

ANALISIS BIAYA PENGGUNAAN ALAT BERAT PADA PEKERJAAN PENINGKATAN RUAS JALAN SIMPANG TUDAMEDA-NEMBERALA

Lordy Frans De Wanna

Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik

Universitas Nusa Lontar Rote

Email : l0rdyfdw@gmail.com

ABSTRAK

Pada umumnya setiap pekerjaan pembangunan bangunan sipil selalu berkaitan dengan masalah pekerjaan tanah. Pekerjaan tanah ini dilakukan mulai dari menggali, menggusur, memindahkan dan memadatkan. Pada pelaksanaan proyek ini menggunakan alat berat excavator, dump truck dan motor grader. Perlunya pengetahuan lebih lanjut mengenai produktivitas masing-masing alat sebagai upaya yang tepat agar menghasilkan pekerjaan yang efektif dan efisien. Untuk memperoleh hasil produksi alat secara optimal perlu dilakukan analisis untuk mengetahui perbandingan jumlah dan kapasitas alat berat yang akan digunakan pada pekerjaan gali tanah dan timbunan tanah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui biaya penggunaan alat berat yang digunakan. Metode analisis data yang digunakan adalah deskripsi analitis yang terdiri dari teknik pengumpulan data, sumber data, dan analisis data. Data-data yang diambil dari proyek berupa gambar dan time schedule yang digunakan untuk menghitung volume pekerjaan dan waktu rencana pekerjaan kemudian dilakukan kombinasi penggunaan alat-alat tersebut serta dihitung produktivitas dan biaya sewa alat untuk penggunaan alat berat tersebut. Berdasarkan hasil perhitungan, maka diperoleh kombinasi IV memiliki produktivitas paling besar dan biaya paling kecil yaitu dengan menggunakan 1 unit excavator berkapasitas $1,2 \text{ m}^3$, 3 unit dump truck berkapasitas 8 m^3 yang bekerja selama 7 hari dan 1 unit motor grader 140 HP yang bekerja selama 1 hari dengan total biaya yang dikeluarkan sebesar Rp.99.007.549,-.

Kata Kunci : Alat Berat, Biaya, Kapasitas, Produktivitas.

ABSTRACT

In general, every civil construction work is always related to the problem of earthworks. This earthwork is carried out starting from digging, displacing, moving and compacting. The project uses heavy excavators, dump trucks and motor graders. The need for further knowledge of the productivity of each tool as an appropriate effort to produce effective and efficient work. In order to obtain optimal production results of the equipment, an analysis is needed to determine the ratio of the amount and capacity of the heavy equipment that will be used in the dugout and soilfill work. The purpose of this study is to determine the cost of using heavy equipment used. The data analysis method used is an analytical description consisting of data collection techniques, data sources, and data analysis.

The data taken from the project in the form of pictures and time schedules that are used to calculate the volume of work and time of the work plan is then carried out a combination of the use of these tools as well as the productivity and cost of equipment rental for the use of the heavy equipment. Based on the calculation results, a combination of IV is obtained has the highest productivity and the smallest cost, namely by using 1 unit of excavator with a capacity of 1.2 m³, 3 units of dump truck with a capacity of 8 m³ that works for 7 days and 1 unit of motor grader 140 HP that works for 1 day with a total cost incurred of Rp.99,007,549.

Keywords: *Weight Tool, Cost, Capacity, Productivity.*

I. PENDAHULUAN

A. Latar belakang

Dalam bidang teknik sipil, alat – alat berat digunakan untuk membantu manusia dalam melakukan pekerjaan pembangunan suatu struktur bangunan. Saat ini, alat berat merupakan faktor penting dalam proyek, terutama proyek-proyek konstruksi berskala besar. Tujuan penggunaan alat-alat berat tersebut untuk memudahkan manusia dalam mengerjakan pekerjaannya sehingga hasil yang diharapkan dapat dicapai

dengan lebih mudah pada waktu yang relative singkat. Alat berat yang dipakai dalam proyek konstruksi antara lain dozer, excavator, motor grader, vibrator roller, pneumatic roller, dump truck, dan lain-lain.

Pada saat suatu proyek akan dimulai, kontraktor akan memilih alat berat yang akan digunakan pada proyek tersebut. Pemilihan alat berat yang akan dipakai merupakan salah satu faktor penting dalam keberhasilan suatu proyek. Alat berat yang dipilih haruslah tepat baik jenis, ukuran,

maupun jumlahnya. Ketepatan dalam memilih alat berat akan memperlancar jalannya proyek. Kesalahan dalam memilih alat berat dapat mengakibatkan proyek menjadi tidak lancar. Dengan demikian keterlambatan penyelesaian proyek dapat terjadi. Hal ini pada akhirnya dapat mengakibatkan biaya proyek membengkak. Untuk itu, kontraktor dituntut untuk menggunakan metode yang tepat dengan biaya yang seminimal mungkin tanpa mengurangi kualitas bangunan.

Pada proyek peningkatan ruas jalan Tudamedia – Nemberala terdapat beberapa item pekerjaan yang membutuhkan bantuan alat berat dalam proses pelaksanaannya. Misalnya pada pekerjaan galian dan timbunan tanah. Pekerjaan tanah dengan volume dan bentuk pekerjaan berbeda ini membutuhkan beberapa alat berat untuk menunjang efektivitas pekerjaan. Alat berat yang digunakan memiliki kapasitas dan biaya sewa yang berbeda-beda sesuai dengan tipenya sehingga perlu perhitungan yang matang agar penggunaannya dapat optimal.

Alat-alat yang akan dianalisa dalam proyek ini meliputi excavator, dump truck, dan motor grader. Setiap alat akan dihitung produktivitasnya

serta dianalisa biaya penggunaan alat-alat tersebut pada pekerjaan galian dan timbunan. Berdasarkan hal-hal di atas, penulis ingin melakukan suatu penelitian dengan judul :“**Analisis Biaya Penggunaan Alat Berat Pada Pekerjaan Peningkatan Ruas Jalan Simpang Tudamedia - Nemberala.**”

B. Batasan Masalah

Agar Penelitian yang dilakukan dapat lebih terarah dan sesuai dengan yang diharapkan, maka penelitian dibatasi pada hal-hal sebagai berikut :

- a. Pada penelitian ini pekerjaan yang dianalisis meliputi pekerjaan galian tanah dan timbunan tanah.
- b. Alat berat yang digunakan meliputi excavator, dump truck, dan motor grader.
- c. Perhitungan anggaran biaya pada penelitian ini berdasarkan metode analisis harga satuan pekerjaan (AHSP) dengan sistem sewa alat.

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka masalah yang dibahas oleh penulis adalah :

1. Berapakah jumlah dan jenis alat berat yang digunakan dalam pekerjaan tanah?
2. Berapakah waktu yang dibutuhkan alat berat untuk menyelesaikan pekerjaan tanah?
3. Berapakah biaya penggunaan alat berat pada pekerjaan tanah tersebut?

D. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui jumlah dan jenis alat berat yang digunakan pada pekerjaan tanah tersebut.
2. Untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan alat berat pada pekerjaan tanah tersebut.
3. Untuk mengetahui biaya penggunaan alat berat pada pekerjaan tanah tersebut.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat atau kegunaan yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Hasil penelitian ini akan dijadikan bahan masukan bagi Universitas Nusa Lontar

dalam rangka pengembangan Tri Darma Perguruan Tinggi.

2. Hasil penelitian ini juga dijadikan sebagai bahan referensi bagi peneliti selanjutnya.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

Tinjauan kepustakaan mempelajari dan menyajikan metode penyelesaian yang merupakan anggapan dasar, dan rumus-rumus yang berhubungan dengan cara perhitungan tentang penentuan waktu siklus alat-alat berat tersebut. Untuk mendapatkan waktu siklus ini maka dilaksanakan pengamatan terhadap gerakan-gerakan dari masing-masing peralatan.

Menurut Soedrajat (1982), alat berat yang digunakan dalam ilmu teknik sipil adalah alat yang digunakan untuk membantu manusia dalam melakukan pekerjaan pembangunan suatu struktur. Peralatan atau alat berat dalam pekerjaan sipil banyak berkaitan dengan pemindahan tanah (earth moving) dan segala aspek yang timbul dari peralatan yang digunakan untuk memindahkan tanah tersebut. Dalam hal pemindahan tanah ini selain memindahkan juga

mengadakan pembentukan terhadap permukaan tanah yang baru sesuai kondisi fisik/teknis yang diinginkan. Diperlukan beberapa jenis peralatan dan metode yang sesuai untuk pembentukan permukaan tanah pada lokasi baru tersebut. Karena pekerjaan ini berhubungan dengan tanah, batuan, vegetasi (pohon, semak belukar dan alang-alang) maka perlu diketahui sifat tanah dan tipe galian tanah.

Sifat fisik yang harus dihadapi alat berat akan berpengaruh dalam :

1. Menentukan jenis alat dan taksiran atau kapasitas produksi.
2. Perhitungan volume pekerjaan.
3. Kemampuan kerja alat pada kondisi material yang ada.

Apabila pemilihan jenis alat berat tidak sesuai dengan kondisi material dapat berakibat tidak efisiennya alat (lost time).

B. Alat berat

Alat-alat berat yang sering dikenal di dalam ilmu Teknik Sipil merupakan alat yang digunakan untuk membantu manusia dalam melakukan pekerjaan pembangunan suatu struktur bangunan. Alat berat merupakan faktor penting didalam proyek, terutama proyek-proyek

konstruksi maupun pertambangan dan kegiatan lainnya dengan skala yang besar. Tujuan dari penggunaan alat-alat berat tersebut adalah untuk memudahkan manusia dalam mengerjakan pekerjaannya, sehingga hasil yang diharapkan dapat tercapai dengan lebih mudah dengan waktu yang relatif lebih singkat (Rochmanhadi, 1985).

Setiap perusahaan atau organisasi dalam menjalankan aktivitas / usahanya, pasti dihadapkan pada teknologi yang akan mencerminkan kekuatan perusahaan dalam mencapai tujuan. Maka dari itu setiap perusahaan berlomba-lomba dalam hal teknologi salah satunya penggunaan alat berat guna mencapai sasaran.

Menurut Ir. Susy Fatena Rostyanti Msc dalam bukunya *Alat Berat Untuk Proyek konstruksi* (2014) menyebutkan bahwa bonafiditas suatu perusahaan konstruksi tergantung dari aset-aset teknologi yang dimilikinya, salah satunya adalah alat berat. Alat berat yang dimiliki sendiri oleh perusahaan konstruksi akan sangat menguntungkan dalam memenangkan tender proyek konstruksi secara otomatis hal

tersebut akan mencerminkan kekuatan perusahaan tersebut.

Menurut (Rohman, 2003) melaksanakan suatu proyek konstruksiberartimenggabungkan berbagai sumber daya untuk menghasilkan produk akhir yangdiinginkan, pada proyek konstruksi kebutuhan untuk peralatan antara 7 – 15 %dari biaya proyek, Peralatan konstruksi yang dimaksud adalah alat/peralatan yangdiperlukan untuk melakukan pekerjaan konstruksi secara mekanis. Artinyapemanfaatan alat berat pada suatu proyek konstruksi dapat memberikan insentifpada efisiensi dan efektifitas pada tahap pelaksanaan maupun hasil yang dicapai.

C. Pengklasifikasian Alat Berat

Secara umum alat berat dapat dikategorikan ke dalam beberapa klasifikasi.Salah satunya adalah pengklasifikasian alat berat berdasarkan klasifikasi fungsional dan klasifikasi operasional alat berat.

a. Klasifikasi Fungsional Alat Berat

Yang dimaksud dengan klasifikasi

fungsional alat berat adalah pembagian alat tersebut berdasarkan fungsi-fungsi utama alat.Berdasarkan fungsinya alat berat dapat dibagi atas tujuh fungsi dasar.

Alat berat terdiri dari beberapa fungsi diantaranya :

1. Alat Pengolah Lahan

Kondisi lahan proyek kadang – kadang masih merupakan lahan asli yang harus dipersiapkan sebelum lahan tersebut mulai diolah.Jika pada lahan masih terdapat semak atau pepohonan maka pembukaan lahan dapat dilakukan dengan menggunakan dozer.Untuk mengangkat lapisan tanah paling atas dapat digunakan scraper.Sedangkan untuk pembentukan permukaan supaya rata selain dozer dapat juga digunakan motor grader.

2. Alat Penggali

Jenis alat ini dikenal juga dengan istilah excavator, fungsi dari alat ini adalah untuk menggali, seperti dalam pekerjaan pembuatan basement atau saluran. Beberapa alat digunakan untuk menggali tanah dan batuan. Yang termasuk dalam kategori ini adalah front shovel, backhoe, dragline, dan clamshell.

3. Alat Pengangkut Material

Pengangkutan material dapat dibagi menjadi pengangkutan horizontal maupun vertikal. Truk dan wagon termasuk dalam alat pengangkut horizontal karena material yang diangkutnya hanya dipindahkan secara horisontal dari satu tempat ke tempat lain. Umumnya alat ini dipakai untuk pengangkutan material lepas (loose material) dengan jarak tempuh

dengan jarak tempuh yang relatif jauh. Truk maupun wagon memerlukan alat lain untuk membantu memuat material ke dalamnya.

Sedangkan crane termasuk dalam kategori alat pengangkut vertikal. Material yang diangkut crane dipindahkan secara vertikal dari satu elevasi ke elevasi yang lebih tinggi. Jarak jangkauan pengangkutan crane relatif kecil.

4. Alat Memindahkan Material

Yang termasuk dalam kategori ini adalah alat yang biasanya tidak digunakan sebagai alat transportasi tetapi digunakan untuk memindahkan material dari satu alat ke alat yang lain, loader dan dozer adalah alat pemindahan material.

5. Alat Pemadatan

Pada pekerjaan penimbunan biasanya setelah dilakukan penimbunan maka pada lahan tersebut perlu dilakukan pemadatan. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan permukaan yang rata dan padat. Pemadatan juga dilakukan untuk pembuatan jalan baik itu jalan tanah dan jalan dengan pengerasan lentur maupun pengerasan kaku. Yang termasuk sebagai alat pemadatan adalah tamping roller, pneumatic-tired roller, compactor, dan lain-lain.

6. Alat Pemroses Material

Alat ini digunakan untuk mengubah batuan dan mineral alam menjadi suatu bentuk dan ukuran yang diinginkan. Hasil dari alat ini misalnya adalah batuan bergradasi, semen, beton, dan aspal. Yang termasuk

dalam alat ini adalah crusher. Alat yang dapat mencampur material untuk pembuatan beton maupun aspal dikategorikan ke dalam alat pemroses material seperti concrete batch plant dan aspal mixing plant.

7. Alat Penempatan Akhir Material

Alat digolongkan pada kategori ini karena fungsinya, yaitu untuk menempatkan material pada tempat yang telah ditentukan. Di tempat atau lokasi ini material disebarkan secara merata dan dipadatkan sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan. Yang termasuk dalam kategori ini adalah concrete spreader, asphalt paver, motor grader, dan alat pemadat.

b. Klasifikasi Operasional Alat Berat

Alat-alat berat dalam pengoperasiannya dapat

dipindahkan dari satu tempat ke tempat lain atau tidak dapat digerakan atau statis. Jadi, klasifikasi alat berdasarkan pergerakannya dapat dibagi atas :

1. Alat dengan penggerak
Alat penggerak merupakan bagian dari alat berat yang menerjemahkan hasil dari mesin menjadi kerja. Bentuk dari alat penggerak adalah crawler atau roda kelabang dan ban karet. Sedangkan belt merupakan alat penggerak pada conveyor belt. Untuk beberapa jenis alat berat seperti truk, scraper atau motor grader, alat penggeraknya adalah ban karet untuk alat-alat seperti backhoe, alat penggeraknya bisa salah satu dari kedua jenis di atas. Umumnya ban karet dijadikan pilihan karena alat berat dengan ban karet mempunyai mobilitas lebih tinggi daripada alat berat yang

menggunakan crawler. Alat berat ban karet juga menjadi pilihan untuk kondisi permukaan yang baik, sedangkan pada permukaan tanah yang lembek, basah atau berpori umumnya digunakan alat berat beroda crawler.

2. Alat Statis

Alat statis adalah alat berat yang dalam menjalankan fungsinya tidak berpindah tempat. Yang termasuk dalam kategori ini adalah tower crane, dan batching plant baik untuk beton maupun untuk aspal serta crusher plant.

D. Faktor – faktor yang mempengaruhi pemilihan alat berat

Pemilihan alat berat dilakukan pada tahap perencanaan dimana jenis, jumlah, dan kapasitas alat merupakan faktor – faktor penentu, tidak semua alat berat dapat dipakai untuk setiap proyek konstruksi. Oleh karena itu pemilihan alat berat yang

tepat sangatlah diperlukan. Apabila terjadi kesalahan dalam pemilihan alat berat maka akan terjadi keterlambatan di dalam pelaksanaan, biaya proyek yang membengkak, dan hasil yang tidak sesuai dengan rencana.

Dalam pemilihan alat berat, ada beberapa faktor yang harus diperhatikan sehingga kesalahan dalam pemilihan alat dapat dihindari. Faktor-faktor tersebut antara lain :

1. Fungsi yang harus dilaksanakan. Alat berat dikelompokkan berdasarkan fungsinya, seperti untuk menggali, mengangkut, meratakan permukaan dan lain – lain.
2. Kapasitas peralatan. Pemilihan alat berat didasarkan pada volume total atau berat material yang harus diangkut atau dikerjakan. Kapasitas alat yang dipilih harus sesuai sehingga pekerjaan dapat diselesaikan pada waktu yang telah ditentukan.
3. Cara operasi. Alat berat dipilih berdasarkan arah (horizontal maupun vertical) dan jarak gerakan, kecepatan, frekuensi gerakan, dan lain – lain.
4. Pembatasan dari metode yang dipakai. Pembatasan yang mempengaruhi pemilihan alat berat antara lain peraturan lalu lintas, biaya, dan pembongkaran. Selain itu metode konstruksi yang dipakai dapat membuat pemilihan alat dapat berubah.
5. Ekonomi. Selain biaya investasi atau biaya sewa peralatan, biaya operasi dan pemeliharaan merupakan faktor penting didalam pemilihan alat berat.
6. Jenis proyek. Ada beberapa jenis proyek yang umumnya menggunakan alat berat. Proyek – proyek tersebut antara lain proyek gedung, pelabuhan, jalan, jembatan, irigasi, pembukaan hutan, dam, dan lain-lain.
7. 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.

8. Jenis dan daya dukung tanah. Jenis tanah di lokasi proyek dan jenis material yang akan dikerjakan dapat mempengaruhi alat berat yang akan dipakai. Tanah terdapat dalam kondisi padat, lepas, keras, atau lembek.

E. Jenis Alat Berat

Pada Penelitian ini penulis akan menganalisis beberapa alat berat yang mana dalam jenis penggunaannya berbeda – beda, antara lain:

a. Excavator

Jenis excavator yang digunakan pada pekerjaan ini adalah backhoe, alat ini termasuk dalam alat penggali hidrolis memiliki bucket yang dipasangkan di depannya. Alat penggeraknya traktor dengan roda ban atau crawler. Excavator bekerja dengan cara menggerakkan bucket ke arah bawah dan kemudian meariknya

menuju badan alat. Pengoperasian excavator umumnya untuk menggali saluran terowongan atau basement.

Backhoe terdiri dari 6 bagian utama yaitu struktur atas yang dapat berputar, boom, lengan (arm), bucket, slewing ring dan struktur bawah adalah penggerak utama berupa roda ban atau roda crawler.

Ada 6 gerakan dasar backhoe yaitu :

1. Gerakan boom merupakan gerakan boom yang mengarahkan bucket menuju tanah galian.
2. Gerakan bucket menggali merupakan gerakan bucket menggali material
3. Gerakan bucket membongkar adalah gerakan bucket yang arahnya berlawanan saat menggali.
4. Gerakan lengan merupakan gerakan mengangkat lengan mencapai radius 100 derajat.

5. Gerakan slewing ring gerakan as yang bertujuan agar bagian atas backhoe dapat berputar 360 derajat.
6. Gerakan struktur bawah dipakai untuk perpindahan jika area telah selesai digali.

Ada 6 cara kerja backhoe saat penggalian yaitu :

1. Boom dan bucket bergerak maju.
2. Bucket bergerak menuju alat.
3. Bucket melakukan penetrasi ke dalam tanah.
4. Bucket yang telah penuh diangkat.
5. Struktur atas berputar.
6. Bucket diayun sampai material di dalamnya keluar.

b. Dump Truk

Seperti yang telah diketahui bahwa truk sangat efisien untuk pengangkutan jarak jauh. Kelebihan truk dibanding alat lain :

1. Kecepatan tinggi
2. Kapasitas besar
3. Biaya operasional kecil

4. Kebutuhannya dapat disesuaikan dengan kapasitas alat gali.

Namun, alat ini juga memiliki kekurangan dibanding alat lain karena truk memerlukan alat lain untuk pemuatan. Dalam pemilihan ukuran dan konfigurasi truk ada beberapa faktor yang mempengaruhi, yaitu material yang akan diangkut dan excavator atau loader pemuat. Truk tidak hanya digunakan untuk pengangkutan tanah tetapi juga material-material lain. Untuk pengangkutan material tertentu ada beberapa faktor yang harus diperhatikan, yaitu :

1. Untuk batuan, dasar bak dilapisi papan kayu agar tidak mudah rusak
2. Untuk aspal, bak dilapisi oleh solar agar aspal tidak menempel pada permukaan bak. Agar aspal tidak cepat dingin ditutup dibagian atas dengan terpal

3. Untuk mengatasi lengket seperti lempung basah, pilih bak bersudut bulat.

Dalam pengisian baknya, truk memerlukan alat lain seperti excavator dan loader karena truk sangat tergantung pada alat lain, untuk pengisian material tanah perlu memperhatikan hal-hal berikut :

1. Excavator merupakan penentu utama jumlah truk, sehingga tentukan jumlah truk agar excavator tidak idle.
2. Jumlah truk yang menunggu jangan sampai lebih dari 2 unit.
3. Truk diisi sampai kapasitas maksimumnya.
4. Untuk pengangkutan material beragam, material paling berat diletakan dibagian belakang, (menghindari terjadinya kerusakan pada kendali hidrolis).
5. Ganjal ban saat pengisian.

Volume material yang diangkut harus sesuai dengan kapasitas truk. Jika

pengangkutan material oleh truk dilaksanakan melampaui batas kapasitas maka hal-hal yang tidak diinginkan dapat terjadi, seperti :

1. Konsumsi bahan bakar bertambah
2. Umur berkurang
3. Kerusakan pada bak
4. Mengurangi produktivitas

Kapasitas dan ukuran sangat bervariasi. Oleh karena itu, pemilihan ukuran truk sangat penting karena truk besar atau kecil akan memberikan beberapa keuntungan dan kerugian.

1. Kelebihan truk kecil terhadap truk besar :
 - a. Bergerak lebih leluasa dan kecepatan lebih tinggi
 - b. Kerugian dalam produktivitas akan lebih kecil jika salah satu truk tidak dapat beroperasi
 - c. Kemudahan dalam memperhitungkan jumlah truk untuk setiap alat pemuat.

2. Kerugian truk kecil terhadap truk besar :
 - a. Kesulitan bagi alat pemuat memuat material
 - b. Jumlah truk yang banyak maka waktu antrian akan besar,
 - c. Memerlukan lebih banyak supir
 - d. Meningkatkan jumlah investasi karena jumlah truk yang banyak.
3. Keuntungan truk besar terhadap truk kecil
 - a. Jumlah truk yang sedikit menyebabkan investasi berkurang (bensin, perbaikan, dan perawatan)
 - b. Keutuhan supir yang tidak banyak
 - c. Memudahkan alat pemuat dalam memuat material
 - d. Waktu antri akan berkurang
4. Kerugian truk besar terhadap truk kecil
 - a. Bila alat pemuat kecil maka akan memperbesar waktu muat.
 - b. Baban yang besar dari truk dan muatannya akan mempercepat kerusakan jalan
 - c. Jumlah truk yang seimbang dengan alat pemuat yang akan sulit didapat
 - d. Larangan pengangkutan di jalan raya dapat diperlakukan pada truk besar.
- c. Motor grader

Motor grader mempunyai fungsi macam-macam antara lain :

 1. Meratakan dan membentuk permukaan,
 2. Merawat jalan
 3. Mengupas tanah
 4. Menyebarkan material ringan.

Motor grader terdiri dari 6 bagian utama, yaitu penggerak (prime mover), kerangka (frame), pisau (moldboard), sacrifier, circle dan drawbar. Alat penggerak motor grader adalah roda ban yang terletak dibelakang. Frame menghubungkan penggerak dan as depan letak frame

cukup tinggi untuk memudahkan manuver alat. Dalam pengoperasiannya, motor grader menggunakan pisau yang disebut moldboard yang dapat digerakan sesuai dengan kebutuhan bentuk permukaan panjang blade biasanya berkisar antara 3 sampai 5 meter.

Sacrifier adalah unit motor grader yang dikontrol secara hidrolis. Bagian ini mempunyai gigi yang berfungsi untuk menghancurkan material sacrifier digerakan dengan mendorong atau menarik unit ini. Circle adalah bagian motor grader yang berbentuk cincin dengan bagian dalam atau luar bergigi. Fungsi dari circle adalah untuk menggerakkan blade agar dapat berputar. Drawbar adalah bagian motor grader yang berbentuk V atau T. drawbar menghubungkan circle dengan bagian depan grader. Moldboard atau pisau dapat digerakan seperti blade pad dozer,

yaitu tilt, pitch, dan angle dan fleksibilitas yang lebih besar. Gerakan pitching ke depan biasanya untuk pekerjaan finishing dan pencampuran. Sedangkan gerakan pitching ke belakang dilakukan untuk meningkatkan pemotongan. Selain itu, bagian depan motor grader dapat bergerak fleksibel sesuai dengan kebutuhan pekerjaan. Gerakan-gerakan bagian depan motor grader berupa straight mode, articulated mode dan crab mode, straight mode atau gerak lurus memungkinkan grader untuk melakukan pekerjaan normal. Untuk meratakan permukaan secara horisontal maka pisau diletakan di tengah, kanan, atau kiri, sedangkan untuk meratakan permukaan pada suatu kemiringan maka roda ada pada permukaan datar dan pisau diletakan pada permukaan miring. Articulated mode memungkinkan bagian depan grader untuk melakukan pemotongan

slope kanal atau saluran irigasi dengan bagian belakang tetap berada pada permukaan datar.

F. Efisiensi alat

Dalam pelaksanaan pekerjaan dengan menggunakan alat berat terdapat faktor yang mempengaruhi produktivitas alat yaitu efisiensi alat. Bagaimana efektifitas alat tersebut bekerja tergantung dari beberapa hal yaitu :

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

Cara yang umum digunakan untuk menentukan efisiensi alat adalah dengan menghitung berapa menit alat tersebut bekerja secara efektif dalam satu jam. Contohnya jika dalam satu jam waktu efektif alat bekerja adalah 45 menit maka dapat dikatakan efisiensi alat adalah 45/60 atau 0,75.

G. Produktivitas dan durasi pekerjaan

Dalam menentukan durasi dari suatu pekerjaan maka hal-hal yang

perlu diketahui adalah volume pekerjaan dan produktivitas alat tersebut. Produktivitas adalah perbandingan antara hasil yang dicapai (output) dengan seluruh sumber daya yang digunakan (input). Produktivitas alat tergantung pada kapasitas dan waktu siklus alat. Rumus dasar untuk mencari produktivitas alat adalah :

$$\text{Pr oduktivitas} = \frac{\text{Kapasitas}}{\text{Siklus Alat}}$$

Umumnya waktu siklus alat ditetapkan dalam menit sedangkan produktivitas alat dihitung dalam produksi/jam sehingga perlu ada perubahan dari menit ke jam. Jika faktor efisiensi alat dimasukkan maka rumus diatas akan menjadi :

$$\text{Produktivitas} = \text{Kapasitas} \frac{60}{\text{Siklus Alat}} \times \text{Efisiensi}$$

(2.1)

Pada umumnya dalam suatu pekerjaan dapat lebih dari satu jenis alat yang dipakai. Sebagai contoh pekerjaan galian dan pemindahan tanah. Umumnya alat yang dipakai adalah excavator untuk menggali, loader untuk memindahkan hasil galian ke dalam bak truk dan truk yang digunakan untuk memindahkan tanah, karena ketiga jenis contoh alat tersebut mempunyai produktivitas

berbeda-beda, maka perlu diperhitungkan jumlah masing-masing alat. Jumlah alat perlu diperhitungkan untuk mempersingkat durasi pekerjaan. Salah satu cara menghitung jumlah alat adalah :

1. Tentukan alat mana yang mempunyai produktivitas terbesar
2. Asumsikan alat dengan produktivitas terbesar berjumlah satu.
3. Hitung jumlah alat jenis lainnya dengan selalu berpatokan pada alat dengan produktivitas terbesar.

Untuk menghitung jumlah alat – alat lainnya maka digunakan rumus :

$$Jumlah_{alat1} = \frac{Pr oduktivitas_{terbesar}}{Pr oduktivitas_{alat1}} \quad (2.2)$$

Setelah jumlah masing – masing alat diketahui maka selanjutnya perlu dihitung durasi pekerjaan alat-alat tersebut. Salah satu caranya dengan menentukan beberapa produktivitas total alat setelah dikalikan jumlahnya. Kemudian dengan membandingkan produktivitas total masing – masing alat yang dicari produkktivitas terkecil. Dari sini akan didapat lama

pekerjaan dengan menggunakan rumus :

$$Durasi = \frac{Volume_{pekerjaan}}{Produktivitas_{terkecil}} \quad (2.3)$$

Pada penjelasan rumus durasi sebelumnya perhitungan durasi pekerjaan masih dalam satuan jam. Sehingga cara untuk memperoleh durasi pekerjaan dalam satuan hari maka digunakan rumus :

$$Durasi = \frac{volume\ pekerjaan}{produktivitas\ alat \times jam\ kerja} \quad (2.4)$$

H. Waktu Siklus Alat Berat

Waktu siklus adalah waktu muat yang dibutuhkan alat untuk 1 kali produksi. Perhitungan waktu siklus diberlakukan hanya untuk alat-alat yang tidak setiap saat memproduksi secara terus menerus. Perhitungan waktu siklus berbeda untuk setiap jenis alat menurut fungsinya, yakni sebagai berikut :

a. Waktu Siklus Excavator.

Waktu Siklus Excavator terdiri dari 4 komponen yaitu :

1. Waktu muat bucket (t1)
2. Waktu putar muatan (t2)
3. Waktu buang muatan (t3)

4. Waktu putar kosong atau kembali (t_4)

Waktu siklus atau cycle time adalah : $Ts1 = t1 + t2 + t3 + t4$ (2.5)

Tabel 2.1 Faktor konversi galian (F_v) excavator

Kondisi Kedalaman Galian	Kondisi membuang (<i>dumping</i>)			
	Mudah	Sedang	Agak Sulit	Sulit
< 40	0,70	0,90	1,10	1,40
40 – 75	0,80	1,00	1,30	1,60
>75	0,90	1,10	1,50	1,80

(Sumber : Lamp. Permen PUPR. 2016)

b. Waktu Siklus Dump Truck.

Siklus dump truck terdiri dari 5 komponen yaitu:

1. Waktu muat : $T1 = ((V \times 60) / (D \times Q1 \times Fk))$

2. Waktu tempuh bermuatan : $T2 = (L / V1) \times 60$

3. Waktu kembali kosong : $T3 = (L / V2) \times 60$

4. Waktu Lain – lain (pembongkaran dan antri) : $T4$

Sehingga waktu siklus adalah:

$$Ts2 = T1 + T2 + T3 + T4 \quad (2.6)$$

Dimana :

$Ts2$ = waktu siklus dump truck

V = kapasitas bak dump truck

D = berat volume bahan

$Q1$ = kapasitas produksi excavator (m^3/jam)

Fk = faktor pengembangan bahan

L = jarak angkut dump truck (m)

$V1$ = kecepatan rata-rata dump truck bermuatan (m/menit)

$V2$ = kecepatan rata-rata dump truck kosong (m/menit)

Tabel 2.2 Kecepatan *Dump Truck* dan kondisi lapangan

Kondisi lapangan	Kondisi beban	Kecepatan*), v, km/h
Datar	Isi	40
	Kosong	60
Menanjak	Isi	20
	Kosong	40
Menurun	Isi	20
	Kosong	40
*) Kecepatan tersebut adalah perkiraan umum. Besar kecepatan bisa berubah sesuai dengan medan, kondisi jalan, kondisi cuaca setempat, serta kondisi kendaraan		

(Sumber : Lamp. Permen PUPR. 2016)

c. Waktu siklus Motor Grader

Waktu siklus : $Ts3 = T1 + T2$

Perataan satu kali lintasan :

$$T1 = \frac{Lh \times 60}{v \times 1000} \quad (2.7)$$

Dimana :

Lh = panjang hamparan (m)

v = kecepatan rata-rata alat (km/jam)

T2 = lain-lain

I. Produktivitas Alat Berat

Langkah dalam membuat estimasi kapasitas alat adalah menghitung kapasitas operasi alat-alat berat. Hasil perhitungan tersebut kemudian dibandingkan dengan

pengalaman yang nyata dari pekerjaan-pekerjaan yang pernah dilakukan dari pekerjaan-pekerjaan sejenis. Atas dasar perbandingan itu, terutama pada efisiensi kerjanya, kita dapat menentukan harga besaran estimasi kapasitas alat yang paling sesuai untuk proyek bersangkutan, sehingga estimasi kapasitas biaya proyek tidak terlalu besar.

a. Produktivitas Excavator.

Produksi perjam dari Excavator dihitung dengan rumus :

$$Q_1 = \frac{V \times Fb \times Fa \times 60}{Ts1 \times Fk} \text{ (m}^3\text{/jam)}$$

(2.8)

Dimana :

Q₁ = Kapasitas
produksi Excavator
(m³/jam)
Fk = Faktor
Pengembangan
bahan

Ts1= waktu siklus
excavator (menit)

Fa = faktor
efisiensi alat

V = kapasitas
bucket (m³)

Fb = faktor bucket

Tabel 2.3 : Faktor efisiensi kerja alat(Fa) *Excavator*

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

(Sumber : Lamp. Permen PUPR. 2016)

Tabel 2.4 : Faktor Bucket(Fb) *Excavator*

Ringan	Menggali dan memuat atau material yang telahdikeruk oleh <i>excavator</i> lain, yang tidakmembutuhkan gaya gali dan dapat dibuatmunjung dalam bucket.	1,00 – 0,80
Sedang	Menggali dan memuat <i>stockpile</i> lepas dari tanah yang lebih sulit untuk digali dan dikeruktetapi dapat dimuat hampir munjung.Pasir kering, tanah berpasir, tanah campurantanah liat, tanah liat gravel yang belumdisaring, pasir yang telah memadat dan sebagainya, atau menggali dan memuat gravellangsung dari bukit gravel asli.	0,80 – 0,60

Agak sulit	Menggali dan memuat batu-batu pecah, tanahliat yang keras, pasir campur kerikil, tanahberpasir, tanah koloidal liat, tanah liat dengankadar air tinggi yang telah di <i>stockpile</i> oleh <i>excavator</i> lain. Sulit untuk mengisi <i>bucket</i> dengan material tersebut.	0,60 – 0,50
Sulit	Bongkahan, batuan besar dengan bentuk takteratur dengan ruangan diantaranya batuan hasilledakan, batuan bundar, pasir campur tanah liat,tanah liat yang sulit untuk dikeruk dengan <i>bucket</i> .	0,50 – 0,40

(Sumber : Lamp. Permen PUPR. 2016)

b. Produktivitas Dump Truck.

Produksi perjam dari Dump Truck dihitung dengan rumus :

$$Q_2 = \frac{V \times Fa \times 60}{D \times Fk \times Ts2} \text{ (m}^3\text{/jam)} \quad (2.9)$$

Dimana :

Q_2 = produksi

perjam(m³/jam)

Fk= faktor pengembanganbahan

V= kapasitas bak ton

Ts2 = waktu siklus dump truck (menit)

Fa = faktor efisiensi alat

D =berat volume bahan material

Tabel 2.5 : Faktor pengembangan bahan (Fk) *Dump Truck*

No	Nama Bahan	Berat Isi Padat (BiP) (T/m ³)		Berat Isi Lepas (BiL) (T/m ³)	
		Min	Maks	Min	Maks
1	<i>Water bound Macadam</i> (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 $\frac{3}{4}$ ' 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 dgn 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/ <i>split/screen</i>	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, <i>screen</i> hasil pemecah batu	1,400	1,750	1,232	1,273
15	Pasir pasang, kasar	1,380	1,540	1,243	1,316
16	Pasir urug	1,300	1,600	1,040	1,151
17	Agregat ringan	1,300	1,500	0,600	0,750
18	Tanah biasa	1,350	1,650	1,000	1,200
19	Tanah gambut	0,850	1,150	0,600	0,850

(Sumber : Lamp. Permen PUPR. 2016)

Tabel 2.6 Faktor efisiensi alat (Fa) *Dump Truck*

Kondisi Kerja	Faktor Efisiensi
Baik	0,83
Sedang	0,80
Kurang Baik	0,75
Buruk	0,70

(Sumber : Lamp. Permen PUPR. 2016)

- c. Produktivitas Motor Grader
 1. Untuk pekerjaan perataan
 hamparan padat

Kapasitas produksi per
 jam :

$$Q_3 = \frac{Lh \times (n(b - bo) + bo) \times Fa \times 60}{N \times n \times Ts3} m^2 \quad (2.10)$$

Dimana :

Q_3 = kapasitas produksi motor grader (m³/jam)

Lh = panjang hamparan (m)

N = jumlah lajur lintasan

n = jumlah lintasan

b = lebar efektif blade atau pisau alat (m)

bo = lebar overlap (m)

Fa = faktor efisiensi kerja

Ts3 = waktu siklus motor grader

2. Untuk pekerjaan perataan hamparan padat

Kapasitas produksi per jam :

$$Q_3 = \frac{Lh \times (n(b - bo) + bo) \times Fa \times 60 \times t}{N \times n \times Ts3 \times Fk} m^2 \quad (2.11)$$

Dimana :

t = tebal hamparan padat

Fk = faktor pengembangan bahan

3. Untuk pekerjaan pengupasan (grading)

Kapasitas produksi per jam :

$$Q_3 = \frac{Lh \times (n(b - bo) + bo) \times Fa \times 60}{N \times n \times Ts3} m^2 \quad (2.12)$$

Dimana :

Q_3 = kapasitas produksi motor grader (m²/jam)

Lh = panjang hamparan

N = jumlah pengupasan tiap lintasan

n = jumlah lintasan

b = lebar efektif blade atau pisau alat (m)

bo = lebar overlap (m)

Fa = faktor efisiensi kerja

Ts3 = waktu siklus motor grader

Tabel 2.7 : Faktor efisiensi kerja alat (Fa) Motor Grader

Kondisi Operasi	Faktor Efisiensi
Perbaikan jalan, perataan	0,80
Pemindahan	0,70
Penyebaran (grading)	0,60
Penggalian (<i>trenching</i>)	0,50

(Sumber : Lamp. Permen PUPR. 2016)

J. Jumlah Alat Yang Dibutuhkan

Untuk menghitung kebutuhan peralatan digunakan rumus :

$$n = \frac{V}{We \times S \times Q} \quad (2.13)$$

Dimana :

n = jumlah unit peralatan per jenis (unit)

V = volume per jenis pekerjaan (m³)

W_e = waktu efektif hari kerja (hari)
 S = standar jam kerja per hari sesuai peraturan (jam/hari)
 Q = produksi peralatan persatuan waktu (m^3/jam) (Rochmanhadi, 1985)

Untuk pekerjaan berseri maka rumusan kebutuhan peralatan per seri kegiatan adalah :

$$n_1 = R \times n \text{ (unit)} \quad (2.14)$$

$$n_2 = R \times n_1 \text{ (unit) dst}$$

Dimana :

R = perbandingan produksi peralatan pada kegiatan seri 1 dengan produksi peralatan pada kegiatan seri 2.

$$R = \frac{Q}{Q_1} \quad (2.15)$$

$$R_2 = \frac{Q_1}{Q_2}$$

n, n_1, n_2, dst adalah jumlah unit per jenis alat yang sesuai dengan jenis kegiatan.

(Ir. S.F. Rostiyanti, 2002)

K. Biaya Penggunaan Alat Berat

Perhitungan biaya kebutuhan alat berat didapatkan dari perkalian antara volume masing-masing pekerjaan, jumlah alat yang digunakan serta harga satuan

pekerjaan.total biaya penggunaan alat berat = total biaya sewa alat berat + biaya mobilisasi dan demobilisasi alat berat.(2.16)

a. Biaya sewa alat berat.

Tidak semua peralatan konstruksi dimiliki oleh kontraktor. Dalam menyelesaikan pekerjaan-pekerjaan tertentu, diperlukan peralatan-peralatan khusus yang diperoleh dengan cara menyewa. Biaya penyewaan alat berat tersebut dihitung dalam biaya per jam. Dalam satu bulan biasanya ditentukan batas penyewaan minimum per alat berat. Biaya penyewaan alat bervariasi, tergantung dari jenis dan tipe alat yang akan disewa dan juga tergantung dari tempat alat itu disewa.

1. Biaya Pasti per jam ; G
 Biaya yang termasuk dalam biaya Pasti per jam adalah nilai sisa alat, faktor angsuran modal, biaya pengembalian modal, asuransi dan lain-lain.

a. Nilai sisa alat
 Nilai sisa alat ;C = 10% x harga alat
 (2.17)

b. Faktor angsuran modal
 Faktor angsuran modal ;D=

$$\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \quad (2.18)$$

Dimana :
 i = tingkat suku bunga per tahun
 n = umur ekonomis alat

c. Biaya pengembalian Modal
 Biaya pengembalian Modal ;E=

$$\frac{(B-C) \times D}{W} \quad (2.19)$$

Dimana :
 B = Harga alat berat
 C = Nilai sisa alat
 D = Faktor angsuran modal
 W = Jam kerja alat dalam 1 tahun

d. Asuransi dll
 Asuransi ;F=

$$\frac{(0,002 \times \text{harga alat})}{\text{jam kerja dalam 1 tahun}}$$

(2.20)
 Total biaya pasti per jam ; G = E + F
 (2.21)

2. Biaya operasional ;P
 Biaya-biaya yang termasuk biaya pengeluaran operasional alat berat adalah biaya bahan bakar, biaya pelumas, biaya bengkel,

biaya perawatan, biaya operatordan pembantu operator.

a. Biaya bahan bakar
 Biaya bahan bakar ;H =

$$(12\% - 15\%) \times P_w \times M_s \quad (2.22)$$

Dimana :
 P_w = tenaga alat (HP)
 M_s = bahan bakar solar

b. Biaya pelumas
 Biaya pelumas ;I = (2,5% - 3%) x P_w x M_p (2.23)

Dimana :
 P_w = tenaga alat
 M_p = minyak pelumas

c. Biaya bengkel
 Biaya bengkel ;J = [(6,25% - 8,75%) x B] / W
 (2.24)

Dimana :
 B = harga alat
 W = Jam Kerja Dalam 1 Tahun

d. Biaya perawatan
 Biaya perawatan ;K =

$$[(12,5\% - 17,5\%) \times B] / W \quad (2.25)$$

Dimana :
 B = harga alat
 W = Jam Kerja Dalam 1 Tahun

e. Biaya operator dan pembantu operator

Besaran upah kerja untuk operator alat berat tergantung dari lokasi pekerjaan, perusahaan yang bersangkutan, peraturan yang berlaku dilokasi, serta kontrak kerja antara dua pihak tersebut.

$$\text{Upah operator ; } L = (\text{Jumlah orang per jam}) \times \text{satuan upah operator} \quad (2.26)$$

$$\text{Upah pembantu operator ; } M = (\text{Jumlah orang per jam}) \times \text{satuan upah pembantu operator} \quad (2.27)$$

Total biaya operasional alat per jam ;

$$P = H + I + J + K + L + M \quad (2.28)$$

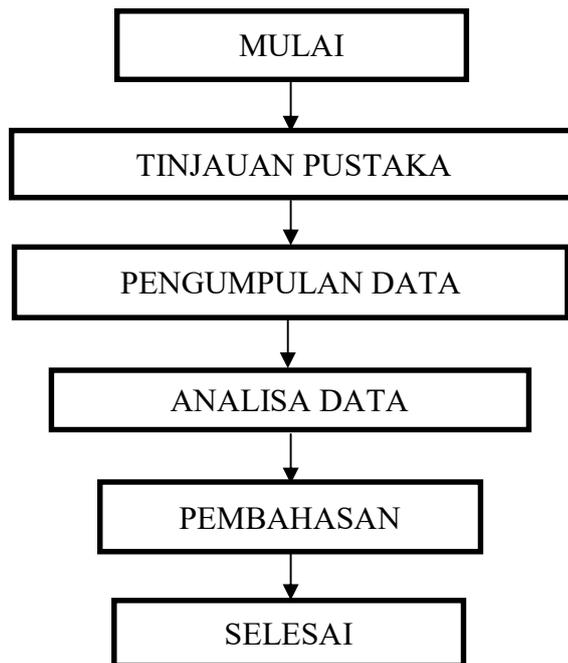
Jadi total biaya sewa alat per jam = $G + P$

- f. Biaya mobilisasi dan demobilisasi alat berat

Alat berat yang disewa dari suatu tempat, membutuhkan biaya

transportasi alat tersebut ke lokasi proyek dan biaya transportasi alat tersebut kembali ketempat asalnya. Untuk alat- alat berat tertentu bahkan diperlukan kendaraan khusus untuk mengangkat alat berat tersebut ke lokasi proyek dan sebaliknya, biaya-biaya yang diperlukan tersebut termasuk dalam biaya mobilisasi dan demobilisasi. Biaya mobilisasi dan demobilisasi tergantung dari kendaraan untuk mengangkut alat berat yang disewa, dan jauh dekatnya tempat penyewaan ke lokasi proyek. Jadi masing- masing alat yang disewa dari tempat penyewaan yang berbeda, mempunyai biaya mobilisasi dan demobilisasi yang berbeda, disesuaikan dengan hasil survey.

L. Kerangka Pikir.



Gambar 2.1 : Kerangka Pikir.

M. Tahapan Penelitian

1. Studi pustaka dari berbagai buku literatur yang berhubungan dengan alat berat proyek.
2. Merangkum teori yang saling berhubungan antara manajemen konstruksi dan hal-hal terkait dengan alat berat.
3. Mengumpulkan dan mengolah data-data yang diperoleh dari CV Tri Putra Jaya sebagai kontraktor/pelaksana pekerjaan peningkatan ruas

jalan Tudamedana-
Nemberala.

4. Menghitung produktivitas alat berat.
5. Menghitung jumlah kebutuhan alat berat.
6. Menentukan alternatif kombinasi penggunaan alat berat
7. Menghitung durasi penggunaan alat berat.
8. Menghitung biaya penggunaan alat berat.

III. METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Pekerjaan Peningkatan Ruas Jalan Simpang Tudameda – Nemberaladiperoleh dari data – data yang digunakan oleh kontraktor pembangunan berupa :

1. Spesifikasi Alat Berat
2. Jumlah Volume Pekerjaan
3. Gambar Proyek

E. Metode Analisis Data

Analisis data merupakan pengolahan terhadap data-data yang telah dikumpulkan. Metode analisis yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

1. Menghitung produktivitas alat berat
 - a. Menghitung produktivitas Excavator
 - Waktu Siklus excavator (lihat rumus persamaan 2.5)
 - Produksi excavator per jam (lihat rumus persamaan 2.8)
 - b. Menghitung produktivitas Dump Truck
 - Waktu Siklus Dump Truck (lihat rumus persamaan 2.6)
 - Produksi Dump Truck per jam (lihat rumus persamaan 2.9)

- c. Menghitung produktivitas Motor Grader
 - Waktu Siklus Motor Grader (lihat rumus persamaan 2.7)
 - Produksi Motor Grader perjam (lihat rumus persamaan 2.11)
2. Menghitung Jumlah Alat Yang Dibutuhkan
 - a. jumlah kebutuhan excavator (lihat rumus persamaan 2.13)
 - b. jumlah kebutuhan Dump Truck (lihat rumus persamaan 2.14 dan 2.15)
 - c. jumlah kebutuhan Motor Grader (lihat rumus persamaan 2.13)
3. Menghitung Durasi Penggunaan Alat Berat
 1. Durasi Penggunaan Alat Berat (lihat rumus persamaan 2.4)
4. Menghitung biaya penggunaan alat berat
 - a. Menghitung biaya pasti per jam
 - nilai sisa alat (lihat rumus persamaan 2.17)
 - faktor angsuran modal (lihat rumus persamaan 2.18)

- biaya pengembalian modal (lihat rumus persamaan 2.19)
 - asuransi dan lain-lain (lihat rumus persamaan 2.20)
 - total biaya pasti per jam (lihat rumus persamaan 2.21)
- b. Menghitung biaya operasional alat berat
- biaya bahan bakar (lihat rumus persamaan 2.22)
 - biaya pelumas (lihat rumus persamaan 2.23)
 - biaya bengkel (lihat rumus persamaan 2.24)
 - biaya perawatan (lihat rumus persamaan 2.25)
 - upah operator (lihat rumus persamaan 2.26)
 - upah pembantu operator (lihat rumus persamaan 2.27)
 - total biaya operasional alat berat (lihat rumus persamaan 2.28)
- total sewa alat per jam (lihat rumus persamaan 2.29)
- c. Biaya Mobilisasi dan Demobilisasi
- Biaya Mobilisasi dan Demobilisasi adalah biaya yang dibayarkan untuk mendatangkan dan mengembalikan alat apabila sudah tidak digunakan. Biaya mengikuti hasil survey.
- d. Menghitung biaya total penggunaan alat berat (lihat rumus pers. 2.16)

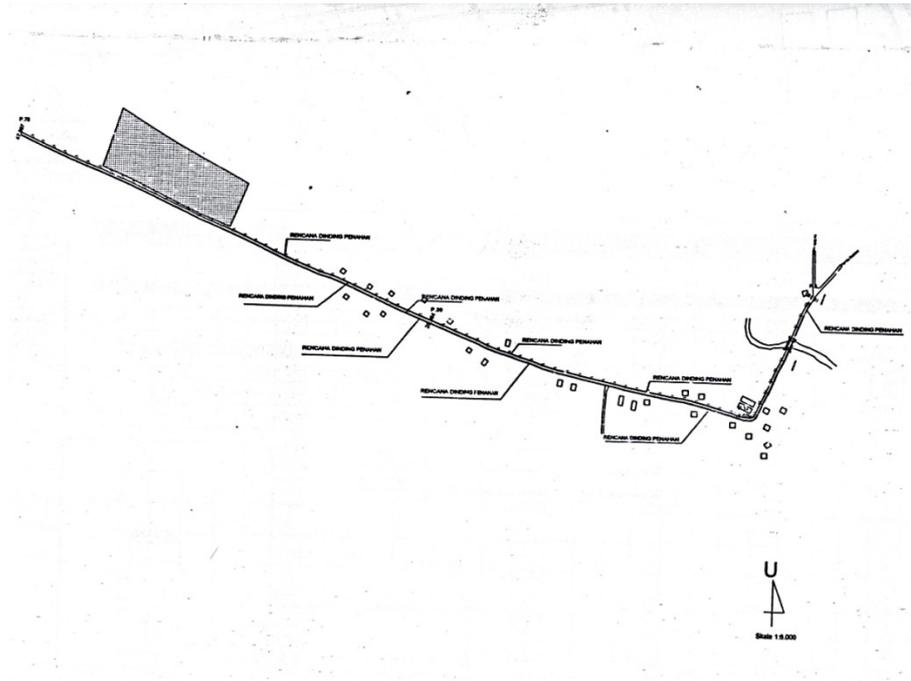
IV. PEMBAHASAN DAN ANALISIS DATA

A. Pembahasan.

1. Gambaran Proyek

Jalan yang menjadi obyek penelitian dalam skripsi ini berada di Kecamatan Rote Barat Daya, Kabupaten Rote Ndao (lihat gambar 4.1), yaitu peta situasi ruas jalan simpang Tudameda – Nemberala.

Gambar 4.1 : Peta Situasi Proyek



Sumber : data proyek peningkatan ruas jalan simpang tudameda – nemberala

2. Spesifikasi Alat

Alat-alat berat yang akan dianalisa produktivitas dan biaya penggunaannya pada penelitian ini adalah :

1. Excavator kapasitas $0,9 \text{ m}^3$
 2. Excavator kapasitas $1,2 \text{ m}^3$
 3. Dump Truck kapasitas 5 m^3
 4. Dump Truck kapasitas 8 m^3
 5. Motor Grader 140 Hp
3. Volume Pekerjaan
- Volume pekerjaan merupakan salah satu

faktor yang sangat penting dalam perhitungan biaya, yaitu sebagai salah satu faktor pengali untuk harga satuan. Perhitungan volume ini didasarkan pada gambar rencana proyek. Volume pekerjaan pada penelitian ini meliputi :

1. Volume Pekerjaan Galian Biasa = $1.677,53 \text{ M}^3$
2. Volume Pekerjaan Timbunan Biasa = $176,22 \text{ M}^3$

B. Analisis Data

Analisis data merupakan pengolahan terhadap data-data yang telah dikumpulkan. Analisis yang digunakan pada penelitian ini yaitu menghitung produktivitas alat berat, menghitung jumlah kebutuhan alat berat, menghitung durasi penggunaan alat berat, dan menghitung biaya sewa masing – masing alat berat, sebagai berikut :

1. Produktivitas Alat Berat

Dalam melaksanakan pekerjaan pemindahan tanah mekanis dengan menggunakan alat-alat berat, satu hal penting yang harus diperhatikan adalah mengetahui kapasitas operasi dari alat-alat berat yang digunakan. Adapun produksi alat berat yang akan dihitung yaitu excavator dengan kapasitas bucket $0,9 \text{ m}^3$, excavator dengan kapasitas bucket $1,2 \text{ m}^3$, dump truck dengan kapasitas bucket 5 m^3 , dump truck dengan kapasitas bucket 8 m^3 , dan motor grader 140 HP.

1) Menghitung Produktivitas Excavator Kapasitas $0,9 \text{ m}^3$

a) Waktu siklus excavator kapasitas $0,9 \text{ m}^3$

- Menggali dan memuat ; $T1 = 0,50$

- Lain – lain (buang muatan, dan putar kosong) ; $T2 = 0,50$

Jadi Waktu siklus ;

$$T_{s1} = T1 + T2$$

$$T_{s1} = 0,50 + 0,50$$

$$T_{s1} = 1,00 \text{ Menit}$$

b) Produksi per jam excavator kapasitas $0,9 \text{ m}^3$

- Kapasitas bucket ; $V = 0,93$
- Faktor bucket ; $Fb = 0,90$
- Faktor efisiensi alat ; $Fa = 0,83$
- Waktu siklus excavator ; $T_{s1} = 1,00$
- Faktor pengembangan bahan ; $Fk = 1,20$

Jadi produktivitas excavator kapasitas $0,9 \text{ m}^3$ per jam adalah:

$$Q_1 = \frac{V \times Fb \times Fa \times 60}{T_{s1} \times Fk} \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$Q_1 = \frac{0,93 \times 0,90 \times 0,83 \times 60}{1,00 \times 1,20} \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$Q_1 = 34,74 \text{ m}^3/\text{jam}$$

2) Menghitung Produktivitas Excavator Kapasitas $1,2 \text{ m}^3$

a) Waktu siklus excavator kapasitas $1,2 \text{ m}^3$

- Menggali dan memuat ; $T1 = 0,50$

- Lain – lain (buang muatan, dan putar kosong) ; $T_2 = 0,50$

Jadi waktu siklus excavator $1,2 \text{ m}^3$;

$$T_{s1} = T_1 + T_2$$

$$T_{s1} = 0,50 + 0,50$$

$$T_{s1} = 1,00 \text{ Menit}$$

b) Produksi per jam excavator kapasitas $1,2 \text{ m}^3$

- Kapasitas bucket ; $V = 1,2$
- Faktor bucket ; $F_b = 0,90$
- Faktor efisiensi alat ; $F_a = 0,83$
- Waktu siklus excavator ; $T_{s1} = 1,00$
- Faktor pengembangan bahan ; $F_k = 1,20$

Jadi produktivitas excavator kapasitas $1,2 \text{ m}^3$ per jam adalah :

$$Q_1 = \frac{V \times F_b \times F_a \times 60}{T_{s1} \times F_k} \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$Q_1 = \frac{1,2 \times 0,90 \times 0,83 \times 60}{1,00 \times 1,20} \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$Q_1 = 44,82 \text{ m}^3/\text{jam}$$

3) Menghitung Produktivitas Dump Truck kapasitas 5 m^3 terhadap excavator kapasitas $0,9 \text{ m}^3$

a) Waktu siklus dump truck kapasitas 5 m^3

- Waktu muat ; $T_1 = 5,62$
- Waktu tempuh bermuatan ; $T_2 = 3,00$
- Waktu kembali kosong ; $T_3 = 2,00$
- Waktu pembongkaran dan antri ; $T_4 = 2,00$

Jadi waktu siklus dump truck kapasitas 5 m^3 adalah :

$$T_{s2} = T_1 + T_2 + T_3 + T_4$$

$$T_{s2} = 5,62 + 3,00 + 2,00 + 2,00$$

$$T_{s2} = 12,62$$

b) Produksi per jam dump truck kapasitas 5 m^3

- Kapasitas bak ; $V = 5,47$
- Waktu siklus dump truck ; $T_{s2} = 12,62$
- Faktor efisiensi alat ; $F_a = 0,83$
- Berat volume bahan ; $D = 1,40$
- Faktor pengembangan bahan ; $F_k = 1,20$

Jadi produktivitas dump truck kapasitas 5 m^3 per jam terhadap excavator kapasitas $0,9 \text{ m}^3$ adalah :

$$Q_2 = \frac{V \times F_a \times 60}{D \times F_k \times T_{s2}} \text{ m}^3 / \text{Jam}$$

$$Q_2 = \frac{5,47 \times 0,83 \times 60}{1,40 \times 1,20 \times 12,62} \text{ m}^3 / \text{Jam}$$

$$Q_2 = 12,84 \text{ m}^3 / \text{Jam}$$

4) Menghitung Produktivitas dump truck kapasitas 8 m^3 terhadap excavator kapasitas $0,9 \text{ m}^3$

a) Waktu siklus dump truck kapasitas 8 m^3

- Waktu muat ; $T_1 = 8,23$

- Waktu tempuh bermuatan ; $T_2 = 3,00$
- Waktu kembali kosong ; $T_3 = 2,00$
- Waktu pembongkaran dan antri ; $T_4 = 2,00$

Jadi waktu siklus dump truck kapasitas 8 m^3 adalah :

$$T_{s2} = T_1 + T_2 + T_3 + T_4$$

$$T_{s2} = 8,23 + 3,00 + 2,00 + 2,00$$

$$T_{s2} = 15,23$$

b) Produksi per jam dump truck kapasitas 8 m^3

- Kapasitas bak ; $V = 8$
- Waktu siklus dump truck ;
 $T_{s2} = 15,23$
- Faktor efisiensi alat ; $F_a = 0,83$
- Berat volume bahan ; $D = 1,40$
- Faktor pengembangan bahan ; $F_k = 1,20$

Jadi produktivitas dump truck kapasitas 8 m^3 per jam terhadap excavator kapasitas 0,9 m^3 adalah :

$$Q_2 = \frac{V \times F_a \times 60}{D \times F_k \times T_{s2}} \quad m^3 / Jam$$

$$Q_2 = \frac{8 \times 0,83 \times 60}{1,40 \times 1,20 \times 15,23} \quad m^3 / Jam$$

$$Q_2 = 15,58 \quad m^3 / Jam$$

5) Menghitung Produktivitas dump truck kapasitas 5 m^3 terhadap excavator kapasitas 1,2 m^3

a) Waktu siklus dump truck

kapasitas 5 m^3

- Waktu muat ; $T_1 = 4,36$

- Waktu tempuh bermuatan ;

$$T_2 = 3,00$$

- Waktu kembali kosong ; $T_3 = 2,00$

- Waktu pembongkaran dan antri ; $T_4 = 2,00$

Jadi waktu siklus dump truck kapasitas 5 m^3 adalah :

$$T_{s2} = T_1 + T_2 + T_3 + T_4$$

$$T_{s2} = 4,36 + 3,00 + 2,00 + 2,00$$

$$T_{s2} = 11,36$$

b) Produksi per jam dump truck kapasitas 5 m^3

- Kapasitas bak ; $V = 5,47$
- Waktu siklus dump truck ;
 $T_{s2} = 11,36$
- Faktor efisiensi alat ; $F_a = 0,83$
- Berat volume bahan ; $D = 1,40$
- Faktor pengembangan bahan ; $F_k = 1,20$

Jadi Produktivitas dump truck kapasitas 5 m^3 per jam terhadap excavator kapasitas 1,2 m^3 adalah :

$$Q_2 = \frac{V \times Fa \times 60}{D \times Fk \times Ts2} \text{ m}^3 / \text{Jam}$$

$$Q_2 = \frac{5,47 \times 0,83 \times 60}{1,40 \times 1,20 \times 11,36} \text{ m}^3 / \text{Jam}$$

$$Q_2 = 14,28 \text{ m}^3 / \text{Jam}$$

6) Menghitung Produktivitas dump truck kapasitas 8 m³ terhadap excavator kapasitas 1,2 m³

a) Waktu siklus dump truck kapasitas 8 m³

- Waktu muat ; T1 = 6,37
- Waktu tempuh bermuatan ; T2 = 3,00
- Waktu kembali kosong ; T3 = 2,00
- Waktu pembongkaran dan antri ; T4 = 2,00

Jadi waktu siklus dump truck kapasitas 8 m³ adalah :

$$Ts2 = T1 + T2 + T3 + T4$$

$$Ts2 = 6,37 + 3,00 + 2,00 + 2,00$$

$$Ts2 = 13,37$$

b) Produksi per jam dump truck kapasitas 8 m³

- Kapasitas bak ; V = 5,47
- Waktu siklus dump truck ; Ts2 = 13,37
- Faktor efisiensi alat ; Fa = 0,83
- Berat volume bahan ; D = 1,40

- Faktor pengembangan bahan ; Fk = 1,20

Jadi produktivitas dump truck kapasitas 8 m³ per jam terhadap excavator kapasitas 1,2 m³ adalah :

$$Q_2 = \frac{V \times Fa \times 60}{D \times Fk \times Ts2} \text{ m}^3 / \text{Jam}$$

$$Q_2 = \frac{8 \times 0,83 \times 60}{1,40 \times 1,20 \times 13,37} \text{ m}^3 / \text{Jam}$$

$$Q_2 = 17,73 \text{ m}^3 / \text{Jam}$$

7) Menghitung Produktivitas Motor Grader 140 HP.

a) Waktu siklus Motor Grader

- Panjang hamparan ; Lh = 50,00
- Kecepatan rata-rata alat ; v = 4,00
- Perataan satu kali lintasan ;

$$T1 = \frac{50 \times 60}{4,00 \times 1000} = 0,75$$

- Lain-lain ; T2 = 1,00

Jadi waktu siklus motor grader adalah :

$$Ts3 = T1 + T2$$

$$Ts3 = 0,75 + 1,00$$

$$Ts3 = 1,75 \text{ menit}$$

b) Produksi per jam motor grader

- panjang hamparan ; Lh = 5,00
- jumlah lajur lintasan ; N = 1,00
- jumlah lintasan ; n = 4,00

- lebar efektif blade atau pisau alat $b = 2,40$ m
- lebar overlap $b_o = 0,30$ m
- faktor efisiensi kerja $F_a = 0,83$
- waktu siklus $T_{s3} = 1,75$ menit
- tebal hamparan padat ; $t = 0,30$ m
- faktor pengembangan bahan ; $F_k = 1,20$

Jadi Produktivitas Motor Grader 140 HP adalah :

$$Q_3 = \frac{Lh \times (n(b - b_o) + b_o) \times F_a \times 60 \times t}{N \times n \times T_{s3} \times F_k} m^2$$

$$Q_3 = \frac{5,00 \times (1,00(2,40 - 0,30) + 0,30) \times 0,83 \times 60 \times 0,30}{1,00 \times 4,00 \times 1,75 \times 1,20} m^2$$

$$Q_3 = 773,68 m^2$$

2. Jumlah Kebutuhan Alat Berat

Penentuan jumlah kebutuhan alat berat yang akan digunakan dalam proyek sangat penting, dengan tujuan untuk mempersingkat durasi pekerjaan. Hal yang berpengaruh dalam penentuan jumlah alat yaitu volume pekerjaan dan produktivitas alat dan waktu efektif kerja. Pada penelitian ini akan ditentukan jumlah alat berat untuk item pekerjaan galian dan timbunan biasa sebagai berikut :

a. Pekerjaan Galian Biasa

Diketahui :

- Total Volume Galian = $1.677,53 m^3$
- Volume galian/ hari = $1.677,53 m^3 / (28 \text{ hari} \times 7 \text{ jam})$

$$= 1.667,53 m^3 / 196 \text{ hari}$$

$$= 8,56 m^3 \text{ per hari}$$

- Durasi rencana proyek yaitu 28 hari kerja,
- Jam kerja efektif per hari 7 jam
- Produktivitas excavator kapasitas $0,9 m^3 = 34,74 m^3 / \text{jam}$
- Produktivitas excavator kapasitas $1,2 m^3 = 44,82 m^3 / \text{jam}$
- Produktivitas dump truck kapasitas $5 m^3$ terhadap excavator kapasitas $0,9 m^3 = 12,84 m^3 / \text{jam}$
- Produktivitas dump truck kapasitas $5 m^3$ terhadap excavator kapasitas $1,2 m^3 = 14,28 m^3 / \text{jam}$
- Produktivitas dump truck kapasitas $8 m^3$ terhadap excavator kapasitas $0,9 m^3 = 15,58 m^3 / \text{jam}$
- Produktivitas dump truck kapasitas $8 m^3$ terhadap excavator kapasitas $1,2 m^3 = 17,73 m^3 / \text{jam}$

1. Jumlah Kebutuhan Excavator kapasitas $0,9 m^3$ dan dump truck kapasitas $5 m^3$

$$n = \frac{V}{We \times S \times Q}$$

$$n = \frac{1677,53}{28 \times 7 \times 34,74}$$

$$n = 0,25 \approx 1 \text{ Excavator}$$

Jumlah Kebutuhan Dump Truck :

Perbandingan produktivitas excavator dengan dump truck

$$R = \frac{\text{produktivitas Excavator}}{\text{produktivitas dump truck}}$$

$$R = \frac{34,74}{12,84} = 2,71$$

Maka jumlah kebutuhan dump truck terhadap excavator adalah :

$$\text{Jumlah Dumptruck} = R \times n$$

$$= 2,71 \times 1$$

$$= 2,71 \approx 3 \text{ Dumptruck}$$

Jumlah Kebutuhan Excavator kapasitas 0,9 m³ dan dump truck kapasitas 8 m³

$$n = \frac{V}{We \times S \times Q}$$

$$n = \frac{1677,53}{28 \times 7 \times 34,74}$$

$$n = 0,25 \approx 1 \text{ Excavator}$$

Jumlah Kebutuhan Dump Truck

Kapasitas 5 m³

Perbandingan produktivitas excavator kapasitas 0,9 m³ dengan dump truck kapasitas 5 m³

$$R = \frac{\text{produktivitas Excavator}}{\text{produktivitas dump truck}}$$

$$R = \frac{34,74}{15,58} = 2,22$$

Maka jumlah kebutuhan dump truck kapasitas 8 m³ terhadap excavator kapasitas 0,9 m³ adalah :

$$\text{Jumlah Dumptruck} = R \times n$$

$$= 2,22 \times 1$$

$$= 2,22 \approx 3 \text{ Dumptruck}$$

2. Jumlah Kebutuhan Excavator kapasitas 1,2 m³ dan dump truck kapasitas 5 m³

$$n = \frac{V}{We \times S \times Q}$$

$$n = \frac{1677,53}{28 \times 7 \times 44,82}$$

$$n = 0,19 \approx 1 \text{ Excavator}$$

Jumlah Kebutuhan Dump Truck kapasitas 5 m³ :

Perbandingan produktivitas excavator kapasitas 1,2 m³ dengan dump truck kapasitas 5 m³

$$R = \frac{\text{produktivitas Excavator}}{\text{produktivitas dump truck}}$$

$$R = \frac{44,82}{14,28} = 3,13$$

Maka jumlah kebutuhan dump truck kapasitas 5 m³ terhadap excavator kapasitas 1,2 m³ adalah :

$$\text{Jumlah Dumptruck} = R \times n$$

$$= 3,13 \times 1$$

$$= 3,13 \approx 4 \text{ Dumptruck}$$

3. Jumlah Kebutuhan Excavator kapasitas 1,2 m³ dan dump truck kapasitas 8 m³

$$n = \frac{V}{We \times S \times Q}$$

$$n = \frac{1677,53}{28 \times 7 \times 44,82}$$

$$n = 0,19 \approx 1 \text{ Excavator}$$

Jumlah Kebutuhan Dump Truck

kapasitas 8 m³

Perbandingan produktivitas

excavator kapasitas 1,2 m³ dengan

dump truck kapasitas 8 m³

$$R = \frac{\text{produktivitas Excavator}}{\text{produktivitas dump truck}}$$

$$R = \frac{44,82}{17,73} = 2,52$$

Maka jumlah kebutuhan dump truck kapasitas 8 m³ terhadap excavator kapasitas 1,2 m³ adalah :

$$\text{Jumlah Dumptruck} = R \times n$$

$$= 2,52 \times 1$$

$$= 2,52 \approx 3 \text{ Dumptruck}$$

b. Pekerjaan Timbunan Biasa

Diketahui :

- Total Volume Timbunan Biasa = 176,22 m³

- Volume Timbunan per hari : 176,22 m³ / (7 hari x 7 jam) = 176,22 / 49 jam = 3,59 m³ per hari

- Durasi rencana proyek yaitu 7 hari kerja,

- Jam kerja efektif per hari 7 jam

1. Jumlah Kebutuhan Motor Grader

$$n = \frac{V}{We \times S \times Q}$$

$$n = \frac{176,22}{7 \times 7 \times 773,68} = 0,004 \approx 1 \text{ unit motor grade.}$$

Tabel 4.1. Jumlah kebutuhan alat berat

Nama alat	Volume (m ³)		Produktivitas alat per jam (m ³)		Jumlah alat berat (unit)	
	galian	Timbunan	excavator	Dump truck	Excavator	Dump truck
Excavator 0,9 m ³ & dump truck 5 m ³	1677,53	176,22	34,74	12,84	1	3
Excavator 0,9 m ³ & dump truck 8 m ³	1677,53	176,22	34,74	15,58	1	3
Excavator 1,2 m ³ & dump truck 5 m ³	1677,53	176,22	44,82	14,28	1	4
Excavator 1,2 m ³ & dump truck 8 m ³	1677,53	176,22	44,82	17,73	1	3
Motor grader		176,22	773,68		1	

Pada tabel terlihat bahwa jumlah kebutuhan excavator untuk pekerjaan galian dan timbunan berjumlah 1 unit sedangkan jumlah dump truck berkisar 3 s/d 4 unit, tergantung pada produktivitas excavator serta jumlah kebutuhan motor grader hanya pekerjaan timbunan berjumlah 1 unit.

3. Alternatif Kombinasi Penggunaan Alat Berat

Alternatif kombinasi alat berat pada perhitungan dalam penelitian ini digunakan 4 kombinasi yaitu :

a. Kombinasi I

- a) Excavator kapasitas 0,9 m³(1 unit)
- b) Dump truck kapsitas 5 m³(3 unit)
- c) Motor grader 140 HP (1 unit)

b. Kombinasi II

- a) Excavator kapasitas 0,9m³(1 unit)
- b) Dump truck kapsitas 8 m³(3 unit)
- c) Motor grader 140 HP (1 unit)

c. Kombinasi III

- a) Excavator kapasitas 1,2m³(1 unit)
- b) Dump truck kapsitas 5 m³(4 unit)

- c) Motor grader 140 HP (1 unit)

d. Kombinasi IV

- a) Excavator kapasitas 1,2m³(1 unit)
- b) Dump truck kapsitas 8 m³(3 unit)
- c) Motor grader 140 HP (1 unit)

4. Durasi penggunaan alat berat.

a. Kombinasi I

Alat yang digunakan

- 1) Excavator kapasitas 0,9 m³ 1 unit

Produktifitas alat = 34,74 m³/jam

- 2) Dump truck kapasitas 5 m³ 3 unit

Produktifitas alat = 12,84 m³/jam x 3 unit = 38,52 m³/jam

- 3) Motor grader 1 unit

Produktifitas alat = 256,11 m²/jam

Waktu pengerjaan :

a. Excavator

Waktu pengerjaan =

$$\frac{\text{volume galian}}{\text{produktivitas alat} \times \text{jam ker ja}} = \frac{1.677,53}{34,74 \times 7} = 6,89 \approx 7 \text{ hari}$$

b. Dump truck

$$\text{Waktu pengerjaan} = \frac{\text{volume galian}}{\text{produktivitas alat} \times \text{jam ker ja}}$$

$$= \frac{1.677,53}{38,52 \times 7} = 6,22 \approx 7 \text{ hari}$$

c. Motor grader

$$\text{Waktu pengerjaan} = \frac{\text{volume timbunan}}{\text{produktivitas alat} \times \text{jam ker ja}}$$

$$= \frac{176,22}{773,68 \times 7} = 0,03 \approx 1 \text{ hari}$$

b. Kombinasi II

Alat yang digunakan

a. Excavator kapasitas 0,9 m³ 1 unit

Produktifitas alat = 34,74 m³/jam

b. Dump truck kapasitas 8 m³ 3 unit

Produktifitas alat = 15,58 m³/jam x 3 unit = 47,74 m³/jam

c. Motor grader 140 1 unit

Produktifitas alat = 773,68 m²/jam

Waktu pengerjaan :

a. Excavator kapasitas 0,9 m³ 1 unit

$$\text{Waktu pengerjaan} = \frac{\text{volume galian}}{\text{produktivitas alat} \times \text{jam ker ja}}$$

$$= \frac{1.677,53}{34,74 \times 7} = 6,89 \approx 7 \text{ hari}$$

b. Dump truck kapasitas 8 m³ 3 unit

$$\text{Waktu pengerjaan} = \frac{\text{volume galian}}{\text{produktivitas alat} \times \text{jam ker ja}}$$

$$= \frac{1.677,53}{47,74 \times 7} = 5,01 \approx 7 \text{ hari}$$

(untuk waktu penggunaan dump truck disamakan dengan waktu penggunaan excavator)

c. Motor grader 1 unit

$$\text{Waktu pengerjaan} = \frac{\text{volume timbunan}}{\text{produktivitas alat} \times \text{jam ker ja}}$$

$$= \frac{176,22}{773,68 \times 7} = 0,03 \approx 1 \text{ hari}$$

c. Kombinasi III

Alat yang digunakan

a. Excavator kapasitas 1,2 m³ 1 unit

Produktifitas alat = 44,82 m³/jam

b. Dump truck kapasitas 5 m³ 4 unit

Produktifitas alat = 14,28 m³/jam x 4 unit = 57,12 m³/jam

c. Motor grader 1 unit

Produktifitas alat = 773,68 m²/jam

Waktu pengerjaan :

a. Excavator kapasitas 1,2 m³ 1 unit

$$\begin{aligned} \text{Waktu pengerjaan} &= \frac{\text{volume galian}}{\text{produktivitas alat} \times \text{jam ker ja}} \\ &= \frac{1.677,53}{44,82 \times 7} = 5,34 \approx 6 \text{ hari} \end{aligned}$$

b. Dump truck kapasitas 8 m³ 3 unit

$$\begin{aligned} \text{Waktu pengerjaan} &= \frac{\text{volume galian}}{\text{produktivitas alat} \times \text{jam ker ja}} \\ &= \frac{1.677,53}{57,12 \times 7} = 4,19 \approx 6 \text{ hari} \end{aligned}$$

(untuk waktu penggunaan dump truck disamakan dengan waktu penggunaan excavator)

c. Motor grader 1 unit

$$\begin{aligned} \text{Waktu pengerjaan} &= \frac{\text{volume timbunan}}{\text{produktivitas alat} \times \text{jam ker ja}} \\ &= \frac{176,22}{773,68 \times 7} = 0,03 \approx 1 \text{ hari} \end{aligned}$$

d. Kombinasi IV.

Alat yang digunakan

a) Excavator kapasitas 1,2 m³

1 unit

Produktifitas alat = 44,82

m³/jam

b) Dump truck kapasitas 8 m³

3 unit

Produktifitas alat = 17,73
m³/jam x 3 unit = 53,19
m³/jam

c) Motor grader 1 unit

Produktifitas alat = 773,68
m²/jam

Waktu pengerjaan :

a. Excavator kapasitas 1,2 m³ 1 unit

$$\begin{aligned} \text{Waktu pengerjaan} &= \frac{\text{volume galian}}{\text{produktivitas alat} \times \text{jam ker ja}} \\ &= \frac{1.677,53}{44,82 \times 7} = 5,34 \approx 6 \text{ hari} \end{aligned}$$

b. Dump truck kapasitas 8 m³ 3 unit

$$\begin{aligned} \text{Waktu pengerjaan} &= \frac{\text{volume galian}}{\text{produktivitas alat} \times \text{jam ker ja}} \\ &= \frac{1.677,53}{53,19 \times 7} = 4,5 \approx 6 \text{ hari} \end{aligned}$$

(untuk waktu penggunaan dump truck disamakan dengan waktu penggunaan excavator)

c. Motor grader 1 unit

$$\begin{aligned} \text{Waktu pengerjaan} &= \frac{\text{volume timbunan}}{\text{produktivitas alat} \times \text{jam ker ja}} \\ &= \frac{176,22}{773,68 \times 7} = 0,03 \approx 1 \text{ hari} \end{aligned}$$

Tabel 4.2 : Durasi penggunaan alat berat

Kombinasi	Alat	Durasi waktu (Hari)		
		Galian	Timbun	Total
I	Excavator 0,9 m ³ (1 unit)	7 hari	1 hari	8 hari
	Dump truck 5 m ³ (3 unit)			
	Motor grader 140 HP (1 unit)			
II	Excavator 0,9 m ³ (1 unit)	7 hari	1 hari	8 hari
	Dump truck 8 m ³ (3 unit)			
	Motor grader 140 HP (1 unit)			
III	Excavator 1,2 m ³ (1 unit)	6 hari	1 hari	7 hari
	Dump truck 5 m ³ (4 unit)			
	Motor grader 140 HP (1 unit)			
IV	Excavator 1,2 m ³ (1 unit)	6 hari	1 hari	7 hari
	Dump truck 8 m ³ (3 unit)			
	Motor grader 140 HP (1 unit)			

Setelah dilakukan perhitungan durasi terhadap kombinasi alat berat pada pekerjaan galian dan timbunan maka diperoleh hasil durasi total pada pada kombinasi I dan II adalah 8 hari sedangkan pada kombinasi III dan IV adalah 7 hari.

5. Biaya Sewa Alat Berat

Biaya sewa alat adalah biaya yang harus dibayar oleh pihak penyewa alat kepada pemilik alat. Dalam perhitungan ini

yang termasuk dalam biaya sewa alat adalah biaya pasti per jam kerja dan biaya operasional per jam kerja. Biaya – biaya yang termasuk dalam biaya pasti alat berat adalah nilai sisa alat, angsuran modal, biaya pengembalian modal, asuransi dan lain-lain, sedangkan biaya– biaya yang termasuk biaya operasional alat berat adalah biaya bahan bakar, biaya pelumas, biaya bengkel, biaya perawatan, biaya operator dan pembantu operator.

a. Biaya sewa excavator $0,9 \text{ m}^3$

➤ Uraian Peralatan

1. Tenaga alat ; $P_w = 138 \text{ Hp}$
2. Kapasitas alat ; $C_p = 0,93 \text{ m}^3$
3. Umur ekonomis ; $A = 5,00 \text{ Tahun}$
4. Jam kerja dalam 1 tahun ; $W = 2.000,00 \text{ Jam}$
5. Harga alat ; $B = 1.400.000.000,00 \text{ Rupiah}$
6. Bahan bakar solar ; $M_s = 12.720,68$
7. Minyak pelumas ; $M_p = 24.170,68$
8. Upah operator ; $U_1 = \text{Rp. } 10.000,00$
9. Upah pembantu operator ; $U_2 = \text{Rp. } 9.500,00$

➤ Biaya pasti per jam excavator $0,9 \text{ m}^3$

a. Nilai sisa alat

Nilai sisa alat ; $C = 10\% \times \text{harga alat}$

$$C = 10\% \times \text{Rp } 1.400.000.000,00$$

$$C = \text{Rp. } 140.000.000,00$$

b. Faktor angsuran modal

Faktor angsuran modal ;

$$D = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

$$D = \frac{10\%(1+10\%)^5}{(1+10\%)^5 - 1} = \frac{0,1(1+0,1)^5}{(1+0,1)^5 - 1}$$

$$D = \frac{0,1(1,1)^5}{(1,1)^5 - 1} = \frac{0,1(1,61051)}{(1,61051) - 1}$$

$$D = \frac{0,161051}{0,61051}$$

$$D = 0,26380$$

c. Biaya pengembalian Modal

Biaya pengembalian Modal ; $E =$

$$\frac{(B-C) \times D}{W}$$

$$E = \frac{(1.400.000.000 - 140.000.000) \times 0,26380}{2.000}$$

$$E = \frac{1.260.000.000 \times 0,26380}{2.000}$$

$$E = \frac{332.384.825,80}{2.000}$$

$$E = 166.192,41$$

d. Asuransi dll

Asuransi ;

$$F = \frac{(0,002 \times \text{harga alat})}{\text{jam kerja dalam 1 tahun}}$$

$$F = \frac{(0,002 \times 1.400.000.000)}{2.000}$$

$$F = \frac{2.800.000}{2.000}$$

$$F = 1.400$$

Total biaya pasti per jam ;

$$G = E + F$$

$$G = 166.192,41 + 1.400$$

$$G = \text{Rp. } 167.196,41$$

➤ Biaya operasional Excavator 0,9 m³

a. Biaya bahan bakar

Biaya bahan bakar ;

$$H = (12\% - 15\%) \times Pw \times Ms$$

$$H = 12\% \times Pw \times Ms$$

$$H = 0,12 \times 138 \times Rp.$$

$$12.720,68/liter$$

$$H = Rp. 210.654,46/liter$$

b. Biaya Pelumas

Biaya pelumas ;

$$I = (2,5\% - 3\%) \times Pw \times Mp$$

$$I = 2,5\% \times Pw \times Mp$$

$$I = 0,025 \times 138 \times Rp.$$

$$24.170,68/liter$$

$$I = Rp. 83.388,85/liter$$

c. Biaya bengkel

Biaya bengkel;

$$J = [(6,25\% - 8,75\%) \times B] / W$$

$$J = (8,75\% \times B) / W$$

$$J = (0,0875 \times Rp. 1.400.000.000) /$$

$$2.000 \text{ jam}$$

$$J = Rp. 122.500.000/2.000 \text{ jam}$$

$$J = Rp. 61.250/jam$$

d. Biaya perawatan

Biaya perawatan ;

$$K = [(12,5\% - 17,5\%) \times B] / W$$

$$K = (12,5\% \times B) / W$$

$$K = (0,125 \times Rp.$$

$$1.400.000.000)/2.000 \text{ jam}$$

$$K = Rp. 175.000.000 / 2.000 \text{ jam}$$

$$K = Rp. 87.500,00$$

e. Biaya operator dan pembantu operator

Upah operator ;

$$L = (1 \text{ orang per jam}) \times U_1$$

$$L = 1 \times Rp. 10.000,00$$

$$L = Rp. 10.000,00 /jam$$

Upah pembantu operator ;

$$M = (1 \text{ orang per jam}) \times U_2$$

$$M = (1 \text{ orang per jam}) \times Rp.$$

$$9.500,00$$

$$M = Rp. 9.500,00 /jam$$

Total biaya operasional alat per jam ;
 $P = H+I+J+K+L+M$

Total biaya operasional alat per jam adalah :

$$P = Rp. 210.654,46 + Rp. 83.388,85 +$$

$$Rp. 61.250,00 + Rp. 87.500,00 + Rp.$$

$$10.000,00 + Rp. 9.500,00$$

$$P = Rp. 462.293,31$$

Total biaya sewa excavator 0,9 m³ per jam = G + P

Total biaya sewa alat per jam = Rp.

$$167.196,41 + Rp. 462.293,31$$

$$= Rp. 629.489,72$$

b. Biaya sewa alat excavator 1,2 m³

➤ Uraian Peralatan

1. Tenaga alat ; $Pw = 148 \text{ Hp}$

2. Kapasitas alat ; $Cp = 1,2 \text{ m}^3$

3. Umur ekonomis ; $A = 5,00 \text{ Tahun}$

4. Jam kerja dalam 1 tahun ; $W = 2.000,00 \text{ Jam}$

5. Harga alat ; $B = 1.404.200.000,00 \text{ Rupiah}$

6. Bahan bakar solar ; $Ms = 12.720,68$

7. Minyak pelumas ; $Mp = 24.170,68$

8. Upah operator ; $U_1 = \text{Rp. } 10.000,00$

9. Upah pembantu operator ; $U_2 = \text{Rp. } 9.500,00$

➤ Biaya pasti per jam excavator 1,2 m³

a. Nilai sisa alat

Nilai sisa alat ;

$C = 10\% \times \text{harga alat}$

$C = 10\% \times \text{Rp. } 1.404.200.000,00$

$C = \text{Rp. } 140.420.000,-$

b. Faktor angsuran modal

Faktor angsuran modal ;

$$D = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

$$D = \frac{10\%(1+10\%)^5}{(1+10\%)^5 - 1} = \frac{0,1(1+0,1)^5}{(1+0,1)^5 - 1}$$

$$D = \frac{0,1(1,1)^5}{(1,1)^5 - 1} = \frac{0,1(1,61051)}{(1,61051) - 1}$$

$$D = \frac{0,161051}{0,61051}$$

$$D = 0,26380$$

c. Biaya pengembalian Modal

Biaya pengembalian Modal ;

$$E = \frac{(B-C) \times D}{W}$$

$$E = \frac{(1.404.000,00 - 140.420,00) \times 0,2638}{2.000}$$

$$E = \frac{1.263.780.000 \times 0,26380}{2.000}$$

$$E = \frac{333.381.980,28}{2.000}$$

$$E = 116.690,99$$

d. Asuransi dll

Asuransi ;

$$F = \frac{(0,002 \times \text{harga alat})}{\text{jam kerja dalam 1 tahun}}$$

$$F = \frac{(0,002 \times 1.404.420.000)}{2.000}$$

$$F = \frac{2.808.400}{2.000}$$

$$F = 1.404,20$$

Total biaya pasti per jam ;

$$G = E + F$$

$$G = 166.690,99 + 1.404,20$$

$$G = \text{Rp. } 168.095,19$$

➤ Biaya operasional Excavator 1,2 m³

a. Biaya bahan bakar

Biaya bahan bakar ;

$$H = (12\% - 15\%) \times Pw \times Ms$$

$$H = 12\% \times Pw \times Ms$$

$$H = 0,12 \times 148 \times \text{Rp.}$$

$$12.720,68/\text{liter}$$

$$H = \text{Rp. } 225.919,28/\text{liter}$$

b. Biaya Pelumas

Biaya pelumas;

$$I = (2,5\% - 3\%) \times Pw \times Mp$$

$$I = 2,5\% \times Pw \times Mp$$

$$I = 0,025 \times 148 \times \text{Rp.}$$

$$24.170,68/\text{liter}$$

$$I = \text{Rp. } 89.431,52/\text{liter}$$

c. Biaya bengkel

Biaya bengkel ;

$$J = [(6,25\% - 8,75\%) \times B] / W$$

$$J = (8,75\% \times B) / W$$

$$J = (0,0875 \times \text{Rp. } 1.404.420.000) /$$

$$2.000 \text{ jam}$$

$$J = \text{Rp. } 122.867.500 / 2.000 \text{ jam} \quad \text{c.}$$

$$J = \text{Rp. } 61.433,75 / \text{jam}$$

d. Biaya perawatan

Biaya perawatan ;

$$K = [(12,5\% - 17,5\%) \times B] / W$$

$$K = (12,5\% \times B) / W$$

$$K = (0,125 \times \text{Rp. } 1.404.420.000) / 2.000 \text{ jam}$$

$$K = \text{Rp. } 175.523.000 / 2.000 \text{ jam}$$

$$K = \text{Rp. } 87.762,50 / \text{jam}$$

e. Biaya operator dan pembantu operator

Upah operator ;

$$L = (1 \text{ orang per jam}) \times U_1$$

$$L = 1 \times \text{Rp. } 10.000,-$$

$$L = \text{Rp. } 10.000,- / \text{jam}$$

Upah pembantu operator ;

$$M = (1 \text{ orang per jam}) \times U_2$$

$$M = (1 \text{ orang per jam}) \times \text{Rp. } 9.500,00$$

$$M = \text{Rp. } 9.500,00 / \text{jam}$$

Total biaya operasional alat per jam; P =

$$H + I + J + K + L + M$$

Total biaya operasional alat per jam adalah :

$$P = \text{Rp. } 225.919,28 + \text{Rp.}$$

$$89.431,52 + \text{Rp. } 61.433,75 +$$

$$\text{Rp. } 87.762,50 + \text{Rp.}$$

$$10.000,00 + \text{Rp. } 9.500,00$$

$$P = \text{Rp. } 484.047,04$$

Total biaya sewa excavator 0,9 m³

per jam = G + P

Total biaya sewa alat per jam = Rp.

$$168.095,19 + \text{Rp. } 484.047,04$$

$$= \text{Rp. } 652.142,23$$

Biaya Sewa Dump truck 5 m³

➤ Uraian Peralatan

1. Tenaga alat ; Pw = 120 Hp

2. Kapasitas alat ; Cp = 5,47 m³

3. Umur ekonomis ; A = 5,00 Tahun

4. Jam kerja dalam 1 tahun ; W = 2.000,00 Jam

5. Harga alat ; B = 300.000.000,00 Rupiah

6. Bahan bakar solar ; Ms = 12.720,68

7. Minyak pelumas ; Mp = 24.170,68

8. Upah sopir ; U₁ = Rp. 9.500,00

9. Upah pembantu sopir ; U₂ = Rp. 6.800,00

➤ Biaya pastidump truck 5 m³ per jam

a. Nilai sisa alat

Nilai sisa alat ;

$$C = 10\% \times \text{harga alat}$$

$$C = 10\% \times \text{Rp } 300.000.000,00$$

$$C = \text{Rp. } 30.000.000,00$$

b. Faktor angsuran modal

Faktor angsuran modal ;

$$D = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

$$D = \frac{10\%(1+10\%)^5}{(1+10\%)^5 - 1} = \frac{0,1(1+0,1)^5}{(1+0,1)^5 - 1}$$

$$D = \frac{0,1(1,1)^5}{(1,1)^5 - 1} = \frac{0,1(1,61051)}{(1,61051) - 1}$$

$$D = \frac{0,161051}{0,61051}$$

$$D = 0,26380$$

c. Biaya pengembalian Modal

Biaya pengembalian Modal ;E =

$$\frac{(B-C) \times D}{W}$$

$$E = \frac{(300.000.000 - 30.000.000) \times 0,26380}{2.000}$$

$$E = \frac{270.000.000 \times 0,26380}{2.000}$$

$$E = \frac{71.225.319,81}{2.000}$$

$$E = 35.612,66$$

d. Asuransi dll

Asuransi ;

$$F = \frac{(0,002 \times \text{harga alat})}{\text{jam kerja dalam 1 tahun}}$$

$$F = \frac{(0,002 \times 300.000.000)}{2.000}$$

$$F = \frac{600.000}{2.000}$$

$$F = 300$$

Total biaya pasti per jam ;

$$G = E + F$$

$$G = 35.612,66 + 300$$

$$G = \text{Rp.} 35.912,66$$

➤ Biaya operasional dump truck 5 m³

a. Biaya bahan bakar

Biaya bahan bakar ;

$$H = (12\% - 15\%) \times Pw \times Ms$$

$$H = 12\% \times Pw \times Ms$$

$$H = 0,12 \times 120 \times \text{Rp.} 12.720,68/\text{liter}$$

$$H = \text{Rp.} 183.177,79/\text{liter}$$

b. Biaya Pelumas

Biaya pelumas ;

$$I = (2,5\% - 3\%) \times Pw \times Mp$$

$$I = 2,5\% \times Pw \times Mp$$

$$I = 0,025 \times 120 \times \text{Rp.} 24.170,68/\text{liter}$$

$$I = \text{Rp.} 72.512,04/\text{liter}$$

c. Biaya bengkel

Biaya bengkel ;

$$J = [(6,25\% - 8,75\%) \times B] / W$$

$$J = (8,75\% \times B) / W$$

$$J = (0,0875 \times \text{Rp.} 300.000.000) / 2.000 \text{ jam}$$

$$J = \text{Rp.} 26.250.000 / 2.000 \text{ jam}$$

$$J = \text{Rp.} 13.125,00/\text{jam}$$

d. Biaya perawatan

Biaya perawatan ;

$$K = [(12,5\% - 17,5\%) \times B] / W$$

$$K = (12,5\% \times B) / W$$

$$K = (0,125 \times \text{Rp.} 300.000.000) / 2.000 \text{ jam}$$

$$K = \text{Rp.} 37.500.000 / 2.000 \text{ jam}$$

$$K = \text{Rp.} 18.750,00/\text{jam}$$

e. Biaya operator dan pembantu operator

Upah operator ;

$$L = (1 \text{ orang per jam}) \times U_1$$

$$L = 1 \times \text{Rp. } 9.500,00$$

$$L = \text{Rp. } 9.500,00 / \text{jam}$$

Upah pembantu operator ;

$$M = (1 \text{ orang per jam}) \times U_2$$

$$M = (1 \text{ orang per jam}) \times \text{Rp. } 6.800,00$$

$$M = \text{Rp. } 6.800,00 / \text{jam}$$

Total biaya operasional alat per jam ; $P = H + I + J + K + L + M$

Total biaya operasional alat per jam adalah :

$$\begin{aligned} P &= \text{Rp. } 183.177,79 + \text{Rp. } 72.512,04 + \text{Rp. } 13.125,00 + \\ &\text{Rp. } 18.750,00 + \text{Rp. } 9.500,00 \\ &+ \text{Rp. } 6.800,00 \\ P &= \text{Rp. } 303.864,83 \end{aligned}$$

Total biaya sewa Dump Truck per jam
 $= G + P$

$$\begin{aligned} \text{Total biaya sewa alat per jam} &= \\ \text{Rp. } 35.912,66 + \text{Rp. } 303.864,83 &= \\ = \text{Rp. } 339.777,49 & \end{aligned}$$

d. Biaya sewa dump truck 8 m^3

➤ Uraian Peralatan

1. Tenaga alat ; $P_w = 120 \text{ Hp}$
2. Kapasitas alat ; $C_p = 8 \text{ m}^3$
3. Umur ekonomis ; $A = 5,00 \text{ Tahun}$
4. Jam kerja dalam 1 tahun ; $W = 2.000,00 \text{ Jam}$
5. Harga alat ; $B = 309.000.000,00 \text{ Rupiah}$
6. Bahan bakar solar ; $M_s = 12.720,68$

7. Minyak pelumas ; $M_p = 24.170,68$

8. Upah sopir ; $U_1 = \text{Rp. } 9.500,00$

9. Upah pembantu sopir ; $U_2 = \text{Rp. } 6.800,00$

➤ Biaya pastidump truck 8 m^3 per jam

a. Nilai sisa alat

Nilai sisa alat ;

$$C = 10\% \times \text{harga alat}$$

$$C = 10\% \times \text{Rp } 309.000.000,00$$

$$C = \text{Rp. } 30.900.000,00$$

b. Faktor angsuran modal

Faktor angsuran modal ;

$$D = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

$$D = \frac{10\%(1+10\%)^5}{(1+10\%)^5 - 1} = \frac{0,1(1+0,1)^5}{(1+0,1)^5 - 1}$$

$$D = \frac{0,1(1,1)^5}{(1,1)^5 - 1} = \frac{0,1(1,61051)}{(1,61051) - 1}$$

$$D = \frac{0,161051}{0,61051}$$

$$D = 0,26380$$

c. Biaya pengembalian Modal

Biaya pengembalian Modal ;

$$E = \frac{(B-C) \times D}{W}$$

$$E = \frac{(309.000.000 - 30.900.000) \times 0,26380}{2.000}$$

$$E = \frac{278.100.000 \times 0,26380}{2.000}$$

$$E = \frac{73.362.079,41}{2.000}$$

$$E = 36.681,04$$

d. Asuransi dll

Asuransi ;

$$F = \frac{(0,002 \times \text{harga alat})}{\text{jam ker ja dalam 1 tahun}}$$

$$F = \frac{(0,002 \times 309.000.000)}{2.000}$$

$$F = \frac{618.000}{2.000}$$

$$F = 309$$

Total biaya pasti per jam ;

$$G = E + F$$

$$G = 36.618,04 + 309$$

$$G = \text{Rp. } 36.990,04$$

➤ Biaya operasional dump truck 8 m³

a. Biaya bahan bakar

Biaya bahan bakar ;

$$H = (12\% - 15\%) \times Pw \times Ms$$

$$H = 12\% \times Pw \times Ms$$

$$H = 0,12 \times 120 \times \text{Rp. } 12.720,68/\text{liter}$$

$$H = \text{Rp. } 183.177,79/\text{liter}$$

b. Biaya Pelumas

Biaya pelumas ;

$$I = (2,5\% - 3\%) \times Pw \times Mp$$

$$I = 2,5\% \times Pw \times Mp$$

$$I = 0,025 \times 120 \times \text{Rp. } 24.170,68/\text{liter}$$

$$I = \text{Rp. } 72.512,04/\text{liter}$$

c. Biaya bengkel

Biaya bengkel ;

$$J = [(6,25\% - 8,75\%) \times B] / W$$

$$J = (8,75\% \times B) / W$$

$$J = (0,0875 \times \text{Rp } 309.000.000) / 2.000 \text{ jam}$$

$$J = \text{Rp. } 27.037.500/2.000 \text{ jam}$$

$$J = \text{Rp. } 13.518,75/\text{jam}$$

d. Biaya perawatan

Biaya perawatan ;

$$K = [(12,5\% - 17,5\%) \times B] / W$$

$$K = (12,5\% \times B) / W$$

$$K = (0,125 \times \text{Rp. } 309.000.000) / 2.000 \text{ jam}$$

$$K = \text{Rp. } 38.625.000 / 2.000 \text{ jam}$$

$$K = \text{Rp. } 19.312,50,00 / \text{jam}$$

e. Biaya operator dan pembantu operator

Upah operator ;

$$L = (1 \text{ orang per jam}) \times U_1$$

$$L = 1 \times \text{Rp. } 9.500,00$$

$$L = \text{Rp. } 9.500,00 / \text{jam}$$

Upah pembantu operator ;

$$M = (1 \text{ orang per jam}) \times U_2$$

$$M = (1 \text{ orang per jam}) \times \text{Rp. } 6.800,00$$

$$M = \text{Rp. } 6.800,00 / \text{jam}$$

Total biaya operasional alat per jam

$$;P = H + I + J + K + L + M$$

Total biaya operasional alat per jam adalah :

$$P = \text{Rp. } 183.177,79 + \text{Rp. } 72.512,04 + \text{Rp. } 13.518,75 + \text{Rp. } 19.312,50 + \text{Rp. } 9.500,00 + \text{Rp. } 6.800,00$$

$$P = \text{Rp. } 304.821,08$$

Total biaya sewa dump truck 8 m³ per

$$\text{jam} = G + P$$

Total biaya sewa alat per jam = Rp.

$$36.990,04 + \text{Rp. } 304.821,08$$

$$= \text{Rp. } 341.811,12$$

e. Biaya Sewa Motor grader

➤ Uraian peralatan

1. Tenaga alat ; Pw = 140 Hp
2. Kapasitas alat ; Cp = -
3. Umur ekonomis ; A = 5,00 Tahun
4. Jam kerja dalam 1 tahun ; W = 2.000,00 Jam
5. Harga alat ; B = 1.000.000.000,00 Rupiah
6. Bahan bakar solar ; Ms = 12.720,68
7. Minyak pelumas ; Mp = 24.170,68
8. Upah sopir ; U₁ = Rp. 10.000,00
9. Upah pembantu sopir ; U₂ = Rp. 9.500,00

➤ Biaya pasti per jam motor grader

a. Nilai sisa alat

Nilai sisa alat ;

$$C = 10\% \times \text{harga alat}$$

$$C = 10\% \times \text{Rp } 1.000.000.000,00$$

$$C = \text{Rp. } 100.000.000,-$$

b. Faktor angsuran modal

Faktor angsuran modal ;

$$D = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

$$D = \frac{10\%(1+10\%)^5}{(1+10\%)^5 - 1} = \frac{0,1(1+0,1)^5}{(1+0,1)^5 - 1}$$

$$D = \frac{0,1(1,1)^5}{(1,1)^5 - 1} = \frac{0,1(1,61051)}{(1,61051) - 1}$$

$$D = \frac{0,161051}{0,61051}$$

$$D = 0,26380$$

c. Biaya pengembalian Modal

Biaya pengembalian Modal ;

$$E = \frac{(B-C) \times D}{W}$$

$$E = \frac{(1.000.000.000 - 100.000.000) \times 0,26380}{2.000}$$

$$E = \frac{900.000.000 \times 0,26380}{2.000}$$

$$E = \frac{237.417.732,72}{2.000}$$

$$E = 118.708,87$$

d. Asuransi dll

Asuransi ;

$$F = \frac{(0,002 \times \text{harga alat})}{\text{jam kerja dalam 1 tahun}}$$

$$F = \frac{(0,002 \times 1.000.000.000)}{2.000}$$

$$F = \frac{2.000.000}{2000}$$

$$F = 1.000$$

Total biaya pasti per jam ;

$$G = E + F$$

$$G = 118.708,87 + 1.000$$

$$G = \text{Rp. } 119.708,87$$

➤ Biaya operasional motor grader

a. Biaya bahan bakar

Biaya bahan bakar ;

$$H = (12\% - 15\%) \times Pw \times Ms$$

$$H = 12\% \times Pw \times Ms$$

$$H = 0,12 \times 140 \times Rp.$$

$$12.720,68/\text{liter}$$

$$H = Rp. 213.707,42/\text{liter}$$

b. Biaya Pelumas

Biaya pelumas ;

$$I = (2,5\% - 3\%) \times Pw \times Mp$$

$$I = 2,5\% \times Pw \times Mp$$

$$I = 0,025 \times 140 \times Rp.$$

$$24.170,68/\text{liter}$$

$$I = Rp. 84.597,38/\text{liter}$$

c. Biaya bengkel

Biaya bengkel ;

$$J = [(6,25\% - 8,75\%) \times B] / W$$

$$J = (8,75\% \times B) / W$$

$$J = (0,0875 \times Rp. 1.000.000.000) / 2.000 \text{ jam}$$

$$J = Rp. 87.500.000/2.000 \text{ jam}$$

$$J = Rp. 43.750/\text{jam}$$

d. Biaya perawatan

Biaya perawatan ;

$$K = [(12,5\% - 17,5\%) \times B] / W$$

$$K = (12,5\% \times B) / W$$

$$K = (0,125 \times Rp. 1.000.000.000) / 2.000 \text{ jam}$$

$$K = Rp. 125.000.000 / 2.000 \text{ jam}$$

$$K = Rp. 62.500,00 / \text{jam}$$

e. Biaya operator dan pembantu operator

Upah operator ;

$$L = (1 \text{ orang per jam}) \times U_1$$

$$L = 1 \times Rp. 10.000,00$$

$$L = Rp. 10.000,00 / \text{jam}$$

Upah pembantu operator ;

$$M = (1 \text{ orang per jam}) \times U_2$$

$$M = (1 \text{ orang per jam}) \times Rp. 9.500,00$$

$$M = Rp. 9.500,00 / \text{jam}$$

Total biaya operasional alat per jam

$$:P = H + I + J + K + L + M$$

Total biaya operasional alat per jam adalah :

$$P = Rp. 213.707,42 + Rp. 84.597,38 + Rp. 43.750,00 + Rp. 62.500,00 + Rp. 10.000,00 + Rp. 9.500,00$$

$$P = Rp. 424.054,80$$

Total biaya sewa Motor Grader per jam

$$= G + P$$

Total biaya sewa alat per jam

$$= Rp. 119.708,87 + Rp. 424.054,80$$

$$= Rp. 543.763,67$$

Tabel 4.3: Biaya sewa alat berat per jam

Nama Alat	Biaya Sewa Per Jam
Exavator 0,9 m ³	Rp. 629.489,72
Exavator 1,2 m ³	Rp. 652.142,23
Dump truck 5 m ³	Rp. 339.777,49
Dump truck 8 m ³	Rp. 341.811,12
Motor grader 140 Hp	Rp. 543.763,67

6. Biaya Penggunaan Alat Berat.

Berikut ini adalah perhitungan total biaya penggunaan alat yang harus dikeluarkan untuk masing - masing kombinasi alat berat, sebagai berikut:

- a. Kombinasi I
 1. 1 unit excavator berkapasitas 0,9 m³ bekerja selama 8 hari :
 - a. Biaya sewa alat = Rp. 629.489,72
x (8 x 7) = Rp. 35.251.424,32
 - b. Biaya mobilisasi dan demobilisasi = Rp. 5.000.000,-
 Total = Rp. 35.251.424,32 + Rp. 5.000.000,-
= Rp. 40.251.424,32
 2. 3 unit dump truck berkapasitas 5 m³ bekerja selama 8 hari :
 - a. Biaya sewa alat = Rp.339.777,49
x (8 x 7 x 3)
= Rp.57.082.618,32
 - b. Biaya mobilisasi dan demobilisasi = Rp 1.000.000 x 3 unit
= Rp. 3.000.000,-
 Total = Rp. 57.082.618,32+ Rp. 3.000.000,-

= Rp. 60.082.618,32

3. 1 unit motor grader bekerja selama 1 hari :

- a. Biaya sewa alat = Rp.543.763,67
x (1 x 7) = Rp. 3.806.345,69

- b. Biaya mobilisasi dan demobilisasi = Rp. 5.000.000

Total = Rp. 3.806.345,69 + Rp. 5.000.000,-

= Rp. 8.806.345,69

Jadi total biaya yang harus dikeluarkan untuk kombinasi I :

= Rp.40.251.424,32 + Rp.60.082.618,32 + Rp. 8.806.345,69

= Rp.109.140.388,33

b. Kombinasi II

1. 1 unit excavator berkapasitas 0,9 m³ bekerja selama 8 hari :

- a. Biaya sewa alat = Rp. 629.489,72 x (8 x 7)

= Rp. 35.251.424,32

- b. Biaya mobilisasi dan demobilisasi = Rp. 5.000.000,-

Total = Rp. 35.251.424,32 + Rp. 5.000.000,-

- = Rp. 40.251.424,32
2. 3 unit dump truck berkapasitas 8 m³ bekerja selama 8 hari :
- a. Biaya sewa alat =
 $Rp.341.811,12 \times (8 \times 7 \times 3)$
 =
 $Rp.57.424.268,16$
- b. Biaya mobilisasi dan demobilisasi = Rp 1.000.000 x 3 unit
 = Rp. 3.000.000,-
 Total = Rp. 57.424.268,16 + Rp. 3.000.000,-
 = Rp. 60.424.268,16
3. 1 unit motor grader bekerja selama 1 hari :
- a. Biaya sewa alat =
 $Rp.543.763,67 \times (1 \times 7) = Rp. 3.806.345,69$
- b. Biaya mobilisasi dan demobilisasi = Rp. 5.000.000
 Total = Rp. 3.806.345,69 + Rp. 5.000.000,-
 = Rp. 8.806.345,69
- Jadi total biaya yang harus dikeluarkan untuk kombinasi II :
- = Rp. 40.251.424,32 + Rp. 60.424.268,16 + Rp. 8.806.345,69
 = Rp.109.482.038,17
- c. Kombinasi III
1. 1 unit excavator berkapasitas 1,2 m³ bekerja selama 7 hari :
- a. Biaya sewa alat = Rp. 652.142,23 x (7 x 7) = Rp. 31.954.969,27

- b. Biaya mobilisasi dan demobilisasi = Rp. 5.000.000,-
 Total = Rp. 31.954.969,27 + Rp. 5.000.000,-
 = Rp. 36.954.969,27
2. 4 unit dump truck berkapasitas 5 m³ bekerja selama 7 hari :
- a. Biaya sewa alat = Rp.339.777,49 x (7 x 7 x 4)
 =Rp.66.596.388,04
- b. Biaya mobilisasi dan demobilisasi = Rp 1.000.000 x 4 unit
 = Rp. 4.000.000,-
 Total = Rp. 66.596.388,04 + Rp. 3.000.000,-
 = Rp. 70.596.388,04
3. 1 unit motor grader bekerja selama 1 hari :
- a. Biaya sewa alat =
 $Rp.543.763,67 \times (1 \times 7) = Rp. 3.806.345,69$
- b. Biaya mobilisasi dan demobilisasi = Rp. 5.000.000
 Total = Rp. 3.806.345,69 + Rp. 5.000.000,-
 = Rp. 8.806.345,69
- Jadi total biaya yang harus dikeluarkan untuk kombinasi III adalah :
- = Rp.36.954.969,27 +
 Rp.70.596.388,04 +
 Rp.8.806.345,69
 = Rp.116.357.703

d. Kombinasi IV

1. 1 unit excavator berkapasitas
1,2 m³ bekerja selama 7 hari :

a. Biaya sewa alat = Rp.
652.142,23 x (7 x 7) =
Rp. 31.954.969,27

b. Biaya mobilisasi dan
demobilisasi = Rp.
5.000.000,-

Total = Rp. 31.954.969,27 +
Rp. 5.000.000,-
= Rp. 36.954.969,27

2. 3 unit dump truck berkapasitas
8 m³ bekerja selama 7 hari :

a. Biaya sewa alat =
Rp.341.811,12 x (7 x 7 x
3)
= Rp.50.246.234,64

b. Biaya mobilisasi dan
demobilisasi = Rp
1.000.000 x 3 unit
= Rp. 3.000.000,-

Total = Rp. 50.246.234,64 +
Rp. 3.000.000,-

= Rp.

53.246.234,64

3. 1 unit motor grader bekerja
selama 1 hari :

a. Biaya sewa alat =
Rp.543.763,67 x (1 x 7) =
Rp. 3.806.345,69

b. Biaya mobilisasi dan
demobilisasi = Rp.
5.000.000

Total = Rp. 3.806.345,69 + Rp.
5.000.000,-

= Rp. 8.806.345,69

Jadi total biaya yang harus
dikeluarkan untuk kombinasi IV
adalah :

= Rp.36.954.969,27 +

Rp.53.246.234,64 + Rp.8.806.345,69

= Rp.99.007549,60

Tabel 4.4: Biaya penggunaan alat berat

Kombinasi	Alat yang digunakan	Waktu pekerjaan	Total biaya
I	1 unit Exavator 0,9 m ³	8 hari	Rp.109.140.388,-
	3 unit Dump truck 5 m ³	8 hari	
	1 unit Motor grader 140 Hp	1 hari	
II	1 unit Exavator 0,9 m ³	8 hari	Rp.109.482.038,-
	3 unit Dump truck 8 m ³	8 hari	

	1 unit Motor grader 140 Hp	1 hari	
III	1 unit Exavator 1,2 m ³	7 hari	Rp.116.357.703,-
	4 unit Dump truck 5 m ³	7 hari	
	1 unit Motor grader 140 Hp	1 hari	
IV	1 unit Exavator 1,2 m ³	7 hari	Rp.99.007.549,-
	3 unit Dump truck 8 m ³	7 hari	
	1 unit Motor grader 140 Hp	1 hari	

Dari Tabel diatas dapat dilihat penggunaan alat berat pada kombinasi IV lebih optimal dan tepat dalam pekerjaan galian dan timbunan karena memiliki biaya pelaksanaan sewa alat yang lebih rendah dibanding dengan kombinasi alat yang lainnya. Selain itu kombinasi IV memiliki waktu pengerjaan yang lebih singkat dari time schedule yang telah direncanakan sebelumnya.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis yang dilakukan dari pembahasan penelitian ini, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Dengan menghitung produktivitas masing-masing alat, maka diperoleh **kombinasi IV** berada pada peringkat pertama dengan

menggunakan 1 unit excavator 1,2 m³, 3 unit dump truck berkapasitas 8 m³ dan 1 unit motor grader 140 Hp dengan waktu pengerjaan yang diperlukan adalah 7 hari untuk penggunaan excavator dan dump truck, sedangkan untuk penggunaan motor grader 140 HP diperlukan waktu pengerjaan selama 1 hari. Setelah itu **kombinasi III** berada pada peringkat kedua dengan menggunakan 1 unit excavator 1,2m³, 4 unit dump truck berkapasitas 5m³ dan 1 unit motor grader 140 HP dengan waktu pengerjaan yang diperlukan adalah 7 hari untuk penggunaan excavator dan dump truck, sedangkan untuk 1 unit motor grader 140 HP diperlukan waktu

pengerjaan selama 1 hari. Kemudian **Kombinasi II** berada pada peringkat ketiga dengan menggunakan 1 unit excavator 0,9 m³, 3 unit dump truck berkapasitas 8m³ dan 1 unit motor grader 140 hp dengan waktu pengerjaan yang diperlukan adalah 8 hari untuk penggunaan excavator dan dump truck, sedangkan untuk penggunaan motor grader 140 HP diperlukan waktu pengerjaan selama 1 hari. Dan dilanjutkan dengan **kombinasi I** berada pada peringkat keempat dengan menggunakan 1 unit excavator 0,9 m³, 3 unit dump truck berkapasitas 5 m³ dan 1 unit motor grader 140 HP dengan waktu pengerjaan yang diperlukan adalah 8 hari untuk penggunaan excavator dan dump truck, sedangkan untuk penggunaan motor grader 140 HP diperlukan waktu pengerjaan selama 1 hari.

2. Dari hasil perhitungan biaya penggunaan alat maka diperoleh biaya yang harus dikeluarkan untuk setiap kombinasi diatas adalah

sebagai berikut, **kombinasi IV** dengan total biaya sebesar Rp. 99.007.549,-, **kombinasi I** dengan total biaya sebesar Rp. 109.140.388,-, **kombinasi II** dengan total biaya sebesar Rp. 109.482.038,-, dan **kombinasi III** dengan total biaya yang dikeluarkan sebesar Rp.808.740.000,-. Pada pihak kontraktor kombinasi yang digunakan adalah kombinasi I dimana biaya yang dikeluarkan lebih besar dan waktu pengerjaannya lebih lama dibandingkan dengan penggunaan alat pada kombinasi IV.

B. Saran

Berdasarkan perhitungan dan kesimpulan pada penelitian ini, penulis dapat memberikan saran-saran sebagai berikut :

1. Bagi pihak kontraktor disarankan menggunakan kombinasi IV sebagai kombinasi alat berat yang digunakan pada pekerjaan galian dan timbunan tanah di proyek tersebut yaitu dengan menggunakan 1 unit

excavator berkapasitas 1,2 m³ yang dipasangkan dengan 3 unit dump truck berkapasitas 8 m³ dan 1 unit motor grader. Dengan kombinasi alat ini pihak kontraktor dapat meminimalisir pengeluaran biaya sewa alat.

2. Untuk memperoleh hasil yang maksimal dalam penggunaan alat berat khususnya pada pekerjaan galian dan timbunan tanah pihak kontraktor perlu memperhatikan kombinasi antara kapasitas bucket excavator dan kapasitas dari dump truck itu sendiri agar menghasilkan produktivitas alat secara maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum. 1998. *“Pedoman Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Dengan Menggunakan Peralatan.”* Penerbit Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Kholil, Ahmad. 2012. *“Alat Berat”*. Penerbit PT. Remaja Rosdakarya. Bandung
- Lampiran Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. 2016. *“Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum.”* Jakarta
- Rochmanhadi, 1982, *“Alat-alat Berat Dan Penggunaannya”*, Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Rochmanhadi. 1985. *Perhitungan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan dengan Menggunakan Alat-alat Berat*. Penerbit Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Rostiyanti, S.F. 2014. *“Alat Berat untuk Proyek Konstruksi.”* Penerbit Rineka Cipta. Jakarta
- Rostiyanti, S.F. 2002, *“Alat-alat Berat untuk Proyek Konstruksi”* , Rineka Cipta, Jakarta.
- Suyadharma, Hendra, 1987, *“Alat-alat Berat”*, Universitas Atma Jaya, Yogyakarta.

Soedradjat, 1982, *Efisiensi Penggunaan Alat Berat Pada Pengaspalan Jalan Raya*, Nova, Jakarta.

Soedradjat. 1984. *Analisa Anggaran Biaya Pelaksanaan.* PenerbitNova. Bandung