Reviews in Civil Engineering,
v.04, n.2, p.62-68, September 2020

P-ISSN 2614-3100
E-ISSN 2614-3119

jurnal.untidar.ac.id/index.php/civilengineering/

KOMPARASI BIAYA DAN WAKTU PEKERJAAN TIANG PANCANG METODE *HYDRAULIC STATIC PILE DRIVER* DENGAN *DROP HAMMER*

Muhammad Indra Pratama[1], Adwitya Bhaskara[2]
Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Teknologi Yogyakarta
Jl.Glagahsari No.63, Warungboto, Daerah Istimewa Yogyakarta
Corresponding Author: indrapratama1799@gmail.com

Abstract. Kondisi tanah di Indonesia memiliki berbagai macam jenis tanah untuk tiap wilayahnya, keanekaragaman itu menjadikan setiap wilayah memiliki sifat-sifat tanah yang berbeda dan daya dukung tanah yang berbeda. Sifat tanah dan daya dukung tanah sangat mempengaruhi dalam dunia konstruksi karena fungsi tanah sebagai pendukung fondasi dari sebuah bangunan. Fondasi merupakan bagian dari konstruksi bangunan yang penting karena berfungsi untuk meneruskan beban yang disalurkan dari stuktur atas ke tanah dasar. Fondasi yang digunakan pada proyek pembangunan Gedung Pusat Penelitian, Pendidikan, Dan Kebudayaan Pp Muhammadiyah Yogyakarta adalah fondasi tiang pancang. Tiang pancang saat ini banyak di Indonesia sebagai fondasi dalam bangunan struktur seperti jembatan, gedung bertingkat, pabrik , menara, dermaga, metode pelakasanaan tiang pancang terdapat beberapa metode. Perlu dilakukan komparasi dari segi biaya dan waktu untuk menjadi pertimbangan dalam perencanaan sebuah proyek dari komparasi tersebut diharapkan penentuan metode pancang dapat tepat sesuai dengan kondisi pada daerah proyek tersebut akan dibangun. Hasil dari penelitian ini Total semua biaya untuk metode *Hydraulic Static Pile Driver* adalah Rp.174.842.411,97 dan untuk metode *Drop hammer* adalah Rp.103.463.026,27 dengan selisih antara kedua metode tersebut adalah Rp.71.379.385,70. Total waktu pemancangan yang dibutuhkan pada alat *Hydraulic Static Pile Driver* membutuhkan waktu 56 jam sedangkan untuk alat *Drop hammer* membutuhkan waktu 119 jam selisih waktu antara keduanya adalah 63 jam.

Kata kunci: *Biaya, Drop hammer, Hydraulic Static Pile Driver, Komparasi, Waktu.*

Abstract. The soil conditions in Indonesia have various types in each region, and such diversity makes each region has different soil properties as well as different soil bearing capacities. Soil properties and soil bearing capacity are very influential in the world of construction because soil functions as a support for the foundation of a building. Foundation is an important part of a building construction because it functions to transmit the load transferred from the upper structure to the subgrade. The pile foundation is used in the building construction project of the Center for Research, Education, and Culture of the Yogyakarta MuhammadiyahHeadquarters. Currently, many piles in Indonesia are used as the foundation in structural buildings such as bridges, multi-storey buildings, factories, towers, and piers. There are several methods of piling It is necessary to make a comparison in terms of cost and time to be considered in designing a project. From this comparison, it is hoped that the determination of the pile method can be appropriate in accordance with the conditions in the area where the project will be constructed. For the results of this research, the total cost for the HSPD Method was 174,842,411.97 IDR, and for the Drop hammer Method was 103,463,026.27 IDR, with the difference between the two methods was 71,379,385.70 IDR. The total driving time required for the HSPD driver took 56 hours, while the Drop Hammer took 119 hours, and the time difference between the two was 63 hours.

Keywords: *Cost, Drop hammer, Hydraulic Static Pile Driver, Comparison, Time.*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kondisi tanah di Indonesia memiliki berbagai macam jenis tanah untuk tiap wilayahnya, keanekaragaman itu menjadikan setiap wilayah memiliki sifat-sifat tanah yang berbeda dan daya dukung tanah yang berbeda. Sifat tanah dan daya dukung tanah sangat mempengaruhi dalam dunia konstruksi karena fungsi tanah sebagai pendukung fondasi dari sebuah bangunan. Fondasi yang digunakan pada bangunan-bangunan yang berada di Indonesia beragam mulai dari fondasi dangkal meliputi fondasi batu kali, fondasi tapak, fondasi *strausspile* biasanya digunakan pada bangunan sederhana. . Fondasi dalam terdapat tiang pancang, fondasi *bore pile,* fondasi sumuran biasanya digunakan pada bangunan bertingkat.

Fondasi merupakan bagian dari konstruksi bangunan yang penting karena berfungsi untuk meneruskan beban yang disalurkan dari stuktur atas ke tanah dasar. Fondasi dalam yang sering digunakan di Indonesia terdapat dua jenis yang pertama adalah tiang pancang dan *borepile* , Tiang pancang saat ini banyak di Indonesia sebagai fondasi dalam bangunan struktur seperti jembatan, gedung bertingkat, pabrik , menara, dermaga, Metode pelakasanaan tiang pancang terdapat beberapa metode yaitu *drop hammer, hydraulic static pile driver, diesel hammer, vibratory hammer*. Tiang pancang memiliki banyak metode pelaksanaan seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya setiap metode pelaksanaan memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing. Pada proyek ini metode yang digunakan adalah *hydraulic static pile driver* bukan berati metode yang lain tidak dapat digunakan hanya saja penggunaan harus disesuaikan dengan kriteria-kriteria penentuan metode pancang.

Reviews in Civil Engineering,
v.04, n.2, p.62-68, September 2020

P-ISSN 2614-3100
E-ISSN 2614-3119

jurnal.untidar.ac.id/index.php/civilengineering/

Kriteria pemilihan metode pancang sangat dipengaruhi oleh, jumlah tiang , ukuran tiang, dampak lingkungan, karakteristik tanah, lokasi proyek, topografi lokasi dan keberadaan alat tersebut pada daerah sekitar proyek tersebut. Kriteria tersebut akan mempengaruhi kedalam biaya dan waktu pelaksanaan proyek. Aspek biaya dan waktu selalu menjadi pertimbangan penting dalam dunia konstruksi karena dalam perencanaan memiliki tuntutan dalam biaya seekonomis mungkin dan waktu pengerjaan yang cepat. Dalam aspek biaya terdapat biaya sewa alat, biaya upah operator alat berat, biaya bahan yang digunakan, sedangkan dalam aspek waktu terdapat produktivitas alat tersebut perharinya.

Aspek biaya salah satu aspek yang penting dalam dunia kontruksi karena dalam aspek ini terdapat item-item penting yang akan menunjang progress proyek tersebut kedepannya. Beberapa pihak akan mempertimbangkan aspek ini dengan menyesuaikan lokasi proyek tersebut apakah mudah terjangkau oleh alat dan bahan bangunan. Aspek waktu juga salah satu aspek penting dalam dunia kontruksi karena dalam aspek ini terdapat produktivitas dalam suatu pekerjaan kontruksi, produktivitas merupakan salah satu tolak ukur keberhasilan suatu proyek. Penggunaan kedua metode pancang *hydraulic static pile driver* dengan *drop hammer* itu perlu dilakukan komparasi dari segi biaya dan waktu dengan komparasi tersebut diperoleh informasi kelebihan dan kekurangan dari masing-masing metode pancang yang digunakan. Kelebihan dan kekurangan itu akan menjadi pertimbangan dalam perencanaan sebuah proyek dari komparasi tersebut diharapkan penentuan metode pancang dapat tepat sesuai dengan kondisi pada daerah proyek tersebut akan dibangun.

Tinjauan Pustaka

Penelitian ini membahas tentang komparasi biaya dan waktu antara kedua alat berat pada pekerjaan kontruksi yang dimana sudah ada penelitian terdahulu. Penelitian – penelitian terdahulu dijadikan sebagai salah satu acuan pada penelitian yang sedang dilakukan saat ini , pada penelitian terdahulu tidak ditemukan penelitian dengan judul yang sama namun beberapa penelitian terdahulu terdapat pokok-pokok dari penelitian saat ini sehingga dapat dijadikan refrensi. Terdapat beberapa perbedaan antara penelitian ini dengan penelitian sebelumnya sebagai berikut:

1. Rika (2018) melakukan penelitian tentang Analisis Efisiensi Penggunaan *Drop Hammer* Pada Pembangunan Gedung Bulog. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui waktu dan biaya yang dibutuhkan dalam pekerjaan tiang pancang jika menggunakan alat pancang *drop hammer* berdasarkan spesifikasi dan data lapangan. Perbedaan Lokasi Penelitian, Objek dan studi kasus penelitian, Perbandingan alat *drop hammer* dilapangan dengan spesifikasi yang peneliti tentukan.
2. Puspita (2016) melakukan penelitian tentang Analisa Produktivitas Alat Berat *Diesel Hammer* Dan *Hydraulic Hammer* Pada Pemasangan Pondasi Tiang Pancang. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui perbandingan produktivitas dari pemasangan tiang pancang menggunakan alat berat *Diesel Hammer* dan *Hydraulic Hammer* serta mengetahui biaya dari penggunaan alat berat tersebut. Perbedaan Lokasi Penelitian, Objek dan studi kasus penelitian, Metode pancang yang digunakan pada penelitian ini adalah *diesel hammer* dan *hydraulic hammer*.
3. Aprilia (2017) melakukan penelitian tentang Analisa Produktivitas Alat Berat Pada Proyek Pembangunan Gedung Fakultas Syariah Dan Ilmu Hukum IAIN Tulungagung. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui perbandingan biaya dan waktu melalui kombinasi-kombinasi alat berat yang digunakan pada proyek Pembangunan Gedung Fakultas Syariah Dan Ilmu Hukum IAIN Tulungagung. Alat berat yang digunakan merupakan *excavator, dump truck dan tower crane* dengan melakukan kombinasi jumlah alat tersebut peneliti ini membandingkan biaya dan waktu pada setiap kombinasi yang peneliti buat. Perbedaan Lokasi Penelitian, Objek dan studi kasus penelitian, Alat Berat yang digunakan pada penelitian ini adalah *excavator, dump truck dan tower crane*.
4. Choiriyah (2019) Melakukan penelitian tentang Analisis Perbandingan Antara Wirtgen Type Sp-500 Dan Alat Angkut Truck Mixer Pada Pekerjaan Rigid Pavement Ditinjau Dari Segi Waktu Dan Biaya. Tujuan dari penelitian ini adalah membandingan antara alat Wirtgen Type

Reviews in Civil Engineering,
v.04, n.2, p.62-68, September 2020

P-ISSN 2614-3100
E-ISSN 2614-3119

jurnal.untidar.ac.id/index.php/civilengineering/

Sp-500 dan alat angkut Truck Mixer pada pekerjaan rigid pavement dari segi biaya dan waktu. Perbedaan Lokasi Penelitian, Objek dan studi kasus penelitian, Alat Berat yang digunakan pada penelitian ini adalah *Wirtgen type sp-500* dan alat angkut *dump truck.*

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

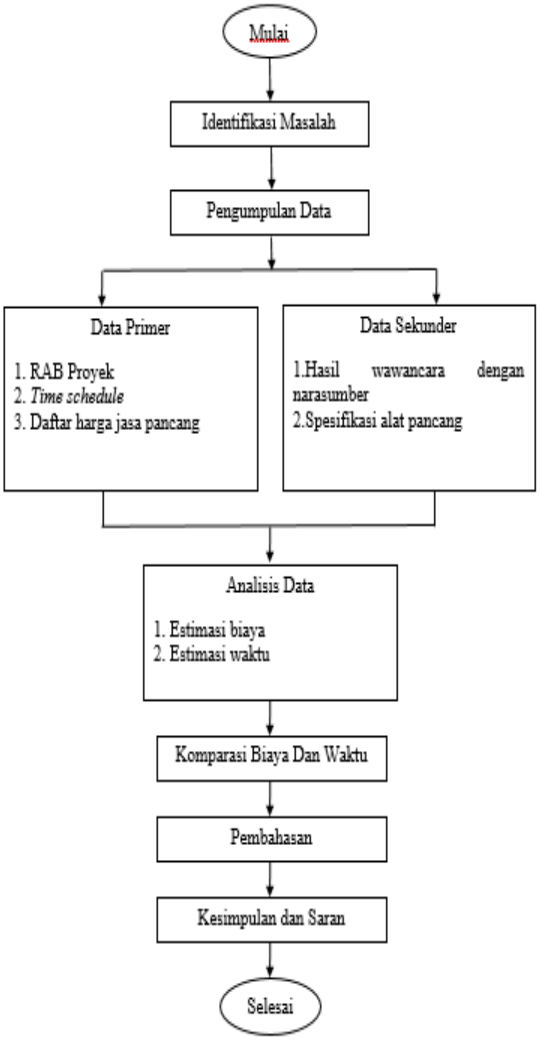
Penelitian ini berlokasi di Dusun Ngebel, Desa Tamantirto, Kecamatan Kasihan, Kabupaten Bantul, D.I.Yogyakarta.

Sumber: Google Map

Jenis Penelitian

Jenis penilitian ini termasuk ke dalam jenis penelitian komparatif karena hasil dari pengolahan data penelitian ini akan di bandingkan satu sama lain untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan dari masing-masing data yang telah diolah. Metode penelitian komparatif menurut Sugiyono (2014) adalah penelitian yang membandingkan keadaan satu variabel atau lebih pada dua atau lebih sampel yang berbeda, atau dua waktu yang berbeda. Penerapan penelitian komparatif pada penelitian ini digunakan untuk mengetahui perbandingan biaya dan waktu pada metode pancang *Hydraulic Static Pile Driver* dan *Drop hammer*

Alur Penelitian



Metode Pengumpulan Data

1. Data primer merupakan data utama yang didapatkan dari hasil wawancara dengan *site manager* dilokasi proyek tersebut.
2. Data sekunder diperoleh dari hasil wawancara dengan pihak penyedia jasa tiang pancang.

Reviews in Civil Engineering,
v.04, n.2, p.62-68, September 2020

P-ISSN 2614-3100
E-ISSN 2614-3119

jurnal.untidar.ac.id/index.php/civilengineering/

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Perhitungan biaya pada kedua metode tersebut menggunakan rumus dari Permen PUPR No 28/PRT/M/2016 tentang Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum. Langkah dalam analisis biaya pada metode pancang HSPD dan *Drop hammer* dimulai dari menghitung biaya pasti perjam kemudian biaya operasi per jam kerja lalu mob.demobilisasi , material dan yang terakhir adalah total biaya. Hasil analisis sebagai berikut .

A. Menghitung Biaya Pada Metode HSPD

1. Biaya pasti per jam kerja
   a. Nilai sisa alat HSPD
      C = 10% x Harga alat baru
      C = 10% x 2.000.000.000
      C = Rp 200.000.000
   b. Faktor angsuran modal HSPD
      $D = \frac{i\ x\ (1+i)^A}{(1+i)^A-1}$
      $D = \frac{10\%\ x\ (1+10\%)^6}{(1+10\%)^6-1}$
      D = 0,22960738
   c. Biaya pengembalian modal
      $E = \frac{(B-C)xD}{W}$
      $E = \frac{(2000000000-200000000)x0{,}22960738}{2000}$
      E = Rp 206.646,64
   d. Asuransi
      $F = \frac{ins\ x\ B}{W}$
      $F = \frac{0{,}2\%\ x\ 2000000000}{2000}$
      F= Rp 2000,00
   e. Biaya pasti per jam
      G = E + F
      G = 206646,64 + 2000
      G = Rp 208.646,64
2. Biaya operasi per jam kerja
   a. Bahan bakar
      H = 15% x Pw x Ms
      H = 15% x 103 x 10000
      H = Rp 154.500,00
   b. Pelumas
      I = 3% x Pw x Mp
      I = 3% x 103 x 30000
      I = Rp 92.700,00
   c. Biaya bengkel
      J = 8,75% x $\frac{B}{W}$
      J = 8,75% x $\frac{2000000000}{2000}$
      J = Rp 87.500,00
   d. Biaya perbaikan
      K = 17,5% x $\frac{B}{W}$
      K = 17,5% x $\frac{2000000000}{2000}$
      K = Rp 175.000,00
   e. Upah operator dan pembantu operator
      L = $\frac{orang}{jam}\ x\ u1$
      L = $\frac{2}{7}\ x\ 50000$
      L = Rp 14.285,71
      M = $\frac{orang}{jam}\ x\ u2$
      M = $\frac{3}{7}\ x\ 50000$
      M = Rp 21.428,57
   f. Biaya operasi per jam
      P = H + I + J + K + L + M
      P = 154500 + 92700 + 87500 + 175000 + 14285,71 + 21428,57
      P = Rp 545.414,28
   g. Biaya operasi alat per jam
      S = G + P
      S = 208646,64 + 545414,28
      S = Rp 754.060,92
   h. Total biaya operasi alat
      N = S x total waktu
      N = 754060,92 x 56 jam
      N = Rp 42.227.411,97
   i.Lain-lain
      Mob.demobilisasi = Rp 60.000.000
      Material = harga material/m x volume
      Material = 150000 x 484,10
      Material = Rp 72.615.000,00
   j. Total semua biaya
      Total semua biaya = N+ mob.demobilisasi + material
      Total semua biaya = 42227411,97 + 60000000 + 72615000
      Total semua biaya = Rp 174.842.411,97

B. Menghitung Biaya Pada Metode *Drophammer*

1.Biaya pasti per jam kerja

a. Nilai sisa alat HSPD

Reviews in Civil Engineering,
v.04, n.2, p.62-68, September 2020

P-ISSN 2614-3100
E-ISSN 2614-3119

jurnal.untidar.ac.id/index.php/civilengineering/

C = 10% x Harga alat baru
C = 10% x 250.000.000
C = Rp 2.500.000

b. Faktor angsuran modal HSPD

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

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

D = 0,263797481

c. Biaya pengembalian modal

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

$E = \frac{(250000000-2500000)x0,263797481}{2000}$

E = Rp 29.677,22

d. Asuransi

$F = \frac{ins\ x\ B}{W}$

$F = \frac{0,2\%\ x\ 250000000}{2000}$

F= Rp 250,00

e. Biaya pasti per jam

G = E + F
G = 29677,22 + 250
G = Rp 29.927,22

2.Biaya operasi per jam kerja

a. Bahan bakar

H = 15% x Pw x Ms
H = 15% x 45 x 10000
H = Rp 67.500,00

b. Pelumas

I = 3% x Pw x Mp
I = 3% x 45 x 30000
I = Rp 40.500,00

c. Biaya bengkel

J = 8,75% x $\frac{B}{W}$

J = 8,75% x $\frac{250000000}{2000}$

J = Rp 10.937,5

d. Biaya perbaikan

K = 17,5% x $\frac{B}{W}$

K = 17,5% x $\frac{250000000}{2000}$

K = Rp 21.875,00

e. Upah operator dan pembantu operator

L = $\frac{orang}{jam}\ x\ u1$

L = $\frac{1}{7}\ x\ 30000$

L = Rp 4.285,71

M = $\frac{orang}{jam}\ x\ u2$

M = $\frac{2}{7}\ x\ 30000$

M = Rp 8.571,42

f. Biaya operasi per jam

P = H + I + J + K + L + M
P = 67500 + 40500 + 10937,5 + 21875 + 4285,71 + 8571,42
P = Rp 153.669,64

g. Biaya operasi alat per jam

S = G + P
S = 29.927,22 + 153669,64
S = Rp 183.596,86

h. Total biaya operasi alat

N = S x total waktu
N = 183596,86 x 119 jam
N = Rp 21.848.026,27

i.Lain-lain

Mob.demobilisasi = Rp 60.000.000
Material = harga material/m x volume
Material = 150000 x 484,10
Material = Rp 72.615.000,00

j. Total semua biaya

Total semua biaya = N+ mob.demobilisasi + material
Total semua biaya = 21848026,27 + 9000000 + 72615000
Total semua biaya = Rp 103.463.026,27

C. Menghitung Waktu Pada Metode HSPD

1. Kapasitas produksi per jam

$Q = \frac{V\ x\ Fa\ x\ T2}{Ts1}$

$Q = \frac{35,71\ x\ 0,75\ x\ 10}{30}$

Q = 8,93 m/jam

2. Kapasitas produksi per hari

Qt = Tk x Q
Qt = 7 x 8,93
Qt = 62,5 m/hari

3. Total waktu

Total waktu = total volume : Qt
Total waktu = 484,10 : 62,5
Total waktu = 7,7456 hari dibulatkan 8 hari atau 56 jam

D. Menghitung Waktu Pada Metode HSPD

1. Kapasitas produksi per jam

$Q = \frac{V\ x\ Fa\ x\ T2}{Ts1}$

$Q = \frac{12,86\ x\ 0,75\ x\ 28}{63}$

Reviews in Civil Engineering,
v.04, n.2, p.62-68, September 2020

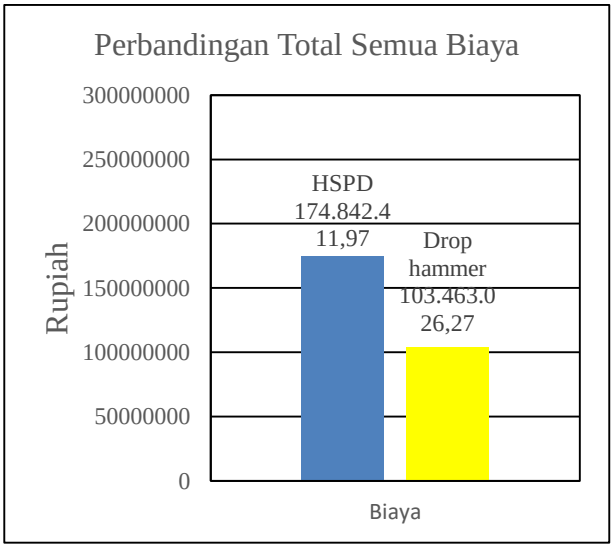
P-ISSN 2614-3100
E-ISSN 2614-3119

jurnal.untidar.ac.id/index.php/civilengineering/

Q = 4,28 m/jam

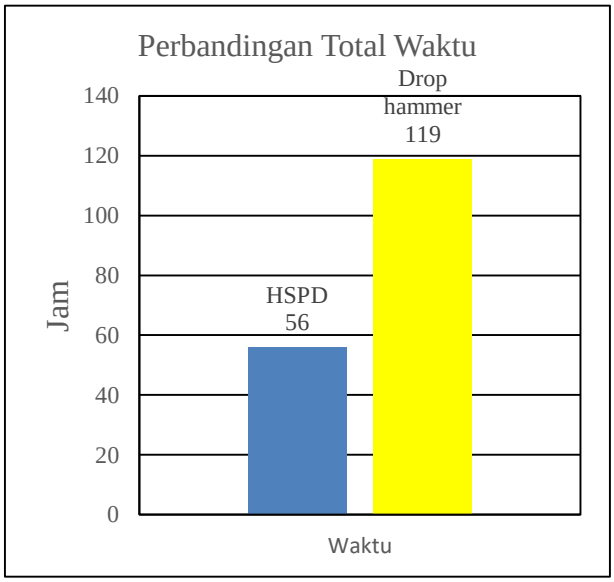
2. Kapasitas produksi per hari
   Qt = Tk x Q
   Qt = 7 x 4,28
   Qt = 30 m/hari
3. Total waktu
   Total waktu = total volume : Qt
   Total waktu = 484,10 : 30
   Total waktu = 16,137 hari dibulatkan 17 hari atau 119 jam

Pembahasan



Sumber: Analisis Data

Total biaya yang dibutuhkan merupakan hasil dari penjumlahan semua biaya yang telah diperhitungan tadi dengan biaya mob.demobilisasi dan material, biaya mob.demobilisasi dari wilayah Kabupaten Pati ke Daerah Istimewa Yogyakarta pada metode HSPD adalah Rp.60.000.000,00 sedangkan untuk metode *Drop hammer* adalah Rp.9.000.000,00 untuk harga material per meter adalah Rp.150.000,00 dengan total volume yang dikerjakan adalah 484,10 m maka total harga material adalah Rp.72.615.000,00. Biaya mob.demobilisasi dan material dijumlahkan dengan biaya total operasi alat dan didapatkan total semua biaya untuk metode HSPD adalah Rp.174.842.411,97 dan untuk metode *Drop hammer* adalah Rp.103.463.026,27 dengan selisih antara kedua metode tersebut adalah Rp.71.379.385,70 dari kedua metode tersebut dapat dilihat untuk metode *Drop hammer* lebih ekonomis dibanding dengan metode HSPD yang membuat *Drop hammer* lebih ekonomis dimulai dengan harga alat yang lebih murah dibanding HSPD membuat biaya pengembalian modal dan asuransi lebih murah pula lalu tenaga mesin yang lebih kecil sehingga lebih hemat pemakaian bahan bakar, pelumas, biaya bengkel serta biaya mob.demobilisasi yang lebih murah untuk harga material sama dikarenakan volume pekerjaan yang dikerjakan sama denga metode HSPD.



Sumber: Analisis Data

Setelah dilakukan analisis kapasitas produksi perjam, kapasitas produksi perhari didapatkan total waktu yang dibutuhkan untuk pemancangan dengan volume sebesar 484,10 m. Dapat dilihat pada gambar 5.2 total waktu yang dibutuhkan pada metode pancang HSPD adalah 56 jam dan metode *Drop hammer* adalah 119 jam dengan selisih antara kedua metode tersebut adalah 63 jam total waktu yang dibutuhkan metode pancang HSPD lebih sedikit dibanding *Drophammer* berati metode HSPD lebih efisien dalam pengerjaannya dibanding metode *Drop hammer* mulai dari waktu siklus per-titik pemancangan dan kapasitas produksinya.

Reviews in Civil Engineering,
v.04, n.2, p.62-68, September 2020

P-ISSN 2614-3100
E-ISSN 2614-3119

jurnal.untidar.ac.id/index.php/civilengineering/

SIMPULAN

Berdasarakan hasil analisis tentang Komparasi Biaya Dan Waktu Pekerjaan Tiang Pancang Menggunakan Metode *Hydraulic Static Pile Driver* Dengan *Drop Hammer* Pada Gedung Pusat Penelitian, Pendidikan, Dan Kebudayaan Pp Muhammadiyah Yogyakarta dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Total biaya yang dibutuhkan untuk alat pancang HSPD adalah Rp.174.842.411,97 sedangkan untuk alat pancang *Drophammer* adalah Rp.103.463.026,27 selisih antara kedua biaya adalah Rp.71.379.385,70.
2. Dari segi waktu HSPD memerlukan total waktu 56 jam sedangkan *Drophammer* memerlukan total waktu 119 jam selisih waktu antara keduanya adalah 63 jam.
3. Pada proyek pembangunan Gedung Pusat Penelitian, Pendidikan, Dan Kebudayaan Pp Muhammadiyah Yogyakarta pemilihan alat *Drophammer* kurang cocok karena proyek tersebut lebih mementingkan kecepatan waktu pengerjaan dibandingkan dengan biaya yang murah dapat dilihat dari waktu pengerjaan HSPD dua kali lebih cepat dibandingkan *Drophammer*, meskipun biaya yang dibutuhkan lebih murah menggunakan *Drophammer* dibandingkan dengan HSPD. *Drophammer* bisa dijadikan alternatif ketika pada saat perencanaan memliki dana yang terbatas.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ir. Adwitya Bhaskara,S.T.,M.T. selaku dosen pembimbing

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Teknologi Yogyakarta

DAFTAR PUSTAKA

Malla, D.A, Fitriah, Sarita, U, 2018, *Analisis Efisiensi Penggunaan Drop Hammer Pada Pembangunan Gedung Bulog*, Universitas Halu Oleo, Kendari

Choiriyah, S, Utami, G.S, Saifudin, M.N, 2019, *Analisis Perbandingan Antara Wirtgen Type Sp-500 Dan Alat Angkut Truck Mixer Pada Pekerjaan Rigid Pavement Ditinjau Dari Segi Waktu Dan Biaya Pada Proyek Jalan Tol Surabaya-Mojokerto Seksi 1b*, Institus Teknologi Adhi Tama Surabaya, Surabaya.

Puspita, D.A, 2016, *Analisa Produktivitas Alat Berat Diesel Hammer Dan Hydraulic Hammer Pada Pemasangan Pondasi Tiang Pancang Di Proyek Pembangunan Gedung 2 SMK 1 MUHAMMADIYAH Kepanjen Kabupaten Malang*, Universitas Muhammadiyah Malang, Malang.

Kaprina, A, Winarto, S, 2017, *Analisis Produktivitas Alat Berat Pada Proyek Pembangunan Gedung Fakultas Syariah Dan Ilmu Hukum IAIN Tulungagung*, Universitas Kediri, Kediri

Sardjono, H.S, 2007 , *Pondasi Tiang Pancang Jilid 1* . Sinar Jakarta.

Widiasanti, I, Lenggogeni, 2013, *Manajemen Konstruksi*, Remaja Rosdakarya, Bandung.

Pryantara, D, 2007, *Umur Ekonomis Alat*.

Permen PUPR, 2016, *Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum*, Kementrian PUPR, Jakarta.

Ervianto, Wulfram I, 2005, *Teori Aplikasi Manajemen Proyek Konstruksi*, Andi, Yogyakarta.

Santoso, Budi, 2003, *Manajemen Proyek*, Guna Widya, Jakarta.

Erizal ,2018, *Alat Berat Kontruksi Tiang Pancang*, Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Sugiyono, 2006*, Metode Penelitian Kualitatif dan R&D*, Alfabeta, Bandung.

Sugiyono, 2014, *Metode Penelitian Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*, Alfabeta, Bandung.

Sugiyono, 2015, *Metode Penelitian Kombinasi (Mix Methods)*, Alfabeta, Bandung.

Moloeng, 2012, *Metodologi Penelitian Kualitatif* , PT Remaja Rosdakarya, Bandung.

Arikunto, S, 2016, *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*, Rineka Cipta, Jakarta.

Sekaran, U, 2011, *Metodologi Penelitian untuk Bisnis*. Salemba Empat , Jakarta.

Sanjaya, A, 2011, *Model-model Pembelajaran*, Bumi Aksara, Jakarta.

Subagyo, P.J, 2011, *Metodologi Penelitian Dalam Teori Dan Praktek*, Aneka Cipta, Jakarta.

Hasan, I, 2002, *Pokok-Pokok Materi Metodologi Penelitian dan Aplikasinya*, Ghalia Indonesia, Jakarta.

.