

## ANALISA PRODUKTIVITAS ALAT BERAT UNTUK PEKERJAAN PEMBANGUNAN JALAN

(Studi Kasus : Proyek Pembangunan Jalan Lingkar SKPD Tahap 2 Lokasi Kecamatan Tutuyan Kabupaten Bolaang Mongondow Timur)

Edi Nurhadi Kulo

Joice E. Waani, Oscar H. Kaseke

Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado

Email: [edikulo14@gmail.com](mailto:edikulo14@gmail.com)

### ABSTRAK

*Pekerjaan teknik sipil berskala besar perlu menggunakan alat berat. Alat berat menurut fungsinya masing-masing antara lain alat penggali, pemuat, pengangkut, penghampar, dan alat pemadat. Alat harus digunakan secara efisien sehingga pengguna perlu mengetahui kemampuan alat, jenis-jenis alat, keterbatasan alat, serta biaya operasional alat. Produktivitas alat berat bergantung pada jenis atau type alat, metode kerja, kondisi medan kerja, serta waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan.*

*Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis alat yang dibutuhkan, serta kapasitas produksi alat berat pada Proyek Pembangunan Jalan Lingkar SKPD Tahap 2 di Kecamatan Tutuyan Kabupaten Bolaang Mongondow Timur. Sesuai dengan waktu (durasi) kontrak dan kuantitas pekerjaan utama (major item), pekerjaan galian dijadwalkan 45 hari kerja dengan kuantitas pekerjaan 23.128 m<sup>3</sup>; pekerjaan timbunan dijadwalkan 33 hari kerja dengan kuantitas pekerjaan 11.181 m<sup>3</sup>; pekerjaan lapis pondasi agregat dijadwalkan 30 hari kerja dengan kuantitas pekerjaan 866 m<sup>3</sup>; pekerjaan perkerasan aspal dijadwalkan 11 hari kerja dengan kuantitas pekerjaan 564 m<sup>3</sup>. Produksi Asphalt Mixing Plant dan Crusher tidak ditinjau. Penelitian dilakukan dengan mengumpulkan data yang ada di lapangan kemudian dilakukan analisis kapasitas produksi, keseimbangan penggunaan alat, serta harga satuan alat sesuai teori yang dirangkum dari berbagai sumber untuk menunjang analisis yang dilakukan.*

*Dari hasil analisis diperoleh jenis alat berat yang akan digunakan beserta kapasitas produksi dari masing-masing alat sesuai dengan pekerjaan utama yaitu Pekerjaan Galian kapasitas produksi Hydraulic Excavator 150,22 m<sup>3</sup>/jam, Dump Truck 57,73 m<sup>3</sup>/jam. Pekerjaan Timbunan Pilihan kapasitas produksi Wheel Loader 23,22 m<sup>3</sup>/jam, Dump Truck 14,36 m<sup>3</sup>/jam, Motor Grader 1863 m<sup>3</sup>/jam, Vibration Roller 51,86 m<sup>3</sup>/jam. Pekerjaan Lapis Pondasi Agregat Wheel Loader 23,22 m<sup>3</sup>/jam, Dump Truck 5,39 m<sup>3</sup>/jam, Motor Grader 1397,3 m<sup>3</sup>/jam, Vibration Roller 51,86 m<sup>3</sup>/jam. Pekerjaan Perkerasan Aspal Dump Truck 6,78 m<sup>3</sup>/jam, Asphalt Finisher 39,69 m<sup>3</sup>/jam, Tandem Roller 45,9 m<sup>3</sup>/jam, Pneumatic Tired Roller 56,7 m<sup>3</sup>/jam.*

*Dapat disimpulkan sesuai dengan waktu yang ditentukan serta kapasitas produksi dari masing-masing alat, waktu puncak berada pada hari yang ke 66 sampai 75 sesuai kontrak dengan kuantitas produksi 577,52 m<sup>3</sup>/hari karena pada hari tersebut terjadi 2 jenis pekerjaan yang dilaksanakan di lapangan sehingga alat yang dibutuhkan untuk hari tersebut yaitu Hydraulic Excavator 1 unit, Dump Truck 5 unit, Wheel Loader 1 unit, Motor Grader 1 unit, Vibratory Roller 1 unit. Kebutuhan alat dapat ditanggulangi karena kapasitas Dump Truck kurang lebih hampir sama dengan kuantitas produksi yaitu 576,72 m<sup>3</sup>/hari, sedangkan kapasitas alat lain melebihi kuantitas produksi.*

**Kata Kunci:** Produktivitas Alat Berat, Pembangunan Jalan

### PENDAHULUAN

#### Latar Belakang

Secara umum dalam pekerjaan teknik sipil dengan skala besar, tidak mungkin tidak menggunakan alat berat. Begitu pula dengan

proyek pembangunan jalan raya, sumber daya alat berat menjadi faktor utama dalam pelaksanaan suatu proyek jalan.

Alat berat yang digunakan dalam suatu proyek dibuat oleh pabrik sesuai dengan fungsinya masing-masing, yaitu alat penggali, alat

pemuat, alat pengangkut, alat penghampar, dan alat pemadat.

Sebagai pengguna alat harus digunakan secara efisien. Untuk digunakan secara efisien perlu untuk mengetahui kemampuan alat, jenis-jenis alat, dan keterbatasan alat, serta biaya operasional alat.

Produktivitas alat tergantung pada jenis atau type alat, metode kerja, kondisi medan kerja serta waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan.

Untuk meninjau produktivitas aspek diatas berkaitan satu dengan yang lainnya sehingga untuk dapat menganalisis produktivitas alat berat harus sesuai dengan teori dan tahapan analisis yang tepat.

### Rumusan Masalah

Dari permasalahan di atas, akan dilakukan penelitian dengan judul Analisa Produktivitas Alat Berat untuk Pekerjaan Pembangunan Jalan.

### Batasan Masalah

Tinjauan terhadap Analisa Produktivitas Alat Berat Pada Pekerjaan Pembangunan Jalan ini akan dibatasi menyangkut :

1. Hanya akan ditinjau jenis alat berat yang berpengaruh dalam proyek pembangunan jalan
2. Alat-alat yang digunakan terhadap pekerjaan utama (*Major Item*) meliputi Pekerjaan Galian Biasa, Pekerjaan Timbunan Pilihan, Pekerjaan Lapis Pondasi Agregat, dan Pekerjaan Perkerasan Aspal
3. Data kuantitas dan jenis alat diperoleh dari pihak penanggung jawab PT. Lumbang Berkat Indonesia.

### Tujuan Penelitian

Tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini antara lain :

1. Menganalisis durasi waktu pekerjaan dan kuantitas pekerjaan utama
2. Menganalisis jenis-jenis alat yang dibutuhkan
3. Menganalisis kapasitas produksi alat yang digunakan

### Manfaat Penelitian

Penerapan tahap-tahap analisis produktivitas pada proyek pembangunan jalan, secara teoritis dari penelitian sejenis.

## LANDASAN TEORI

### Jenis Alat Berat

#### Hydraulic Excavator

*Backhoe* sering juga disebut *Pull Shovel*, atau lebih populer lagi dengan sebutan *Hydraulic Excavator*. Karakteristik penting dari *hydraulik excavator* adalah pada umumnya menggunakan tenaga *diesel engine* dan *full hydraulic system*. *Excavating operation* paling efisien adalah menggunakan metode *heel* dan *toe* (ujung dan pangkal), mulai dari atas sampai ke bagian bawah. Bagian atas bisa berputar (*swing*) 360 derajat.

Kelebihan *Excavator* adalah bisa mendistribusikan muatan ke seluruh bagian vessel dengan merata. Artinya lebih mudah dalam mengatur muatan sehingga jalannya *dump truck* bisa seimbang.

#### Loader

Menurut Kaseke (2008), *Loader* adalah suatu alat berat yang mirip dengan *Dozer Shovel*, tetapi beroda karet (ban) sehingga baik kemampuan maupun kegunaannya sedikit berbeda yaitu: hanya mampu beroperasi di daerah yang keras dan rata, kering, dan tidak licin karena traksi di daerah basah akan rendah, tidak mampu mengambil tanah "*bank*" sendiri atau tanpa batuan *dozing/stock* paling terlebih dahulu dengan *bulldozer*

Kelebihan *Wheel Loader* adalah mobilitasnya yang tinggi dan manuver daerah pemuatan *loading point* lebih sempit di abding dengan *truck shovel* dan kerusakan permukaan *loading point* lebih kecil karna menggunakan ban karet. Salah satu kekurangannya adalah dalam menempatkan muatan dalam *dump truck* kurang merata bahkan kadang – kadang bisa miring. Walaupun faktor ini sangat dipengaruhi oleh skill operator.

#### Truck

*Truck* adalah alat yang khusus digunakan sebagai alat angkut karena kemampuannya, yang dapat bergerak cepat, berkapasitas muat besar dan biaya operasi relatif murah. *Truck* merupakan alat yang sangat efisien untuk pengangkutan jarak jauh. alat ini juga memiliki kekurangan dibanding alat lain karena *truck* memerlukan alat lain untuk pemuatan. Dalam pemilihan ukuran dan konfigurasi *truck* ada beberapa faktor yang mempengaruhi, yaitu material yang akan diangkut dan *excavator* atau *loader* pemuat. *Truck* tidak hanya untuk mengangkut tanah tetapi juga bisa

mengangkut batuan, aspal, dan material lengket seperti lempung basah.

### Grader

*Grader* dari kata asal *grade* = kemiringan (permukaan), adalah alat yang dibuat khusus untuk pekerjaan membentuk kemiringan permukaan tanah secara mekanis. *Grader* digunakan untuk mengupas, memotong, meratakan suatu pekerjaan tanah, terutama pada tahap *finishing* agar di peroleh hasil pekerjaan dengan kerataan dan ketelitian yang optimal, di samping itu dapat pula digunakan untuk membuat kemiringan tanah atau badan jalan atau *slope* dan bisa juga digunakan untuk membuat parit-parit kecil.

*Blade* dari *motor grader* ini dapat diatur sedemikian rupa sehingga fungsinya bisa dirubah menjadi *angle dozer*, *bulldozer*, atau *tilting dozer*, ini jelas lebih *flexible* dari pada jenis *dozer*. Variasi posisi *blade* ini tidak berarti bahwa *motor grader* adalah variasi bentuk dari jenis *dozer*, karena dalam pekerjaan penggusuran tanah, *bulldozer* jauh lebih efektif dari pada *grader*, hal ini disebabkan tenaga yang tersedia dan juga letak *centroid* (titik berat) pada *blade bulldozer*.

### Compactor

Kepadatan tanah padat terjadi secara alami atau dengan usaha pemadatan secara mekanis atau dengan menggunakan alat. Pemadatan adalah usaha penyusunan butir-butir material yang dipadatkan sehingga rongga-rongga udara dan air yang semula ada diantara butir-butir dapat dihilangkan atau dibatasi pada proporsi dan syarat-syarat yang ditentukan dalam percobaan-percobaan laboratorium. Salah satu ukuran yang digunakan di Indonesia adalah seperti yang digunakan di Amerika atas dasar ketentuan AASHTO (*American Assosiation of State Highway Officials*), yang digunakan untuk standar kepadatan untuk badan jalan.

#### A. *Tandem Roller Compactor*

Biasanya digunakan untuk penggilasan akhir, artinya fungsi alat ini adalah untuk meratakan permukaan. *Tandem roller* tidak dipakai untuk permukaan batuan keras dan tajam karena dapat merusak roda. Ada dua model *tandem roller*, yaitu *two axle tandem roller* dan *three axle tandem roller*. Model yang pertama mempunyai berat berkisar 8 sampai 14 ton. Ballast yang dipakai biasanya cairan. Sedangkan *three axle tandem roller* berfungsi untuk menambah kepadatan. Biasanya *three axle*

*tandem roller* dipakai pada proyek lapangan terbang

#### B. *Vibration Roller Compactor*

Versi lain dari *tandem roller* adalah *vibration roller* (penggilas akhir). *Vibration roller* mempunyai efisiensi pemadatan yang sangat baik. Alat ini memungkinkan digunakan secara luas dalam tiap jenis pekerjaan pemadatan. Efek yang diakibatkan oleh *vibration roller* adalah gaya dinamis terhadap tanah. Butir-butir tanah cenderung mengisi bagian-bagian kosong yang terdapat diantara butir-butirnya. Sehingga akibat getaran ini tanah menjadi padat dengan susunan yang lebih kompak.

#### C. *Pneumatic Tired Roller Compactor*

Proses pemadatan alat ini menggunakan gabungan antara metode *kneading action* dan *static weight*. Tekanan alat pada permukaan tanah diatur dengan cara mengatur berat alat, menambah atau mengurangi tekanan ban, mengatur lebar ban, dan mengatur tekanan ban.

### Asphalt Finisher

Kaseke (2008), Alat ini merupakan traktor beroda ban ataupun *crawler* yang dilengkapi dengan suatu sistem yang berfungsi untuk menghamparkan campuran aspal di atas permukaan pondasi jalan. *Paver* dengan roda ban sebaiknya dipilih jika pada pengaspalan jalan alat tersebut sering dipindahkan. Sedangkan penggunaan *paver* dengan roda *crawler* akan lebih menguntungkan jika kondisi jalan yang akan dibangun menanjak atau menurun. Hal ini karena *paver* beroda *crawler* lebih stabil

Pada bagian depan terdapat *hopper* yang berfungsi untuk menerima campuran aspal dari *rear dump truck* atau dari *bottom dump truck*. Selanjutnya campuran aspal dihamparkan di atas permukaan pondasi jalan dengan menggunakan *conveyor* dan *auger*. *Conveyor* berfungsi untuk mendistribusikan campuran secara merata dan menghindari segregasi.

### **Produktivitas Alat Berat**

Menurut kamus besar Bahasa Indonesia Produktivitas adalah kemampuan untuk menghasilkan sesuatu, sehingga dapat dikatakan bahwa produktivitas alat berat adalah kemampuan alat berat untuk menghasilkan sesuatu persatuan waktu. Produktivitas alat berat bergantung pada tiga faktor, yaitu: waktu siklus, material, dan efisiensi.

### Waktu Siklus

Dalam setiap pekerjaan pemindahan material, alat berat beroperasi menurut pola siklus tertentu: memuat, mengangkut, membuang, dan kembali ketempat pemuatan atau kombinasi dari keempatnya. Waktu siklus adalah jangka waktu yang dibutuhkan alat berat untuk merampung serangkaian operasi kerja. Untuk menaksir waktu siklus suatu alat berat yaitu dimulai ketika alat sudah siap untuk beroperasi. Pengukuran waktu siklus dilakukan beberapa kali, kemudian dihitung berapa rata-rata dari waktu siklus tersebut. Waktu siklus diketahui guna menaksir produksi.

Waktu siklus dapat digolongkan dalam dua kategori yaitu, waktu tetap dan waktu variabel. Waktu tetap adalah waktu yang digunakan untuk memuat dan membuang, termasuk pengolahan gerak yang mungkin perlu dilakukan. Bagian siklus ini cukup konstan tidak peduli panjangnya jarak angkut dan kembali ketempat pemuatan.

Waktu variabel adalah lamanya perjalanan, atau lebih tepatnya waktu yang dibutuhkan untuk mengangkut dan kembali ketempat pemuatan dalam satu siklus. Waktu ini berubah-ubah sesuai dengan jarak dan kondisi jalan angkutan antar daerah pemuatan dan daerah pembuangan.

### Material

Khusus untuk pekerjaan alat berat, yang dimaksudkan dengan material disini adalah tanah, yang meliputi :

- Batu yang dalam hal ini sebagai tanah yang berukuran butir besar atau berbentuk bongkahan berupa granit, batu kapur, cadas, dll
- Tanah dalam hal ini merupakan campuran batu-batu yang berukuran butir kecil
- Campuran batu dengan tanah

### Efisiensi

Efisiensi didefinisikan sebagai besar presentasi kerja alat efektif dibandingkan dengan waktu kerja keseluruhan, misalnya beberapa menit efektifnya beroperasi alat tersebut dalam waktu satu jam kerja.

### **Kombinasi dan Keseimbangan Alat**

Dalam banyak kasus penanganan pekerjaan teknik sipil dibutuhkan beberapa jenis alat yang harus bekerja secara bersama-sama sebagai satu tim. Permasalahan utama yang harus dilaksanakan adalah mendapatkan suatu keseimbangan tim agar terhindar dari kemungkinan *bunching effect* dan

akhirnya *idle time* dari satu atau beberapa jenis alat. *Bunching effect* adalah berkumpulnya alat berat dengan tidak semestinya pada suatu lokasi, sedangkan *idle time* adalah waktu nganggur yang terjadi pada alat berat yang berkapasitas lebih besar dibandingkan kapasitas alat pasangannya.

Langkah-langkah menganalisis keseimbangan alat secara umum adalah sebagai berikut :

- a. Datakan keseluruhan kuantitas dan persyaratan kualitas pekerjaan yang menjadi sasaran untuk diselesaikan serta patokan jangka waktu pelaksanaan yang tersedia.
- b. Pilih jenis alat lengkap dengan data kapasitas dan data lainnya yang berkaitan dengan pengoperasian yang dibutuhkan dengan mendasarkan pada sasaran kualitas dan kuantitas pekerjaan yang akan ditangani.
- c. Hitung waktu siklus masing-masing alat berdasarkan kondisi rata-rata yang mungkin terjadi.
- d. Perkirakan faktor efisiensi berdasarkan kondisi alat, tempat kerja, dan metode kerja yang akan diterapkan.
- e. Hitung kapasitas kerja masing-masing alat untuk per-unitnya.
- f. Hitung kebutuhan unit jenis alat berdasarkan perbandingan besarnya kapasitas kerja masing-masing alat dan berpatokan pada kapasitas jenis alat yang terbesar.

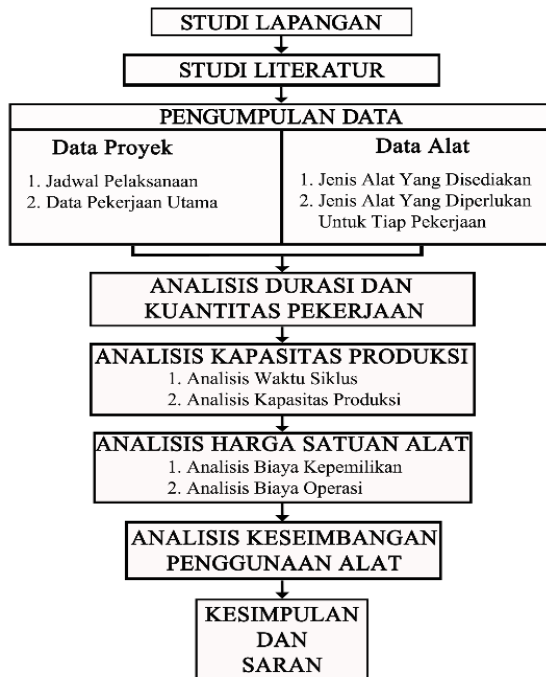
Dalam pekerjaan jalan kegiatan yang perlu diperhatikan adalah pemuatan dan pengangkutan material. Untuk merencanakan penyesuaian alat pemuat dengan alat pengangkut untuk menghindari pemborosan, maka diusahakan *idle time* sekecil-kecilnya. Langkah-langkah penyesuaian yang ditempuh meliputi:

1. Penyesuaian Kelas Alat Pemuat dan Alat Pengangkut yang digunakan.  
Penyesuaian kelas harus dipertimbangkan terhadap :
  - a. *Dumping clearance/dumping height* dan *dumping reach* dari alat pemuat harus sesuai dengan tinggi alat pengangkut yang digunakan.
  - b. Jumlah rit pengisian (*loading cycle*) alat pemuat ke dalam alat pengangkut yang ideal tidak terlalu banyak (sebaiknya antara 3 sampai 5 kali)
2. Penyesuaian Jumlah  
Jumlah alat pemuat dan alat pengangkut harus selaras. Jika tidak maka akan terjadi *bunching effect*, yang pada akhirnya akan menyebabkan *idle time*.

## METODOLOGI PENELITIAN

### Tahapan Penelitian

Langkah-langkah penelitian disajikan dalam bentuk *flow chart* (diagram alir) ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. *Flow Chart* metode penelitian

### Pengumpulan Data

#### Data Proyek

Data proyek adalah data yang berkaitan dengan proyek yang dilakukan. Data tersebut meliputi :

1. Jadwal Pelaksanaan (*Schedule*)  
Jadwal pelaksanaan adalah kegiatan yang dilakukan berdasarkan waktu yang telah ditentukan dari masing-masing pekerjaan yang akan dilakukan dilapangan.
2. Pekerjaan Utama  
Pekerjaan utama adalah pekerjaan yang menggunakan alat berat yang mempunyai prioritas yang lebih tinggi serta mempunyai bobot lebih besar dari pekerjaan lainnya. Pekerjaan yang dimaksudkan yaitu Pekerjaan Galian, Pekerjaan Timbunan Pilihan, Pekerjaan Lapis Pondasi Agregat Kelas A, dan Pekerjaan Perkerasan Aspal.
3. Biaya Alat  
Biaya alat atau harga alat adalah nilai yang dimiliki dari suatu alat. Nilai dari alat ini terbagi atas dua yaitu harga beli alat dan

harga jual sisa (residu). Biasanya harga jual sisa (residu) lebih rendah dari harga beli alat, karena saat alat dibeli mulai saat itu juga nilai alat akan menyusut. Dengan kata lain penyusutan merupakan penurunan nilai secara terus menerus mulai dari alat dibeli sampai dengan alat tidak dapat digunakan.

#### Data Alat

Data Alat adalah informasi mengenai alat yang digunakan pada proyek yang ditinjau meliputi:

#### Jenis Alat Yang Tersedia di Perusahaan

Adapun alat berat yang disediakan perusahaan untuk menunjang kegiatan yang akan dilakukan dilapangan, alat berat tersebut meliputi:

1. *Asphalt Mixing Plant*
2. *Stone Crusher*
3. *Dump Truck*
4. *Hydraulic Excavator*
5. *Motor Grader*
6. *Wheel Loader*
7. *Vibration Roller*
8. *Asphalt Finisher*
9. *Tandem Roller*
10. *Pneumatic Tired Roller*
11. *Asphalt Sprayer*
12. *Compressor*
13. *Tronton Truck*

#### Spesifikasi alat yang digunakan

1. *Hydraulic Excavator*  
 Nama alat = *Hydraulic Excavator*  
 Tipe alat = *Cat 320 B*  
 Volume Bucket ( $q_{HE}$ ) =  $1,2 \text{ m}^3$   
 Jenis tanah = lempung kepasiran  
 $BFF$  = 100 %  
 Manajemen alat (JM) = baik  
 Keadaan medan = sedang  
 Cycle Time ( $C_m$ ) = 0,33 menit (Gambar 2)
2. *Dump Truck*  
 Nama alat = *Dump Truck*  
 Tipe alat = *Izusu FVZ 34 P*  
 Volume dump ( $q_{DT}$ ) =  $14,51 \text{ ton} \approx 8,84 \text{ m}^3$   
 Jenis tanah = lempung kepasiran  
 $BFF$  = 100 %  
 Manajemen alat (JM) = baik  
 Keadaan medan = sedang

- Cycle Time (Cm)* = 6,34 menit (analisa waktu siklus)
3. *Wheel Loader*  
 Nama alat = *Wheel Loader*  
 Tipe alat = *Komatsu WA 200 S*  
 Volume Bucket ( $q_{WL}$ ) =  $1,7 \text{ m}^3$   
 Jenis tanah = lempung kepasiran  
*BFF* = 95 %  
 Manajemen alat (JM) = baik  
 Keadaan medan = sangat baik  
*Cycle Time (Cm)* = 3,38 menit (analisa waktu siklus)
  4. *Motor Grader*  
 Nama alat = *Motor Grader*  
 Tipe alat = *Cat 120 H*  
 Panjang blade ( $L_e$ ) = 2,6 meter  
 Lebar overlay ( $L_o$ ) = 0,3 meter  
 Kecepatan operasi ( $v$ ) = 4 km/jam (data dilapangan)  
 Jenis tanah = lempung kepasiran  
 Tebal hamparan = 0,25 meter (data perencanaan)  
 Manajemen alat (JM) = baik  
 Keadaan medan = sedang
  5. *Vibration Roller Compactor*  
 Nama alat = *Vibratioan Roller Compactor*  
 Tipe alat = *Caterpillar CS533E*  
 Lebar roda gilasa ( $L$ ) = 2,134 meter  
 Manajemen alat (JM) = baik  
 Keadaan meda = sedang  
 Kecepatan operasi ( $v$ ) = 1,5 km.jam (data di lapangan)  
 Jumlah lintasan ( $N$ ) = 10 lintasan  
 Tebal hamparan padat = 20 cm (direncanakan)
  6. *Asphalt Finisher*  
 Nama alat = *Asphalt Finisher*  
 Tipe alat = *Nigata NFB6C*  
 Kapasitas Hopper ( $C_p$ ) = 10 ton  
 Lebar Hamparan ( $b$ ) = 3,15 meter  
 Kecepatan operasi ( $v$ ) = 5 meter/menit  
 Jenis material = *hot-mix*  
 Tebal hamparan = 5 cm ( data perencanaan)  
 Manajemen alat (JM) = baik

- Keadaan medan = sedang
7. *Tandem Roller*  
 Nama alat = *Tandem Roller*  
 Tipe alat = *Sekai SW 800*  
 Lebar roda gilasa ( $L$ ) = 1,7  
 Manajemen alat (JM) = baik  
 Keadaan medan = sedang  
 Kecepatan operasi ( $v$ ) = 5 m/menit (data di lapangan)  
 Jumlah lintasan ( $N$ ) = 3 lintasan  
 Tebal hamparan padat = 4 cm (direncanakan)
  8. *Pneumatic Tired Roller*  
 Nama alat = *Pneumatik Tired Roller*  
 Tipe alat = *Sekai TS600C*  
 Lebar roda gilasa ( $L$ ) = 2,1 meter  
 Manajemen alat (JM) = baik  
 Keadaan medan = sedang  
 Kecepatan operasi ( $v$ ) = 2,5 km/jam (data di lapangan)  
 Jumlah lintasan ( $N$ ) = 3 lintasan  
 Tebal hamparan padat = 4 cm (direncanakan)

### Analisa Kapasitas

Analisa Kapasitas adalah perhitungan untuk mengetahui kapasitas kerja alat berat perjam sesuai dengan kondisi dan keadaan dilapangan berdasarkan pekerjaan yang dilakukan. Sebelum melakukan analisa kapasitas perlu dilakukan analisa waktu siklus, waktu siklus diperlukan untuk menganalisa kapasitas alat berat.

### Analisa Waktu Siklus

Waktu siklus adalah waktu yang dibutuhkan alat berat untuk melaksanakan satu siklus operasi. Setiap alat mempunyai cara tertentu untuk menghitung waktu siklus tergantung dari cara pengoperasian masing-masing alat. Dalam pembahasan ini waktu siklus yang akan dianalisis adalah waktu siklus dari alat pemuat yaitu *Hydraulic Excavator* dan *Wheel Loader* dan juga alat pengangkut yaitu *Dump Truck*, dikarenakan untuk menganalisa kapasitas produksi diperlukan waktu siklus dari masing-masing alat tersebut.

#### 1. *Hydraulic Excavator*

Waktu siklus *Excavator* di peroleh berdasarkan Gambar 2. yaitu

The image shows a 'CYCLE TIME ESTIMATING CHART' for excavators. It includes a table with columns for 'MACHINE SIZE CLASS' (307, 315B, 320B, 345B, 350E L, 320E, 325B, 330B, 340EP, 350, 375, 410EP, 520) and 'CYCLE TIME' (0.17 min to 1.3 min). To the right of the table is a 'CYCLE TIME vs. JOB CONDITION' section with a 'KEY' defining symbols for 'Excellent', 'Average', and 'Poor' conditions, and a 'Description' of job conditions like 'Best digging (smoothed earth, easy ground)' and 'Worst digging (hard earth, rough ground)'. There are also symbols for 'Swivel', 'Frontal', 'Spatial', and 'Side' directions.

Gambar 2. Waktu Siklus Excavator

Dengan menentukan jenis alat yang akan digunakan dan pekerjaan yang akan dilaksanakan berdasarkan karakteristik material dan batasan kesulitan, kemudian memplot garis antara kedua hal tersebut, sehingga menghasilkan waktu yang di perlukan.

2. Wheel Loader

Wheel Loader mempunyai fix time atau waktu tetap 10,9 detik atau 0,1833 menit (sumber [http://www.komatsu.com/ce/products/pdfs/WA200-5\\_CEN00317-02.pdf](http://www.komatsu.com/ce/products/pdfs/WA200-5_CEN00317-02.pdf))

Kemudian menentukan cara pemuatan, dalam penelitian ini menggunakan cara pemuatan V-loading

$$c_m = 2 \left( \frac{D}{F} + \frac{D}{R} \right) + Z$$

Dimana :

- $c_m$  = Cycle time atau waktu siklus (menit)
- D = Jarak angkut (meter)
- F = Kecepatan maju (meter/menit)
- R = Kecepatan Mundur (meter/menit)
- Z = Waktu tetap/fixed time (menit)

3. Dump Truck

Dalam menentukan waktu siklus Dump Truck dapat menggunakan persamaan berikut.

$$C_m = C_{m1} + C_{m2} + C_{m3}$$

Dimana:

- $C_m$  = Cycle time atau waktu siklus (menit)
- $C_{m1}$  = Waktu Tetap (menit)
- $C_{m2}$  = Waktu Muat (menit)
- $C_{m3}$  = Waktu Tempuh (menit)

Menentukan Waktu Tetap ( $C_{m1}$ )

Waktu tetap adalah durasi kegiatan yang dilakukan oleh Dumpt Truck yang ada

hubungannya dengan kemampuan operator dalam melakukan manuver kerja, waktu tetap dump truck yaitu mengatur posisi dan membuang material, waktu tetap diperoleh berdasarkan data dilapangan.

Menentukan Waktu Muat ( $C_{m2}$ )

Dalam menentukan waktu muat dapat menggunakan persamaan berikut.

$$C_{m2} = \frac{q_{DT}}{q_{ap}} \times C_{map}$$

Dimana :

- $C_{m2}$  = Waktu Muat (menit)
- $q_{DT}$  = Kapasitas Dump truck (m3)
- $q_{ap}$  = Kapasitas Alat Pemuat (m3)
- $C_{map}$  = Waktu Siklus Alat Pemuat (menit)

Menentukan Waktu Tempuh ( $C_{m3}$ )

Dalam menentukan waktu muat dapat menggunakan persamaan berikut

$$C_{m3} = \left( \frac{S}{V_f} + \frac{S}{V_e} \right) \times 60$$

Dimana :

- $C_{m3}$  = Waktu Tempu (menit)
- S = Jarak Tempu (km)
- $V_f$  = Kecepatan Penuh Muatan (km/jam)
- $V_e$  = Kecepatan Kosong (km/jam)

Analisa Kapasitas Kerja Alat

Kapasitas kerja alat adalah kemampuan alat untuk menghasilkan suatu produksi perjam dalam besaran volume. Besarnya produksi yang bisa dihasilkan suatu alat perjam berbeda bergantung pada jenis pekerjaan, waktu siklus, keadaan medan dan keadaan manajemen alat.

1. Hitung kapasitas kerja alat Hydraulic Excavator

$$Q_{HE} = q_{HE} \times BFF \times \frac{60}{C_m} \times JM$$

Dimana :

- $Q_{HE}$  = Produksi Hydraulic Excavator (m<sup>3</sup>/jam)
- BFF = Bucket Fill Fakttor (faktor koreksi pengisian bucket)
- $c_m$  = Cycle time atau waktu siklus (menit)

$q_{HE}$  = Kapasitas bucket ( $m^3$ )  
 $JM$  = Kondisi manajemen dan medan kerja

2. Hitung kapasitas kerja alat *Wheel Loader*

$$Q_{WL} = q_{WL} \times BFF \times \frac{60}{C_m} \times JM$$

Dimana :

$Q_{HE}$  = Produksi *Hydraulic Excavator* ( $m^3/jam$ )

$BFF$  = *Bucket Fill Factor* (faktor koreksi pengisian bucket)

$C_m$  = *Cycle time* atau waktu siklus (menit)

$q_{HE}$  = Kapasitas bucket ( $m^3$ )

$JM$  = Kondisi manajemen dan medan kerja

3. Hitung kapasitas kerja alat *Dump Truck*

$$Q_{DT} = q_{DT} \times \frac{60}{C_m} \times JM$$

Dimana :

$Q_{DT}$  = Produksi *Dump Truck* ( $m^3/jam$ )

$C_m$  = *Cycle time* atau waktu siklus (menit)

$q_{DT}$  = Kapasitas muat *dump* ( $m^3$ )

$JM$  = Kondisi manajemen dan medan kerja

4. Hitung kapasitas kerja alat *Motor Grader*

$$Q_{MG} = [v \times (le - lo) \times 1000 \times JM] \times t$$

Dimana :

$Q_{MG}$  = Produksi *Motor Grader* ( $m^3/jam$ )

$v$  = Kecepatan operasi / kerja ( $Km/jam$ )

$Le$  = Panjang efektif *blade* (m)

$Lo$  = Lebar *overlap* (meter), biasanya diambil 0,3 meter

$JM$  = Kondisi manajemen dan medan kerja

$t$  = Tebal hamparan material (gembur)

5. Hitung kapasitas kerja alat *Compactor*

$$Q_c = \left( \frac{L \times v \times JM}{N} \right) \times t$$

Dimana :

$Q_c$  = Produksi *Compactor* ( $m^3/jam$ )

$v$  = Kecepatan operasi / kerja ( $Km/jam$ )

$L$  = Lebar efektif roda gilas (m)

$N$  = Jumlah lintasan

$JM$  = Kondisi manajemen dan medan kerja

$t$  = Tebal lapisan (padat)

6. Hitung kapasitas kerja alat *Asphalt Finisher*

$$Q_{AF} = (v \times b \times JM \times 60) \times t$$

Dimana :

$Q_{AF}$  = Produksi *Asphalt Finisher* ( $m^3/jam$ )

$v$  = Kecepatan operasi/kerja ( $Km/jam$ )

$b$  = Lebar hamparan (m)

$JM$  = Kondisi manajemen dan medan kerja

$t$  = Tebal hamparan (gembur)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Durasi Dan Kuantitas Pekerjaan

Jadwal pelaksanaan adalah kegiatan yang akan dilaksanakan sesuai dengan waktu yang ditetapkan untuk masing-masing kegiatan berdasarkan kontrak yang berlaku. Berdasarkan jadwal pelaksanaan waktu yang ditetapkan untuk melaksanakan proyek Pembangunan Jalan Lingkar SKPD Tahap 2 di Kecamatan Tutuyan Kabupaten Bolaang Mongondow Timur adalah 150 hari kerja, untuk mobilitas alat waktu yang diperlukan adalah 30 hari kerja, dan untuk pekerjaan tahap akhir (finishing) diperlukan 10 hari kerja, sehingga hari kerja efektif untuk menyelesaikan pekerjaan utama yaitu 110 hari.

Berdasarkan waktu yang ditentukan dengan volume pekerjaan yang diketahui maka kuantitas pekerjaan ditampilkan pada Tabel 1. menurut pekerjaan yang ditinjau.

Tabel 1. Produktivitas Pekerjaan

No	Jenis Pekerjaan	Hari Kerja Efektif	Produktivitas	
			Per-hari ( $m^3$ )	Per-jam ( $m^3$ )
1	Galian	38	608,63	76,08
2	Timbunan	28	399,29	49,92
3	Lapis Pondasi Agregat	25	34,61	4,33
4	Perkerasan Aspal	9	62,61	7,83

### Kapasitas Produksi

Kapasitas Produksi adalah analisis untuk mengetahui kapasitas kerja alat berat perjam sesuai dengan kondisi dan keadaan dilapangan berdasarkan pekerjaan yang dilakukan. Sebelum



melakukan analisa kapasitas perlu dilakukan analisa waktu siklus, waktu siklus diperlukan untuk menganalisa kapasitas alat berat.

Analisa Waktu Siklus

Dalam penelitian ini analisa waktu siklus alat berat diperoleh dari pekerjaan yang menggunakan alat berat yang tergolong pekerjaan utama yaitu Pekerjaan Galian, Pekerjaan Timbunan, Pekerjaan Lapis Pondasi Agregat, dan Pekerjaan Perkerasan Aspal. Berdasarkan analisis hasil yang diperoleh ditampilkan dalam tabel berikut.

Tabel 2. Analisa Waktu Siklus Pada Pekerjaan Galian

No	Alat Yang Digunakan	Waktu Siklus (menit)
1	<i>Hydraulic Excavator</i>	0,33
2	<i>Dump Truck</i>	6,43

Tabel 3. Analisa Waktu Siklus Pada Pekerjaan Timbunan

No	Alat Yang Digunakan	Waktu Siklus (menit)
1	<i>Wheel Loader</i>	3,38
2	<i>Dump Truck</i>	26,91

Tabel 4. Analisa Waktu Siklus Pada Pekerjaan Lapis Pondasi Agregat

No	Alat Yang Digunakan	Waktu Siklus (menit)
1	<i>Wheel Loader</i>	3,38
2	<i>Dump Truck</i>	79,76

Tabel 5. Analisa Waktu Siklus Pada Pekerjaan Perkerasan Aspal

No	Alat Yang Digunakan	Waktu Siklus (menit)
1	<i>Dump Truck</i>	63,36

Tabel 6. Analisa Kapasitas Kerja Alat Pada Pekerjaan Galian

No	Alat Yang Digunakan	Kapasitas Kerja Alat Per-jam (m <sup>3</sup> /jam)
1	<i>Hydraulic Excavator</i>	150,55
2	<i>Dump Truck</i>	57,73

Analisa Kapasitas Alat

Sama halnya dengan Analisa Waktu Siklus, Analisa Kapasitas Kerja Alat diperoleh dari pekerjaan yang menggunakan alat berat yang

tergolong pekerjaan utama yaitu Pekerjaan Galian, Pekerjaan Timbunan, Pekerjaan Lapis Pondasi Agregat, dan Pekerjaan Perkerasan Aspal. Berdasarkan analisis hasil yang diperoleh ditampilkan dalam tabel berikut.

Tabel 7. Analisa Kapasitas Kerja Alat Pada Pekerjaan Timbunan

No	Alat Yang Digunakan	Kapasitas Kerja Alat Per-jam (m <sup>3</sup> /jam)
1	<i>Wheel Loader</i>	23,22
2	<i>Dump Truck</i>	14,36
3	<i>Motor Grader</i>	1863
4	<i>Vibration Roller</i>	51,86

Tabel 8. Analisa Kapasitas Kerja Alat Pada Pekerjaan Lapis Pondasi Agregat

No	Alat Yang Digunakan	Kapasitas Kerja Alat Per-jam (m <sup>3</sup> /jam)
1	<i>Wheel Loader</i>	23,22
2	<i>Dump Truck</i>	5,39
3	<i>Motor Grader</i>	1397,3
4	<i>Vibration Roller</i>	51,86

Tabel 9. Analisa Kapasitas Kerja Alat Pada Pekerjaan Perkerasan Aspal

No	Alat Yang Digunakan	Kapasitas Kerja Alat Per-jam (m <sup>3</sup> /jam)
1	<i>Dump Truck</i>	6,79
2	<i>Asphalt Finisher</i>	39,69
3	<i>Tandem Roller</i>	45,9
4	<i>Pneumatic Tired Roller</i>	56,7

**Produktivitas Alat Berat**

Produktivitas alat berat adalah Keseimbangan jumlah alat berat yang dibutuhkan berdasarkan waktu kerja efektif yang sesuai dengan kapasitas masing-masing alat. Produktivitas alat berat ditampilkan dalam tabel berdasarkan pekerjaan yang ditinjau sesuai dengan analisa yang telah dilakukan.

Tabel 10. Keseimbangan Jumlah Alat Pada Pekerjaan Galian

No	Alat Yang Digunakan	Volume Pekerjaan	Kapasitas Alat	Waktu Kerja Efektif	Jumlah Alat
		(m <sup>3</sup> /jam)	(m <sup>3</sup> /jam)		
1	<i>Hydraulic Excavator</i>	76,08	150,55	38	1
2	<i>Dump Truck</i>		57,73		3

Tabel 11. Keseimbangan Jumlah Alat Pada Pekerjaan Timbunan

No	Alat Yang Digunakan	Volume Pekerjaan	Kapasitas Alat	Waktu Kerja Efektif	Jumlah Alat
		(m <sup>3</sup> /jam)	(m <sup>3</sup> /jam)		
1	Wheel Loader	49,92	23,22	28	1
2	Dump Truck		14,36		2
3	Motor Grader		1863		1
4	Vibration Roller		51,86		1

Tabel 12. Keseimbangan Jumlah Alat Pada Pekerjaan Lapis Pondasi Agregat

No	Alat Yang Digunakan	Volume Pekerjaan	Kapasitas Alat	Waktu Kerja Efektif	Jumlah Alat
		(m <sup>3</sup> /jam)	(m <sup>3</sup> /jam)		
1	Wheel Loader	4,33	23,22	25	1
2	Dump Truck		5,39		5
3	Motor Grader		1397,3		1
4	Vibration Roller		51,86		1

Tabel 13. Keseimbangan Jumlah Alat Pada Pekerjaan Pekerjaan Perkerasan Aspal

No	Alat Yang Digunakan	Volume Pekerjaan	Kapasitas Alat	Waktu Kerja Efektif	Jumlah Alat
		(m <sup>3</sup> /jam)	(m <sup>3</sup> /jam)		
1	Dump Truck	7,83	6,78	9	1
2	Asphalt Finisher		39,69		6
3	Tandem Roller		45,9		1
4	Pneumatic Tired Roller		56,7		1

## PENUTUP

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang telah diperoleh maka disimpulkan bahwa:

1. Durasi waktu yang efektif untuk mengerjakan pekerjaan utama adalah 100 hari kerja .
2. Jenis alat berat yang akan digunakan untuk pekerjaan utama yaitu *Hydraulic Excavator, Dump Truck, Wheel Loader, Dump Truck, Motor Grader, Vibration Roller, Asphalt Finisher, Tandem Roller, Pneumatic Tired Roller*.
3. Jumlah alat berat yang dibutuhkan untuk pekerjaan utama yaitu *Hydraulic Excavator* 1 unit, *Dump Truck* 6 unit, *Wheel Loader* 1 unit, *Motor Grader* 1 unit, *Vibration Roller* 1 unit, *Asphalt Finisher* 1 unit, *Tandem Roller* 1 unit, *Pneumatic Tired Roller* 1 unit.

### Saran

Agar alat dapat mencapai kapasitas produksi yang maksimal dengan biaya yang efisien maka alat berat yang digunakan harus berfungsi dengan baik dan menggunakan operator yang berpengalaman dibidangnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Caterpillar Inc, 1998. *Caterpillar Performance Handbook 29rd Edition*, Peioria, Illionis, USA
- Kaseke, Hans, Oscar. 2008. *Bahan Ajar Pindahan Tanah Mekanis / Alat-alat Berat*. Depertemen Pendidikan Nasional Fakultas Teknik Universitas Samratulangi, Manado.
- Kholil, Ahmad. 2012. *Alat Berat*. PT. Remaja Rosdakarya Offset, Bandung.
- Komatsu Singapore Ltd, 1983. *Basic Knowledge of Mecanization of Heavy Equipments*.
- Mutrif, Nazly. 2013. *Jurnal Alokasi Kebutuhan Alat Berat Pada Proyek Pelebaran Jalan A.P. Pettarani Makasar*.
- Rostiyanti, Fatena, Susi. 2008. *Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi*, Edisi 2. Rineka Cipta, Jakarta.
- Qamariah, Nurul, Linda. *Jurnal Analisa Produktivitas Peralatan Dalam Pekerjaan Agregat Pada Ruas Jalan Simpang 3 Samboja KM. 38 Balikpapan – Loa Janan*.
- Tenriajeng, Tenrisukki, Andi. Tahun 2003. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Gunadarma, Jakarta.