

**ANALISIS PEMILIHAN KOMBINASI ALAT BERAT PADA
PEKERJAAN GALIAN DAN PEMUATAN TANAH PADA
PEMBANGUNAN KANTOR TAHAP II KANTOR PELAYANAN PAJAK
DAERAH SLEMAN**

Mahfuuzh Trihardono¹, Adityawan Sigit²

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan,
Universitas Islam Indonesia

Email: saputranegger@gmail.com

²Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan,
Universitas Islam Indonesia

Email: adityawan.sigit@uii.ac.id

Abstract: *The construction of the phase ii kppd sleman will heap does the work of mining and land .The job will be done by some heavy instrument commonly used in mining and work the excavator heap , wheel loaders , and dump truck .The purpose of this research is to know the right combination of heavy equipment levels as can be seen from the cost and time work . To get combination heavy equipments which optimally conducted by with calculate several an alternative combination.Of the results of the analysis calculation or four alternative combination instrument which includes combination excavator, wheel loader, and dump truck.From the condition real he it took 327 hours and cost rp.295.565.700-. While for first alternative the amount of time that are necessary during the 154 hours with fund of rp.160.156.600,00-.In the second one is the amount of time that are necessary during the 157 hours at a cost of 158.197.200,00- and on alternative third it takes time for seven hours to the amount of charge 172.682.500,00-. So could be seen from several the results of an alternative that is applied side by side comparisons with the condition of real in the ground in a comparison in order to get a combination of a tool that optimal .So that these chareges in the future the first alternative as a combination of the optimum in terms of their own the time and money spent consisting 1 a unit of excavator , 2 a unit of wheel loader and 18 dump to based on the recommendation of on the job diggers should manage roads and abdomen is like a heap the ground at office development the stage of 2 kppd sleman*

Keywords: *combination , heavy equipment , excavator , wheel loaders , and dump truck*

1. LATAR BELAKANG

Pada pekerjaan proyek pembangunan teknik sipil yang cukup besar, kontraktor atau pelaksana kadang-kadang dituntut untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut dengan waktu yang terbatas. Penggunaan alat berat merupakan faktor penting di dalam proyek terutama proyek-proyek konstruksi dengan skala yang besar (Rostiyanti, 2002). Tujuan alat-alat berat tersebut untuk memudahkan manusia dalam mengerjakan pekerjaannya sehingga hasil yang diharapkan dapat tercapai dengan lebih mudah pada waktu yang relative lebih singkat dan diharapkan hasilnya akan lebih baik.

Dalam pembangunan kantor tahap II KPPD Sleman terdapat pekerjaan pemindahan tanah dengan volume besar, sehingga sangat mustahil dilakukan secara manual. Pembangunan kantor ini sudah seharusnya menggunakan bantuan alat berat untuk pekerjaan pemindahan tanah. Beberapa alat berat yang dapat dipakai pada pekerjaan pemindahan tanah yaitu *excavator*, *wheel loader* dan *dump truck*. Penggunaan alat berat tersebut dimaksudkan untuk pekerjaan pemindahan tanah sehingga selesai sesuai waktu dan biaya yang ekonomis.

Beberapa masalah timbul pada proyek pembangunan kantor tahap II KPPD Sleman, salah satu yang menjadi persoalan adalah penggunaan alat yang akan digunakan dalam hal ini adalah *excavator*, *wheel loader*, dan *dump truck*. Bila penggunaan alat yang digunakan tidak sesuai dengan kebutuhan maka penggunaan alat berat tersebut tidak akan optimal dan akan memengaruhi waktu penyelesaian. Permasalahan tersebut dapat ditanggulangi dengan membuat metode kombinasi alat berat yang sesuai kebutuhan. Dengan memanfaatkan penggunaan *excavator*, *wheel loader*, dan *dump truck*, kita dapat mengetahui produktifitas alat-alat tersebut, maka dapat menentukan kombinasi alat berat yang sesuai kebutuhan sehingga kerugian dan keterlambatan proyek dapat diminimalisirkan atau bahkan dihindarkan.

2. TUJUAN

Berdasarkan pada berbagai masalah yang dihadapi maka penelitian ini dibuat dengan tujuan untuk mendapatkan kombinasi alat berat berupa *excavator*, *loader*, dan *dump truck* yang optimum dari segi biaya dan waktu pada

pekerjaan tanah pada proyek pembangunan kantor tahap II KPPD Sleman.

3. MANFAAT

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Memberikan berbagai opsi kepada para kontraktor dalam pemilihan kombinasi alat berat sesuai dengan medan.
2. Menambah wawasan bagi pembaca tentang kombinasi alat berat yang digunakan pada pekerjaan teknik sipil khususnya galian dan timbunan serta pengelolaan dan pemanfaatannya.
3. Menambah pengetahuan bagi peneliti mengenai kombinasi alat berat yang digunakan untuk pekerjaan galian dan timbunan serta optimalisasi pengelolaan dan pemanfaatannya.

4. BATASAN PENELITIAN

Peneliti mempunyai pembatasan masalah agar tidak menjadi luas yaitu :

1. Penelitian dilakukan pada proyek pembangunan kantor tahap II KPPD Sleman.
2. Penelitian pada pekerjaan pemindahan tanah.
3. Alat berat yang digunakan dalam kombinasi ialah *excavator* Komatsu PC200-8, *wheel loader* Komatsu WA380-3 dan *dump truck* kapasitas bak 7 m³.
4. Tanah sisa hasil galian diasumsikan dipindahkan ke *quary*.
5. Data yang digunakan berupa jenis alat berat yang digunakan, jam kerja alat dan biaya peminjaman alat.
6. Jam kerja alat berat yang ditinjau adalah jam kerja normal dengan waktu 7 jam/hari.
7. *Time Schedule* proyek sebagai acuan untuk durasi kegiatan pengecoran pada proyek ini.
8. Pada penelitian ini perbandingan biaya dan efektifitas waktu pekerjaan akan menjadi fokus yang utama.

5. LANDASAN TEORI

5.1 Manajemen Alat Berat

Manajemen pemilihan dan pengendalian alat berat adalah proses merencanakan, mengorganisir, memimpin dan mengendalikan alat berat untuk mencapai tujuan pekerjaan yang telah ditentukan (Sahid, 2017). Beberapa faktor yang harus diperhatikan dalam pemilihan alat

berat, sehingga kesalahan dalam pemilihan alat berat dapat dihindari, antara lain adalah :

1. Fungsi yang harus dilaksanakan. Alat berat dikelompokkan berdasarkan fungsinya, seperti menggali, mengangkat, meratakan permukaan
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 yang dipilih berdasarkan arah (horizontal maupun vertikal) dan jarak gerakan, kecepatan, frekuensi gerakan
4. Pembatasan dari metode yang dipakai. Pembatasan mempengaruhi pemilihan alat berat antara lain peraturan lalu lintas, biaya dan pembongkaran. Selain itu, metode konstruksi yang dipakai dapat membuat pemilihan alat berubah
5. Ekonomi. Selain biaya investasi atau biaya sewa peralatan, biaya operasi dan pemeliharaan merupakan faktor penting dalam pemilihan alat berat
6. Jenis proyek. Ada beberapa jenis proyek yang umumnya menggunakan alat berat yaitu proyek gedung, pelabuhan, jalan, jembatan, irigasi, pembukaan hutan dan dam
7. Lokasi proyek. Lokasi proyek merupakan hal lain yang perlu diperhatikan dalam pemilihan alat berat. Sebagai contoh lokasi proyek berada 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 merupakan hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan alat berat yang akan dipakai. Tanah terbagi dalam kondisi padat, lepas, atau lembek
1. Kondisi lapangan. Kondisi dengan medan yang sulit dan medan yang baik merupakan faktor lain yang mempengaruhi pemilihan alat berat.

5.2 `Pengertian Alat Berat

Alat berat adalah peralatan mesin berukuran besar yang didesain untuk melaksanakan fungsi konstruksi seperti pengerjaan tanah, konstruksi jalan, konstruksi bangunan, perkebunan, dan pertambangan. Keberadaan alat berat dalam setiap proyek

sangatlah penting guna menunjang pembangunan infrastruktur maupun dalam mengeksplorasi hasil tambang. Banyak keuntungan yang didapat dalam menggunakan alat berat yaitu waktu yang sangat cepat, tenaga yang besar, nilai-nilai ekonomis dan lainnya.

5.3 Metode Perhitungan Alat Berat yang Digunakan

1. Excavator

Excavator adalah alat untuk menggali daerah yang letaknya di bawah kedudukan alat, dapat menggali dengan kedalaman yang teliti serta dapat digunakan sebagai alat pemuat bagi *dump truck*.

$$Q = \frac{q \times 3600 \times E}{Cm}$$

Ket: Q = Produksi per jam (m³/jam)
q = Produksi per siklus (m³)
E = Efisiensi kerja
Cm = Waktu siklus dalam menit

2. Wheel Loader

Wheel loader adalah traktor beroda ban, serba guna dan memiliki kemampuan traksi yang berasal dari *wheel loader* digunakan untuk bermacam-macam pekerjaan tanah seperti menggali, mendorong, mengurug dan mengangkat.

$$Q = q \times \frac{60}{Cm} \times E$$

Ket : Q = Produksi per jam (m³/jam)
q = Produksi per siklus (m³)
E = Efisiensi kerja
Cm = Waktu siklus dalam menit

3. Dump Truck

Merupakan peralatan/kendaraan yang dibuat khusus untuk alat angkut karena kelebihan dalam kecepatan, kapasitas dan fleksibilitasnya. Sebagai alat angkut, *dump truck* luwes dan mudah dikoordinasi dengan alat-alat lain (alat-alat gali dan pemuat).

$$Q = \frac{C \times 60 \times E}{Cm}$$

Ket: Q = Produksi per jam (m³/jam)
C = Kapasitas rata-rata *dump truck* (m³)
E = Efisiensi kerja
Cm = Waktu siklus dalam menit

6. METODE PENELITIAN

Metode penelitian disusun untuk mengarahkan pembahasan studi secara terstruktur mulai dari penelitian pendahuluan, penemuan masalah, pengamatan, pengumpulan data baik dari referensi tertulis maupun observasi langsung di lapangan, melakukan pengolahan dan interpretasi data sampai penarikan kesimpulan atas permasalahan yang diteliti.

6.1 Pengumpulan Data

Data-data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari dua jenis data, yaitu data primer dan data sekunder.

1. Data Primer

Data primer adalah sumber data yang langsung memberikan data kepada pengumpul data. Data yang diperlukan penulis yaitu berupa data-data mengenai proyek yang ditinjau, meliputi.

- Jenis alat yang digunakan
- Jam kerja alat
- Spesifikasi alat
- Biaya sewa alat

2. Data Sekunder

Data sekunder adalah sumber yang tidak langsung memberikan data kepada pengumpul data, misalnya lewat dokumen atau orang lain (Sugiono, 2012). Data sekunder, berupa data yang diperoleh dari referensi tertentu atau literatur literatur yang berkaitan dengan alat berat. Data sekunder yang dimaksud antara lain.

- Data proyek yang diambil dari dokumen kontrak
- Data proyek yang diambil dari laporan-laporan harga satuan alat berat

6.2 Metode Pengolahan Data

Metode pengolahan data merupakan pengolahan terhadap data-data yang telah dikumpulkan baik itu data primer maupun data sekunder. Sebelum pengolahan data dilakukan terlebih dahulu melalui tahapan-tahapan sebagai berikut:

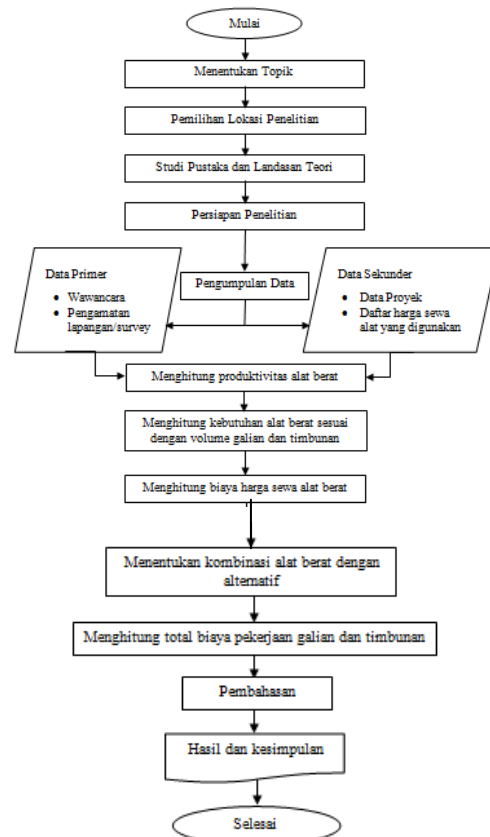
- Melakukan studi pustaka yang didapat dari berbagai buku-buku literatur.
- Merangkum teori yang berhubungan antara manajemen konstruksi dan hal-hal lain yang saling terkait.
- Mengumpulkan data dari penjelasan yang didapat langsung dari kontraktor pelaksana proyek.

- Melakukan penyusunan konsep pemilihan alat berat pada pekerjaan galian dan timbunan tanah.

Untuk mendapatkan kombinasi alat berat yang efektif dan efisien dari segi waktu dan biaya, akan dilakukan perhitungan manual pada tiap tahapnya. Berikut adalah perhitungan untuk tiap tahapannya.

- Menghitung produktivitas masing-masing alat berat.
- Menghitung biaya sewa masing-masing alat berat.
- Menentukan jumlah alat berat pada setiap pekerjaan.
- Menghitung total waktu untuk tiap alternatif.
- Menghitung total biaya untuk tiap alternatif.
- Membandingkan tiap alternatif untuk mendapatkan alternatif dengan waktu tersingkat dan biaya termurah.

6.3 Bagan Alir Penelitian



Gambar 6.1 Bagan Alir Penelitian

7. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

7.1 Analisis Data

Studi kasus pada penelitian ini adalah Proyek Pembangunan Kantor Tahap II KPPD Sleman, Sleman, DIY. Berikut data proyek yang diperoleh antara lain:

Lokasi proyek : Jalan Magelang Km.13,
Triharjo, Kecamatan
Sleman, Sleman, Yogyakarta

Volume galian lapangan : 9.731,52 m³

Volume timbunan lapangan : 270 m³

Volume tanah sisa : 9.461,52 m³

1. Perhitungan Produktivitas Alat

a. Excavator

Tipe :Komatsu PC200-8
Kapasitas bucket (q') : 1 m³
Efisiensi kerja (E) : 0,75
Faktor bucket (K) : 0,8
Waktu gali 1 : 11 detik
Waktu gali 2 : 8 detik
Waktu buang 1 : 6 detik
Waktu buang 2 : 6 detik
Waktu putar : 5 detik

Produktivitas menggali :

$$Q = \frac{q \times 3600 \times E}{Cm} = \frac{0,8 \times 3600 \times 0,75}{27} = 80,00 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Produktivitas memuat :

$$Q = \frac{q \times 3600 \times E}{Cm} = \frac{0,8 \times 3600 \times 0,75}{24} = 90,00 \text{ m}^3/\text{jam}$$

b. Wheel Loader

Tipe :Komatsu WA380-3
Kapasitas bucket (q') : 3 m³
Metode angkut : Muat-Angkut
Jarak Angkut (D) : 100 m
Tipe tanah :Tanah Biasa
Faktor bucket (K) : 0,8
Efisiensi kerja (E) : 0,75
Kecepatan maju (F) : 15 km/jam
Kecepatan mundur (R) : 15 km/jam
Produktivitas memuat:

$$Q = \frac{60}{Cm} \times q \times E = \frac{60}{1} \times 2,4 \times 0,75 = 144 \text{ m}^3/\text{jam}$$

c. Dump Truck

Kapasitas bak dump truck (c) : 7 m³
Kapasitas pemuat 1 (q'1) : 3 m³
Kapasitas pemuat 2 (q'2) : 1 m³
Factor bucket pemuat (K) : 0,8
Efisiensi kerja (E) : 0,75
Jarak Angkut (D) : 2500 m
Waktu angkut 1 (ta₁) : 10 menit

Waktu angkut 2 (ta₂) : 7 menit

Waktu buang (t₁) : 0,5 menit

Waktu tunggu (t₂) : 0,2 menit

Waktu siklus pemuat 1 (Cms 1) :

1 menit

Waktu siklus pemuat 2 (Cms 2) :

0,4 menit

Produktivitas oleh excavator :

$$Q = \frac{C \times 60 \times E}{Cm} = \frac{7,2 \times 60 \times 0,75}{21,3} = 15,21 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Produktivitas oleh wheel loader :

$$Q = \frac{C \times 60 \times E}{Cm} = \frac{7,2 \times 60 \times 0,75}{20} = 16,24 \text{ m}^3/\text{jam}$$

1. Perhitungan Biaya Sewa Alat Berat

a. Excavator

Merek : Komatsu PC200-8
Harga sewa alat : Rp.352.500,00 /jam

b. Wheel Loader

Merek : Komatsu WA380-3
Harga sewa alat : Rp. 416.500,00 /jam

c. Dump Truck

Tipe/jenis : Kapasitas bak 7 m³
Harga sewa alat : Rp.210.600,00 /jam

2. Perhitungan Alternatif Kombinasi

Kondisi Existing

a. Exavator

Menggali

n = 2 unit

Volume galian = 9.731 m³

Q = 80 m³/jam

Qall = Q x n = 80 m³/jam x 2 unit

= 160 m³/jam

Waktu kerja = $\frac{\text{Volume Galian}}{\text{Produksi excavator seluruh alat}}$

$$= \frac{9.731,52}{160}$$

= 60,82 jam dijadikan 61 jam

Biaya sewa alat = Rp 352.500,00 x 61 jam x 2 unit

= Rp 43.005.000,00

Memuat

Jumlah alat (n) = 1 unit

Volume tanah sisa = $9.461,52 \text{ m}^3$
 $Q = 90 \text{ m}^3/\text{jam}$
 $Q_{all} = Q \times n$
 $= 90 \text{ m}^3/\text{jam} \times 1 \text{ unit}$
 $= 90 \text{ m}^3/\text{jam}$
 Waktu kerja
 $= \frac{\text{Volume tanah sisa}}{\text{Produksi excavator seluruh alat}}$
 $= 105,13 \text{ jam}$ dijadikan 106 jam
 Biaya sewa alat
 $= \text{Rp } 352.500,00 \times 106 \text{ jam} \times 1 \text{ unit}$
 $= \text{Rp } 37.365.000,00$
 Waktu kerja total = 167 jam
 Biaya total sewa alat = Rp 80.370.000,00

Biaya total sewa alat = Rp 125.096.400,00
 + Rp 133.941.600,00
 = Rp 259.038.000,00

Tabel 7.1 Hasil Rekapitulasi Kondisi Existing

Jenis Alat	Jumlah Alat	Durasi (Jam)	Biaya	Keterangan
Excavator	3	167	80.370.000,00	2 gali dan 1 memuat
Wheel loader	1	66	27.489.000,00	Memuat dump truck
Dump truck	15	172	259.038.000,00	
Total	405		366.897.000,00	

Waktu galian = 9 hari
 Waktu pemuatan = 6 hari

Tabel 7.2 Hasil Rekapitulasi Alternatif 1

Jenis Alat	Jumlah Alat	Durasi (Jam)	Biaya	Keterangan
Excavator	2	61	43.005.000,00	Gali
Wheel loader	2	33	27.489.000,00	Memuat dump truck
Dump truck	18	33	125.096.400,00	
Total	127		195.590.940,00	

Waktu galian = 9 hari
 Waktu pemuatan = 5 hari

Tabel 7.3 Hasil Perhitungan Alternatif 2

Jenis Alat	Jumlah Alat	Durasi (Jam)	Biaya	Keterangan
Excavator	2	61	43.005.000,00	Gali
Wheel loader	1	66	27.489.000,00	Memuat dump truck
Dump truck	9	66	125.096.400,00	
Total	193		195.590.400,00	

Waktu galian = 9 hari
 Waktu muat = 10 hari

Tabel 7.4 Hasil Perhitungan Alternatif 3

Jenis Alat	Jumlah Alat	Durasi (Jam)	Biaya	Keterangan
Excavator	2	228	80.370.000,00	1 gali dan 1 memuat dump truck
Wheel loader	1	66	27.489.000,00	Memuat dump truck
Dump truck	15	172	259.038.000,00	
Total	466		366.897.000,00	

Waktu galian = 18 hari
 Waktu muat = 6 hari

b. Wheel Loader

Memuat
 $n = 2 \text{ unit}$
 Volume tanah sisa = $9.461,52 \text{ m}^3$
 $Q = 144 \text{ m}^3/\text{jam}$
 $Q_{all} = 62,25 \times 2$
 $= 124,5 \text{ m}^3/\text{jam}$
 Waktu kerja
 $= \frac{360}{30}$
 $= 180 \text{ menit} \approx 3 \text{ jam}$
 Biaya sewa alat = Rp 3.400.000 /jam
 Total biaya = Rp 3.400.000 x 2
 = Rp 6.800.000,00

c. Dump truck

Dimuat wheel loader
 $n = \frac{\text{Produksi wheel loader}}{\text{produksi dump truck}}$
 $= \frac{144}{16,241}$
 $= 8,9 \text{ unit}$ diambil 9 unit
 Waktu kerja dump truck = 66 jam
 Biaya sewa alat = Rp 210.600,00 x 66 jam x 9 unit
 = Rp 125.096.400,00

Dimuat excavator

$n = \frac{\text{Produksi wheel loader}}{\text{produksi dump truck}}$
 $= \frac{90}{15,21}$
 $= 5,92 \text{ unit}$ diambil 6 unit
 Waktu kerja dump truck = 106 jam
 Biaya sewa = Rp 210.600,00 x 106 jam x 6 unit
 = Rp 133.941.600,00

Total waktu dan biaya

Waktu kerja total = 66 jam + 106 jam
 = 172 jam

7.2 Pembahasan

Kondisi *existing* di lapangan akan dijadikan sebagai pembanding dengan alternatif lainnya. Tujuannya untuk mengetahui alternatif yang paling optimal dari segi waktu dan biaya.

Tabel 7.5 Perbandingan Alternatif

	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3
BIAYA (%)	- 68,64 %	- 52,35 %	- 15,06 %
WAKTU(%)	-46,69 %	- 46,69 %	0 %
ALAT	2 EX, 2 WL, 18 DT	2 EX, 1 WL, 9 DT	2 EX, 1 WL, 15 DT

8. KESIMPULAN DAN SARAN

8.1 Kesimpulan

Dapat dilihat alternatif 2 yang menggunakan 2 unit *excavator* Komatsu PC200-8, 1 unit *wheel loader* Komatsu WA380-3 dan 9 unit *dumptruck* kapasitas 7 m³. Alternatif tersebut memiliki presentase biaya sebesar -52,35 % dan waktu -46,69 %. Pekerjaan ini dapat diselesaikan sepenuhnya dengan waktu 193 jam dengan biaya total yang dibutuhkan Rp. 195.590.400,00. walaupun prosentase yang didapat tidak yang paling tinggi tetapi alternatif ini memberikan kemudahan dengan penggunaan *dump truck* yang paling sedikit sehingga pengaturan rute *dump truck* menjadi mudah dan meminimalisirkan waktu tunggu *dump truck*. Menurut dari hasil pertimbangan tersebut maka direkomendasikan menggunakan alternatif 2 untuk melaksanakan pekerjaan pemindahan tanah pada proyek pembangunan kantor tahap II KPPD Sleman

8.2 Saran

Diharapkan untuk penelitian selanjutnya dapat memperbanyak alternatif dengan kapasitas produksi yang berbeda dari alat berat, sehingga dapat menghasilkan waktu dan biaya pekerjaan yang efisien

DAFTAR PUSTAKA

Anonim (2014),

(<http://qualityservicemanual.com/815/komatsu-wa380-6-wheel-loader-workshop-repair-service-manual>. Diakses 10 Juni 2018).

Badan Standarisasi Nasional. (2008). SNI 2835-2008 *Tata Cara Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Tanah Untuk Konstruksi Bangunan Gedung dan*

Perumahan. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.

Fahmi, Wahyudin (2017), *Analisis Pemilihan Kombinasi Alat Berat Pada Pekerjaan Pemindahan Tanah Proyek Pembangunan Rumah Sakit UII*, Tugas Akhir S1 Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Kusjadmikahadi, R. Amperawan (1999), *Studi Keterlambatan Kontraktor Dalam Melaksanakan Proyek Konstruksi di Daerah Istimewa Yogyakarta*, Yogyakarta.

Morgan, James (2014),

(<http://www.constructionweekonline.com/article-27352-gthe-launches-komatsu-pc200-8mo-excavator-in-uae/>. Diakses 10 Juni 2018).

Rasyid, Muh. Rusli (2008), *Analisis Produktivitas Alat-Alat Berat Proyek (Studi Kasus Proyek Pengembangan Bandar Udara Hasanudin Maros Makasar)*, Tugas Akhir S1 Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Rochmanhadi (1986), *Alat-alat Berat dan Penggunaannya*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.

Rostiyanti, Susy Fatena (2002), *Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi*, Jakarta.

Tylor, Sean (1968),

(<http://www.komatsu.com.au/Equipment/Pages/Excavators/PC200-8.aspx>. Diakses 20 Juli 2018).

Sahid, Nur (2017), *Teknik Pelaksanaan Konstruksi Bangunan*. Universitas Muhammadiyah Press, Jawa Tengah.

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.

Suryadharma, Hendra dan Wigroho, Heryanto Yoso (1998), *Alat-Alat Berat Revisi*, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta.