

**ANALISIS PRODUKTIVITAS ALAT BERAT PADA PEMBANGUNAN MARINA CENTER UNIVERSITAS PATTIMURA TAHAP II DI DESA HILA****Heny Sihasale<sup>1)</sup>, Lenora Leuhery<sup>2)</sup>, Henriette Dorothy Titaley<sup>3)</sup>**<sup>1,2,3)</sup>Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Ambon<sup>1)</sup>henysihhasale@yahoo.com, <sup>2)</sup>en\_lenny@yahoo.co.id, <sup>3)</sup>titaleyhd@gmail.com**ABSTRACT**

A heavy equipment productivity review was carried out on the Unpatti Ambon Marina Center Development project road section from STA 00+000 to STA 00+900 m. The analysis method are calculating the productivity of heavy equipment for excavation and embankment work, highway paving and reviewing the costs of using each heavy equipment in the form of excavators, dump trucks, wheel loaders, vibration rollers, motor graders, tandem rollers, water tank trucks, asphalt mixing plants and asphalt finisher. The analysis results show that for the primary channel, the excavation volume is 729.30 m<sup>3</sup> and the embankment volume is 265.20 m<sup>3</sup>. For secondary channels, the excavation volume is 709.79 m<sup>3</sup> and the embankment volume is 236.60 m<sup>3</sup>. The productivity of heavy equipment in the form of excavators in excavation work is 122.52 m<sup>3</sup>/hour and earth moving work is 173.67 m<sup>3</sup>/hour. For wheel loader productivity, the work of transferring material to the dump truck is 987.7 m<sup>3</sup>/hour and the work of transferring material to the asphalt mixing plant is 52,359 m<sup>3</sup>/hour. Meanwhile, the productivity of the motor grader for overlay leveling work is 3352.94 m<sup>2</sup>/hour, for solid overlay leveling work is 419,117 m<sup>2</sup>/hour, and for stripping work it is 3352.94 m<sup>2</sup>/hour. The productivity of the vibration roller is 92.13 m<sup>3</sup>/hour, the truck water tank is 71,142 m<sup>3</sup>/hour, the tandem roller is 32.21 m<sup>3</sup>/hour, the asphalt mixing plant is 49.80 tons/hour and the asphalt finisher is 23,530 m<sup>3</sup>/hour. The operating costs for heavy equipment for asphalt mixing plants are 462,852,825 Rp/hour, asphalt finishers are 118,106.48 Rp/hour, 3-5 ton dump trucks are 131,477.95 Rp/hour, excavators are 172,259.59 Rp/hour, motor graders are 174,731.19 Rp/hour, tandem roller is 109,233.68 Rp/hour, vibration roller is 109,233.68 Rp/hour, water tank truck is 131,478.12 Rp/hour and wheel loader is 126,532.63 Rp/hour.

**ABSTRAK**

Tinjauan produktivitas alat berat dilakukan pada ruas jalan proyek pembangunan Marina Center Unpatti Ambon dari STA 00+000 sampai STA 00+900 m. Metode analisis dilakukan berupa perhitungan produktivitas alat berat untuk pekerjaan galian-timbunan, perkerasan jalan raya dan tinjauan terhadap biaya penggunaan tiap alat berat berupa *excavator*, *dump truck*, *wheel loader*, *vibration roller*, *motor grader*, *tandem roller*, *water tank truck*, *asphalt mixing plant* dan *asphalt finisher*. Hasil analisis memperlihatkan untuk saluran primer, volume galian adalah 729,30 m<sup>3</sup> dan volume timbunan adalah 265,20 m<sup>3</sup>. Untuk saluran sekunder, volume galian adalah 709,79 m<sup>3</sup> dan volume timbunan adalah 236,60 m<sup>3</sup>. Besarnya produktivitas alat berat berupa *excavator* pada pekerjaan galian adalah 122,52 m<sup>3</sup>/jam dan pekerjaan pemindahan tanah adalah 173,67 m<sup>3</sup>/jam. Untuk produktivitas alat *wheel loader* pekerjaan pemindahan material ke *dump truck* adalah 987,7 m<sup>3</sup>/jam dan pekerjaan pemindahan material ke *asphalt mixing plant* adalah 52,359 m<sup>3</sup>/jam. Sedangkan produktivitas alat *motor grader* pada pekerjaan perataan hamparan adalah 3352,94 m<sup>2</sup>/jam, pekerjaan perataan hamparan padat adalah 419.117 m<sup>2</sup>/jam, dan pada pekerjaan pengupasan adalah 3352,94 m<sup>2</sup>/jam. Produktivitas alat *vibration roller* adalah 92,13 m<sup>3</sup>/jam, *water tank truck* adalah 71,142 m<sup>3</sup>/jam, *tandem roller* adalah 32,21 m<sup>3</sup>/jam, *asphalt mixing plant* sebesar 49,80 ton/jam dan *asphalt finisher* adalah 23,530 m<sup>3</sup>/jam. Besar biaya operasional alat berat untuk *asphalt mixing plant* adalah 462,852.825 Rp/jam, *asphalt finisher* adalah 118,106.48 Rp/jam, *dump truck* 3-5 ton adalah 131.477,95 Rp/jam, *excavator* adalah 172.259,59 Rp/jam, *motor grader* adalah 174.731.19 Rp/jam, *tandem roller* adalah 109.233,68 Rp/jam, *vibration roller* adalah 109.233,68 Rp/jam, *water tank truck* adalah 131.478,12 Rp/jam dan *wheel loader* adalah 126.532,63 Rp/jam.

**Kata kunci:** *Cut And Fill*, Produktivitas Alat Berat, Biaya

## 1. PENDAHULUAN

Pelaksanaan suatu proyek dipengaruhi oleh ketersediaan sumber daya yang akan diperlukan, termasuk pula dalam proyek pembangunan. Ketersediaan tersebut dapat mempengaruhi efektifitas dan efisiensi pelaksanaan suatu proyek, baik dalam hal biaya maupun waktu pelaksanaan proyek. Salah satu sumber daya yang berperan penting adalah alat berat. Untuk digunakan secara efisien perlu untuk mengetahui kondisi alat, jenis-jenis alat, serta biaya operasional alat. Produktivitas alat tergantung pada jenis atau tipe 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 operasional dan prosedur alat. Produktivitas adalah perbandingan antara hasil yang dicapai (*ouput*) dengan sumber daya yang digunakan (*input*).

Alat konstruksi atau sering juga disebut dengan alat berat menurut *Asiyanto* (2008), merupakan alat yang didesain untuk dapat melaksanakan fungsi/kegiatan proses konstruksi yang sifatnya berat bila dikerjakan oleh tenaga manusia, seperti : menggali (*cut*), mengangkut (*hauling*), menimbun (*fill*), mencampur (*mixing*), menghampar (*spread out*) dan memadatkan (*compacting*) dengan, cepat, hemat dan aman.

Sarana dan prasarana bangunan penunjang dibutuhkan disetiap instansi Pendidikan. Pembangunan Marina Center Universitas Pattimura Tahap II merupakan pembangunan proyek konstruksi yang dilakukan untuk kepentingan instansi Universitas Pattimura Ambon sebagai tempat untuk kepentingan penelitian dan penangkaran khususnya dibagian ilmu perikanan.

Pembangunan ini memiliki beberapa konstruksi bangunan salah satunya pembangunan jalan raya. Ruas jalan ini terletak dalam lokasi Pembangunan Marina Center Universitas Pattimura Tahap II didesa Hila, kecamatan Leihitu kabupaten maluku tengah kota ambon dengan Panjang fungsional 5000 m (00+000 – 05+000) dan lebar pengaspalan 7 meter ditambah 4 meter bahu jalan kiri dan kanan jalan Oleh Balai Prasarana Permukiman Wilayah Maluku. Pekerjaan ini dilakukan untuk membantu kelancaran lalulintas pengendara mobil, sepeda motor dan pejalan kaki saat memasuki/berada dalam lokasi penelitian tersebut.

Dalam perencanaan pembangunan dilakukan perhitungan volume tanah yang banyak diperlukan dalam pekerjaan Teknik Sipil, baik untuk pekerjaan galian dan timbunan (*cut and fill*). Pada penelitian ini, perhitungan produktivitas alat berat pada pekerjaan jalan, hanya pada ruas jalan dari STA 00+000 sampai STA 00+900 m dan proses perhitungan Penulis menggunakan program bantu untuk perhitungan galian dan timbunan (*cut and fill*) yaitu Microsoft excel dan secara manual.

Perhitungan volume galian dan timbunan (*cut andfill*) tanah serta volume pekerjaan perkerasan jalan pada skripsi ini menggunakan data perhitungan sendiri dan juga dari konsultan manajemen konstruksi dan kontraktor pelaksana Pembangunan Marina Center Universitas Pattimura Tahap II. Pada analisis produktivitas alat berat yang digunakan dalam penelitian ini, menggunakan rumus perhitungan produktivitas alat sesuai standar dari dokumen Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Bidang Umum,

Alasan penelitian ini dilakukan karena besar produktivitas alat berat dalam proses pekerjaan lapangan. Dalam penulisan secara bertahap terdiri dari perhitungan volume pekerjaan galian dan timbunan (*cut andfill*) saluran drainase, perhitungan produktivitas masing-masing alat berat, dan perhitungan biaya penggunaan alat berat yang digunakan pada Pembangunan Marina Center Universitas Pattimura Tahap II.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Pengertian Alat Berat

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

Peralatan atau alat berat dalam pekerjaan sipil banyak berkaitan dengan pemindahan tanah dan segala aspek yang timbul dari peralatan yang digunakan untuk memindahkan tanah tersebut.

Menurut Djoko Wilopo, 6:2009, menyatakan bahwa, keuntungan keuntungan yang di peroleh dengan menggunakan alat berat antara lain:

1. Waktu pengerjaan lebih cepat  
Mempercepat proses pelaksanaan pekerjaan, terutama pada pekerjaan yang sedang dikejar target penyelesaiannya.
2. Tenaga besar  
Melaksanakan jenis pekerjaan yang tidak dapat dikerjakan oleh manusia.
3. Ekonomis  
Karena alasan efisiensi, keterbatasan tenaga kerja, keamanan dan faktor-faktor ekonomis lainnya.
4. Mutu hasil kerja lebih baik  
Dengan memakai peralatan berat, mutu hasil kerja menjadi lebih baik dan presisi.

**2.1.1 Excavator/Backhoe**

Excavator adalah alat berat yang terdiri dari lengan (*arm*), bahu (*boom*) serta alat keruk (*bucket*) dan digerakkan oleh tenaga hidrolis yang dimotori dengan mesin diesel dan berada di atas roda rantai (*trackshoe*)..

Gerakan-Gerakan *Excavator* dalam beroperasi (*Cycle time*) terdiri dari :

1. Mengisi *Bucket (land bucket)*
2. Mengayun (*Swing loaded*)
3. Membongkar beban (*dump loaded*)
4. Mengayun balik (*Swing Empty*)
5. Keahlian Operator

**2.1.1.1 Metode Perhitungan Produksi Alat Berat Excavator/Backhoe**

Produksi *excavator* dapat dihitung dengan persamaan dibawah ini (Rochmanhadi 20:1982 Kapasitas dan Produksi Alat-Alat Berat ; Ronald C.Smith 38:1986) :

$$Q = \frac{q \times 3600 \times E}{cm} \dots (1)$$

Keterangan :

Q = Produksi per jam (m<sup>3</sup>/jam)

Q = Produksi per siklus (m<sup>3</sup>)

E = Efisiensi kerja

Cm = Waktu siklus dalam menit

Sedangkan produksi per siklus *excavator* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (Rochmanhadi, 1987):

$$\text{Rumus produksi per siklus :} \\ q = q' \times K \dots (2)$$

Dimana :

q = produksi per siklus (m<sup>3</sup>)

q' = Kapasitas *bucket* (m<sup>3</sup>)

K = Faktor *bucket*

Waktu siklus dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (Rochmanhadi, 1987) :

$$Cm = t1 + (2 \times t2) + t3 \text{ (detik)} \dots (3)$$

Keterangan :

t1 = waktu gali / waktu muat *bucket*

t2 = waktu putar/*swing*

t3 = waktu buang

Waktu buang tergantung kondisi pembuangan,

a) Dalam *dump truck* = 5 – 8 detik

b) Ketempat pembuangan = 3 – 6 detik

**2.1.2 Wheel Loader**

Fungsi utama alat berat *loader* pada pekerjaan konstruksi adalah sebagai alat pemuat, terutama untuk memuat material ke dalam *dump truck*. Alat ini juga sering digunakan di *stock pile* untuk memindahkan material hasil pemecahan dari *stone crusher*. *Loader* terbagi atas dua jenis, yaitu :

a. *Crawler Loader*

*Loader* jenis ini menggunakan ban dari besi (*track*) yang cocok digunakan pada daerah dengan kondisi medan berat dengan permukaan tanah yang tidak rata.

b. *Wheel Loader*

*Wheel loader* menggunakan ban karet sehingga memiliki mobilitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan *crawler loader*.

**2.1.2.1 Metode Perhitungan Produksi Alat Berat Whell Loader**

Produktivitas *wheel loader* dinyatakan dengan rumus :

$$Q = \frac{q \times 60 \times E}{Ws} \dots (4)$$

Dimana :

Q = produksi alat per jam (m<sup>3</sup>/jam)

q = produksi tiap siklus (m<sup>3</sup>) = q' x K

E = factor efisiensi

Ws = waktu siklus

q' = Kapasitas *bucket* (m<sup>3</sup>)

K = Faktor *bucket*

**2.1.3 Vibration roller**

*Vibration Roller* adalah alat pemadat yang menggabungkan antar tekanan dan getaran. *Vibration roller* mempunyai efisiensi pemadatan yang baik. Alat ini memungkinkan digunakan secara luas dalam tiap jenis pekerjaan pemadatan. Akibat sama efek ditimbulkan oleh *vibration roller* adalah gaya dinamis terhadap tanah cenderung mengisi bagian-bagian kosong terdapat diantara butir-butirnya sehingga akibatnya tanah menjadi padat, dengan susunan yang lebih kompak.

**2.1.3.1 Metode Perhitungan Produksi Alat Berat Vibration Roller**

Untuk menghitung produksi alat dapat digunakan persamaan sebagai berikut (Djoko Wilopo, 44:2009 dalam Buku Metode Konstruksi dan Alat-Alat Berat) :

$$KP = \frac{LK \times F \times H \times 1000 \times FK}{N} m^3 / jam \dots (5)$$

Keterangan :

KP = Luas permukaan lapisan yang dipadatkan (m<sup>2</sup>/jam)

LK = lebar efektif drum pada gilas (m)

F = kecepatan *compactor* (km/jam)

H = ketebalan material yang dipadatkan untuk setiap jalur yang dipadatkan (m)

FK = Faktor koreksi

N = Jumlah lintasan (*pass*) yang diperlukan untuk mencapai kemampuan yang dikehendak.

2.1.4 Tandem Roller

Tandem roller adalah alat penggilas atau pemadat terdiri atas berporos 2 (*two axle*) dan berporos 3 (*three axle tandem roller*). Alat penggerakannya adalah roda depan. Biasanya digunakan untuk penggilasan akhir, karena fungsinya meratakan permukaan, bukan memadatkan batuan keras dan tajam.

2.1.4.1 Metode Perhitungan Produksi Alat Berat Tandem Roller

Menurut Rochmanhadi (1982), Tandem Roller adalah alat yang memberikan lintasan yang sama pada masing-masing rodanya beratnya antara 8-14 ton.

Untuk menghitung produktivitas alat berat tandem roller (Bina Marga, 2012 ) yaitu :

$$Q = \frac{(be \times v \times 1000) \times t \times Fa}{n} \dots (6)$$

Keterangan :

- Q = Kapasitas produksi Tandem Roller (m<sup>3</sup>/jam)
- v = Kecepatan rata-rata alat (km/jam)
- b = Lebar efektif pemadatan (m)
- bo = lebar overlap (m)
- be = b-bo
- Fa = Faktor efisiensi alat
- t = Tebal Lapis padat (m)

2.1.5 Dump Truck

Dump truck menurut Rochmanhadi (1982), suatu alat yang berfungsi memindahkan suatu material dari suatu tempat ke tempat lain.

Pemilihan dump truck harus mempertimbangkan kemampuan produksi alat gali maupun pemuatnya agar tidak terdapat alat yang menganggur dan mempertimbangkan kerugiannya.

Dump truck mempunyai 3 fungsi :

1. Side dump truck (penumpahan kesamping)
2. Rear dump truck (penumpahan kebelakang)
3. Rear dan side dump truck (penumpahan kebelakang dan kesamping)

Rochmanhadi (1985), mengemukakan waktu siklus dump truck terdiri dari waktu muat, waktu angkut, waktu kembali, waktu bongkar muatan dan mengatur posisi serta dipengaruhi pula oleh beberapa faktor, antara lain factor kerja, kondisi kerja dan kondisi jalan kerja.

2.1.5.1 Metode Perhitungan Produksi Alat Berat Dump Truck

Produktivitas dump truck dinyatakan dengan rumus :

$$Q = \frac{C \times 60 \times E}{Cm} \dots (7)$$

Keterangan :

- Q = Produksi perjam (m<sup>3</sup>/jam)
- C = Kapasitas rata-rata dump truck (m<sup>3</sup>)

E = Efisiensi Kerja

Cm = waktu siklus dump truck (menit)

Kapasitas produksi Dump Truck (Bina Marga,2012), dapat dihitung dengan rumus :

$$Q = \frac{V \times Fa \times 60}{Bil \times Ts} \dots (8)$$

Dimana :

- Q = Produksi per jam (m<sup>3</sup>/jam)
- Fa = factor Efisiensi
- Bil = Berat isi lepas (ton/m<sup>3</sup>)
- Ts = Waktu siklus Dump Truck (Menit)

Untuk menghitung waktu siklus Dump Truck ( Soedrajad, 1994) yaitu :

a. Waktu muat (t1)

$$t1 = \frac{V \times 60}{D \times Q} \dots (9)$$

b. Waktu tempuh isi (t2)

$$t2 = \frac{L}{v1} \times 60 \dots (10)$$

c. Waktu tempuh kosong (t3)

$$t3 = \frac{L}{v2} \times 60 \dots (11)$$

Keterangan :

- L = Jarak Dump Truck membuang material hasil galian keluar dari lokasi pekerjaan (m)
- V1 = Kecepatan Dump Truck bermuatan (km/jam)
- V2 = Kecepatan Dump Truck kosong (km/jam)
- D = Berat isi material (ton/m<sup>3</sup>)

Untuk menentukan jumlah siklus yang diperlukan excavator untuk mengisi Dump Truck :

$$n = \frac{V \text{ dump truck}}{V \text{ Excavator}} \times Fb \dots (12)$$

Keterangan :

- V dump truck = kapasitas bak Dump Truck (m<sup>3</sup>)
- V Excavator = kapasitas bucket Excavator (m<sup>3</sup>)
- Fb = Faktor bucket Excavator

2.1.6 Motor Grader

Motor grader adalah alat besar yang berfungsi sebagai pembentuk permukaan tanah atau perataan tanah. biasanya digunakan dalam proyek jalan untuk membuat kemiringan tertentu suatu ruas jalan. Dengan blade yang dapat diatur tingkat kemiringannya. Blade dari motor grader ini dapat diatur sedemikian rupa, sehingga fungsinya bisa diubah angle dozer atau tilting dozer ini jelas lebih flexible dari pada jenis dozer. Variasi posisi blade ini tidak berarti bahwa motor grader termasuk dari jenis dozer, karena dalam pekerjaan penggusuran tanah, bulldozer jauh lebih efektif dari pada grader, hal ini disebabkan tenaga yang tersedia dan juga letak sentroid (titik berat) pada blade bulldozer.

**2.1.6.1 Metode Perhitungan Produksi Alat Berat Motor Grader**

Untuk menghitung produktivitas alat berat motor grader (Bina Marga, 2010) yaitu :

$$Q = \frac{Lh \times b \times t \times Fa \times 60}{Ts \times n} \dots (13)$$

Apabila,  $N > 1$

$$Q = \frac{Lh \times (N \times (b - bo) + bo) \times t \times Fa \times 60}{Ts \times n} \dots (14)$$

Keterangan :

- Q = Produksi per jam (m<sup>2</sup>/jam)
- N = Jumlah lajur lintasan
- bo = Lebar *Overlap* (m)
- Fa = Faktor efisiensi alat
- Ts = Waktu siklus motor grader (menit)
- Lh = Panjang Hampan (m)
- b = Lebar efektif kerja blade
- t = Tebal lapis agregat padat
- n = jumlah passing

**2.1.7 Water Tank Truck**

*Water tank truck* digunakan untuk mengangkut air, yang digunakan untuk menyiram permukaan material yang dipadatkan. Pada proses pemadatan lapisan pondasi bawah terlalu kering maka disiram air pada lapisan ini. Banyaknya air yang disiram ditentukan secara visual artinya kadar air yang disiramkan tidak melebihi kadar air optimum oleh pengawas lapangan sedemikian hingga agregat tidak terlalu basah. Jika kadar air kurang ditambahkan pada saat penggilasan pada pekerjaan pemadatan digunakan *vibration roller* dengan bobot 8 ton. Kepadatan umumnya dicapai dengan 8 sampai 10 passing secara memanjang diatas lapisan pondasi bawah. Setelah pekerjaan lapisan pondasi bawah selesai dilanjutkan dengan pekerjaan lapisan pondasi atas.

**2.1.7.1 Metode Perhitungan Produksi Alat Berat Water Tank Truck**

Untuk menghitung produktivitas alat berat *Water Tank Truck* (Biba Marga, 2010) yaitu :

$$Q = \frac{Pa \times Fa \times 60}{1000 \times Wc}$$

Dimana :

- Q = Kapasitas produksi alat per jam (m<sup>3</sup>/jam)
- Pa = Kapasitas pompa air (liter/menit)
- Fa = Faktor Efisiensi alat
- Wc = Kebutuhan air/m<sup>3</sup> material padat m<sup>3</sup>

**2.1.8 Asphalt Finisher**

Alat ini berfungsi untuk menghamparkan aspal olahan dari mesin pengolah aspal, serta meratakan lapisannya. *Asphalt finisher* memiliki roda yang berbentuk kelabang atau disebut dengan *crawler track* dengan *hopper* yang tak beralas. Sedangkan dibawah *hopper* tersebut terdapat pisau yang juga selebar

*hopper*. Pada saat proses penghamparan, awalnya dimulai dengan memasukan aspal ke *hopper*, kemudian aspal akan langsung turun ke permukaan dan disisir oleh pisau. Untuk mendapatkan tingkat kerataan yang diinginkan akan diatur oleh pisau tersebut.

**2.1.8.1 Metode Perhitungan Produksi Alat Berat Asphalt Finisher**

*Asphalt Finisher* (Rochmanhadi, 1982) adalah alat yang berfungsi untuk menghamparkan material yang telah diproses oleh mixing plant yang disebut dengan aspal beton dari AMP diangkut dengan *dump truck* ke lokasi pekerjaan dan dituangkan ke *asphalt finisher*.

Untuk menghitung produktivitas alat berat *Asphalt Finisher* (Bina Marga, 2010) yaitu :

$$Q = V \times b \times 60 \times Fa \times t \times D \dots (15)$$

Dimana :

- Q = Kapasitas produksi *Asphalt Finisher* (m<sup>3</sup>/jam)
- V = Kecepatan menghampar (m/menit)
- b = Lebar hampan (m)
- Fa = Faktor Efisiensi alat
- t = Tebal lapis padat (m<sup>3</sup>)
- D = Berat jenis bahan (ton/m<sup>3</sup>)

**2.1.9 Asphalt mixing plant**

*Asphalt mixing plant* (Rochmanhadi, 1982) adalah alat pengolah aspal atau hot mixed bituminous dengan agregat yang digunakan untuk kepentingan pembuatan perkerasan jalan. Produktivitas aspal yang berkapasitas besar dilakukan dengan menggunakan sebuah mixing plant (tempat pengolahan aspal). *Asphalt mixing plant* yang sering dijumpai di Indonesia adalah *type TSAP series*, karena pengendaliannya sederhana, mudah dioperasikan, pengoperasiannya ekonomis, awet dan performancenya tinggi.

*Asphalt mixing plant* campuran batch memiliki interval waktu antara dua batch pencampuran. Biasanya, satu siklus batch membutuhkan waktu 40 hingga 45 detik.

**2.1.9.1 Metode Perhitungan Produksi Alat Berat Asphalt mixing plant**

Untuk menghitung produktivitas alat berat *Asphalt Mixing Plant* (Bina Marga, 2012) yaitu :

$$Q = V \times Fa \dots (16)$$

Keterangan :

- Q = Kapasitas produksi *asphalt finisher* (m<sup>3</sup>/jam)
- V = Kecepatan menghampar (m/menit)
- Fa = Faktor Efisiensi alat

**2.2 Komponen Biaya Alat Berat**

**2.2.1 Biaya Kepemilikan**

Biaya kepemilikan adalah biaya kepemilikan alat yang harus diperhitungkan selama alat yang

bersangkutan dioperasikan, apabila alat tersebut milik sendiri.

- a) Biaya pasti (pengembalian modal dan bunga) setiap tahun dihitung sebagai berikut :
  1. Nilai sisa alat ( C )

$$C = 10\% \times B \quad \dots (17)$$

2. Faktor ansuran / pengembalian modal
 
$$D = \frac{i \times (1+i)^A}{(1+i)^A - 1} \quad \dots (18)$$

3. Biaya pasti perjam
  - a. Biaya pengembalian modal

$$G = \frac{(B-C) \times D + F}{W} \quad \dots (19)$$

- b. Biaya asuransi dan lai-lain

$$F = \frac{0.002 \times B}{W} \quad \dots (20)$$

- b) Biaya operasi dan pemeliharaan
  1. Biaya bahan bakar
 
$$H = (12.5 \text{ s/d } 17.5)\% \times HP \times Ms \quad \dots (21)$$
  2. Biaya pelumas
 
$$I = (1 \text{ s/d } 2)\% \times HP \times M \quad \dots (22)$$
  3. Biaya perbaikan dan perawatan (K)
 
$$K = (12.5 \text{ s/d } 17.5)\% \times \frac{W}{B} \quad \dots (23)$$
  4. Biaya operator
 
$$L = 1 \text{ orang/jam} \times U \quad \dots (24)$$

**2.2.2 Biaya Penyewaan Alat**

Perhitungan biaya dilakukan dengan mengalikan biaya sewa dengan jumlah peralatan dan lama waktu sewa.

$$\text{Total biaya} = \frac{V}{N \times Q} \times \text{biaya sewa jam}$$

Dimana :

V = Volume pekerjaan

N = Jumlah unit

Q = Produktivitas per jam

**2.3 Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan**

Harga satuan pekerjaan biaya yang dihitung dalam suatu analisis harga satuan suatu pekerjaan, yang terdiri atas biaya langsung (tenaga kerja, bahan dan peralatan) dan biaya operasional atau tidak langsung (biaya umum atau *over head*, dan keuntungan) sebagai mata pembayaran suatu jenis pekerjaan tertentu. termasuk pajak-pajak.

**2.3.1 Perhitungan Harga Satuan Alat per m<sup>3</sup>**

Harga satuan dasar alat adalah besarnya biaya yang dikeluarkan pada komponen biaya alat yang meliputi biaya pasti, biaya tidak pasti atau operasi, biaya bengkel dan biaya upah, biaya perbaikan dan biaya operatornya.

Harga satuan alat per m<sup>3</sup> dapat dihitung dengan mengalikan koefisien alat dan harga alat sewa, dengan rumusan dibawah ini. (Panduan Analisis Harga

Satuan No 008/BM/2008, 31:2008 Direktorat Jenderal Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum)

- a. Koef alat = 1/Q
- b. Harga Alat = Koef.Alat x Harga sewa alat perjam

**2.3.2 Harga Satuan Bahan per m<sup>3</sup>**

Harga Satuan Bahan adalah besarnya biaya yang dikeluarkan pada komponen bahan untuk memproduksi satu satuan pengukuran pekerjaan tertentu.

**2.3.3 Perhitungan Harga Satuan Dasar Tenaga Pekerja**

Harga satuan dasar tenaga pekerja per jam dapat dihitung dengan mengalikan koefisien tenaga dan upah perjam, dengan rumusan dibawah ini. (Panduan Analisis Harga Satuan No 008/BM/2008, 31:2008, Direktorat Jenderal Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum)

- i. Koef Tenaga = 1 x jam kerja (7 jam)/Q
- ii. Harga satuan tenaga = Koef.Alat x Upah (Rp/jam)

**3. METODOLOGI PENELITIAN**

**3.1 Lokasi Penelitian**

Penelitian ini dilakukan pada Proyek Pembangunan Marina Center Universitas Pattimura Tahap II yang berlokasi di Desa Hila, Kecamatan leihitu, Kabupaten Maluku Tengah kota Ambon.



**Gambar 1. Peta Lokasi Pembangunan Marina Center Universitas Pattimura Tahap II (sumber : google Maps, diakses 15 maret 2021)**

**3.2 Jenis Data**

Adapun jenis data yang dipakai dalam penulisan ini adalah :

1. Data primer adalah data yang diperoleh peneliti secara langsung. yaitu berupa Observasi Lapangan.

2. Data sekunder adalah data yang diperoleh peneliti secara tidak langsung atau melalui perantara.

Data yang diperoleh merupakan data yang berhubungan dengan penelitian menyangkut alat berat dan data yang diperoleh yaitu :

- a. Shop Drawing
- b. Volume pekerjaan
- c. Data-data alat berat, meliputi jenis alat berat yang digunakan, spesifikasi alat berat, biaya sewa alat, waktu pelaksanaan pekerjaan/ waktu kerja alat dan waktu kerja alat.

**3.3 Metode Analisis**

Tahapan analisis data yang dilakukan sebagai berikut :

1. Perhitungan volume pekerjaan galian dan timbunan (*cut and fill*) saluran drainase.
2. Menghitung produktivitas masing-masing alat berat yang digunakan dan Mengitung produktivitas alat berat berdasarkan jenis pekerjaan dalam hal ini pekerjaan jalan raya.
3. Menghitung biaya penggunaan alat berat yang digunakan pada pekerjaan yang dilakukan.
4. Pengolahan data dengan menggunakan bantuan *Microsoft Excel* dan perhitungan secara manual.

**4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

**4.1 Perhitungan Volume Galian dan Timbunan saluran drainase**

Pekerjaan tanah galian dan timbunan (*cut and fill*) adalah metode perencanaan dengan cara menggali/memotong (*cut*) dan menimbun (*fill*). Pada pelaksanaan Pembangunan Proyek Marina Center Universitas Pattimura Tahap II, Adapun Pekerjaan galian dan timbunan yang dilakukan oleh alat excavator untuk pembuatan saluran drainase. Saluran drainase pada pembangunan proyek ini terbagi atas saluran primer dan saluran sekunder. Berikut hasil perhitungan galian dan timbunan pada pekerjaan saluran drainase :

**Tabel 1. Perhitungan Volume Pekerjaan Galian Dan Timbunan Saluran Primer**

VOLUME PEKERJAAN GALIAN DAN TIMBUNAN								
NO	URAIAN PEKERJAAN	RUMUS	LEBAR		TINGGI	jumlah saluran	L	volume
			a	b	(h')			
			(m)	(m)	(m)			
PEKERJAAN TANAH								
1	Galian	$(a+b) \times t / 2 \times L \times \text{jumlah}$	2.40	2.00	1.50	1.00	221.00	729.30
2	urungan tanah kembali	$(a+b) \times t / 2 \times L \times \text{jumlah}$	0.50	0.30	1.50	2.00	221.00	265.20

Sumber : Penulis, 2021

**Tabel 2. Perhitungan Volume Pekerjaan Galian Dan Timbunan Saluran sekunder**

VOLUME PEKERJAAN GALIAN DAN TIMBUNAN									
NO	URAIAN PEKERJAAN	RUMUS	LEBAR			TINGGI	jumlah saluran	L (pg saluran)	volume (m3)
			a	b	(b')	(h')			
			(m)	(m)	(m)	(m)			
RUASI (Belakang Pos Sampai Laut Dan Belakang Asrama)									
1	Galian	$(b' \times h' \times L \times \text{jumlah})$	1.1	1.1	1.1	0.72	1	371.9	294.54
2	Urungan tanah kembali	$(1/3) \times \text{volume galian}$	0	0	0	0	1	0	98.18
RUAS II (Samping Asrama Sampai Saluran Primer)									
1	Galian	$(b' \times h' \times L \times \text{jumlah})$	1.1	1.1	1.1	0.72	1	202	159.98
2	Urungan tanah kembali	$(1/3) \times \text{volume galian}$	0	0	0	0	0	0	53.33
RUAS III (Depan Kolam Benih)									
1	Galian	$(b' \times h' \times L \times \text{jumlah})$	1.1	1.1	1.1	0.72	1	322.3	255.26
2	Urungan tanah kembali	$(1/3) \times \text{volume galian}$	0	0	0	0	0	0	58.09
								Total volume galian	709.79
								Total volume urungan tanah kembali	236.6

Sumber : Penulis, 2021

**4.2 Perhitungan Produktivitas Alat Berat**

Pada analisis produktivitas alat berat yang digunakan dalam penelitian ini, menggunakan rumus perhitungan produktivitas alat sesuai standar dari dokumen Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Bidang Umum, dan data sesuai dengan yang diperoleh dari proyek Pembangunan Marina Center Universitas Pattimura Tahap II dan data didalamnya sesuai standar spesifikasi yang telah ditentukan.

**Tabel 3. Perhitungan produktivitas alat berat**

Alat berat	Pekerjaan	Produktivitas per jam	Produktivitas/hari
<i>Excavator</i>	Menggali material	122.52 m <sup>3</sup> /jam	857.64 m <sup>3</sup> /hari
	Memindahkan material ke dump truk	173.67 m <sup>3</sup> /jam	1215.69 m <sup>3</sup> /hari
<i>Wheel loader</i>	Memindahkan material ke dump truk	141.1 m <sup>3</sup> /jam	987.7 m <sup>3</sup> /hari
	Memindahkan material ke cold bin AMP	52.359 m <sup>3</sup> /jam	366.513 m <sup>3</sup> /hari
<i>Dump truck</i>	Dimuat oleh <i>Excavator</i>	50.66 m <sup>2</sup> /jam	354.62 m <sup>3</sup> /hari
	Dimuat oleh <i>Wheel loader</i>	44.75 m <sup>2</sup> /jam	313.25 m <sup>3</sup> /hari
<i>Motor grader</i>	Perataan hamparan	3352.94 m <sup>2</sup> /jam	23.470,58 m <sup>2</sup> /hari
	Perataan hamparan padat	419.119 m <sup>2</sup> /jam	2.933,82 m <sup>2</sup> /hari
	Pengupasan ( <i>grading</i> )	3352.94 m <sup>2</sup> /jam	23470.58 m <sup>2</sup> /jam

Vibratio n roller	Produktivita s	92.13 m <sup>2</sup> /jam	644.91 m <sup>2</sup> /jam
Water tank truck	Produktivita s	71.142 m <sup>3</sup> /jam	497.994 m <sup>3</sup> /jam
Tandem roller	Produktivita s	32.21 m <sup>3</sup> /jam	225.47 m <sup>3</sup> /jam
Asphalt mixing plant	Produktivita s	49.80 ton/jam	348.6 ton/hari
Asphalt finisher	Produktivita s	23.530 m <sup>3</sup> /jam	164.71 m <sup>3</sup> /hari

Sumber : Penulis, 2021

### 4.3 Perhitungan Produktivitas Alat Berat Berdasarkan Jenis Pekerjaan

Pekerjaan jalan pada proyek Pembangunan Marina Center Universitas Pattimura Tahap II terdiri dari pekerjaan galian dan timbunan (*cut and fill*) saluran drainase dan pengaspalan jalan raya. Berikut data pekerjaan perkerasan jalan raya :

- Panjang jalan = STA 00+000 – STA 00+900 m
- Lebar jalan = 7 m
- Lebar bahu jalan = 2 m
- Tebal agregat kelas S = 10 cm = 0.10 m
- Tebal agregat kelas B = 15 cm = 0.15 m
- Tebal agregat kelas A = 15 cm = 0.15 m
- Tebal HRS-BASE = 3.5 cm = 0.035 m
- Tebal HRS-WS = 3 cm = 0.03 m

Data perkerasan jalan diatas digunakan untuk perhitungan produktivitas alat berat pada pekerjaan perkerasan jalan raya.

Berikut hasil perhitungan produktivitas alat berat berdasarkan pekerjaan pada pekerjaan galian saluran drainase dan perkerasan jalan raya.

**Tabel 4. Hasil Perhitungan Produktivitas Alat Berat Berdasarkan Jenis Pekerjaan**

No	Pekerjaan	Jenis Alat	Kapasitas Produksi Perjam
1	Pekerjaan galian untuk saluran primer	Excavator	73.67 m <sup>3</sup> /jam
		Dump Truck	0.014 m <sup>3</sup> /jam
2	Pekerjaan galian untuk saluran sekunder ruas 1	Excavator	73.67 m <sup>3</sup> /jam
		Dump Truck	0.030 m <sup>3</sup> /jam
3	Pekerjaan galian untuk saluran sekunder ruas 2	Excavator	73.67 m <sup>3</sup> /jam
		Dump Truck	0.048 m <sup>3</sup> /jam
4	Pekerjaan galian untuk saluran sekunder ruas 3	Excavator	73.67 m <sup>3</sup> /jam
		Dump Truck	0.034 m <sup>3</sup> /jam
5	Pekerjaan galian biasa	Excavator	73.67 m <sup>3</sup> /jam
		Dump Truck	0.034 m <sup>3</sup> /jam
6	Pekerjaan penyiapan badan jalan	Motor Grader	3.352,94 m <sup>3</sup> /jam

		Vibration Roller	92.13 m <sup>3</sup> /jam
7	Pekerjaan timbunan biasa dari sumber galian	Excavator	130.35 m <sup>3</sup> /jam
		Dump Truck	3.44 m <sup>3</sup> /jam
		Motor Grader	3.352,94 m <sup>3</sup> /jam
		Vibration Roller	162.763 m <sup>3</sup> /jam
		Water Tank Truck	142.29 m <sup>3</sup> /jam
8	Pekerjaan timbunan pilihan pilihan dari sumber galian	Wheel Loader	141.1 m <sup>3</sup> /jam
		Dump Truck	3.93 m <sup>3</sup> /jam
		Motor Grader	115.19 m <sup>3</sup> /jam
		Vibration Roller	112.84 m <sup>3</sup> /jam
		Water Tank Truck	142.29 m <sup>3</sup> /jam
9	Pekerjaan lapis pondasi agregat kelas S	Wheel Loader	117.71 m <sup>3</sup> /jam
		Dump Truck	2.06 m <sup>3</sup> /jam
		Motor Grader	234.77 m <sup>3</sup> /jam
		Tire Roller	186.75 m <sup>3</sup> /jam
		Water Tank Truck	71.14 m <sup>3</sup> /jam
10	Pekerjaan lapis pondasi agregat kelas B	Wheel Loader	823.97 m <sup>3</sup> /jam
		Dump Truck	1.98 m <sup>3</sup> /jam
		Motor Grader	106.71 m <sup>3</sup> /jam
		Tire Roller	93.38 m <sup>3</sup> /jam
		Water Tank Truck	71.14 m <sup>3</sup> /jam
11	Pekerjaan lapis pondasi agregat kelas A	Wheel Loader	117.56 m <sup>3</sup> /jam
		Dump Truck	1.98 m <sup>3</sup> /jam
		Motor Grader	106.71 m <sup>3</sup> /jam
		Tire Roller	84.38 m <sup>3</sup> /jam
		Water Tank Truck	71.14 m <sup>3</sup> /jam
12	Pekerjaan agregat penutup burtu	Wheel Loader	8.179,71 m <sup>3</sup> /jam
		Dump Truck	110.45 m <sup>3</sup> /jam
13	Pekerjaan latasir kelas A (SS-A)	Wheel Loader	104.48 ton/jam
		Asphalt Mixing Plant	49.80 ton/jam
		Dump Truck	81.95 ton/jam
		Asphalt Finishing	25.88 ton/jam
		Tire Roller	31.52 ton/jam
14	Pekerjaan latasir kelas B (SS-B)	Wheel Loader	104.48 ton/jam
		Asphalt Mixing Plant	49.80 ton/jam
		Dump Truck	61.46 ton/jam
		Asphalt Finishing	34.51 ton/jam
		Tire Roller	42.02 ton/jam
15	Pekerjaan lapis Aus (HRS-Wc)	Wheel Loader	104.48 ton/jam
		Asphalt Mixing Plant	49.80 ton/jam
		Dump Truck	2.70 ton/jam
		Asphalt Finishing	52.47 ton/jam
		Tire Roller	63.90 ton/jam

Sumber : Penulis, 2021



4.4 Perhitungan Analisa harga satuan penggunaan alat berat

Pada analisis perhitungan Analisa harga satuan penggunaan alat berat yang digunakan dalam penelitian ini, menggunakan rumus perhitungan dari dokumen Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Bidang Umum dan spesifikasi umum 2010 revisi 3. Data dan rumus perhitungan didalamnya sesuai dengan standar spesifikasi yang telah ditentukan.

Tabel 5. Hasil Perhitungan Biaya Penggunaan Alat Berat/Jam

No	Jenis Alat	Hasil Perhitungan Biaya/jam
1	Excavator	172,259.59 Rp/Jam
2	Wheel Loader	126,532.63 Rp/Jam
3	Dump Truck 3-5 Ton	131,477.95 Rp/Jam
4	Motor Grader	174,731.19 Rp/Jam
5	Vibration Roller	109,233.68 Rp/Jam
6	Water Tank Truck	131,478.12 Rp/Jam
7	Tandem Roller	109,233.68 Rp/Jam
8	Asphalt Mixing Plant	462,852.825 Rp/Jam
9	Asphalt Finisher	118,106.48 Rp/Jam

Sumber : Penulis, 2021

Dari hasil perhitungan penggunaan alat perjam dan dikalikan dengan waktu kerja alat dalam 1 hari yaitu 7 jam/hari, maka diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel 6. Hasil Perhitungan Biaya Penggunaan Alat Berat/ Hari

No	Jenis Alat	Hasil Perhitungan Biaya /hari (7jam)
1	Excavator	1.205.817,13 Rp/hari
2	Wheel Loader	885.728,41 Rp/hari
3	Dump Truck 3-5 Ton	920.345,65 Rp/hari
4	Motor Grader	1.223.118,33 Rp/hari
5	Vibration Roller	764.635,76 Rp/hari
6	Water Tank Truck	920.346,84 Rp/hari
7	Tandem Roller	764.635,76 Rp/hari
8	Asphalt Mixing Plant	3.239.969,775 Rp/hari
9	Asphalt Finisher	825.745,36 Rp/hari

Sumber : Penulis, 2021

Total biaya penggunaan alat berat pada pekerjaan galian dan timbunan (*cut and fill*) saluran drainase dan pekerjaan perkerasan jalan oleh alat berat *Excavator, Wheel Loader, Dump Truck 3-5 Ton, Motor Grader, Vibration Roller, Water Tank Truck, Tandem Roller, Asphalt Mixing Plant Dan Asphalt Finisher* sebagai berikut :

1. Total biaya perjam = 1.295.194,345 Rp/jam
2. Total biaya perhari = 12.435.325,62 Rp/hari

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Volume galian saluran primer sebesar 729.30 m<sup>3</sup> dan volume timbunan sebesar 265.20 m<sup>3</sup> dan volume galian saluran sekunder sebesar 709.79 m<sup>3</sup> dan volume timbunan sebesar 236.60 m<sup>3</sup>.
2. Produktivitas masing-masing alat berat yaitu *Excavator* pada pekerjaan galian sebesar 122.52 m<sup>3</sup>/jam dan pada pekerjaan pemindahan tanah sebesar 173.67 m<sup>3</sup>/jam, *Wheel loader* pada pekerjaan pemindahan material ke *dump truck* sebesar 987.7 m<sup>3</sup>/jam dan pada pekerjaan pemindahan material ke *asphalt mixing plant* sebesar 52.359 m<sup>3</sup>/jam, *Dump truck* yang dimuat oleh excavator sebesar 50.66 m<sup>3</sup>/jam dan yang dimuat oleh *Wheel loader* sebesar 44.75 m<sup>3</sup>/jam, *Motor grader* pada pekerjaan perataan hamparan sebesar 3352.94 m<sup>2</sup>/jam, pada pekerjaan perataan hamparan padat sebesar 419.117 m<sup>2</sup>/jam, dan pada pekerjaan pengupasan sebesar 3352.94 m<sup>2</sup>/jam, *Vibration Roller* sebesar 92.13 m<sup>3</sup>/jam, *Water tank truk* sebesar 71.142 m<sup>3</sup>/jam, *Tandem roller* sebesar 32.21 m<sup>3</sup>/jam, *Asphalt mixing plant* sebesar 49.80 ton/jam dan *Asphalt finisher* sebesar 23.530 m<sup>3</sup>/jam.
3. Besar biaya operasional masing-masing alat berat yakni *Excavator* Sebesar 172,259.59 Rp/Jam, *Wheel Loader* Sebesar 126,532.63 Rp/Jam, *Dump Truck 3-5 Ton* Sebesar 131,477.95 Rp/Jam, *Motor Grader* Sebesar 174,731.19 Rp/Jam, *Vibration Roller* Sebesar 109,233.68 Rp/Jam, *Water Tank Truck* Sebesar 131,478.12 Rp/Jam, *Tandem Roller* Sebesar 109,233.68 Rp/Jam, *Asphalt Mixing Plant* Sebesar 462,852.825 Rp/Jam dan *Asphalt Finisher* Sebesar 118,106.48 Rp/Jam. Total biaya perjam sebesar 1.295.194,345 Rp/jam dan total biaya perhari 12.435.325,62 Rp/hari.

5.2 Saran

Supaya dapat terlaksananya pelaksanaan pekerjaan sesuai dengan yang direncanakan, maka hal perlu diperhatikan antara lain :

1. Menempatkan peralatan dilokasi proyek dengan teratur tanpa mengganggu pelaksanaan pekerjaan, dengan demikian waktu pelaksanaan pekerjaan menjadi lebih efisien.
2. Melakukan perawatan pada jalan yang dilalui oleh alat berat untuk kelancaran pekerjaan dilokasi proyek.
3. Diharapkan nantinya ada penulisan lebih lanjut dengan menggunakan metode penjadwalan sehingga didapat perbandingan waktu perencanaan dan penyelesaian pekerjaan secara keseluruhan.

## DAFTAR PUSTAKA

- David Nugraha, 2018, *Analisis Biaya Dan Produktivitas Pemakaian Alat Berat Pada Kegiatan Pembangunan Jalan Akses Siak IV Pekanbaru*. Jurnal Ilmiah Elektronik Infrastruktur Teknik Sipil, Vol. 5 No. 1
- Fatena, Susy. (2008). *Alat Berat untuk Proyek Konstruksi*. Penerbit Rineka Cipta. Jakarta. *Pengertian Dan Perhitungan Alat-alat Berat* (Politeknik Negeri Bali, 2001:34).
- Indriatma, Bayu dan Prastyanto, Iwan (2005), *Analisis Manajemen Alat Berat Pada Pekerjaan Persiapan Proyek Stadion Sleman*, Tugas Akhir S1 Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Jang, H., Kim, K., Kim, J. and Kim, J. (2011), "*Labour productivity model for reinforced concrete construction projects*", *Construction Innovation*, Vol. 11 No. 1, pp. 92-113.
- Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, 2010, *Spesifikasi Umum Revisi 3*, Jakarta
- Rasyid, Muhammad Rusli (2008), *Analisis Produktivitas Alat-Alat Berat Proyek*, Tugas Akhir S1 Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Rochmanhadi (1982), *Alat-alat Berat dan Penggunaannya*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Rochmanhadi 1985-1992. *Perhitungan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan dengan Menggunakan Alat-alat Berat*. Penerbit Departemen PU, Jakarta.
- Rostiyanti, S.F. 2008. *Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi*. Penerbit Rineka Cipta, Jakarta.
- Rochmanhadi, *Kapasitas dan Produksi alat-Alat Berat*.: Departemen Pekerjaan Umum Jakarta, 1983
- Rochmanhadi, *Pemindahan Tanah Mekanis*. Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum, 2000
- Rostiyanti, S.F. (2008). *Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi, Edisi Kedua*. Jakarta : Rineka Cipta.
- Santoso, Rio Bayu (2013), *Analisis Manajemen Alat Berat Berdasarkan Nilai Biaya dan Waktu Optimal Produktivitas*, Tugas Akhir S1 Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.