Waktu Siklus		
Muat	(T1)	= 0.20 menit
Kembali ke <i>stock pile</i>	(T2)	= 0,15 menit
Lain-lain	(T3)	= 0,75 menit
Kecepatan maju rata-rata	Vf	= 15 km/jam
Kecepatan kembali rata-rata	Vr	= 20 km/jam
Ts1 = T1 + T2 + T3	Ts1	= 1,10

Kapasitas produksi :

$$\begin{aligned}
 Q &= \frac{V \times Fb \times Fa \times 60 \times Bp}{Ts1} \\
 &= \frac{1,5 \text{ m}^3 \times 0,9 \times 0,83 \times 60 \frac{\text{menit}}{\text{jam}} \times 1,5}{1,10} \\
 &= 91,677 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

3. Asphalt Mixing Plant (AMP) (Spesifikasi Tahun 2017)

Kapasitas	v	= 60.000 ton/jam
Faktor efisiensi	Fa	= 0,83 (tabel 2.2)

Kapasitas produksi :

$$\begin{aligned}
 Q &= V \times Fa \\
 Q &= 60 \times 0,83 \\
 Q &= 49,80 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

4. Dump Truck Hino (Spesifikasi Tahun 2017)

Kapasitas muatan bak	V	= 10 ton
Faktor efisiensi	Fa	= 0,83 (tabel 2.2)
Kecepatan rata-rata muatan	V1	= 20 km/jam
Kecepatan rata-rata kosong	V2	= 40 km/jam

Kapasitas AMP/Batch $Q_{2b} = 1 \text{ ton}$
 Waktu menyiapkan 1 batch AC – BC $T_b = 1 \text{ menit}$
 Berat jenis bahan AC-BC $D_1 = 2,32 \text{ ton/m}^3$
 Tebal lapis (AC-BC) padat $t = 0,075 \text{ m}$
 Waktu Siklus
 Mengisi bak = $(V:Q_{2b}) \times T_b$ $(T_1) = 10 \text{ menit}$
 Angkut = $(L:V_2) \times 60$ $(T_2) = 30 \text{ menit}$
 Tunggu + dump + putar $(T_3) = 15 \text{ menit}$
 Kembali = $(L : V_2) \times 60$ $(T_4) = 15 \text{ menit}$
 $(T_{s2}) = T_1 + T_2 + T_3 + T_4$ $(T_{s2}) = 70 \text{ menit}$

Kapasitas produksi per jam:

$$\begin{aligned}
 Q &= \frac{V \times F_a \times 60}{T_{s2}} \\
 &= \frac{10 \times 0,83 \times 60 \frac{\text{menit}}{\text{jam}}}{70} \\
 &= 7,11 \text{ ton/jam}
 \end{aligned}$$

5. Asphalt Finisher Liugong CLG 509 (Spesifikasi Tahun 2019)

Faktor efisiensi alat $F_a = 0,83$
 Kecepatan mengahampar $V = 5 \text{ m/menit}$
 Lebar hampar $b = 3,15 \text{ m}$
 Tebal lapis (AC-BC) padat $t = 0,06 \text{ m}$
 Bj bahan AC-BC $D_1 = 2,32 \text{ ton/ m}^3$

Kapasitas produksi :

$$\begin{aligned}
 Q &= V \times b \times 60 \times F_a \times t \times D_1 \\
 Q &= 5 \times 3,15 \times 60 \times 0,83 \times 0,06 \times 2,32 \\
 Q &= 109,18 \text{ ton/jam}
 \end{aligned}$$

6. Tandem Roller Liu Gong CLG210E (Spesifikasi Tahun 2019)

Kecepatan rata-rata alat	v	= 1,5 km/jam
Lebar efektif pemadatan	b	= 1,48 m
Jumlah lintasan	n	= 6 lintasan (tabel 2.11)
Faktor efisiensi alat	Fa	= 0,83
Berat jenis bahan AC-BC	D1	= 2,32 ton/ m ³
Tebal lapis (AC-BC) padat	t	= 0,06 m

Kapasitas produksi per jam:

$$Q = \frac{(v \times 1000) \times b \times t \times Fa \times D1}{n}$$

$$Q = \frac{(1,5 \times 1000) \times 1,48 \times 0,06 \times 0,83 \times 2,32}{6}$$

$$Q = 42,748 \text{ ton/jam}$$

4.1.6 Pekerjaan Lapis Pengikat Aspal Cair / Emulsi

1. Asphalt Sprayer (Spesifikasi Tahun 2019)

Dalam melakukan pekerjaan ini bahan yang digunakan adalah Asphalt dan *Fluk Oil*, kedua bahan tersebut kemudian dicampur dan dipanaskan hingga menjadi campuran aspal cair, sebelumnya disemprotkan ke permukaan yang akan dilapisi terlebih dahulu. Lapisan tersebut dibersihkan dari debu dan kotoran dengan *Air Compressor*, hasil produksi masing-masing alat tersebut :

Kecepatan semprot	v	= 30 M/menit
Kapasitas pompa aspal	pas	= 100 lt/menit
Faktor efisiensi alat	Fa	= 0,8
Lebar semprotan	b	= 3 m

Kapasitas produksi per jam :

$$Q = pas \times Fa \times 60$$

$$Q = 100 \times 0,8 \times 60$$

$$Q = 4800 \text{ liter}$$

Dari hasil perhitungan di atas, kapasitas produksi peralatan untuk masing-masing pekerjaan dapat dilihat pada tabel 4.1 dibawah :

Tabel 4. 1 Kapasitas Produksi Alat

Pekerjaan	Jenis Alat	Produktivitas
Persiapan Badan Jalan	<i>Motor Grader</i>	477,25 m ² /jam
	<i>Vibrator Roller</i>	759,45 m ² /jam
Galian Tanah	<i>Excavator</i>	169,32 m ³ /jam
	<i>Dump truck</i>	8,885 m ³ /jam
Timbunan Tanah	<i>Excavator</i>	153,97 m ³ /jam
	<i>Dump Truck</i>	8,885 m ³ /jam
	<i>Vibrator Roller</i>	189,826 m ³ /jam
Lapis Pondasi Agregat Kelas A	<i>Whell Loader</i>	144,60 m ³ /jam
	<i>Dump Truck</i>	8,808 m ³ /jam
	<i>Motor Grader</i>	460,00 m ³ /jam
	<i>Vibrator Roller</i>	113,917 m ³ /jam
	<i>Water Tank</i>	284,571 m ³ /jam
Laston Lapis Antara (AC-BC)	<i>Asphal Finisher</i>	109,18 ton/jam
	<i>Asphal Mixing Plant</i>	49,80 m ³ /jam
	<i>Tandem Roller</i>	42,748 ton/jam
	<i>Penumatic Tire Roller</i>	37,35 m ³ /jam
	<i>Dump Truck</i>	7,11 ton/jam
	<i>Wheel Loader</i>	91,667 m ³ /jam
	<i>Asphalt Sprayer</i>	4800 liter

4.2 Perhitungan Jumlah Kebutuhan Alat dan Lama Waktu Penggunaan Alat

Jumlah peralatan yang dibutuhkan untuk setiap jenis pekerjaan dapat dihitung berdasarkan volume pekerjaan dibagi dengan kapasitas alat dikalikan dengan waktu yang dibutuhkan untuk melaksanakan pekerjaan.

4.2.1 Persiapan Badan Jalan

Produktivitas masing-masing peralatan yang digunakan dalam pekerjaan penyiapan jalan :

- *Motor Grader* = 477,25 m³/jam
- *Vibrator Roller* = 759,45 m³/jam
- Volume pekerjaan = 23.202,00 m²
- Lama pekerjaan (*Time Schedule*) = 35 hari

Maka kebutuhan jumlah alat yang diperlukan :

1. *Motor Grader*

$$\begin{aligned} \text{Jumlah unit} &= \frac{23.202,00 \text{ m}^2}{477,25 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam/hari} \times 35 \text{ hari}} \\ &= 0,173 \text{ (1 unit)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu pengerjaan} &= \frac{\text{Volume tanah}}{\text{Produktivitas alat} \times \text{Jumlah unit}} \\ &= \frac{23.202,00 \text{ m}^2}{477,25 \text{ m}^3/\text{jam} \times 1} \\ &= 48,616 \text{ jam (6 hari)} \end{aligned}$$

2. *Vibrator Roller*

$$\begin{aligned} \text{Jumlah unit} &= \frac{23.202,00 \text{ m}^2}{759,45 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam/hari} \times 35 \text{ hari}} \\ &= 0,109 \text{ (1 unit)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu pengerjaan} &= \frac{\text{Volume tanah}}{\text{Produktivitas alat} \times \text{Jumlah unit}} \\ &= \frac{23.202,00 \text{ m}^2}{759,45 \text{ m}^3/\text{jam} \times 1} \\ &= 30,551 \text{ jam (4 hari)} \end{aligned}$$

4.2.2 Galian Tanah

Produktivitas masing-masing peralatan yang digunakan pada pekerjaan pembersihan tempat kerja :

- *Excavator* = 169,32 m³/jam

- *Dump Truck* = 8,885 m³/jam
- Volume pekerjaan = 2.304,28 m³
- Lama pekerjaan (*Time Schedule*) = 49 hari

Maka kebutuhan jumlah alat yang diperlukan :

1. *Excavator*

$$\begin{aligned} \text{Jumlah unit} &= \frac{2.304,28 \text{ m}^3}{169,32 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam/hari} \times 49 \text{ hari}} \\ &= 0,034 \text{ (1 unit)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu pengerjaan} &= \frac{\text{Volume tanah}}{\text{Produktivitas alat} \times \text{Jumlah unit}} \\ &= \frac{2.304,28 \text{ m}^3}{169,32 \text{ m}^3/\text{jam} \times 1} \\ &= 13, 609 \text{ jam (2 hari)} \end{aligned}$$

2. *Dump Truck*

$$\begin{aligned} \text{Jumlah unit} &= \frac{2.304,28 \text{ m}^3}{8,885 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam/hari} \times 49 \text{ hari}} \\ &= 0,667 \text{ (1 unit)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu pengerjaan} &= \frac{\text{Volume tanah}}{\text{Produktivitas alat} \times \text{Jumlah unit}} \\ &= \frac{2.304,28 \text{ m}^3}{8,885 \text{ m}^3/\text{jam} \times 1} \\ &= 259,344 \text{ jam (32 hari)} \end{aligned}$$

4.2.3 Timbunan Tanah

Produktivitas setiap peralatan yang digunakan dalam pekerjaan pembersihan tempat kerja :

- *Excavator* = 153,927 m³/jam
- *Dump Truck* = 8,825 m³/jam
- *Vibrator Roller* = 189,862m³/jam
- Volume pekerjaan = 3.498,20 m³
- Lama pekerjaan(*Time Schedule*) = 49 hari

Maka kebutuhan jumlah alat yang diperlukan :

1. *Excavator*

$$\begin{aligned} \text{Jumlah unit} &= \frac{3.498,20 \text{ m}^3}{153,927 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam/hari} \times 49 \text{ hari}} \\ &= 0,057 \text{ (1 unit)} \end{aligned}$$

$$\text{Waktu pekerjaan} = \frac{\text{Volume tanah}}{\text{Produktivitas alat} \times \text{Jumlah unit}}$$

$$= \frac{3.498,20 \text{ m}^3}{153,927 \text{ m}^3/\text{jam} \times 1}$$

$$= 22,726 \text{ jam (2 hari)}$$

2. Dump Truck

$$\text{Jumlah unit} = \frac{3.498,20 \text{ m}^3}{8,825 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam/hari} \times 49 \text{ hari}}$$

$$= 1,011 \text{ (2 unit)}$$

$$\text{Waktu pengerjaan} = \frac{\text{Volume tanah}}{\text{Produktivitas alat} \times \text{Jumlah unit}}$$

$$= \frac{3.498,20 \text{ m}^3}{8,825 \text{ m}^3/\text{jam} \times 1}$$

$$= 396,396 \text{ jam (49 hari)}$$

3. Vibrator Roller

$$\text{Jumlah unit} = \frac{3.498,20 \text{ m}^3}{189,862 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam/hari} \times 49 \text{ hari}}$$

$$= 0,047 \text{ (1 unit)}$$

$$\text{Waktu pengerjaan} = \frac{\text{Volume tanah}}{\text{Produktivitas alat} \times \text{Jumlah unit}}$$

$$= \frac{3.498,20 \text{ m}^3}{189,862 \text{ m}^3/\text{jam} \times 1}$$

$$= 0,018 \text{ jam (1 hari)}$$

4.2.4 Lapis Pondasi Agregat Kelas A

Produktivitas masing-masing peralatan yang digunakan dalam pekerjaan

Lapis Pondasi agregat kelas A:

- *Whell Loader* = 144,60 m³/jam
- *Dump Truck* = 8,808 m³/jam
- *Motor Grader* = 460,00 m³/jam
- *Vibrator Roller* = 113,917 m³/jam
- *Water Tank* = 284,571 m³/jam
- Volume pekerjaan = 2.079,22 m²
- Lama pekerjaan (*Time Schedule*) = 35 hari

Kemudian kebutuhan jumlah alat yang dibutuhkan:

1. Whell Loader

$$\text{Jumlah unit} = \frac{2.079,22 \text{ m}^3}{144,60 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam/hari} \times 35 \text{ hari}}$$

$$= 0,051 \text{ (1 unit)}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu pengerjaan} &= \frac{\text{Volume tanah}}{\text{Produktivitas alat} \times \text{Jumlah unit}} \\ &= \frac{2.079,22 \text{ m}^3}{144,60 \text{ m}^3/\text{jam} \times 1} \\ &= 14,379 \text{ jam (2 hari)} \end{aligned}$$

2. Dump Truck

$$\begin{aligned} \text{Jumlah unit} &= \frac{2.079,22 \text{ m}^3}{8,808 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam/hari} \times 35 \text{ hari}} \\ &= 2,466 \text{ (3 unit)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu pengerjaan} &= \frac{\text{Volume tanah}}{\text{Produktivitas alat} \times \text{Jumlah unit}} \\ &= \frac{2.079,22 \text{ m}^3}{8,808 \text{ m}^3/\text{jam} \times 2} \\ &= 472,120 \text{ jam (59 hari)} \end{aligned}$$

3. Motor Grader

$$\begin{aligned} \text{Jumlah unit} &= \frac{2.079,22 \text{ m}^3}{460,00 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam/hari} \times 35 \text{ hari}} \\ &= 0,016 \text{ (1 unit)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu pengerjaan} &= \frac{\text{Volume tanah}}{\text{Produktivitas alat} \times \text{Jumlah unit}} \\ &= \frac{2.079,22 \text{ m}^3}{460,00 \text{ m}^3/\text{jam} \times 1} \\ &= 4,520 \text{ jam (1 hari)} \end{aligned}$$

4. Vibrator Roller

$$\begin{aligned} \text{Jumlah unit} &= \frac{2.079,22 \text{ m}^3}{113,917 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam/hari} \times 35 \text{ hari}} \\ &= 0,065 \text{ (1 unit)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu pengerjaan} &= \frac{\text{Volume tanah}}{\text{Produktivitas alat} \times \text{Jumlah unit}} \\ &= \frac{2.079,22 \text{ m}^3}{113,917 \text{ m}^3/\text{jam} \times 1} \\ &= 18,252 \text{ jam (3 hari)} \end{aligned}$$

5. Water Tank

$$\begin{aligned} \text{Jumlah unit} &= \frac{2.079,22 \text{ m}^3}{284,571 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam/hari} \times 35 \text{ hari}} \\ &= 0,026 \text{ (1 unit)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu pengerjaan} &= \frac{\text{Volume tanah}}{\text{Produktivitas alat} \times \text{Jumlah unit}} \\ &= \frac{2.079,22 \text{ m}^3}{284,571 \text{ m}^3/\text{jam} \times 1} \\ &= 7,306 \text{ jam (1 hari)} \end{aligned}$$

4.2.5 Laston Lapis Antara (AC-BC)

Produktivitas dari masing-masing peralatan yang digunakan dalam pekerjaan Laston Lapis Antara (AC-BC):

- *Whell Loader* = 91,677 m³/jam
- *Dump Truck* = 7,11 ton/jam
- *Tandem Roller* = 110,91 ton/jam
- *Pneumatic Tire Roller* = 37,35 m³/jam
- *Asphalt Mixing Plant* = 49,80 m³/jam
- *Asphalt Finisher* = 109,18 ton/jam
- *Water Tanker* = 284,57 ton/jam
- Volume pekerjaan = 1.819,36 m³
- Lama pekerjaan(*Time Schedule*) = 28 hari

Maka kebutuhan jumlah alat yang diperlukan :

1. *Whell Loader*

$$\begin{aligned} \text{Jumlah unit} &= \frac{1.819,36 \text{ m}^3}{91,677 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam/hari} \times 28 \text{ hari}} \\ &= 0,088 \text{ (1 unit)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu pengerjaan} &= \frac{\text{Volume}}{\text{Produktivitas alat} \times \text{Jumlah unit}} \\ &= \frac{1.819,36 \text{ m}^3}{91,677 \text{ m}^3/\text{jam} \times 1} \\ &= 19,480 \text{ jam (3 hari)} \end{aligned}$$

2. *Dump Truck*

$$\begin{aligned} \text{Jumlah unit} &= \frac{1.819,36 \text{ m}^3}{7,11 \text{ ton/jam} \times 8 \text{ jam/hari} \times 28 \text{ hari}} \\ &= 1,142 \text{ (2 unit)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu pengerjaan} &= \frac{\text{Volume bahan}}{\text{Produktivitas alat} \times \text{Jumlah unit}} \\ &= \frac{1.819,36 \text{ m}^3}{7,11 \text{ ton/jam} \times 2} \\ &= 511,774 \text{ jam (63 hari)} \end{aligned}$$

3. *Tandem Roller*

$$\begin{aligned} \text{Jumlah unit} &= \frac{1.819,36 \text{ m}^3}{42,74 \text{ ton/jam} \times 8 \text{ jam/hari} \times 28 \text{ hari}} \\ &= 0,190 \text{ (1 unit)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu pengerjaan} &= \frac{\text{Volume tanah}}{\text{Produktivitas alat} \times \text{Jumlah unit}} \end{aligned}$$

$$= \frac{1.819,36 \text{ m}^3}{42,74 \text{ ton/jam} \times 1}$$

$$= 42,568 \text{ jam (6 hari)}$$

4. *Pneumatic Tire Roller*

$$\text{Jumlah unit} = \frac{1.819,36 \text{ m}^3}{37,35/\text{jam} \times 8 \text{ jam/hari} \times 28 \text{ hari}}$$

$$= 0,217 \text{ (1 unit)}$$

$$\text{Waktu pengerjaan} = \frac{\text{Volume bahan}}{\text{Produktivitas alat} \times \text{Jumlah unit}}$$

$$= \frac{1.819,36 \text{ m}^3}{37,35 \text{ m}^3/\text{jam} \times 1}$$

$$= 48,711 \text{ jam (6 hari)}$$

5. *Asphalt Finisher*

$$\text{Jumlah unit} = \frac{1.819,36 \text{ m}^3}{109,18 \text{ ton/jam} \times 8 \text{ jam/hari} \times 28 \text{ hari}}$$

$$= 0,074 \text{ (1 unit)}$$

$$\text{Waktu pengerjaan} = \frac{\text{Volume}}{\text{Produktivitas alat} \times \text{Jumlah unit}}$$

$$= \frac{1.819,36 \text{ m}^3}{109,18 \text{ m}^3/\text{jam} \times 1}$$

$$= 16,663 \text{ jam (3 hari)}$$

6. *Water Tanker*

$$\text{Jumlah unit} = \frac{1.819,36 \text{ m}^3}{284,57 \text{ ton/jam} \times 8 \text{ jam/hari} \times 28 \text{ hari}}$$

$$= 0,028 \text{ (1 unit)}$$

$$\text{Waktu pengerjaan} = \frac{\text{Volume}}{\text{Produktivitas alat} \times \text{Jumlah unit}}$$

$$= \frac{1.819,36 \text{ m}^3}{284,57 \text{ m}^3/\text{jam} \times 1}$$

$$= 6,393 \text{ jam (1 hari)}$$

7. *Asphalt Mixing Plant (AMP)*

$$\text{Jumlah unit} = \frac{1.819,36 \text{ m}^3}{49,80 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam/hari} \times 28 \text{ hari}}$$

$$= 0,163 \text{ (1 unit)}$$

$$\text{Waktu pengerjaan} = \frac{\text{Volume}}{\text{Produktivitas alat} \times \text{Jumlah unit}}$$

$$= \frac{1.819,36 \text{ m}^3}{284,57 \text{ m}^3/\text{jam} \times 1}$$

$$= 6,393 \text{ jam (1 hari)}$$

4.2.6 Pekerjaan Lapis Resap Pengikat Aspal Cair/Emulsi

Produktivitas dari setiap peralatan yang digunakan dalam pekerjaan Prime

Coat :

- *Asphalt Sprayer* = 4800 liter
- Volume pekerjaan = 9.174,40 liter
- Lama pekerjaan (*Time Schedule*) = 28 hari

Maka kebutuhan jumlah alat yang diperlukan :

1. *Asphalt Sprayer*

$$\begin{aligned} \text{Jumlah unit} &= \frac{9.174,40}{4800 \times 8 \text{ jam/hari} \times 28 \text{ hari}} \\ &= 0,008 \text{ (1 unit)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu pengerjaan} &= \frac{\text{Volume}}{\text{Produktivitas alat} \times \text{Jumlah unit}} \\ &= \frac{9.174,40 \text{ liter}}{4800 \text{ liter} \times 1} \\ &= 1,911 \text{ jam (1 hari)} \end{aligned}$$



Tabel 4. 2 Jumlah Unit (Kebutuhan) dan Durasi (Waktu)

Pekerjaan	Jenis Alat	Jumlah Alat (Unit)	Durasi Pekerjaan (Jam)
Persiapan Badan Jalan	<i>Motor Grader</i>	1	48,616
	<i>Vibrator Roller</i>	1	30,551
Galian Tanah	<i>Excavator</i>	1	13,609
	<i>Dump truck</i>	1	259,344
Timbunan Tanah	<i>Excavator</i>	1	22,726
	<i>Dump Truck</i>	2	396,396
	<i>Vibrator Roller</i>	1	0,018
Lapisan Agregat Kelas A	<i>Wheel Loader</i>	1	14,379
	<i>Dump Truck</i>	3	472,120
	<i>Motor Grader</i>	1	4,520
	<i>Vibrator Roller</i>	1	18,252
	<i>Water Tank</i>	1	7,306
Laston Lapis Antara (AC-BC)	<i>Asphalt Finisher</i>	1	16,663
	<i>Asphalt Mixing Plant (AMP)</i>	1	6,393
	<i>Tandem Roller</i>	1	42,568
	<i>Pneumatic Tire Roller</i>	1	48,711
	<i>Dump Truck</i>	2	511,774
	<i>Water Tanker</i>	1	6,393
	<i>Wheel Loader</i>	1	19,480
	Lapis Resap Pengikat Aspal Cair/Emulsi	<i>Asphalt Sprayer</i>	1

4.3 Perhitungan Biaya Operasional Alat

Untuk menghitung biaya operasional masing-masing unit Alat Pekerjaan Jalan Bio Sarilamak – Kabupaten Solok Lima Puluh Kota, metode perhitungan didasarkan pada bahan-bahan yang dibutuhkan seperti biaya bahan bakar, biaya minyak pelumas dan biaya operator dan asisten operator, dan biaya.

Untuk perhitungan biaya operasional dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. *Motor Grader Liugong 4140 D (Spesifikasi Tahun 2019)*

- Menghitung biaya operasional

Berikut data-data spesifikasi *motor grader* :

<i>Horse Power</i> (HP)	= 160
Waktu kerja per hari	= 8 jam
Upah operator per jam	= Rp. 17.023,81
Upah pembantu op per jam	= Rp. 15.476,19
Harga minyak solar	= Rp. 10.000,00 /liter
Harga minyak oli pelumas	= Rp. 42.000,00 /liter

a. Konsumsi Bahan Bakar (KBB)

$$\begin{aligned}\text{Konsumsi bahan bakar} &= 12 \% \times \text{HP} \times \text{Harga Solar} \\ &= 12 \% \times 160 \times \text{Rp. } 10.000,00 \\ &= \text{Rp. } 192.000,00\end{aligned}$$

b. Konsumsi Minyak Pelumas (KMP)

$$\begin{aligned}\text{Konsumsi minyak pelumas} &= 2,5\% \times \text{HP} \times \text{Harga pelumas} \\ &= 2,5 \% \times 160 \times \text{Rp. } 42.000,00 \\ &= \text{Rp. } 168.000,00\end{aligned}$$

c. Upah Operator dan Asisten Operator (Uo / Up)

$$\begin{aligned}\text{Biaya upah operator} &= 1 \times \text{Upah Operator} \\ &= 1 \times \text{Rp. } 17.023,81 \\ &= \text{Rp. } 17.023,81\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Biaya upah pembantu op} &= 1 \times \text{Upah Pembantu Op} \\ &= 1 \times \text{Rp. } 15.476,19 \\ &= \text{Rp. } 15.476,19\end{aligned}$$

d. Biaya Operasional Kendaraan (BOK)

$$\begin{aligned}
 \text{BOK} &= \text{KBB} + \text{KMP} + \text{Uo} + \text{Up} \\
 &= \text{Rp. } 192.000,00 + \text{Rp. } 168.000,00 + \text{Rp. } 17.023,81 + \text{Rp. } \\
 &\quad 15.476,19 \\
 &= \text{Rp. } 392.500,00
 \end{aligned}$$

2. *Vibrator Roller Liugong 6114 E* (Spesifikasi Tahun 2019)

- Menghitung biaya operasional

Berikut data-data spesifikasi *vibrator roller* :

<i>Horse Power</i> (HP)	= 140
Waktu kerja per hari	= 8 jam
Upah operator per jam	= Rp. 17.023,81
Upah pembantu op per jam	= Rp. 15.476,19
Harga minyak solar	= Rp. 10.000,00 /liter
Harga minyak pelumas	= Rp. 42.000,00 /liter

a. Konsumsi Bahan Bakar (KBB)

$$\begin{aligned}
 \text{Konsumsi bahan bakar} &= 12 \% \times \text{HP} \times \text{Harga Solar} \\
 &= 12 \% \times 82 \times \text{Rp. } 10.000,00 \\
 &= \text{Rp. } 98.400,00
 \end{aligned}$$

b. Konsumsi Minyak Pelumas (KMP)

$$\begin{aligned}
 \text{Konsumsi minyak pelumas} &= 2,5 \% \times \text{HP} \times \text{Harga pelumas} \\
 &= 2,5 \% \times 82 \times \text{Rp. } 42.000,00 \\
 &= \text{Rp. } 86.100,00
 \end{aligned}$$

c. Upah Operator dan Asisten Operator (Uo / Up)

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya upah operator} &= 1 \times \text{Upah Operator} \\
 &= 1 \times \text{Rp. } 17.023,81 \\
 &= \text{Rp. } 17.023,81
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya upah pembantu op} &= 1 \times \text{Upah Pembantu Op} \\
 &= 1 \times \text{Rp. } 15.476,19 \\
 &= \text{Rp. } 15.476,19
 \end{aligned}$$

d. Biaya Operasional Kendaraan (BOK)

$$\text{BOK} = \text{KBB} + \text{KMP} + \text{Uo} + \text{Up}$$

$$= \text{Rp. } 98.400,00 + \text{Rp. } 86.100,00 + \text{Rp. } 17.023,81 + \text{Rp. } 15.476,19$$

$$= \text{Rp. } 213.000,00$$

3. *Dump Truck Hino* (Spesifikasi Tahun 2017)

- Menghitung biaya operasional

Berikut data-data spesifikasi *dump truck* :

<i>Horse Power</i> (HP)	= 100
Waktu kerja per hari	= 8 jam
Upah operator per jam	= Rp. 17.023,81
Upah pembantu op per jam	= Rp. 15.476,19
Harga minyak solar	= Rp. 10.000,00 /liter
Harga minyak pelumas	= Rp. 42.000,00 /liter

a. Konsumsi Bahan Bakar (KBB)

$$\begin{aligned} \text{Konsumsi bahan bakar} &= 12 \% \times \text{HP} \times \text{Harga Solar} \\ &= 12 \% \times 100 \times \text{Rp. } 10.000,00 \\ &= \text{Rp. } 120.000,00 \end{aligned}$$

b. Konsumsi Minyak Pelumas (KMP)

$$\begin{aligned} \text{Konsumsi minyak pelumas} &= 2,5 \% \times \text{HP} \times \text{Harga pelumas} \\ &= 2,5 \% \times 100 \times \text{Rp. } 42.000,00 \\ &= \text{Rp. } 105.000,00 \end{aligned}$$

c. Upah Operator dan Pembantu Operator (Uo / Up)

$$\begin{aligned} \text{Biaya upah operator} &= 1 \times \text{Upah Operator} \\ &= 1 \times \text{Rp. } 17.023,81 \\ &= \text{Rp. } 17.023,81 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya upah pembantu op} &= 1 \times \text{Upah Pembantu Op} \\ &= 1 \times \text{Rp. } 15.476,19 \\ &= \text{Rp. } 15.476,19 \end{aligned}$$

d. Biaya Operasional Kendaraan (BOK)

$$\begin{aligned} \text{BOK} &= \text{KBB} + \text{KMP} + \text{Uo} + \text{Up} \\ &= \text{Rp. } 120.000,00 + \text{Rp. } 105.000,00 + \text{Rp. } 17.023,81 + \text{Rp. } 15.476,19 \end{aligned}$$

$$= \text{Rp. } 257.500,00$$

4. *Wheel Loader Liugong 835H* (Spesifikasi Tahun 2019)

- Menghitung biaya operasional

Berikut data-data spesifikasi *wheel loader* :

<i>Horse power</i> (HP)	= 116
Waktu kerja per hari	= 8 jam
Upah operator per jam	= Rp. 17.023,81
Upah pembantu op per jam	= Rp. 15.476,19
Harga minyak solar	= Rp. 10.000,00 /liter
Harga minyak pelumas	= Rp. 42.000,00 /liter

a. Konsumsi Bahan Bakar (KBB)

$$\begin{aligned} \text{Konsumsi bahan bakar} &= 12 \% \times \text{HP} \times \text{Harga Solar} \\ &= 12 \% \times 116 \times \text{Rp. } 10.000,00 \\ &= \text{Rp. } 139.200,00 \end{aligned}$$

b. Konsumsi Minyak Pelumas (KMP)

$$\begin{aligned} \text{Konsumsi minyak pelumas} &= 2,5 \% \times \text{HP} \times \text{Harga pelumas} \\ &= 2,5 \% \times 116 \times \text{Rp. } 42.000,00 \\ &= \text{Rp. } 121.800,00 \end{aligned}$$

c. Upah Operator dan Pembantu Operator (Uo / Up)

$$\begin{aligned} \text{Biaya upah operator} &= 1 \times \text{Upah Operator} \\ &= 1 \times \text{Rp. } 17.023,81 \\ &= \text{Rp. } 17.023,81 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya upah pembantu op} &= 1 \times \text{Upah Pembantu Op} \\ &= 1 \times \text{Rp. } 15.476,19 \\ &= \text{Rp. } 15.476,19 \end{aligned}$$

d. Biaya Operasional Kendaraan (BOK)

$$\begin{aligned} \text{BOK} &= \text{KBB} + \text{KMP} + \text{Uo} + \text{Up} \\ &= \text{Rp. } 139.200,00 + \text{Rp. } 121.800,00 + \text{Rp. } 17.023,81 + \text{Rp. } \\ &\quad 15.476,19 \\ &= \text{Rp. } 293.500 \end{aligned}$$

5. *Water Tank Colt Diesel FE 74 HD* (Spesifikasi Tahun 2017)

- Menghitung biaya operasional

Berikut data-data spesifikasi *water tank* :

<i>Horse Power</i> (HP)	= 100
Waktu kerja per hari	= 8 jam
Upah operator per jam	= Rp. 17.023,81
Upah pembantu op per jam	= Rp. 15.476,19
Harga minyak solar	= Rp. 10.000,00 /liter
Harga minyak pelumas	= Rp. 42.000,00 /liter

a. Konsumsi Bahan Bakar (KBB)

$$\begin{aligned}\text{Konsumsi bahan bakar} &= 12 \% \times \text{HP} \times \text{Harga Solar} \\ &= 12 \% \times 100 \times \text{Rp. } 10.000,00 \\ &= \text{Rp. } 120.000,00\end{aligned}$$

b. Konsumsi Minyak Pelumas (KMP)

$$\begin{aligned}\text{Konsumsi minyak pelumas} &= 2,5 \% \times \text{HP} \times \text{Harga pelumas} \\ &= 2,5 \% \times 100 \times \text{Rp. } 42.000,00 \\ &= \text{Rp. } 105.000,00\end{aligned}$$

c. Upah Operator dan Asisten Operator (Uo / Up)

$$\begin{aligned}\text{Biaya upah operator} &= 1 \times \text{Upah Operator} \\ &= 1 \times \text{Rp. } 17.023,81 \\ &= \text{Rp. } 17.023,81\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Biaya upah pembantu op} &= 1 \times \text{Upah Pembantu Op} \\ &= 1 \times \text{Rp. } 15.476,19 \\ &= \text{Rp. } 15.476,19\end{aligned}$$

d. Biaya Operasional Kendaraan (BOK)

$$\begin{aligned}\text{BOK} &= \text{KBB} + \text{KMP} + \text{Uo} + \text{Up} \\ &= \text{Rp. } 120.000,00 + \text{Rp. } 105.000,00 + \text{Rp. } 17.023,81 + \text{Rp. } \\ &\quad 15.476,19 \\ &= \text{Rp. } 257.500,00\end{aligned}$$

6. *Excavator Komatsu PC.200* (Spesifikasi Tahun 2019)

- Menghitung biaya operasional

Berikut data-data spesifikasi *excavator* :

<i>Horse power</i> (HP)	= 138
Waktu kerja / hari	= 8 jam
Upah operator / jam	= Rp. 17.023,81
Upah pembantu op / jam	= Rp. 15.476,19
Harga minyak solar	= Rp. 10.000,00 /liter
Harga minyak pelumas	= Rp. 42.000,00 /liter

a. Konsumsi Bahan Bakar (KBB)

$$\begin{aligned}\text{Konsumsi bahan bakar} &= 12 \% \times \text{HP} \times \text{Harga Solar} \\ &= 12 \% \times 138 \times \text{Rp. } 10.000,00 \\ &= \text{Rp. } 165.600,00\end{aligned}$$

b. Konsumsi Minyak Pelumas (KMP)

$$\begin{aligned}\text{Konsumsi minyak pelumas} &= 2,5\% \times \text{HP} \times \text{Harga pelumas} \\ &= 2,5\% \times 138 \times \text{Rp. } 42.000,00 \\ &= \text{Rp. } 144.900,00\end{aligned}$$

c. Upah Operator dan Asisten Operator (Uo / Up)

$$\begin{aligned}\text{Biaya upah operator} &= 1 \times \text{Upah Operator} \\ &= 1 \times \text{Rp. } 17.023,81 \\ &= \text{Rp. } 17.023,81 \\ \text{Biaya upah pembantu op} &= 1 \times \text{Upah Pembantu Op} \\ &= 1 \times \text{Rp. } 15.476,19 \\ &= \text{Rp. } 15.476,19\end{aligned}$$

d. Biaya Operasional Kendaraan (BOK)

$$\begin{aligned}\text{BOK} &= \text{KBB} + \text{KMP} + \text{Uo} + \text{Up} \\ &= \text{Rp. } 165.600,00 + \text{Rp. } 144.900,00 + \text{Rp. } 17.023,81 + \text{Rp. } \\ &\quad 15.476,19 \\ &= \text{Rp. } 343.000,00\end{aligned}$$

7. Tandem Roller Liugong 6208E (Spesifikasi Tahun 2019)

- Menghitung Biaya Operasional

Berikut data-data spesifikasi *Tandem Roller* :

$$\text{Horse Power (HP)} = 109$$

Waktu kerja per hari	= 8 jam
Upah operator /jam (Uo)	= Rp. 17.023,81 orang/jam
Upah operator pembantu /jam (Up)	= Rp. 15.476,19 orang/jam
Harga minyak diesel (solar)	= Rp. 10.000,00 / liter
Harga minyak pelumas	= Rp. 42.000,00 / liter
a) Konsumsi Bahan Bakar (KBB)	
Konsumsi Bahan Bakar	= 12 % x HP x Harga Solar
	= 12 % x 109 x Rp. 10.000,00
	= Rp. 130.800,00
b) Konsumsi Minyak Pelumas (KMP)	
Konsumsi Minyak Pelumas	= 2,5% x HP x Harga Pelumas
	= 2,5% x 109 x Rp. 42.000,00
	= Rp. 114.450,00
c) Upah Operator dan Pembantu Operator (Uo/Up)	
Biaya Upah Operator	= 1 x Upah Operator
	= 1 x Rp. 17.023,81
	= Rp. 17.023,81
Biaya Upah Pembantu	= 1 x Upah Pembantu
	= 1 x Rp. 15.476,19
	= Rp. 15.476,19
d) Biaya Total Operasional Kendaraan (BOK)	
BOK = (BBB + BMP + Uo + Up)	
	= Rp. 130.800,00 + Rp 114.450,00 + Rp. 17.023,81 + Rp. 15.476,19
	= Rp. 277.750,00

8. *Pneumatic Tire Roller 6526E* (Spesifikasi Tahun 2019)

- Menghitung Biaya Operasional

Berikut data-data spesifikasi *Pneumatic Tire Roller* :

Horse Power (HP)	= 135
Waktu kerja per hari	= 8 jam
Upah operator per jam (Uo)	= Rp. 17.023,81 orang/jam
Upah operator pembantu per jam (Up)	= Rp. 15.476,19 orang/jam
Harga minyak diesel (solar)	= Rp. 10.000,00 / liter

Harga minyak pelumas = Rp. 42.000,00 / liter

a. Konsumsi Bahan Bakar (KBB)

Konsumsi Bahan Bakar = 12 % x HP x Harga Solar
= 12 % x 135 x Rp. 10.000,00
= Rp. 162.000,00

b. Konsumsi Minyak Pelumas (KMP)

Konsumsi Minyak Pelumas = 2,5% x HP x Harga Pelumas
= 2,5% x 135 x Rp. 42.000,00
= Rp. 141.750,00

c. Upah Operator dan Pembantu Operator (Uo/Up)

Biaya Upah Operator = 1 x Upah Operator
= 1 x Rp. 17.023,81
= Rp. 17.023,81

Biaya Upah Pembantu = 1 x Upah Pembantu
= 1 x Rp. 15.476,19
= Rp. 15.476,19

d. Biaya Total Operasional Kendaraan (BOK)

BOK = (BBB + BMP + Uo + Up)
= Rp. 162.000,00 + Rp. 141.750,00 + Rp. 17.023,81 + Rp. 15.476,19
= Rp. 336.250,00

9. *Asphalt Finisher Liugong* (Spesifikasi Tahun 2019)

- Menghitung Biaya Operasional

Berikut data-data spesifikasi Asphalt Finisher :

Horse Power (HP) = 72.4

Waktu kerja per hari = 8 jam

Upah operator per jam (Uo) = Rp. 17.023,81 orang/jam

Upah operator pembantu per jam (Up) = Rp. 15.476,19 orang/jam

Harga minyak diesel (solar) = Rp. 10.000,00 / liter

Harga minyak pelumas = Rp. 42.000,00 / liter

a) Konsumsi Bahan Bakar (KBB)

$$\begin{aligned} \text{Konsumsi Bahan Bakar} &= 12 \% \times \text{HP} \times \text{Harga Solar} \\ &= 12 \% \times 72,4 \times \text{Rp. } 10.000,00 \\ &= \text{Rp. } 86.880,00 \end{aligned}$$

b) Konsumsi Minyak Pelumas (KMP)

$$\begin{aligned} \text{Konsumsi Minyak Pelumas} &= 2,5 \% \times \text{HP} \times \text{Harga Oli} \\ &= 2,5 \% \times 72,4 \times \text{Rp. } 42.000,00 \\ &= \text{Rp. } 76.020,00 \end{aligned}$$

c) Upah Operator dan Pembantu Operator (Uo/Up)

$$\begin{aligned} \text{Biaya Upah Operator} &= 1 \times \text{Upah Operator} \\ &= 1 \times \text{Rp. } 17.023,81 \\ &= \text{Rp. } 17.023,81 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya Upah Pembantu} &= 1 \times \text{Upah Pembantu} \\ &= 1 \times \text{Rp. } 15.476,19 \\ &= \text{Rp. } 15.476,19 \end{aligned}$$

d) Biaya Total Operasional Kendaraan (BOK)

$$\begin{aligned} \text{BOK} &= (\text{BBB} + \text{BMP} + \text{Uo} + \text{Up}) \\ &= \text{Rp. } 86.880,00 + \text{Rp. } 76.020,00 + \text{Rp. } 17.023,81 + \text{Rp. } \\ &\quad 15.476,19 \\ &= \text{Rp. } 195.400,00 \end{aligned}$$

10. Asphalt Mixing Plant (Spesifikasi Tahun 2017)

- Menghitung Biaya Operasional

Berikut data-data spesifikasi *Asphalt Finisher* :

<i>Horse Power</i> (HP)	= 294
Waktu kerja per hari	= 8 jam
Upah operator / jam (Uo)	= Rp. 30.066,21 orang/jam
Upah operator pembantu / jam (Up)	= Rp. 25.803,30 orang/jam
Harga minyak diesel (solar)	= Rp. 10.000,00 / liter
Harga minyak pelumas	= Rp. 42.000,00 / liter

a) Konsumsi Bahan Bakar (KBB)

$$\begin{aligned} \text{Konsumsi Bahan Bakar} &= 12 \% \times \text{HP} \times \text{Harga Solar} \\ &= 12 \% \times 294 \times \text{Rp. } 10.000,00 \end{aligned}$$

$$= \text{Rp. } 352.800,00$$

b) Konsumsi Minyak Pelumas (KMP)

$$\begin{aligned} \text{Konsumsi Minyak Pelumas} &= 2,5 \% \times \text{HP} \times \text{Harga Oli} \\ &= 2,5\% \times 294 \times \text{Rp. } 42.000,00 \\ &= \text{Rp. } 308.700,00 \end{aligned}$$

c) Upah Operator dan Pembantu Operator (Uo/Up)

$$\begin{aligned} \text{Biaya Upah Operator} &= 1 \times \text{Upah Operator} \\ &= 1 \times \text{Rp. } 30.066,21 \\ &= \text{Rp. } 30.066,21 \\ \text{Biaya Upah Pembantu} &= 1 \times \text{Upah Pembantu} \\ &= 1 \times \text{Rp. } 25.803,30 \\ &= \text{Rp. } 25.803,30 \end{aligned}$$

d) Biaya Total Operasional Kendaraan (BOK)

$$\begin{aligned} \text{BOK} &= (\text{BBB} + \text{BMP} + \text{Uo} + \text{Up}) \\ &= \text{Rp. } 352.800,00 + \text{Rp. } 308.700,00 + \text{Rp. } 30.066,21 + \text{Rp. } \\ &\quad 25.803,30 \\ &= \text{Rp. } 717.369,51 \end{aligned}$$

11. Asphalt Sprayer Rabana AHN 1000 (Spesifikasi Tahun 2019)

- Menghitung Biaya Operasional

Berikut data-data spesifikasi Asphalt Finisher :

$$\begin{aligned} \text{Horse Power (HP)} &= 115 \\ \text{Waktu kerja per hari} &= 8 \text{ jam} \\ \text{Upah operator / jam (Uo)} &= \text{Rp. } 23.959,39 \text{ orang/jam} \\ \text{Upah operator pembantu /jam (Up)} &= \text{Rp. } 18.587,26 \text{ orang/jam} \\ \text{Harga minyak diesel (solar)} &= \text{Rp. } 10.000,00 / \text{ liter} \\ \text{Harga minyak pelumas} &= \text{Rp. } 42.000,00 / \text{ liter} \end{aligned}$$

a) Konsumsi Bahan Bakar (KBB)

$$\begin{aligned} \text{Konsumsi Bahan Bakar} &= 12 \% \times \text{HP} \times \text{Harga Solar} \\ &= 12 \% \times 115 \times \text{Rp. } 10.000,00 \\ &= \text{Rp. } 138.000,00 \end{aligned}$$

b) Konsumsi Minyak Pelumas (KMP)

$$\text{Konsumsi Minyak Pelumas} = 2,5 \% \times \text{HP} \times \text{Harga Oli}$$

$$= 2,5\% \times 115 \times \text{Rp. } 42.000,00$$

$$= \text{Rp. } 120.750,00$$

c) Upah Operator dan Pembantu Operator (Uo/Up)

Biaya Upah Operator = 1 x Upah Operator
 = 1 x Rp. 23.959,39
 = Rp. 23.959,39

Biaya Upah Pembantu = 1 x Upah Pembantu
 = 1 x Rp. 18.587,26
 = Rp. 18.587,26

d) Biaya Total Operasional Kendaraan (BOK)

$$\text{BOK} = (\text{BBB} + \text{BMP} + \text{Uo} + \text{Up})$$

$$= \text{Rp. } 138.000,00 + \text{Rp. } 120.750,00 + \text{Rp. } 23.959,39 + \text{Rp. } 18.587,26$$

$$= \text{Rp. } 301.296,65$$



Biaya sewa alat untuk setiap pekerjaan dapat dilihat pada tabel 4.3 dibawah :

Tabel 4. 3 Sewa Alat Berat

No	Item Pekerjaan	Jenis Alat	Anggaran Biaya
1.	Persiapan Badan Jalan	<i>Motor Grader</i>	Rp 392.500,00
		<i>Vibrator Roller</i>	Rp 213.000,00
2.	Galian Tanah	<i>Excavator</i>	Rp 343.000,00
		<i>Dump truck</i>	Rp 257.500,00
3.	Timbunan Tanah	<i>Excavator</i>	Rp 343.000,00
		<i>Dump Truck</i>	Rp 257.500,00
		<i>Vibrator Roller</i>	Rp 213.000,00
4.	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	<i>Whell Loader</i>	Rp 293.500,00
		<i>Dump Truck</i>	Rp 257.500,00
		<i>Motor Grader</i>	Rp 392.500,00
		<i>Vibrator Roller</i>	Rp 213.000,00
		<i>Water Tank</i>	Rp 257.500,00
5.	Laston Lapis Antara (AC-BC)	<i>Asphalt Finisher</i>	Rp 195.400,00
		<i>Asphalt Mixing Plant</i>	Rp 717.369,51
		<i>Tandem Roller</i>	Rp 277.750,00
		<i>Dump Truck</i>	Rp 257.500,00
		<i>Penumatic Tire Roller</i>	Rp 336.250,00
		<i>Wheel Loader</i>	Rp 293.500,00
6	Lapis Resap Pengikat Aspal Cair/Emulsi	<i>Asphalt Sprayer</i>	Rp 301.296,65

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari analisis dan perhitungan pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Kapasitas produksi alat pada pembangunan Jalan Sarilamak - Solok Bio Bio STA 0+000 – STA 2+800 adalah :
 - a. Persiapan Badan Jalan : *Motor Grader* (477,25 m³/jam), *Vibrator Roller* (759,45 m³/jam)
 - b. Galian tanah : *Excavator* (169,32 m³/jam) dan *Dump Truck* (8,885 m³/jam)
 - c. Timbunan tanah : *Excavator* (153,97 m³/jam), *Dump Truck* (8,885 m³/jam), dan *Vibrator Roller* (189,826 m³/jam).
 - d. Lapis pondasi agregat kelas A : *Wheel Loader* (144,60 m³/jam), *Dump Truck* (8,808 m³/jam), *Motor Grader* (460,00 m³/jam), *Vibrator Roller* (113,917 m³/jam), dan *Water Tank* (142,285 m³/jam).
 - e. Lapis Resap Pengikat Aspal Cair/Emulsi : *Asphalt Sprayer* (4800 Liter).
2. Kebutuhan alat dan lamanya alat bekerja pada pembangunan Jalan Sarilamak – Solok Bio Bio STA0+000 – STA 2+800 adalah :
 - a. Persiapan Badan Jalan : *Motor Grader* (1 unit), *Vibrator Roller* (1 unit)
 - b. Galian tanah : *Excavator* (2 unit) dan *Dump Truck* (23 unit)
 - c. Timbunan tanah : *Excavator* (1 unit), *Dump Truck* (2 unit) dan *Vibrator Roller* (1Unit)
 - d. Lapis pondasi agregat kelas A : *Wheel Loader* (1 unit), *Dump Truck* (3 unit), *Motor Grader* (1 unit), *Vibrator Roller* (1 unit), dan *Water Tank* (1 unit).
 - e. Lapis Resap Pengikat Aspal Cair/Emulsi : *Asphalt Sprayer* (1 unit),

3. Dari perhitungan penulis, maka didapatkan biaya penggunaan alat berat untuk pekerjaan Pembangunan Jalan Sarilamak Solok Bio Bio STA 00+000– STA 2+800 yaitu sebesar Rp 514.358.701,46 yaitu 7,15 % dari nilai kontrak.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan diatas, ada beberapa saran yang dapat penulis sampaikan dalam tugas akhir ini, sebagai berikut :

1. Dalam memilih alat berat yang akan digunakan, pilihlah alat berat yang baru atau layak pakai, karena sangat mempengaruhi produktivitas kerja suatu alat.
2. Untuk itu perlu dilakukan pengecekan dan perawatan rutin terhadap alat berat yang digunakan, sehingga terhindar dari kerusakan selama proses pengerjaan.



DAFTAR PUSTAKA

- Amin, R. R. (2015). *Manajemen Peralatan Berat Untuk Jalan* . Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Aoliya , I., Wiranto , P., & Mudianto, A. (2017). Analisa Produktivitas Alat Berat Pada Pembangunan Jalan Ruas Lingkar Pulau Marsela Provinsi Maluku Barat Daya. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik Sipil* , 1 (1).
- Bahtiar , Y. M. (2018). *Analisis Perbandingan Waktu Dan Biaya Pada Proyek Pembangunan Tol Mojokerto-Kertosono Seksi 2 STA 5+000 - 24+900*. Tugas Akhir, Institut Teknologi Sepuluh nopember, Surabaya.
- Febrianti, D., Zakia, & Mawardi, E. (2021). Analisis Biaya Operasional Alat Berat Pada Pekerjaan Timbunan. *Journal Of Civil Engineering* , 10 (1), 33-41.
- Kulo, E. N., Waani, J. E., & Kaseke, O. H. (2017). Analisa Produktivitas Alat Berat Untuk Pekerjaan Pembangunan Jalan. *Jurnal Sipil Statik* , IV .
- Priana, S. E., (2019). Alokasi Kebutuhan Alat Berat Pada Proyek Peningkatan Jalan Bandarejo-Koto Tinggi Kabupaten Pasaman Barat. *Rang Teknik Journal, Vol.2 No.1*
- Rochmanhadi. (1985). *Perhitungan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan Dengan Menggunakan Alat-Alat berat*. Jakarta: Depaetemen Pekerjaan Umum.
- Wilopo, D. (2009). *Metode Konstruksi Dan Alat-alat Berat*. Jakarta: Universitas Indonesia.

LAMPIRAN



DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Cross Section Daerah
- Lampiran 2 Data RAB dan AHS Alat Berat
- Lampiran 3 Time Schedule Curva –S
- Lampiran 4 Foto Dokumentasi Dokumentasi Alat



Dari hasil perhitungan yang dilakukan penulis didapatkan produktivitas alat untuk setiap jenis pekerjaan, jumlah unit, lama penggunaan alat dan total biaya penyewaan alat. Untuk hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel dibawah :

Tabel 4. 4 Perencanaan Kebutuhan Alat dan Total Biaya Penggunaan Alat Berat

No	Item Pekerjaan	Volume Pekerjaan	Jenis Peralatan	Produktifitas (m ³ /hari)	Jumlah Unit	Durasi Pekerjaan(Jam)	Biaya Operasional	Total Biaya
1.	Persiapan Badan Jalan	23.202,00 m ²	<i>Motor Grader</i>	477,25 m ² /jam	1	48,616	Rp. 392.500,00	Rp. 19.081.780,00
			<i>Vibrator Roller</i>	759,45 m ² /jam	1	30,551	Rp. 213.000,00	Rp. 6.507.363,00
2.	Galian Tanah	2.305,28 m ³	<i>Excavator</i>	169,32 m ³ /jam	1	13,609	Rp. 343.000,00	Rp. 4.667.887,00
			<i>Dump truck</i>	8,885 m ³ /jam	1	259,344	Rp. 257.500,00	Rp. 66.781.080,00
3.	Timbunan Tanah	3.498,20 m ³	<i>Excavator</i>	153,97 m ³ /jam	1	22,726	Rp. 343.000,00	Rp. 7.795.018,00
			<i>Dump Truck</i>	8,885 m ³ /jam	2	396,396	Rp. 257.500,00	Rp. 102.071.970,00
			<i>Vibrator Roller</i>	189,826 m ³ /jam	1	0,018	Rp. 213.000,00	Rp. 38.340
4.	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	2.079,22 m ³	<i>Wheel Loader</i>	144,60 m ³ /jam	1	14,379	Rp. 293.500,00	Rp. 4.220.236,50
			<i>Dump Truck</i>	8,808 m ³ /jam	3	472,120	Rp. 257.500,00	Rp. 121.570.900,00
			<i>Motor Grader</i>	460,00 m ³ /jam	1	4,520	Rp. 392.500,00	Rp. 1.774.000,00
			<i>Vibrator Roller</i>	113,917 m ³ /jam	1	18,252	Rp. 213.000,00	Rp. 3.887.676,00
			<i>Water Tank</i>	93,375 m ³ /jam	1	7,306	Rp. 257.500,00	Rp. 1.881.295,00
5.	Laston Lapis Antara (AC-BC)	1.819,36 ton	<i>Asphal Finisher</i>	284,571 m ³ /jam	1	16,663	Rp. 195.400,00	Rp. 3.255.950,20
			<i>Asphal Mixing Plant</i>	109,18 ton/jam	1	6,393	Rp. 717.369,51	Rp. 4.586.143,28
			<i>Tandem Roller</i>	49,80 m ³ /jam	1	42,568	Rp. 277.750,00	Rp. 11.823.262,00
			<i>Dump Truck</i>	42,748 ton/jam	2	511,774	Rp. 257.500,00	Rp. 131.781.805,00
			<i>Penumatic Tire Roller</i>	37,35 m ³ /jam	1	48,711	Rp.336.250,00	Rp. 16.379.073,75
			<i>Wheel Loader</i>	7,11 ton/jam	1	19,480	Rp. 293.500,00	Rp. 5.717.380,00
6	Lapis Resap Pengikat Aspal Cair/Emulsi	10.686,40 liter	<i>Asphalt Sprayer</i>	91,667 m ³ /jam	1	1,911	Rp. 301.296,65	Rp. 575.777,89
Total Biaya								Rp. 514.358.701,46

Jadi total biaya penggunaan alat berat dalam perhitungan ini adalah Rp. 514.358.701,46. Sedangkan nilai biaya dari pekerjaan persiapan badan jalan sampai pekerjaan laston sebesar Rp. 7.192.593.000,00, dari nilai kontrak

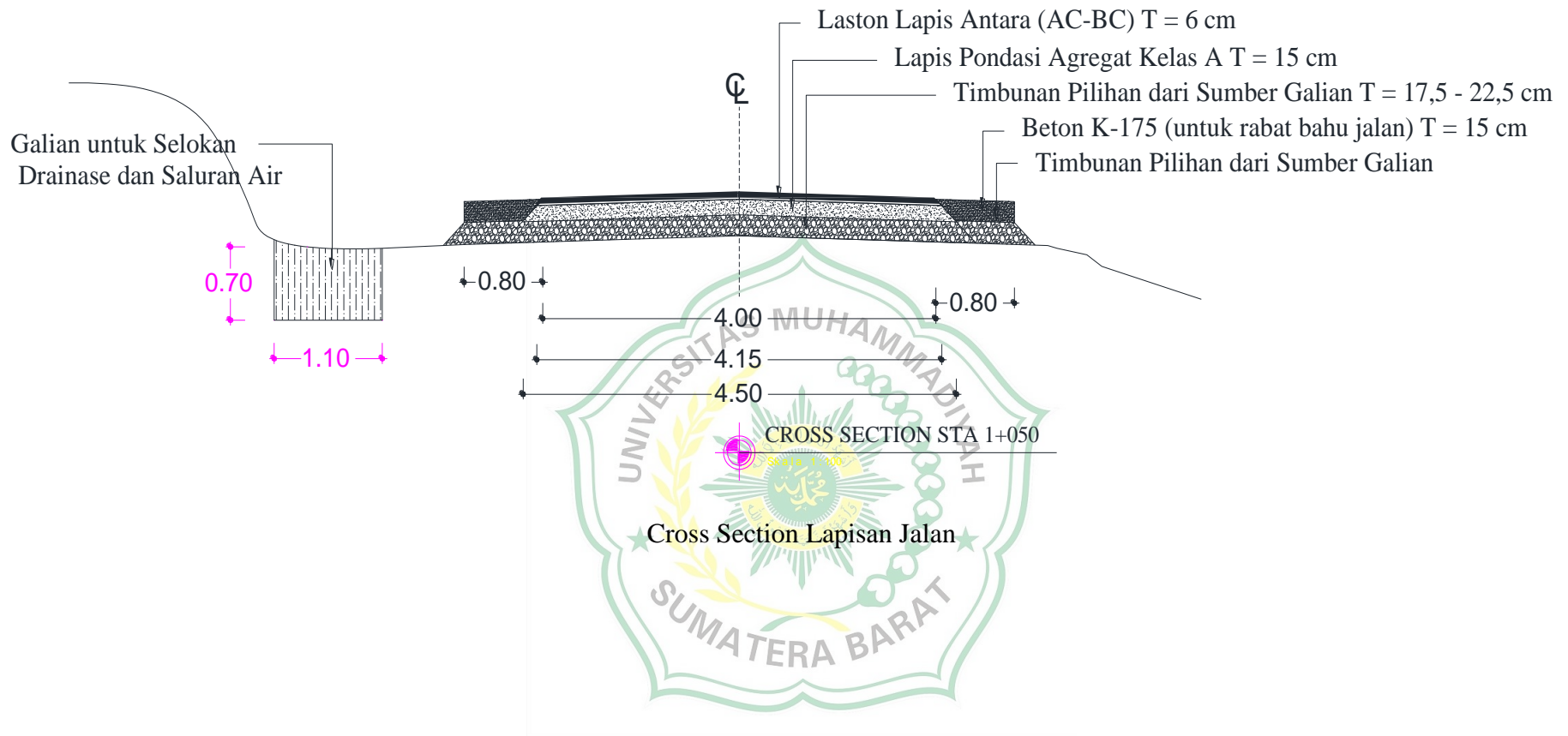
Maka nilai persentase $\frac{\text{Rp.514.358.701,46}}{\text{Rp.7.192.593.000,00}} \times 100 \% = 7,15 \%$ dari nilai kontrak.



Dari hasil Analisa yang dilakukan penulis didapatkan perbedaan untuk Waktu pengerjaan (Hari) alat untuk setiap jenis pekerjaan berdasarkan *Schedule* Peralatan di lapangan. Untuk hasil perbandingan dapat dilihat pada tabel dibawah :

Tabel 4. 5 Perbandingan Waktu Pekerjaan Peralatan

No	Item Pekerjaan	Volume Pekerjaan	Jenis Peralatan	Pelaksanaan di Lapangan	Jumlah Unit	Analisa Waktu Pekerjaan(Hari)
1.	Persiapan Badan Jalan	23.202,00 m ²	<i>Motor Grader</i>	21 Hari	1	6 Hari
			<i>Vibrator Roller</i>	21 Hari	1	4 Hari
2.	Galian Tanah	2.305,28 m ³	<i>Excavator</i>	7 Hari	1	2 Hari
			<i>Dump truck</i>	56 Hari	1	33 Hari
3.	Timbunan Tanah	3.498,20 m ³	<i>Excavator</i>	7 Hari	1	3 Hari
			<i>Dump Truck</i>	56 Hari	2	50 Hari
			<i>Vibrator Roller</i>	21 Hari	1	1 Hari
4.	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	2.079,22 m ³	<i>Whell Loader</i>	21 Hari	1	2 Hari
			<i>Dump Truck</i>	56 Hari	3	59 Hari
			<i>Motor Grader</i>	21 Hari	1	1 Hari
			<i>Vibrator Roller</i>	21 Hari	1	3 Hari
			<i>Water Tank</i>	14 Hari	1	1 Hari
5.	Laston Lapis Antara (AC-BC)	1.819,36 ton	<i>Asphal Finisher</i>	14 Hari	1	3 Hari
			<i>Asphal Mixing Plant</i>	-	1	1 Hari
			<i>Tandem Roller</i>	21 Hari	1	23 Hari
			<i>Dump Truck</i>	56 Hari	2	63 Hari
			<i>Penumatic Tire Roller</i>	14 Hari	1	6 Hari
			<i>Wheel Loader</i>	21 Hari	1	3 Hari
6	Lapis Resap Pengikat Aspal Cair/Emulsi	10.686,40 liter	<i>Asphalt Sprayer</i>	14 Hari	1	1 Hari



No.	URAIAN	KODE	KOEF.	SATUAN	KET.
-----	--------	------	-------	--------	------

URAIAN ANALISA ALAT

No.	URAIAN	KODE	KOEF.	SATUAN	KET.
A.	URAIAN PERALATAN				E02
1.	Jenis Peralatan				
2.	Tenaga				
3.	Kapasitas				
4.	Alat Baru : a. Umur Ekonomis b. Jam Kerja Dalam 1 Tahun c. Harga Alat	Pw Cp A W B	72.4 10.0 6.0 1,400.0 600,000,000	HP Ton Tahun Jam Rupiah	
5.					
B.	BIAYA PASTI PER JAM KERJA				
1.	Nilai Sisa Alat = 10 % x B	C	60,000,000	Rupiah	
2.	Faktor Angsuran Modal = $\frac{i \times (1+i)^A}{(1+i)^A - 1}$	D	0.22961	-	
3.	Biaya Pasti per Jam :				
a.	Biaya Pengembalian Modal = $\frac{(B - C) \times D}{W}$	E	88,562.85	Rupiah	
b.	Asuransi, dll = $\frac{0.002 \times B}{W}$	F	857.14	Rupiah	
	Biaya Pasti per Jam = (E + F)	G	89,419.99	Rupiah	
C.	BIAYA OPERASI PER JAM KERJA				
1.	Bahan Bakar = (10%-12%) x Pw x Ms	H	86,880.00	Rupiah	
2.	Pelumas = (0,25%-0,35%) x Pw x Mp	I	10,642.80	Rupiah	
	Biaya bengkel $\frac{(2.2\% - 2.8\%) \times B}{W}$	J	9,428.57		
3.	Perawatan dan perbaikan = $\frac{(6,4\% - 9\%) \times B}{W}$	K	38,571.43	Rupiah	
4.	Operator = (1 Orang / Jam) x U1	L	17,023.81	Rupiah	
5.	Pembantu Operator = (1 Orang / Jam) x U2	M	15,476.19	Rupiah	
	Biaya Operasi per Jam = (H+I+K+L+M)	P	178,022.80	Rupiah	
D.	TOTAL BIAYA SEWA ALAT / JAM = (G + P)	S	267,442.79	Rupiah	
E.	LAIN - LAIN				
1.	Tingkat Suku Bunga	i	10.00	% / Tahun	
2.	Upah Operator / Sopir	U1	17,023.81	Rp./Jam	
3.	Upah Pembantu Operator / Pmb.Sopir	U2	15,476.19	Rp./Jam	
4.	Bahan Bakar Bensin	Mb	7,850.00	Liter	
5.	Bahan Bakar Solar	Ms	10,000.00	Liter	
6.	Minyak Pelumas	Mp	42,000.00	Liter	
7.	PPN diperhitungkan pada lembar Rekapitulasi Biaya Pekerjaan				

No.	URAIAN	KODE	KOEF.	SATUAN	KET.
A.	URAIAN PERALATAN				E02
1.	Jenis Peralatan				
2.	Tenaga				
3.	Kapasitas				
4.	Alat Baru : a. Umur Ekonomis b. Jam Kerja Dalam 1 Tahun c. Harga Alat				
5.					
			ASPHALT FINISHER		
		Pw	72.4	HP	
		Cp	10.0	Ton	
		A	6.0	Tahun	
		W	1,400.0	Jam	
		B	600,000,000	Rupiah	
B.	BIAYA PASTI PER JAM KERJA				
1.	Nilai Sisa Alat = 10 % x B	C	60,000,000	Rupiah	
2.	Faktor Angsuran Modal = $\frac{i \times (1+i)^A}{(1+i)^A - 1}$	D	0.22961	-	
3.	Biaya Pasti per Jam :				
a.	Biaya Pengembalian Modal = $\frac{(B - C) \times D}{W}$	E	88,562.85	Rupiah	
b.	Asuransi, dll = $\frac{0.002 \times B}{W}$	F	857.14	Rupiah	
	Biaya Pasti per Jam = (E + F)	G	89,419.99	Rupiah	
C.	BIAYA OPERASI PER JAM KERJA				
1.	Bahan Bakar = (10%-12%) x Pw x Ms	H	86,880.00	Rupiah	
2.	Pelumas = (0,25%-0,35%) x Pw x Mp	I	10,642.80	Rupiah	
	Biaya bengkel $\frac{(2,2\% - 2,8\%) \times B}{W}$	J	9,428.57		
3.	Perawatan dan perbaikan = $\frac{(6,4\% - 9\%) \times B}{W}$	K	38,571.43	Rupiah	
4.	Operator = (1 Orang / Jam) x U1	L	17,023.81	Rupiah	
5.	Pembantu Operator = (1 Orang / Jam) x U2	M	15,476.19	Rupiah	
	Biaya Operasi per Jam = (H+I+K+L+M)	P	178,022.80	Rupiah	
D.	TOTAL BIAYA SEWA ALAT / JAM = (G + P)	S	267,442.79	Rupiah	
E.	LAIN - LAIN				
1.	Tingkat Suku Bunga	i	10.00	% / Tahun	
2.	Upah Operator / Sopir	U1	17,023.81	Rp./Jam	
3.	Upah Pembantu Operator / Pmb.Sopir	U2	15,476.19	Rp./Jam	
4.	Bahan Bakar Bensin	Mb	7,850.00	Liter	
5.	Bahan Bakar Solar	Ms	10,000.00	Liter	
6.	Minyak Pelumas	Mp	42,000.00	Liter	
7.	PPN diperhitungkan pada lembar Rekapitulasi Biaya Pekerjaan				

URAIAN ANALISA ALAT

No.	URAIAN	KODE	KOEF.	SATUAN	KET.
A.	URAIAN PERALATAN				E01
			ASPHALT MIXING PLANT		
1.	Jenis Peralatan	Pw	294.0	HP	
2.	Tenaga	Cp	60.0	T/Jam	
3.	Kapasitas	A	10.0	Tahun	
4.	Alat	W	1,500.0	Jam	
	a. Umur Ekonomis	B	5,500,000,000.0	Rupiah	
	b. Jam Kerja Dalam 1 Tahun				
	c. Harga Alat				
5.	Kapastas tangki aspal	Ca	30,000.00	liter	
B.	BIAYA PASTI PER JAM KERJA				
1.	Nilai Sisa Alat = 10 % x B	C	550,000,000	Rupiah	
2.	Faktor Angsuran Modal = $\frac{i \times (1+i)^A}{(1+i)^A - 1}$	D	0.16275	-	
3.	Biaya Pasti per Jam :				
	a. Biaya Pengembalian Modal = $\frac{(B - C) \times D}{W}$	E	537,059.80	Rupiah	
	b. Asuransi, dll = $\frac{0.002 \times B}{W}$	F	7,333.33	Rupiah	
	Biaya Pasti per Jam = (E + F)	G	544,393.14	Rupiah	
C.	BIAYA OPERASI PER JAM KERJA				
1.	Bahan Bakar = (10%-12%) x Pw x Ms	H1	352,800.00	Rupiah	Khusus AMP
	Bahan Bakar Pemanasan Material dan aspal (Oil Heater) = 12 ltr x Ms	H2	5,040,000.00	Rupiah	
	Bahan Bakar Pemanas Aspal = 1/1000 * Ca * Ms	H3	300,000.00	Rupiah	
2.	Pelumas = (0,25%-0,35%) x Pw x Mp	I	43,218.00	Rupiah	
3.	Biaya bengkel $\frac{(2,2\% - 2,8\%) \times B}{W}$	J	102,667	Rupiah	
4.	Biaya perbaikan $\frac{(6,4\% - 9\%) \times B}{W}$	K	330,000.00	Rupiah	
5.	Operator = (1 Orang / Jam) x U1	L	17,023.81	Rupiah	
6.	Pembantu Operator = (3 Orang / Jam) x U2	M	46,428.57	Rupiah	
	Biaya Operasi per Jam = (H+I+J+K+L+M)	P	6,232,137.05	Rupiah	
D.	TOTAL BIAYA SEWA ALAT / JAM = (G + P)	T	6,776,530.18	Rupiah	
E.	LAIN - LAIN				
1.	Tingkat Suku Bunga	i	10.00	% / Tahun	
2.	Upah Operator / Sopir	U1	17,023.81	Rp./Jam	
3.	Upah Pembantu Operator / Pmb.Sopir	U2	15,476.19	Rp./Jam	
4.	Bahan Bakar Bensin	Mb	7,850.00	Rp./liter	
5.	Bahan Bakar Solar	Ms	10,000.00	Rp./liter	
6.	Minyak Pelumas	Mp	42,000.00	Rp./liter	
7.	PPN diperhitungkan pada lembar Rekapitulasi				
	Biaya Pekerjaan				
8.	Bahan bakar Batubara		500.00	Rp/kg	

No.	URAIAN	KODE	KOEF.	SATUAN	KET.
A.	URAIAN PERALATAN				E08
1.	Jenis Peralatan				
2.	Tenaga				
3.	Kapasitas				
4.	Alat Baru : a. Umur Ekonomis b. Jam Kerja Dalam 1 Tahun c. Harga Alat				
		DUMP TRUCK 3 - 4 M3			
		Pw	100.0	HP	
		Cp	4.0	M3	
		A	5.0	Tahun	
		W	2,000.0	Jam	
		B	360,000,000	Rupiah	
B.	BIAYA PASTI PER JAM KERJA				
1.	Nilai Sisa Alat = 10 % x B	C	36,000,000	Rupiah	
2.	Faktor Angsuran Modal = $\frac{i \times (1+i)^A}{(1+i)^A - 1}$	D	0.26380	-	
3.	Biaya Pasti per Jam :				
a.	Biaya Pengembalian Modal = $\frac{(B - C) \times D}{W}$	E	42,735.19	Rupiah	
b.	Asuransi, dll = $\frac{0.002 \times B}{W}$	F	360.00	Rupiah	
	Biaya Pasti per Jam = (E + F)	G	43,095.19	Rupiah	
C.	BIAYA OPERASI PER JAM KERJA				
1.	Bahan Bakar = (10%-12%) x Pw x Ms	H	100,000.00	Rupiah	
2.	Pelumas = (0,25%-0,35%) x Pw x Mp	I	10,500.00	Rupiah	
	Biaya bengkel $\frac{(2,2\% - 2,8\%) \times B}{W}$	J	5,040.00	Rupiah	
3.	Perawatan dan perbaikan = $\frac{(6,4\% - 9\%) \times B}{W}$	K	11,520.00	Rupiah	
4.	Operator = (1 Orang / Jam) x U1	L	17,023.81	Rupiah	
5.	Pembantu Operator = (1 Orang / Jam) x U2	M	15,476.19	Rupiah	
	Biaya Operasi per Jam = (H+I+K+L+M)	P	159,560.00	Rupiah	
D.	TOTAL BIAYA SEWA ALAT / JAM = (G + P)	S	202,655.19	Rupiah	
E.	LAIN - LAIN				
1.	Tingkat Suku Bunga	i	10.00	% / Tahun	
2.	Upah Operator / Sopir / Mekanik	U1	17,023.81	Rp./Jam	
3.	Upah Pembantu Operator / Pmb.Sopir / Pmb.Mekanik	U2	15,476.19	Rp./Jam	
4.	Bahan Bakar Bensin	Mb	7,850.00	Liter	
5.	Bahan Bakar Solar	Ms	10,000.00	Liter	
6.	Minyak Pelumas	Mp	42,000.00	Liter	
7.	PPN diperhitungkan pada lembar Rekapitulasi Biaya Pekerjaan				

No.	URAIAN	KODE	KOEF.	SATUAN	KET.
A.	URAIAN PERALATAN				E10
1.	Jenis Peralatan		EXCAVATOR 80-140 HP		
2.	Tenaga	Pw	133.0	HP	
3.	Kapasitas	Cp	0.93	M3	
4.	Alat Baru : a. Umur Ekonomis	A	5.0	Tahun	
	b. Jam Kerja Dalam 1 Tahun	W	2,000.0	Jam	
	c. Harga Alat	B	1,500,000,000	Rupiah	
B.	BIAYA PASTI PER JAM KERJA				
1.	Nilai Sisa Alat = 10 % x B	C	150,000,000	Rupiah	
2.	Faktor Angsuran Modal = $\frac{i \times (1+i)^A}{(1+i)^A - 1}$	D	0.26380	-	
3.	Biaya Pasti per Jam :				
a.	Biaya Pengembalian Modal = $\frac{(B - C) \times D}{W}$	E	178,063.30	Rupiah	
b.	Asuransi, dll = $\frac{0.002 \times B}{W}$	F	1,500.00	Rupiah	
	Biaya Pasti per Jam = (E + F)	G	179,563.30	Rupiah	
C.	BIAYA OPERASI PER JAM KERJA				
1.	Bahan Bakar = (10%-12%) x Pw x Ms	H	133,000.00	Rupiah	
2.	Pelumas = (0,25%-0,35%) x Pw x Mp	I	13,965.00	Rupiah	
	Biaya bengkel $\frac{(2,2\% - 2,8\%) \times B}{W}$	J	21,000.00	Rupiah	
3.	Perawatan dan perbaikan = $\frac{(6,4\% - 9\%) \times B}{W}$	K	48,000.00	Rupiah	
4.	Operator = (1 Orang / Jam) x U1	L	17,023.81	Rupiah	
5.	Pembantu Operator = (1 Orang / Jam) x U2	M	15,476.19	Rupiah	
	Biaya Operasi per Jam = (H+I+K+L+M)	P	248,465.00	Rupiah	
D.	TOTAL BIAYA SEWA ALAT / JAM = (G + P)	S	428,028.30	Rupiah	
E.	LAIN - LAIN				
1.	Tingkat Suku Bunga	i	10.00	% / Tahun	
2.	Upah Operator / Sopir	U1	17,023.81	Rp./Jam	
3.	Upah Pembantu Operator / Pmb.Sopir	U2	15,476.19	Rp./Jam	
4.	Bahan Bakar Bensin	Mb	7,850.00	Liter	
5.	Bahan Bakar Solar	Ms	10,000.00	Liter	
6.	Minyak Pelumas	Mp	42,000.00	Liter	
7.	PPN diperhitungkan pada lembar Rekapitulasi Biaya Pekerjaan				

No.	URAIAN	KODE	KOEF.	SATUAN	KET.
A.	URAIAN PERALATAN				E13
1.	Jenis Peralatan				
2.	Tenaga				
3.	Kapasitas				
4.	Alat Baru : a. Umur Ekonomis b. Jam Kerja Dalam 1 Tahun c. Harga Alat				
			MOTOR GRADER >100 HP		
		Pw	135.0	HP	
		Cp	10,800.0	-	
		A	5.0	Tahun	
		W	2,000.0	Jam	
		B	1,145,500,000	Rupiah	
B.	BIAYA PASTI PER JAM KERJA				
1.	Nilai Sisa Alat = 10 % x B	C	114,550,000	Rupiah	
2.	Faktor Angsuran Modal = $\frac{i \times (1+i)^A}{(1+i)^A - 1}$	D	0.26380	-	
3.	Biaya Pasti per Jam :				
a.	Biaya Pengembalian Modal = $\frac{(B - C) \times D}{W}$	E	135,981.01	Rupiah	
b.	Asuransi, dll = $\frac{0.002 \times B}{W}$	F	1,145.50	Rupiah	
	Biaya Pasti per Jam = (E + F)	G	137,126.51	Rupiah	
C.	BIAYA OPERASI PER JAM KERJA				
1.	Bahan Bakar = (10%-12%) x Pw x Ms	H	135,000.00	Rupiah	
2.	Pelumas = (0,25%-0,35%) x Pw x Mp	I	14,175.00	Rupiah	
	Biaya bengkel $\frac{(2,2\% - 2,8\%) \times B}{W}$	J	16,037	Rupiah	
3.	Perawatan dan perbaikan = $\frac{(6,4\% - 9\%) \times B}{W}$	K	36,656.00	Rupiah	
4.	Operator = (1 Orang / Jam) x U1	L	17,023.81	Rupiah	
5.	Pembantu Operator = (1 Orang / Jam) x U2	M	15,476.19	Rupiah	
	Biaya Operasi per Jam = (H+I+K+L+M)	P	234,368.00	Rupiah	
D.	TOTAL BIAYA SEWA ALAT / JAM = (G + P)	S	371,494.51	Rupiah	
E.	LAIN - LAIN				
1.	Tingkat Suku Bunga	i	10.00	% / Tahun	
2.	Upah Operator / Sopir	U1	17,023.81	Rp./Jam	
3.	Upah Pembantu Operator / Pmb.Sopir	U2	15,476.19	Rp./Jam	
4.	Bahan Bakar Bensin	Mb	7,850.00	Liter	
5.	Bahan Bakar Solar	Ms	10,000.00	Liter	
6.	Minyak Pelumas	Mp	42,000.00	Liter	
7.	PPN diperhitungkan pada lembar Rekapitulasi Biaya Pekerjaan				

No.	URAIAN	KODE	KOEF.	SATUAN	KET.	
A.	URAIAN PERALATAN				E15	
1.	Jenis Peralatan		WHEEL LOADER 1.0-1.6 M3			
2.	Tenaga	Pw	96.0	HP		
3.	Kapasitas	Cp	1.5	M3		
4.	Alat Baru : a. Umur Ekonomis b. Jam Kerja Dalam 1 Tahun c. Harga Alat	A	5.0	Tahun		
		W	2,000.0	Jam		
		B	1,700,000,000	Rupiah		
B.	BIAYA PASTI PER JAM KERJA					
1.	Nilai Sisa Alat = 10 % x B	C	170,000,000	Rupiah		
2.	Faktor Angsuran Modal = $\frac{i \times (1+i)^A}{(1+i)^A - 1}$	D	0.26380	-		
3.	Biaya Pasti per Jam :					
	a. Biaya Pengembalian Modal = $\frac{(B - C) \times D}{W}$	E	201,805.07	Rupiah		
	b. Asuransi, dll = $\frac{0.002 \times B}{W}$	F	1,700.00	Rupiah		
	Biaya Pasti per Jam = (E + F)	G	203,505.07	Rupiah		
C.	BIAYA OPERASI PER JAM KERJA					
1.	Bahan Bakar = (10%-12%) x Pw x Ms	H	96,000.00	Rupiah		
2.	Pelumas = (0,25%-0,35%) x Pw x Mp	I	10,080.00	Rupiah		
	Biaya bengkel $\frac{(2.2\% - 2.8\%) \times B}{W}$	J	23,800	Rupiah		
3.	Perawatan dan perbaikan = $\frac{(6.4\% - 9\%) \times B}{W}$	K	54,400.00	Rupiah		
4.	Operator = (1 Orang / Jam) x U1	L	17,023.81	Rupiah		
5.	Pembantu Operator = (1 Orang / Jam) x U2	M	15,476.19	Rupiah		
	Biaya Operasi per Jam = (H+I+K+L+M)	P	216,780.00	Rupiah		
D.	TOTAL BIAYA SEWA ALAT / JAM = (G + P)	S	420,285.07	Rupiah		
E.	LAIN - LAIN					
1.	Tingkat Suku Bunga	i	10.00	% / Tahun		
2.	Upah Operator / Sopir	U1	17,023.81	Rp./Jam		
3.	Upah Pembantu Operator / Pmb.Sopir	U2	15,476.19	Rp./Jam		
4.	Bahan Bakar Bensin	Mb	7,850.00	Liter		
5.	Bahan Bakar Solar	Ms	10,000.00	Liter		
6.	Minyak Pelumas	Mp	42,000.00	Liter		
7.	PPN diperhitungkan pada lembar Rekapitulasi Biaya Pekerjaan					

No.	URAIAN	KODE	KOEF.	SATUAN	KET.
A.	URAIAN PERALATAN				E17
1.	Jenis Peralatan				
2.	Tenaga				
3.	Kapasitas				
4.	Alat Baru : a. Umur Ekonomis b. Jam Kerja Dalam 1 Tahun c. Harga Alat				
			TANDEM ROLLER 6-8 T.		
		Pw	74.3	HP	
		Cp	6.9	Ton	
		A	5.0	Tahun	
		W	2,000.0	Jam	
		B	1,698,750,000	Rupiah	
B.	BIAYA PASTI PER JAM KERJA				
1.	Nilai Sisa Alat = 10 % x B	C	169,875,000	Rupiah	
2.	Faktor Angsuran Modal = $\frac{i \times (1+i)^A}{(1+i)^A - 1}$	D	0.26380	-	
3.	Biaya Pasti per Jam :				
a.	Biaya Pengembalian Modal = $\frac{(B - C) \times D}{W}$	E	201,656.69	Rupiah	
b.	Asuransi, dll = $\frac{0.002 \times B}{W}$	F	1,698.75	Rupiah	
	Biaya Pasti per Jam = (E + F)	G	203,355.44	Rupiah	
C.	BIAYA OPERASI PER JAM KERJA				
1.	Bahan Bakar = (10%-12%) x Pw x Ms	H	74,290.00	Rupiah	
2.	Pelumas = (0,25%-0,35%) x Pw x Mp	I	7,800.45	Rupiah	
	Biaya bengkel $\frac{(2,2\% - 2,8\%) \times B}{W}$	J	23,782.50	Rupiah	
3.	Perawatan dan perbaikan = $\frac{(6,4\% - 9\%) \times B}{W}$	K	54,360.00	Rupiah	
4.	Operator = (1 Orang / Jam) x U1	L	17,023.81	Rupiah	
5.	Pembantu Operator = (1 Orang / Jam) x U2	M	15,476.19	Rupiah	
	Biaya Operasi per Jam = (H+I+K+L+M)	P	192,732.95	Rupiah	
D.	TOTAL BIAYA SEWA ALAT / JAM = (G + P)	S	396,088.39	Rupiah	
E.	LAIN - LAIN				
1.	Tingkat Suku Bunga	i	10.00	% / Tahun	
2.	Upah Operator / Sopir	U1	17,023.81	Rp./Jam	
3.	Upah Pembantu Operator / Pmb.Sopir	U2	15,476.19	Rp./Jam	
4.	Bahan Bakar Bensin	Mb	7,850.00	Liter	
5.	Bahan Bakar Solar	Ms	10,000.00	Liter	
6.	Minyak Pelumas	Mp	42,000.00	Liter	
7.	PPN diperhitungkan pada lembar Rekapitulasi Biaya Pekerjaan				

No.	URAIAN	KODE	KOEF.	SATUAN	KET.
A.	URAIAN PERALATAN				E19
1.	Jenis Peralatan				
2.	Tenaga				
3.	Kapasitas				
4.	Alat Baru : a. Umur Ekonomis b. Jam Kerja Dalam 1 Tahun c. Harga Alat				
		VIBRATORY ROLLER 5-8 T.			
		Pw	82.0	HP	
		Cp	7.050	Ton	
		A	5.0	Tahun	
		W	2,000.0	Jam	
		B	750,000,000	Rupiah	
B.	BIAYA PASTI PER JAM KERJA				
1.	Nilai Sisa Alat = 10 % x B	C	75,000,000	Rupiah	
2.	Faktor Angsuran Modal = $\frac{i \times (1+i)^A}{(1+i)^A - 1}$	D	0.26380	-	
3.	Biaya Pasti per Jam :				
a.	Biaya Pengembalian Modal = $\frac{(B - C) \times D}{W}$	E	89,031.65	Rupiah	
b.	Asuransi, dll = $\frac{0.002 \times B}{W}$	F	750.00	Rupiah	
	Biaya Pasti per Jam = (E + F)	G	89,781.65	Rupiah	
C.	BIAYA OPERASI PER JAM KERJA				
1.	Bahan Bakar = (10%-12%) x Pw x Ms	H	82,000.00	Rupiah	
2.	Pelumas = (0,25%-0,35%) x Pw x Mp	I	8,610.00	Rupiah	
	Biaya bengkel $\frac{(2,2\% - 2,8\%) \times B}{W}$	J	10,500.00	Rupiah	
3.	Perawatan dan perbaikan = $\frac{(6,4\% - 9\%) \times B}{W}$	K	24,000.00	Rupiah	
4.	Operator = (1 Orang / Jam) x U1	L	17,023.81	Rupiah	
5.	Pembantu Operator = (1 Orang / Jam) x U2	M	15,476.19	Rupiah	
	Biaya Operasi per Jam = (H+I+K+L+M)	P	157,610.00	Rupiah	
D.	TOTAL BIAYA SEWA ALAT / JAM = (G + P)	S	247,391.65	Rupiah	
E.	LAIN - LAIN				
1.	Tingkat Suku Bunga	i	10.00	% / Tahun	
2.	Upah Operator / Sopir	U1	17,023.81	Rp./Jam	
3.	Upah Pembantu Operator / Pmb.Sopir	U2	15,476.19	Rp./Jam	
4.	Bahan Bakar Bensin	Mb	7,850.00	Liter	
5.	Bahan Bakar Solar	Ms	10,000.00	Liter	
6.	Minyak Pelumas	Mp	42,000.00	Liter	
7.	PPN diperhitungkan pada lembar Rekapitulasi Biaya Pekerjaan				

No.	URAIAN	KODE	KOEF.	SATUAN	KET.
A.	URAIAN PERALATAN				E23
1.	Jenis Peralatan				
2.	Tenaga				
3.	Kapasitas				
4.	Alat Baru : a. Umur Ekonomis b. Jam Kerja Dalam 1 Tahun c. Harga Alat				
			WATER TANKER 3000-4500 L.		
		Pw	135.0	HP	
		Cp	4,000.0	Liter	
		A	5.0	Tahun	
		W	2,000.0	Jam	
		B	660,000,000	Rupiah	
B.	BIAYA PASTI PER JAM KERJA				
1.	Nilai Sisa Alat = 10 % x B	C	66,000,000	Rupiah	
2.	Faktor Angsuran Modal = $\frac{i \times (1+i)^A}{(1+i)^A - 1}$	D	0.26380	-	
3.	Biaya Pasti per Jam :				
a.	Biaya Pengembalian Modal = $\frac{(B - C) \times D}{W}$	E	78,347.85	Rupiah	
b.	Asuransi, dll = $\frac{0.002 \times B}{W}$	F	660.00	Rupiah	
	Biaya Pasti per Jam = (E + F)	G	79,007.85	Rupiah	
C.	BIAYA OPERASI PER JAM KERJA				
1.	Bahan Bakar = (10%-12%) x Pw x Ms	H	135,000.00	Rupiah	
2.	Pelumas = (0,25%-0,35%) x Pw x Mp	I	14,175.00	Rupiah	
	Biaya bengkel $\frac{(2,2\% - 2,8\%) \times B}{W}$	J	9,240.00	Rupiah	
3.	Perawatan dan perbaikan = $\frac{(6,4\% - 9\%) \times B}{W}$	K	21,120.00	Rupiah	
4.	Operator = (1 Orang / Jam) x U1	L	17,023.81	Rupiah	
5.	Pembantu Operator = (1 Orang / Jam) x U2	M	15,476.19	Rupiah	
	Biaya Operasi per Jam = (H+I+K+L+M)	P	212,035.00	Rupiah	
D.	TOTAL BIAYA SEWA ALAT / JAM = (G + P)	S	291,042.85	Rupiah	
E.	LAIN - LAIN				
1.	Tingkat Suku Bunga	i	10.00	% / Tahun	
2.	Upah Operator / Sopir	U1	17,023.81	Rp./Jam	
3.	Upah Pembantu Operator / Pmb.Sopir	U2	15,476.19	Rp./Jam	
4.	Bahan Bakar Bensin	Mb	7,850.00	Liter	
5.	Bahan Bakar Solar	Ms	10,000.00	Liter	
6.	Minyak Pelumas	Mp	42,000.00	Liter	
7.	PPN diperhitungkan pada lembar Rekapitulasi Biaya Pekerjaan				

No.	URAIAN	KODE	KOEF.	SATUAN	KET.
A.	URAIAN PERALATAN				E01a
			ASPHALT MIXING PLANT (WARM MIX)		
1.	Jenis Peralatan	Pw	294.0	HP	Khusus AMP
2.	Tenaga	Cp	60.0	T/Jam	
3.	Kapasitas	A	10.0	Tahun	
4.	Alat	W	1,500.0	Jam	
	a. Umur Ekonomis	B	5,500,000,000.0	Rupiah	
	b. Jam Kerja Dalam 1 Tahun				
	c. Harga Alat				
5.	Kapastan tangki aspal	Ca	30,000.00	liter	
B.	BIAYA PASTI PER JAM KERJA				
1.	Nilai Sisa Alat = 10 % x B	C	550,000,000	Rupiah	
2.	Faktor Angsuran Modal = $\frac{i \times (1+i)^A}{(1+i)^A - 1}$	D	0.16275	-	
3.	Biaya Pasti per Jam :				
	a. Biaya Pengembalian Modal = $\frac{(B - C) \times D}{W}$	E	537,059.80	Rupiah	
	b. Asuransi, dll = $\frac{0.002 \times B}{W}$	F	7,333.33	Rupiah	
	Biaya Pasti per Jam = (E + F)	G	544,393.14	Rupiah	
C.	BIAYA OPERASI PER JAM KERJA				
1.	Bahan Bakar = (12%-15%) x Pw x Ms	H1	352,800.00	Rupiah	Khusus AMP
	Bahan Bakar Pemanasan Material = 12 ltr x Ms dan aspal (Oil Heater)	H2	5,040,000.00	Rupiah	
	Bahan Bakar Pemanas Aspal = $\frac{1}{1000} \times Ca \times Ms$	H3	300,000.00	Rupiah	
2.	Pelumas = (2.5%-3%) x Pw x Mp	I	43,218.00	Rupiah	
3.	Biaya bengkel $\frac{(6.25\% \text{ dan } 8.75\%) \times B}{W}$	J	102,667	Rupiah	
4.	Biaya perbaikan $\frac{(12,5\% - 17,5\%) \times B}{W}$	K	330,000.00	Rupiah	
5.	Operator = (1 Orang / Jam) x U1	L	30,066.21	Rupiah	
6.	Pembantu Operator = (3 Orang / Jam) x U2	M	77,409.89	Rupiah	
	Biaya Operasi per Jam = (H+I+J+K+L+M)	P	6,276,160.77	Rupiah	
D.	TOTAL BIAYA SEWA ALAT / JAM = (G + P)	T	6,820,553.91	Rupiah	
E.	LAIN - LAIN				
1.	Tingkat Suku Bunga	i	10.00	% / Tahun	
2.	Upah Operator / Sopir	U1	30,066.21	Rp./Jam	
3.	Upah Pembantu Operator / Pmb.Sopir	U2	25,803.30	Rp./Jam	
4.	Bahan Bakar Bensin	Mb	7,000.00	Rp./liter	
5.	Bahan Bakar Solar	Ms	10,000.00	Rp./liter	
6.	Minyak Pelumas	Mp	42,000.00	Rp./liter	
7.	PPN diperhitungkan pada lembar Rekapitulasi Biaya Pekerjaan				
8.	Bahan bakar Batubara		0.00	Rp/kg	

DAFTAR KUANTITAS DAN HARGA

Program : Penyelenggaraan Jalan
 Kegiatan : Penyelenggaraan Jalan Kabupaten / Kota
 Sub Kegiatan : Rekonstruksi Jalan
 Pekerjaan : Rekonstruksi Jalan DAK Penugasan
 Prop / Kab : Sumatera Barat / Lima Puluh Kota

No. Mata Pembayaran	Uraian	Satuan	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan (Rupiah)	Jumlah Harga-Harga (Rupiah)	PPN 11 % (Rupiah)	Jumlah Total (Rupiah)
a	b	c	d	e	f = (d x e)	g = f x 11%	h = f + g
	SARILAMAK - SOLOK BIO BIO (R-199)						
	DIVISI 1. UMUM						
1.2	Mobilisasi						
1.2	Mobilisasi	LS	1.00	36,800,000	36,800,000.00	4,048,000.00	40,848,000.00
	SKh-1.1.22 SISTEM MANAJEMEN KESELAMATAN KONSTRUKSI						
	DIVISI 2. DRAINASE						
2.1.(1)	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air	M ³	1,100.75	30,870.00	33,980,152.50	3,737,816.78	37,717,969.28
2.2.(1)	Pasangan Batu dengan Mortar	M ³	1,115.00	949,660.00	1,058,870,900.00	116,475,799.00	1,175,346,699.00
	DIVISI 3. PEKERJAAN TANAH DAN GEOSINTETIK						
3.2.(2a)	Timbunan Pilihan dari sumber galian (Sirtu)	M ³	2,875.40	232,960.00	669,853,184.00	73,683,850.24	743,537,034.24
3.3.(1)	Penyiapan Badan Jalan	M ²	15,684.00	4,350.00	68,225,400.00	7,504,794.00	75,730,194.00
	DIVISI 5. PERKERASAN BERBUTIR						
5.1.(1)	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	M ³	1,627.22	599,920.00	976,201,822.40	107,382,200.46	1,083,584,022.86
	DIVISI 6. PERKERASAN ASPAL						
6.1 (1)	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi	Liter	8,364.80	16,260.00	136,011,648.00	14,961,281.28	150,972,929.28
6.3(6a)	Laston Lapis Antara (AC-BC)	Ton	1,442.93	1,514,360.00	2,185,115,474.80	240,362,702.23	2,425,478,177.03
	DIVISI 7. STRUKTUR						
7.1 (7c)	Beton struktur K-250 (termasuk bekisting)	M ³	16.72	1,814,180.00	30,333,089.60	3,336,639.86	33,669,729.46
7.1 (8)	Beton K-175 (untuk rabat bahu jalan)	M ³	522.80	1,276,220.00	667,207,816.00	73,392,859.76	740,600,675.76
7.3 (2)	Baja Tulangan Sirip BJTS 280	Kg	1,933.35	22,020.00	42,572,367.00	4,682,960.37	47,255,327.37
	DIVISI 9. PEKERJAAN HARIAN & PEKERJAAN LAIN-LAIN						
9.2.(1)	Marka Jalan Termoplastik	M ²	464.00	171,740.00	79,687,360.00	8,765,609.60	88,452,969.60
	Jumlah Sarilamak - Solok Bio Bio (R-199)				6,009,009,214.30	660,991,013.57	6,670,000,227.87
	SP. SEI MANGKIRAI - SEI MANGKIRAI (R-106)						
	DIVISI 1. UMUM						
1.2	Mobilisasi						
1.2	Mobilisasi	LS	1.00	36,800,000	36,800,000.00	4,048,000.00	40,848,000.00
	DIVISI 2. DRAINASE						
2.1.(1)	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air	M ³	206.44	30,870.00	6,372,802.80	701,008.31	7,073,811.11
2.2.(1)	Pasangan Batu dengan Mortar	M ³	94.80	949,660.00	90,027,768.00	9,903,054.48	99,930,822.48
2.3.(4)	Gorong-gorong Pipa Beton Bertulang, diameter dalam 40 cm	M ¹	5.00	561,570.00	2,807,850.00	308,863.50	3,116,713.50
	DIVISI 3. PEKERJAAN TANAH DAN GEOSINTETIK						
3.1.(1)	Galian Biasa	M ³	590.06	32,890.00	19,407,073.40	2,134,778.07	21,541,851.47
3.1.(4)	Galian Struktur dengan kedalaman 0 - 2 meter	M ³	80.69	33,050.00	2,666,804.50	293,348.50	2,960,153.00
3.2.(1a)	Timbunan Biasa dari sumber galian	M ³	19.90	118,800.00	2,364,120.00	260,053.20	2,624,173.20
3.3.(1)	Penyiapan Badan Jalan	M ²	1,200.00	4,350.00	5,220,000.00	574,200.00	5,794,200.00
	DIVISI 5. PERKERASAN BERBUTIR						
5.1.(1)	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	M ³	283.50	599,920.00	170,077,320.00	18,708,505.20	188,785,825.20
	DIVISI 6. PERKERASAN ASPAL						
6.1 (1)	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi	Liter	1,440.00	16,260.00	23,414,400.00	2,575,584.00	25,989,984.00
6.3(6a)	Laston Lapis Antara (AC-BC)	Ton	248.40	1,514,360.00	376,167,024.00	41,378,372.64	417,545,396.64
	DIVISI 7. STRUKTUR						
7.1 (8)	Beton K-175 (untuk rabat bahu jalan)	M ³	122.60	1,276,220.00	156,464,572.00	17,211,102.92	173,675,674.92
7.9.(1)	Pasangan Batu	M ³	147.20	867,930.00	127,759,296.00	14,053,522.56	141,812,818.56
	DIVISI 9. PEKERJAAN HARIAN & PEKERJAAN LAIN-LAIN						
9.2.(1)	Marka Jalan Termoplastik	M ²	96.00	171,740.00	16,487,040.00	1,813,574.40	18,300,614.40
	Jumlah Sp. Sei. Mangkirai - Sei. Mangkirai (R-106)				1,036,036,070.70	113,963,967.78	1,150,000,038.48
	Jumlah Total						7,820,000,266.35
	PEMBULATAN						7,820,000,000.00

Tabek Panjang 21 April 2022

Ditetapkan Oleh :
Pejabat Pembuat Komitmen

RILZA HANIF, SST
 Nip. 19720625 199201 1 001

Program : Penyelenggaraan Jalan
 Kegiatan : Penyelenggaraan Jalan Kabupaten / Kota
 Sub Kegiatan : Rekonstruksi Jalan
 Pekerjaan : Rekonstruksi Jalan DAK Penugasan
 Prop/Kab : Sumatera Barat / Lima Puluh Kota

SCHEDULE PERALATAN

No.	NAMA PERALATAN	SCHEDULE PERALATAN																										KET.
		MINGGU KE																										
		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	
7-Jul-22	11-Jul-22	18-Jul-22	25-Jul-22	1-Aug-22	8-Aug-22	15-Aug-22	22-Aug-22	29-Aug-22	5-Sep-22	12-Sep-22	19-Sep-22	26-Sep-22	3-Oct-22	10-Oct-22	17-Oct-22	24-Oct-22	31-Oct-22	7-Nov-22	14-Nov-22	21-Nov-22	28-Nov-22	5-Dec-22	12-Dec-22	19-Dec-22	26-Dec-22			
10-Jul-22	17-Jul-22	24-Jul-22	31-Jul-22	7-Aug-22	14-Aug-22	21-Aug-22	28-Aug-22	4-Sep-22	11-Sep-22	18-Sep-22	25-Sep-22	2-Oct-22	9-Oct-22	16-Oct-22	23-Oct-22	30-Oct-22	6-Nov-22	13-Nov-22	20-Nov-22	27-Nov-22	4-Dec-22	11-Dec-22	18-Dec-22	25-Dec-22	28-Dec-22			
	EXCAVATOR																											
1.	MOTOR GRADER																											
2.	VIBRATORY COMPACTOR																											
3.	ASPHALT SPRAYER																											
4.	ASPHALT FINISHER																											
5.	TANDEM ROLLER																											
6.	PNEUMATIC TIRE ROLLER																											
7.	WATER TANKER																											
8.	BACKHOE LOADER																											
9.	DUMP TRUCK																											
10.	READY MIX																											



TIME SCHEDULE PELAKSANAAN

Program : Penyelenggaraan Jalan
 Kegiatan : Penyelenggaraan Jalan Kabupaten / Kota
 Sub Kegiatan : Rekonstruksi Jalan
 Pekerjaan : Rekonstruksi Jalan DAK Penugasan (Jalan Sarilamak - Solok Bio Bio)
 Prop/Kab : Sumatera Barat / Lima Puluh Kota

No.	URAIAN PEKERJAAN	Volume MC-0	BOBOT MC-0 (%)	TIME SCHEDULE																										KET.	BOBOT (%)
				MINGGU KE																											
				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		
	DIVISI 1. UMUM																														
1.2	Mobilisasi	2.00	0.83	0.21	-	-	-	-	-	0.10	-	-	-	-	-	0.10	-	-	-	-	-	0.21	-	-	-	-	-	-	-	0.21	
SKh-1.1.22	SISTEM MANAJEMEN KESELAMATAN KONSTRUKSI	1.00	0.31	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	
	DIVISI 2. DRAINASE																														
2.1.(1)	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air	2,305.28	0.54	-	-	-	-	-	-	-	0.07	0.07	0.07	0.07	0.11	0.11	0.07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2.2.(1)	Pasangan Batu dengan Mortar	383.35	14.56	-	-	-	-	-	-	-	1.49	1.49	1.49	1.49	1.49	1.49	1.78	1.78	1.78	1.78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2.3.(4)	Gorong-gorong Pipa Beton Bertulang, diameter dalam 40 cm	5.00	0.06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2.3.(4)	Gorong-gorong Pipa Beton Bertulang, diameter dalam 60 cm	98.00	1.31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.33	0.33	0.33	0.33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	DIVISI 3. PEKERJAAN TANAH DAN GEOSINTETIK																														
3.1.(1)	Galian Biasa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3.1.(4)	Galian Struktur dengan kedalaman 0 - 2 meter	80.69	0.02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01	0.01	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3.2.(1a)	Timbunan Biasa dari sumber galian	103.52	0.04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3.2.(2a)	Timbunan Pilihan dari sumber galian	3,498.20	8.39	-	-	-	-	-	-	-	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	0.14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.3.(1)	Penyiapan Badan Jalan	23,202.00	1.99	-	-	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	DIVISI 5. PERKERASAN BERBUTIR																														
5.1.(1)	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	2,079.27	16.04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.19	1.19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	DIVISI 6. PERKERASAN ASPAL																														
6.1 (1)	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi	10,686.40	2.75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.20	0.20	-	-	-	-	-	-	-	-	
6.3(6a)	Laston Lapis Antara (AC-BC)	1,819.36	37.44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.99	7.99	7.99	7.99	-	-	-	-	-	
	DIVISI 7. STRUKTUR																														
7.1 (7c)	Beton strukut memadat sendiri, fc'20 MPa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	-	-	-	-	
7.1 (8)	Beton K-175 (untuk rabat bahu jalan)	822.06	12.55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.39	3.39	3.39	-	-	
7.3 (2)	Baja Tulangan Sirip BJTS 280	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7.9.(1)	Pasangan Batu	104.31	1.58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	DIVISI 9. PEKERJAAN HARIAN & PEKERJAAN LAIN-LAIN																														
9.2.(1)	Marka Jalan Termoplastik	250.34	1.58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	PROGRES RENCANA		100.00	0.22	0.01	0.38	0.38	0.38	0.38	0.55	2.97	2.98	3.30	3.66	3.60	3.95	4.93	5.99	5.99	5.71	5.70	9.27	9.06	9.06	9.06	3.88	3.54	3.54	1.53		
B	RENCANA BOBOT PER MINGGU		-	0.22	0.23	0.61	0.99	1.37	1.75	2.30	5.27	8.25	11.55	15.21	18.81	22.76	27.68	33.67	39.66	45.37	51.06	60.33	69.39	78.45	87.51	91.39	94.93	98.47	100.00		

DISETUJUI OLEH :
PPK
 REKONSTRUKSI JALAN DAK PENUGASAN

DIKETAHUI OLEH :
PPTK
 REKONSTRUKSI JALAN DAK PENUGASAN

DIPERIKSA OLEH :
CV. NAJFAS CONSULTANT

DIBUAT OLEH :
PT. BUNGA MAS PERKASA

RILZA HANIF, SST
 NIP. 19720625 199202 1 001

EMRIZAL SST, MT
 NIP. 19660818 198903 1 006

HERMAN WILANZONI, ST
 Supervision Engineer

BAYU WILANTARA, ST
 Manager Proyek

FOTO DOKUMENTASI ALAT BERAT BEKERJA



Foto Dokumentasi Alat pekerjaan Galian dan Timbunan



Foto Dokumentasi Alat pekerjaan Penyiapan Badan Jalan



Foto Dokumentasi Alat pekerjaan Persiapan Penghamparan Klass A



Foto Dokumentasi Alat pekerjaan Lapis Laston AC-BC



Foto Dokumentasi Pekerjaan 100 %



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT

FAKULTAS TEKNIK

Alamat: Jl. By Pass Aur Kuning No. 1 Bukittinggi, (26131) Telp. (0752) 625737, Hp 082384929103
Website: www.ft.umsb.ac.id Email: fakultasteknik@umsb.ac.id

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa	:	FEBYUDI EFFENDI
NIM	:	20180107
Program Studi	:	TEKNIK SIPIL
Pembimbing I	:	Ir. Surya Eka Priana, M.T
Pembimbing II	:	Fabrinen Herista, S.T, M.T
Judul	:	ANALISIS KEBUTUHAN PEMAKAIAN ALAT BERAT PADA PROYEK PENINGKATAN JALAN SARIBAMAK-SOLOK BIOBIO

No.	Tanggal Konsultasi	Materi dan Catatan Pembimbing	Paraf Pembimbing I	Paraf Pembimbing II
1.	28/2/23	* Perbaiki yg tertawakhi. * Lanjut BAB II.		
2.	4/3/23	* Perbaiki yg tertawakhi.		
3.	6/3/23	* Perbaiki yg tertawakhi. * ACC Seminar Proposal		
4.	16/4/23	* Perbaiki yg tertawakhi. * Lanjut BAB IV.		
5.	28/5/23	cek lagi perhitungannya		
6.	25/6/23	* Perbaiki sesuai saran * ACC Seminar Hasil		
7.	7/8/23	ACC sidang Akhir		
8.	18/8/23	ACC filial.		
9.		ACC jurnal.		
10.				

Catatan :

1. Kartu Konsultasi ini dilampirkan saat pendaftaran seminar.
2. Dapat diperbanyak bila diperlukan.

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik SIPIL,

HELGA YERMADONA, M.T

1023080001



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT

FAKULTAS TEKNIK

Alamat: Jl. By Pass Aur Kuning No. 1 Bukittinggi, (26131) Telp. (0752) 625737, Hp 082384929103
Website: www.ft.umsh.ac.id Email: fakultasteknik@umsh.ac.id

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa	:	Febyudi Effendi
NIM	:	20180107
Program Studi	:	Teknik Sipil
Pembimbing I	:	Ir. Surya Eka Priana, M.T
Pembimbing II	:	Febrimen Herista, S.T, M.T
Judul	:	Analisis Kebutuhan Pemakaian Alat Berat Pada Proyek Peningkatan Jalan Sarilamak - Solok Bio Bio Kabupaten Lima Puluh Kota

No.	Tanggal Konsultasi	Materi dan Catatan Pembimbing	Paraf Pembimbing I	Paraf Pembimbing II
1.	05-03-23	- Perbaiki tujuan - Perbaiki bagian klarifikasi		A
2.	17-04-23	- Perbaiki dan rapikan penulisan - lanjut bab II		A
3.	03-05-23	- Perbaiki Peristwayan - lanjut bab II		A
4.	24-06-23	- Perbaiki Kesimpulan - Tambahkan Daftar Pustaka		A
5.	26-06-23	Ace Seminar Hasil		A
6.	29-07-23	Perbaiki yg terkecuali		A
7.	04-08-23	Ace Sibang Kompre		A
8.	13-08-23	Perbaiki yg terkecuali		A
9.	14-08-23	Ace Jilid		A
10.				

Catatan:

1. Kartu Konsultasi ini dilampirkan saat pendaftaran seminar.
2. Dapat diperbanyak bila diperlukan.

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Sipil,

Helga Yermadonna, S.Pd., M.T
NIDN. 1013098502



REVISI SIDANG SKRIPSI
Tanggal Ujian: 13 Agustus 2023

Nama : **Febyudi Effendi**
NIM : 20180107
Judul Skripsi : Analisa Kebutuhan Penggunaan Alat Berat Pada Proyek
Pembangunan Jalan Sarilamak - Solok Bio Bio Kabupaten Lima
Puluh Kota

Catatan Perbaikan : * Perbaiki ya terkoreksi.
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Ketua Penguji,

Ir. Surya Eka Priana, M.T., IPP
NIDN. 1016026603



REVISI SIDANG SKRIPSI
Tanggal Ujian: 13 Agustus 2023

Nama : **Febyudi Effendi**
NIM : 20180107
Judul Skripsi : Analisa Kebutuhan Penggunaan Alat Berat Pada Proyek
Pembangunan Jalan Sarilamak - Solok Bio Bio Kabupaten Lima
Puluh Kota

Catatan Perbaikan : *Beni tanda titik pd penulis Ga. dan Rp. Karena
menyatakan singkatan*

See jilid 14/08 - 2023

Sekretaris/Penguji,

Febrimen Herista, S.T., M.T.
NIDN. 1001026901

REVISI SIDANG SKRIPSI
Tanggal Ujian: 13 Agustus 2023

Nama : **Febyudi Effendi**
NIM : 20180107
Judul Skripsi : Analisa Kebutuhan Penggunaan Alat Berat Pada Proyek
Pembangunan Jalan Sarilamak - Solok Bio Bio Kabupaten Lima
Puluh Kota

Catatan Perbaikan :

Acc. 7.1.12

14/8/23



Penguji,



Yorizal Putra, S.T., M.T.
NIDN. 1002049201



REVISI SIDANG SKRIPSI

Tanggal Ujian: 13 Agustus 2023

Nama : **Febyudi Effendi**

NIM : 20180107

Judul Skripsi : Analisa Kebutuhan Penggunaan Alat Berat Pada Proyek
Pembangunan Jalan Sarilamak - Solok Bio Bio Kabupaten Lima

Puluh Kota

Catatan Perbaikan : *Pelajari kembali*

Febyudi Effendi
13/8/23
Ana Susanti

Penguji,

Ir. Ana Susanti Yusman, M.Eng.
NIDN. 1017016901



REVISI SEMINAR HASIL SKRIPSI

Tanggal Ujian: 30 Juli 2023

Nama : **Febyudi Effendi**
NIM : 20180107
Judul Skripsi : **Analisa Kebutuhan Penggunaan Alat Berat Pada Proyek
Pembangunan Jalan Sarilamak - Solok Bio Bio Kabupaten Lima
Puluh Kota**

Catatan Perbaikan : * Perbaiki m terlokasi.

ACC Sidang Akhlaq
Ub Suryapriana 4/8/23

Ketua Penguji,

Ir. Surya Eka Priana, M.T., IPP
NIDN. 1016026603



REVISI SEMINAR HASIL SKRIPSI

Tanggal Ujian: 30 Juli 2023

Nama : **Febyudi Effendi**
NIM : 20180107
Judul Skripsi : **Analisa Kebutuhan Penggunaan Alat Berat Pada Proyek
Pembangunan Jalan Sarilamak - Solok Bio Bio Kabupaten Lima
Puluh Kota**

Catatan Perbaikan :

- Dalam Pechinggan / Pm. bahasa
Pondasi agar di jelaskan type alat
dan umur alat

OK Ace complete

08
08
23

Sekretaris/Penguji,

Febrimen Herista, S.T., M.T.
NIDN. 1001026901



REVISI SEMINAR HASIL SKRIPSI

Tanggal Ujian: 30 Juli 2023

Nama : **Febyudi Effendi**
NIM : 20180107
Judul Skripsi : **Analisa Kebutuhan Penggunaan Alat Berat Pada Proyek
Pembangunan Jalan Sarilamak - Solok Bio Bio Kabupaten Lima**

Puluh Kota

Catatan Perbaikan : *Perbaiki catatan yg ada pd skripsi*

*Revisi 7 Kampus
04/08/23*

Penguji,

Ir. Ana Susanti Yusman, M.Eng.


NIDN. 1017016901




REVISI SEMINAR HASIL SKRIPSI

Tanggal Ujian: 30 Juli 2023

Nama : **Febyudi Effendi**
NIM : 20180107
Judul Skripsi : **Analisa Kebutuhan Penggunaan Alat Berat Pada Proyek
Pembangunan Jalan Sarilamak - Solok Bio Bio Kabupaten Lima
Puluh Kota**
Catatan Perbaikan :


Acc. Sidang kompr
4/8/2023.

Penguji,


Yorizal Putra, S.T., M.T.
NIDN. 1002049201