

# ANALISIS PRODUKTIVITAS TIANG PANCANG DENGAN *JACK IN PILE* PADA KONSTRUKSI *WORKSHOP*

Rahmat<sup>(1)</sup>, Gunaedy Utomo<sup>(2)</sup>, Eka Al Qurina<sup>(3)</sup>

<sup>(1)(2)(3)</sup>Program Studi Teknik Sipil Universitas Balikpapan

E-mail : [rhtrusli@gmail.com](mailto:rhtrusli@gmail.com)

## ABSTRAK

Dalam pelaksanaan suatu proyek konstruksi jarang ditemui suatu proyek yang berjalan tepat sesuai dengan yang direncanakan. Untuk menghindari kerugian dapat dilakukan pengendalian proyek baik dalam aspek biaya maupun waktu, pada kali ini penulis mengangkat tentang produktivitas karena berhubungan dengan waktu dan biaya pada pelaksanaan suatu proyek. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui kinerja produktivitas alat, khususnya alat *jack in pile* untuk memastikan bahwa pekerjaan pemancangan berjalan berdasarkan waktu yang direncanakan sehingga tidak menghambat pekerjaan yang lainnya serta faktor-faktor yang menyebabkan keterlambatan atau kemajuan proyek. Data yang diperoleh dari proyek antara lain Data Sondir, Gambar Kerja dan Data Pemancangan. Hasil perhitungan perkiraan waktu penyelesaian pekerjaan pemancangan hanya membutuhkan 2 Minggu, menunjukkan proyek mengalami keterlambatan 5 minggu dari waktu yang direncanakan.

Kata kunci: produktivitas, pondasi tiang pancang, *jack in pile*

## *ANALYSIS OF PILE PRODUCTIVITY WITH JACK IN PILE FOR WORKSHOP CONSTRUCTION*

### *ABSTRACT*

*In the implementation of a construction project, a project is rarely found that runs exactly as planned. To avoid losses, control of the project can be done both in terms of cost and time, at this time the author raised about productivity because it deals with the time and cost of implementing a project. The purpose of this study is to determine the productivity performance of the tool, especially the jack in pile tool to ensure that the erection work runs based on the planned time so that it does not hamper other work and the factors that cause delays or project progress. Data obtained from the project include Sondir Data, Shopdrawing and Piling Data. The calculation results for the estimated completion time of the erection work only need 2 weeks, indicating the project has been delayed 5 weeks from the planned time.*

**Keyword:** *productivity, pile foundation, jack in pile*

### 1. PENDAHULUAN

Dalam bidang konstruksi, produktivitas merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam menentukan keberhasilan suatu proyek konstruksi agar sesuai dengan jadwal yang telah direncanakan. Sehingga sangat perlu untuk menjaga agar produktivitas di lapangan tetap stabil

dengan meningkatkan sumber daya untuk mendukungnya. Pengukuran produktivitas, banyak sekali mengalami kesulitan karena produktivitas tidak bisa diukur secara akurat melainkan hanya bisa melalui suatu pendekatan (Pilcher, 1992). Karena ada banyak faktor yang mempengaruhi produktivitas. Produktivitas diukur dengan

perbandingan output dan input yang diperoleh (Sentosa Limanto, 2009).

Proyek *Centralize Disassy Washing* PT. Komatsu Remanufacturing Asia merupakan proyek bangunan *workshop* yang terletak di Jl. Pulau Balang No. 99 RT. 36, Kelurahan Karang Joang, Kecamatan Balikpapan Utara, Kota Balikpapan. Pada lokasi pembangunan *workshop* letak tanah keras berada cukup jauh dari permukaan sehingga pondasi tiang pancang menjadi pilihan dari perencanaan. Dan alat pancang dipilih menggunakan *jack in pile* type PC 300 *Halla*. Tetapi ternyata dalam proses pelaksanaan, proyek mengalami keterlambatan yang menyebabkan kerugian pada *owner*; sehingga perlu dilakukan analisa produktivitas pemancangan tiang pancang menggunakan *jack in pile* type PC 300 *Halla* untuk mengetahui nilai produktivitas dan aktivitas apa yang paling berpengaruh dalam proses pekerjaan pemancangan tiang pancang sehingga diketahui penyebab terjadinya keterlambatan pelaksanaan pekerjaan pembangunan proyek *workshop* PT. Komatsu Remanufacturing Asia Balikpapan.



**Gambar 1** Lokasi Penelitian

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana aktivitas yang paling berpengaruh pada proses pekerjaan pemancangan tiang pancang pada proyek *Centralize Disassy Washing* PT. Komatsu Remanufacturing Asia?

2. Bagaimana nilai produktivitas pemancangan yang efektif pada proses pekerjaan pemancangan tiang pancang pada proyek *Centralize Disassy Washing* PT. Komatsu Remanufacturing Asia?

Tujuan Penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui aktivitas yang paling berpengaruh dalam proses pekerjaan pemancangan tiang pancang pada proyek *Centralize Disassy Washing* PT. Komatsu Remanufacturing Asia.
2. Untuk mengetahui nilai produktivitas pemancangan yang efektif pada proses pekerjaan pemancangan tiang pancang pada proyek *Centralize Disassy Washing* PT. Komatsu Remanufacturing Asia.

Mengingat terbatasnya waktu dan kemampuan penulis maka dalam studi kasus ini penulis membatasi dalam ruang lingkup pembahasan sebagai berikut:

1. Penelitian ini dibatasi hanya pada area proyek workshop *Centralize Disassy Washing* PT. Komatsu Remanufacturing Asia.
2. Perhitungan produktivitas pemancangan dibatasi pada perhitungan waktu saja.
3. Penelitian ini dibatasi pada pekerjaan pemancangan tiang pancang menggunakan *jack in pile* tipe PC 300 *Halla*.
4. Penelitian ini dibatasi hanya pada waktu jam mulai kerja sampai dengan selesai keseluruhan.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Produktivitas

Produktivitas adalah perbandingan (rasio) antara output dibagi inputnya, sehingga diperoleh nilai (indeks) produktivitas dan akan diketahui pula seberapa efisien sumber-sumber input yang telah dihemat. Agar produktivitas bisa meningkat maka perlu diupayakan proses produksi bisa memberikan kontribusi sepenuhnya

terhadap kegiatan kegiatan produktif yang berkaitan dengan nilai tambah dan berusaha untuk menghindari atau meminimalkan langkah-langkah kegiatan yang tidak produktif seperti banyaknya *idle/delays, set-up, loading-unloading*.

Secara umum, produktivitas rata-rata dapat diartikan sebagai perbandingan antara *output* (hasil produksi) terhadap *input* (elemen produksi: tenaga kerja, material, peralatan) dan *time*. Jadi produktivitas dapat dinyatakan dengan rumus:

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{output}}{\text{input} \times \text{time}}$$

Keterangan:

*Output* : Hasil produksi

*Input* : Tenaga kerja, material, manajemen

*Time* : Satuan unit waktu (1 hari/ 1 jam)

Sehingga apabila input semakin kecil dan output semakin besar maka indeks produktivitas dapat besar, sehingga produktivitas semakin tinggi. Semakin kecil input yang dimasukkan dan semakin besar output yang didapat menjadi tolak ukur suatu produktivitas.

## 2.2 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Produktivitas

Produktivitas pekerjaan di lapangan dipengaruhi oleh banyak faktor, antara lain: karakteristik pekerja, kondisi pekerjaan proyek dan juga pekerjaan yang tidak produktif. Karakteristik pekerja meliputi:

1. Umur dan pengalaman
2. Motivasi

## 2.3 Jack In Pile Hydraulic Static Pile Driver

*Jack in pile* adalah suatu sistem pemancangan pondasi tiang yang pelaksanaannya ditekan masuk ke dalam tanah dengan menggunakan dongkrak hidrolik yang diberi beban *counterweight* sehingga tidak menimbulkan getaran dan gaya tekan dongkrak langsung dan dapat

dibaca melalui *manometer* sehingga gaya tekan tiang dapat diketahui tiap mencapai kedalaman tertentu.

Metode pekerjaan pondasi *jack in pile* berbeda dengan metode pekerjaan lainnya seperti pancang dan tiang bor. Sebelum dilakukan pemancangan dengan *jack-in* terlebih dahulu dilakukan tes sondir dan *boring*. Dari hasil tes sondir tersebut, rata-rata kedalaman tanah kerasnya akan diketahui yang kemudian dibandingkan dengan perencanaan panjang dan kedalaman tiang. Selain memiliki keunggulan yang disebutkan diatas, alat ini juga mampu memancang pondasi dengan berbagai ukuran mulai dari 200 × 200 mm sampai dengan 500 × 500 mm atau juga dapat untuk *spun pile* dengan diameter 300 sampai dengan 500 mm.

### Fungsi Jack In Pile

1. Tidak bising dan tidak menghasilkan polusi asap yang cukup berarti bila dibandingkan dengan penggunaan *diesel hammer*.
2. Tidak menimbulkan getaran disekeliling lokasi pemancangan sehingga aman untuk bangunan di sekitarnya.
3. Dengan menggunakan alat pancang dengan sistem *jack in pile* ini tidak mungkin terjadi keretakan pada kepala tiang dan juga tidak mungkin terjadi *necking* (lekukan pada pondasi) seperti pada sistem *bored pile*.
4. Estimasi daya dukung tiang dapat langsung dilihat dari hasil bacaan *pressure gauge* yang ada pada alat *jack in pile*, karena mesin *jack in pile* dilengkapi dengan *pressure gauge* (umunya dalam satuan MPa).

Definisi Operasional adalah aktivitas-aktivitas yang ditinjau dalam pengambilan data di Proyek *Centralize Disassy Washing PT. Komatsu Remanufacturing Asia* antara lain:

- a. Mobilisasi alat
- b. Pengikatan Tiang Pancang 1

- c. Pengangkat Tiang Pancang 1
- d. Penekanan Tiang Pancang 1
- e. Pengambilan Ruyung (Alat bantu ambil/R1)
- f. Penekanan Ruyung (Alat bantu dorong/R2)

Prosedur pengumpulan data adalah sebagai berikut :

- a. Mengidentifikasi aktivitas
- b. Menghitung jumlah tiang pancang yang terpacang perhari

Analisis Produktivitas Pemancangan Tiang Pancang Dengan *Jack In Pile*

- a. Mencatat durasi aktivitas pada form tabel yang sudah disiapkan
- b. Membuat dokumentasi

*Mean* adalah ukuran untuk mengukur sifat data secara umum. Untuk mencari mean dapat digunakan formula sebagai berikut :

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Keterangan :

$\bar{x}$  = rata – rata (*mean*)

$x_i$  = data ke – i (urutan data )

n = jumlah data (durasi pemancangan)

Analisis peringkat bertujuan untuk mengetahui faktor yang paling menentukan yaitu dengan nilai mean terbesar dan faktor yang paling tidak menentukan yaitu nilai mean terkecil.

Standar deviasi adalah standar penyimpangan data dari rata – rata. Untuk mencari standar deviasi dapat menggunakan formula sebagai berikut :

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Keterangan :

s = Standard deviasi

$x_i$  = Data ke – i (urutan data)

$\bar{x}$  = Mean (rata-rata)

n = Jumlah Data (durasi pemancangan)

### 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Jenis Penelitian

Berdasarkan metode yang digunakan, penelitian ini termasuk dalam jenis penelitian survey karena penelitian ini dilakukan dengan pengamatan secara langsung di lapangan dengan menggunakan lembar-lembar pengamatan yakni lembar pengamatan kuesioner untuk melihat produktivitas produktivitas proses pemancangan satu titik dan satu tiang pancang.

#### 3.2 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada proyek PT. Komatsu Remanufacturing Asia merupakan bangunan *workshop* yang terletak di Jl. Pulau Balang No. 99 RT. 36, Kelurahan Karang Joang, Kecamatan Balikpapan Utara, Balikpapan.



**Gambar 2** Lahan Proyek *Centralize Disassy Washing*

#### 3.3 Pengumpulan Data

##### 3.3.1 Data Primer

Data Primer, merupakan data yang diperoleh secara langsung dari sumbernya, diamati, dan dicatat untuk pertama kalinya. Ada beberapa teknik dalam mengumpulkan data adalah berupa:

1. Observasi Lapangan
2. Dokumentasi
3. Penyebaran Kuesioner

##### 3.3.2 Data Sekunder

Data Sekunder bertujuan untuk mengumpulkan data-data informasi terkait penelitian. Data sekunder pada penelitian ini adalah:

1. Data Sondir
2. Gambar Kerja
3. Data Pemancangan

### 3.4 Teknik Pengumpulan Data

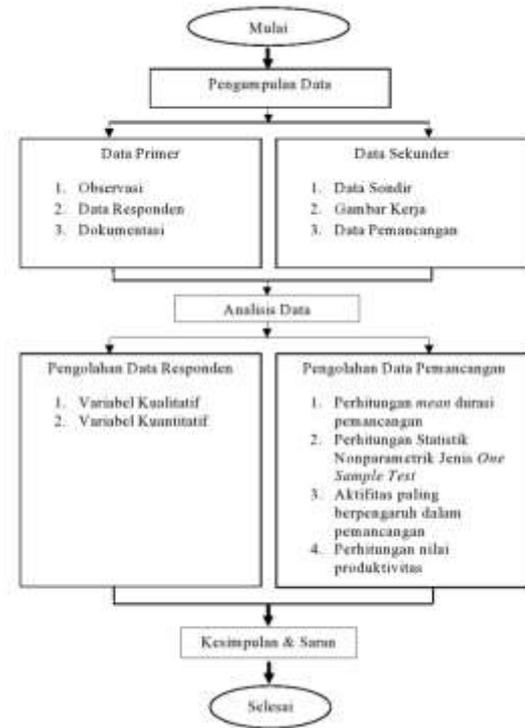
1. Teknik Observasi Lapangan
2. Teknik Penyebaran Kuesioner
3. Teknik Wawancara
4. Teknik Kepustakaan
5. Teknik Dokumentasi

### 3.5 Metode Pengolahan Data

Setelah data primer dan sekunder terpenuhi maka selanjutnya akan dilakukan pengolahan data. Tahapan pengolahan pada analisis produktivitas pemancangan dengan *Jack In Pile* pada proyek *Centralize Dissasy Washing PT. Komatsu Remanufacturing Asia* masing-masing tahapan tersebut adalah sebagai berikut:

1. Mengumpulkan tinjauan pustaka
2. Melakukan pengumpulan data primer dan data sekunder
3. Pengolahan data responden dalam bentuk kuesioner yang dibagikan kepada pekerja ahli dalam penelitian
4. Membuat data berupa grafik yang diperoleh dari data responden
5. Melakukan analisis aktivitas pemancangan pada semua titik pancang dan mengambil sampel tiap durasi berbeda pada tiang pancang dengan metode Statistik Nonparametrik Jenis One Sample Test
6. Melakukan perhitungan aktivitas paling berpengaruh dalam proses pemancangan
7. Melakukan perhitungan produktivitas pemancangan tiang pancang
8. Menarik kesimpulan

Alur penelitian terlihat pada Gambar 3.

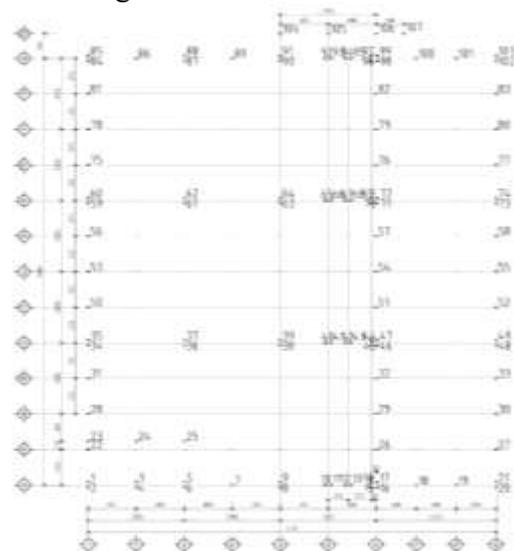


**Gambar 3.** Alur penelitian

## 4. ANALISA HASIL

### 4.1 Data Pemancangan

Data pendukung untuk penelitian produktivitas pemancangan alat jack in pile atau bisa juga disebut data sekunder. Data sekunder antara lain data gambar kerja, data sondir pengolahan dan data pemancangan.



**Gambar 4** Denah Titik Tiang Pancang  
Sumber : Data

#### 4.2 Pengolahan Data Pemancangan

Pengolahan data dilakukan secara manual dengan bantuan program dengan bantuan program Microsoft Excel dimana untuk membantu mempercepat perhitungan. Dari setiap aktivitas pemancangan didata untuk mengetahui kinerja dan waktu pengerjaan, agar dapat ditemukan konsumsi waktu yang lebih efisien dari setiap produktivitas alat jack in pile. Pada ditabel ini dilengkapi data berupa

nomor pile (1), mobilisasi alat (2), ikat tiang pancang 1 (3), ambil tiang pancang 1 (4), tekan tiang pancang 1 (5), ambil tiang pancang sambungan (6), las sambungan (7), tekan lanjutan tiang pancang sambungan (8), total durasi (9), kedalaman (10). Kode angka tersebut merupakan urutan aktivitas mulai dari titik sampai kedalaman yang didapat.

**Tabel 1** Hasil Analisis *One Sample Test*

		Mobilisasi Alat	Tekan TP 1	Ambil TP Sambungan	Las Sambungan	Tekan Lanjutan TP Sambungan	Kedalaman
N		45	13	6	9	8	14
Normal Parameters (a,b)	Mean	0,009	0,002	0,003	0,003	5,571	5,571
	Std. Deviation	0,009	0,001	0,002	0,002	2,303	2,303
Kolmogorov-Smimov Z Asymp. Sig. (2-tailed)	$D_n$	0,497	0,747	0,747	0,747	0,429	0,429
	KS	0,377	0,555	0,453	0,481	0,363	0,363
Hasil Analisa		Normal	Tidak Normal	Tidak Normal	Tidak Normal	Tidak Normal	Tidak Normal

Sumber : Hasil analisis

Pada Tabel 1 diatas didapatkan dari analisa *One Sampel Test* dengan menggunakan program Microsoft Excel yang menyatakan hasil mobilisasi alat dan ikat TP 1 adalah “Normal”, sedangkan hasil ambil TP 1, tekan TP 1, ambil TP sambungan, tekan lanjutan TP Sambungan dan kedalaman dinyatakan “*Tidak Normal*”.

Ketika analisa data menggunakan *One Sampel Test*, Data Normalitas ( $D_n$ ) < *Kolmogorov Smirnov* (KS) Tabel maka distribusi data adalah “Normal” sedangkan Data Normalitas ( $D_n$ ) > *Kolmogorov Smirnov* (KS) Tabel maka distribusi data adalah “Tidak Normal”. Dengan demikian, data hasil pengamatan adalah valid dan bisa digunakan.

**Tabel 2** Analisis Peringkat Aktivitas Proses Pemancangan Tiang Pancang

No.	Aktivitas	Mean	Peringkat
1	Mobilisasi Alat	0:22:39	1
2	Ikat TP 1	0:01:59	7
3	Ambil TP 1	0:02:53	6
4	Tekan TP 1	0:06:19	2
5	Ambil TP Sambungan	0:02:16	5
6	Las Sambungan	0:05:19	3
7	Tekan Lanjutan TP Sambungan	0:03:04	4

Sumber : Hasil analisis

Dari Tabel 2 Data peringkat 1 diperoleh dari nilai *mean* paling tinggi pada aktivitas proses pemancangan,

berdasarkan data tersebut Mobilisasi Alat yang mempunyai durasi 0:22:39 adalah sebagai durasi paling tinggi. Aktivitas ini

adalah yang paling berpengaruh terhadap proses pemancangan karena memakan waktu yang cukup lama.

**Tabel 3** Analisis Nilai Produktivitas Pemancangan

No. Titik	Total Durasi (Menit)	Total Panjang Tiang (m)	Produktivitas (m/menit)
1	10	2	0,20
2	20	2	0,10
3	25	2	0,08
4	15	2	0,13
5	10	2	0,20
6	20	2	0,10
7	40	2	0,05
8	70	2	0,03
9	10	2	0,20
10	25	2	0,08
11	55	3,5	0,06
12	15	4	0,27
13	45	3	0,07
14	15	2	0,13
15	20	2	0,10
16	15	3	0,20
17	35	3	0,09
18	20	3	0,15
19	35	3	0,09
20	25	4	0,16
21	15	4	0,27
22	25	2	0,08
23	10	2	0,20
24	25	2	0,08
25	45	2	0,04
26	75	2	0,03
27	25	4	0,16
28	10	2	0,20
29	40	3	0,08
30	20	4	0,20
31	25	2	0,08
32	35	3	0,09
33	85	4	0,05
34	20	6,5	0,33
35	10	6	0,60
36	80	6,5	0,08
37	60	6,5	0,11
38	10	6	0,60
39	35	6	0,17
40	25	2	0,08
41	95	2	0,02
42	10	2	0,20
43	25	2	0,08
44	10	2	0,20
45	10	2	0,20
46	10	2	0,20
47	69	2,5	0,04
48	30	3	0,10
49	55	3	0,05
50	20	6,5	0,33
51	20	2	0,10
52	19	6	0,32
53	20	7,5	0,38
54	35	6	0,17
55	20	7	0,35
56	20	7	0,35
57	40	6	0,15
58	25	6,5	0,26
59	25	7,5	0,30
60	10	6,5	0,65

61	45	7	0,16
62	10	7,5	0,75
63	10	7	0,70
64	25	7,5	0,30
65	10	5,5	0,55
66	20	5	0,25
67	10	5,5	0,55
68	90	6	0,07
69	10	6	0,60
70	15	6	0,40
71	25	6	0,24
72	30	6	0,20
73	110	6	0,05
74	65	6	0,09
75	80	7	0,09
76	25	6,5	0,26
77	50	6	0,12
78	100	8	0,08
79	35	6	0,17
80	31	9	0,29
81	75	9	0,12
82	40	9	0,23
83	40	7,5	0,19
84	90	9	0,10
85	150	8	0,05
86	120	9	0,08
87	65	9	0,14
88	50	8,5	0,17
89	75	9	0,12
90	30	9	0,30
91	45	9	0,20
92	20	9	0,45
93	50	9	0,18
94	34	9	0,26
95	15	9	0,60
96	15	9	0,60
97	10	9	0,90
98	35	9	0,26
99	30	9	0,30
100	65	9	0,14
101	75	9	0,12
102	20	9	0,45
103	65	9	0,14
104	90	9	0,10
105	85	9	0,11
106	50	9	0,18
107	90	7	0,08
<b>Mean Produktivitas</b>			<b>0,21</b>

Dari data Tabel 3 didapatkan nilai produktivitas paling rendah pada titik pancang nomor 41 sebesar 0,02 m/menit dan dari Tabel 3 nilai produktivitas paling tinggi pada titik pancang nomor 97 sebesar 0,90 m/menit.

## 5. KESIMPULAN

### 5.1 Kesimpulan

1. Aktivitas yang paling berpengaruh dalam proses pekerjaan pemancangan tiang pancang pada proyek *Centralize Disassy Washing* PT. Komatsu Remanufacturing Asia diperoleh dari *mean* paling tinggi pada aktivitas

proses pemancangan adalah mobilisasi alat yang mempunyai durasi paling lama. Aktivitas ini memakan waktu yang cukup lama dikarenakan kondisi lahan tidak mendukung dan jarak antar titik pemancangan bervariasi.

2. Nilai produktivitas pemancangan akan lebih efektif apabila proses pemancangan saling berdekatan antar kelompok titik pemancangan. Karena durasi antar jarak titik ke titik berpengaruh, semakin dekat antar titik maka nilai produktivitas makin tinggi sebaliknya apabila antar titik makin jauh maka nilai produktivitas makin rendah.

## 5.2 SARAN

1. Penelitian selanjutnya dapat melakukan analisis produktivitas pemancangan tiang pancang dengan *jack in pile* yang digunakan pada proyek yang diteliti.
2. Untuk proyek disarankan lebih bijak jika mempunyai waktu pelaksanaan cukup panjang dan biaya terbatas maka persiapan untuk penempatan *minipile* lebih dekat agar mudah dijangkau dan memangkas waktu agar lebih efisien.
3. Jika membutuhkan waktu yang lebih cepat dan produktivitas yang tinggi maka disarankan untuk mempersiapkan perkerasan lahan agar mobilisasi lebih cepat dan mudah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agus Saepul. (2016) Produktivitas Kerja Alat Hammer Pada Pondasi Tiang Pancang Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung Ruang Sakit Central Medika Cibinong. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik Sipil*, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Pakuan.
- Anwar Hidayat, Founder and CEO of Statistikian 2012 *Uji Normalitas Dengan Excel Menggunakan Uji Kolmogorov Smirnov*
- Brian Widyan Hadi. (2018) Analisis

Produktivitas Pemancangan Dengan Alat Jack In Pile Jenis Hydrolic Static Pile Driver Pada Proyek Apartemen Graha Golf Surabaya. *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil Volume Nomor 1 2018*. Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya.

Ezar Adelpho Tigor. (2011) *Analisis Produktivitas Tenaga Kerja Pemancangan Proyek Apartemen City View Medan Polonia Berdasarkan Tingkat Utilitas Dalam Bekerja (Labour Utilization Rate)*. Jurnal Tugas Akhir, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Sumatera Utara.

Fence Stone Tarigan, Daud Okt Sakti Hutagalung, Ferry Hermawan. Pengaruh Pola Kebijakan Produktivitas Konstruksi Indonesia Terhadap Daya Saing Infrastruktur *Jurnal Karya Teknik Sipil, Volume 6, Nomor 4, Tahun 2017, 201-213 Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro*

Sentosa Limanto. (2009). *Analisis Produktivitas Pemancangan Tiang Pancang Pada Bangunan Tinggi Apartemen*. Seminar Nasional 2009 -, Jurusan Teknik Sipil, FT-UKM, 15 Agustus 2009.

Sentosa Limanto. (2009). *Analisis Produktivitas Pemancangan Tiang Pancang Dengan Jack In Pile*, Dosen Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan Universitas Kristen Petra, Surabaya.