

**ANALISIS PRODUKTIVITAS PEKERJAAN PEMANCANGAN
TIANG PANCANG PADA PROYEK CLUSTER XYZ**



TUGAS AKHIR

“Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Sipil (S1) Jenjang Pendidikan Strata-1”

Diajukan Oleh:

Rayhan Septian Wardana

1910107014

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

UNIVERSITAS PRADITA

TANGERANG

2023

**ANALISIS PRODUKTIVITAS PEKERJAAN PEMANCANGAN
TIANG PANCANG PADA PROYEK CLUSTER XYZ**

TUGAS AKHIR

**UNTUK MEMENUHI SEBAGIAN DARI SYARAT-SYARAT
GUNA MENCAPAI GELAR SARJANA TEKNIK SIPIL (S1)**

Diajukan Oleh:

Rayhan Septian Wardana

1910107014



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

UNIVERSITAS PRADITA

TANGERANG

2023

PERSETUJUAN SIDANG TUGAS AKHIR

Nama : Rayhan Septian Wardana
NIM : 1910107014
Program Studi : Teknik Sipil
Bentuk Tugas Akhir : Skripsi
Peminatan Tugas Akhir : Manajemen Konstruksi
Judul Tugas Akhir : Analisis Produktivitas Pekerjaan Pemancangan
Tiang Pancang Pada Proyek Cluster XYZ

Diterima dan Disetujui untuk Diujikan

Tangerang, 7 Agustus 2023

Menyetujui,

Pembimbing I



Ir. Jason Lim, M.Eng., M.Sc.

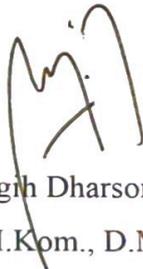
PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nama : Rayhan Septian Wardana
NIM : 1910107014
Program Studi : Teknik Sipil
Bentuk Tugas Akhir : Skripsi
Peminatan Tugas Akhir : Manajemen Konstruksi
Judul Tugas Akhir : Analisis Produktivitas Pekerjaan Pemancangan
Tiang Pancang Pada Proyek Cluster XYZ

Telah diujikan pada hari Jumat, tanggal 25, bulan Agustus, tahun 2023
Dengan dinyatakan lulus

TIM PENGUJI

Penguji I



Ir. Mulyadi Sugih Dharsono, M.M.,
M.Th., M.Kom., D.M.S.

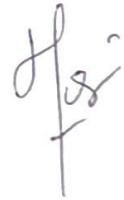
Diketahui oleh:

Dosen Koordinator Tugas Akhir



Dr. Van Basten, S.T., M.T.

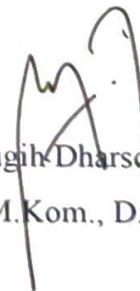
Penguji II



Nadia Diandra, S.T., M.T.

Disahkan oleh:

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Ir. Mulyadi Sugih Dharsono, M.M.,
M.Th., M.Kom., D.M.S.

PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir yang telah saya susun ini adalah benar karya ilmiah saya sendiri dan tidak mengandung unsur plagiat dari karya ilmiah orang lain (sebagian/seluruhnya). Semua karya ilmiah orang lain atau Lembaga lain yang dikutip dalam tugas akhir ini telah disebutkan sumber kutipannya dan dicantumkan di dalam Daftar Pustaka.

Jika di kemudian hari terbukti ditemukan kecurangan atau penyimpangan baik dalam pelaksanaan maupun penyusunan tugas akhir, maka saya bersedia untuk mendapatkan sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku dan dinyatakan TIDAK LULUS.

Tangerang, 5 September 2023



Rayhan Septian Wardana

NIM: 1910107014

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Dengan ini saya sebagai civitas akademik Universitas Pradita yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Rayhan Septian Wardana

NIM : 1910107014

Program Studi : Teknik Sipil

Bentuk Tugas Akhir : Skripsi

Untuk meningkatkan pengembangan ilmu pengetahuan, memberikan skripsi/ Tugas Akhir kepada Universitas Pradita Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*None-exclusive Royalty Free Right*) dengan judul:

**Analisis Produktivitas Pekerjaan Pemancangan
Tiang Pancang Pada Proyek Cluster XYZ**

Beserta dokumen Tugas Akhir yang ada sesuai ketentuan yang berlaku. Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*None-exclusive Royalty Free Right*) ini, maka Universitas Pradita berhak menyimpan dan mengelola dalam bentuk *database*, dan mempublikasikan Tugas Akhir ini dengan tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis Tugas Akhir ini sebagai penulis/pencipta dan pemilik Hak Cipta.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Tangerang, 5 September 2023

Yang Menyatakan



Rayhan Septian Wardana

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur dipanjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat sehat dan selamat sehingga penulisan Proposal Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Proposal Tugas Akhir ini berjudul “Analisis Produktivitas Pekerjaan Pemancangan Tiang Pancang Pada Proyek Cluster XYZ” ditujukan untuk memenuhi salah satu persyaratan akademik guna mendapatkan gelar Sarjana Teknik Sipil Universitas Pradita, Tangerang.

Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan, bantuan, dan doa dari berbagai pihak, Proposal Tugas Akhir ini tidak akan dapat terselesaikan tepat pada waktunya. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu dalam penyusunan Proposal Tugas Akhir ini, yaitu kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ricardius Eko Indrajit, M.Phil, M.A. selaku Rektor Universitas Pradita.
2. Bapak Ir. Mulyadi Sugih Dharsono, M.M., M.Th., M.Kom., D.M.S. selaku Kepala Program Studi Teknik Sipil.
3. Bapak Ir. Jason Lim, M.Eng., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing I.
4. Bapak Warsito dan Ibu Endy Ismoni, selaku orang tua penulis.
5. Bagas Syarifudin S.T dan Dania Putri S.Kep selaku kakak penulis.
6. Zahwa Fadhila, Nanda Prianto dan Rizja Noto Bawono selaku Sahabat penulis.
7. Teman-teman mahasiswa program studi Teknik Sipil Pradita University

Akhir kata penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dalam Tugas akhir ini. Oleh karena itu, kritik dan saran dari pembaca akan sangat bermanfaat bagi penulis. Semoga Tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya.

Tangerang, 5 September 2023



Rayhan Septian Wardana
1910107014

ABSTRAK

Rayhan Septian Wardana (1910107014)

Analisis Produktivitas Pekerjaan Pemancangan Tiang Pancang Pada Proyek Cluster XYZ

(xv + 82 halaman; 27 gambar; 21 tabel; 3 lampiran)

Pekerjaan pemancangan merupakan indikator penting dalam pekerjaan suatu proyek konstruksi karena pekerjaan pondasi merupakan tahap awal atau tahap pembuka dari suatu proyek konstruksi, jika waktu pemancangan awal mengalami keterlambatan hal ini dapat berdampak pada pekerjaan lainnya. Terdapat beberapa faktor yang mengakibatkan penjadwalan sebuah proyek menjadi tidak sesuai diantaranya yaitu penyediaan material atau peralatan terjadi keterlambatan, perubahan desain, perubahan cuaca, dan beberapa hal lainnya. Perlu dilakukan penilaian dari segi produktivitas dalam pekerjaan pemancangan untuk melihat bagaimana waktu dalam pekerjaan tersebut sesuai dengan target yang di inginkan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui berapa tingkat produktivitas pekerjaan pemancangan tiang pancang pada proyek dan apa faktor-faktor yang dapat mempengaruhi produktivitas pekerjaan pemancangan tiang pancang pada proyek. Metodologi penelitian yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif yaitu menggambarkan atau menganalisis produktivitas pekerjaan pemancangan menggunakan pengukuran dengan metode *unit completed* serta menggunakan analisis *multiple regression*. Metode pengumpulan data yang digunakan berupa pengamatan dilapangan kemudian diolah dengan analisis *multiple regression* antara faktor-faktor yang mempengaruhi pekerjaan pemancangan dengan produktivitas pekerjaan pemancangan menggunakan program IBM SPSS. Dari hasil analisis penelitian ini menunjukkan bahwa tingkat produktivitas seharusnya yang didapat sebesar 39,43 m/jam, sedangkan rata-rata dalam pekerjaan pemancangan pada proyek cluster XYZ sebesar 31,54 m/jam. Untuk faktor yang mempengaruhi tingkat produktivitas seluruh proyek terbesar adalah faktor *equipment* (14,18%) dari produktivitas ideal yang seharusnya didapatkan. Sedangkan faktor terbesar untuk kehilangan keseluruhan jam kerja proyek yaitu dengan faktor *equipment* sebesar 6,17 jam untuk alat dan 30,85 jam untuk pekerja.

Kata kunci: faktor, pemancangan, produktivitas, *unit completed*

Referensi: 33 (2011-2023)

ABSTRACT

Rayhan Septian Wardana (1910107014)

Analisis Produktivitas Pekerjaan Pemancangan Tiang Pancang Pada Proyek Cluster XYZ

(xv + 82 pages; 27 pictures; 21 tables; 3 appendixes)

Pile driving work is a crucial indicator in construction projects because foundation work marks the initial or opening phase of any construction project. If the initial pile driving phase experiences delays, it can have cascading impacts on other aspects of the project. Several factors contribute to a project's scheduling deviations, including delayed material or equipment provisioning, design changes, weather fluctuations, and various other considerations. It's essential to assess the productivity aspect of pile driving work to gauge how the time aligns with the desired target. The research's primary objective is to determine the productivity levels of pile driving work for sheet pile foundations in the project and identify the factors influencing the productivity of this specific task. The research methodology employed is quantitative and descriptive, aiming to depict and analyze pile driving work productivity through unit completion measurements and multiple regression analyses. Data collection involves on-site observations, subsequently processed using multiple regression analysis to explore the relationships between various factors affecting pile driving work and the resulting productivity, facilitated by IBM SPSS software. The research analysis reveals that the expected productivity rate should be 39.43 meters per hour. However, the actual average productivity for pile driving work in the XYZ cluster project stands at 31.54 meters per hour. Among all factors affecting overall project productivity, equipment stands out as the most significant contributor, accounting for 14.18% of the ideal productivity that should be achieved. Furthermore, the equipment factor also plays a major role in the overall project's lost work hours, with equipment-related issues causing a loss of 6.17 hours for the machinery and 30.85 hours for the workforce.

Keyword: factor, piling, productivity, unit completed

Reference: 33 (2011-2023)

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
PERSETUJUAN SIDANG TUGAS AKHIR	iii
PENGESAHAN TUGAS AKHIR	iv
PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT	v
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Ruang Lingkup Masalah.....	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Proyek Konstruksi	7
2.2 Manajemen Proyek Konstruksi	8

2.2.1	Jenis Proyek Konstruksi.....	9
2.2.2	Ciri-ciri Proyek Konstruksi.....	9
2.2.3	Tolak Ukur Sukses Pengelolaan Proyek	10
2.3	Pondasi.....	10
2.3.2	Pondasi Dangkal	12
2.3.3	Pondasi Dalam	14
2.4	Pondasi Tiang Pancang.....	15
2.5	Alat pancang	17
2.6	<i>Hydraulic Static Pile Driver (HSPD)</i>	23
2.7	Pengertian Produktivitas	27
2.8	Faktor-faktor yang Mempengaruhi Produktivitas	28
2.9	Metode pengukuran <i>Unit Completed</i>	32
2.10	<i>Daily Productivity</i>	33
2.11	<i>Baseline Productivity</i>	33
2.12	<i>Model Coefficient, Expected productivity, dan Disruption Index</i>	34
2.13	<i>Loss of Productivity dan Workhours Lost</i>	36
2.14	Penelitian Terdahulu	36
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....		40
3.1	Lokasi Penelitian	40
3.2	Kerangka Penelitian.....	41
3.4	Populasi dan Sampel Penelitian sih	42
3.4.1	Populasi	42
3.4.2	Sampel Penelitian.....	43
3.5	Studi Literatur	44
3.6	Pengumpulan Data.....	44
3.7	Metode Pengolahan Data Produktivitas.....	45

3.7.1	Perhitungan <i>Daily Productivity</i>	45
3.7.2	Perhitungan <i>Baseline Productivity</i>	46
3.8	Pengolahan Data dari Faktor-Faktor.....	47
3.9	Analisis Data.....	48
3.9.1	Perhitungan <i>Coefficient Model Factor</i>	48
3.9.2	Perhitungan <i>Disruption Index</i> (Indeks Gangguan)	50
3.9.3	Perhitungan <i>Workhour Lost</i> (Kerugian Jam Kerja)	50
BAB 4	ANALISIS DAN PEMBAHASAN	52
4.1	Gambaran Umum Penelitian.....	52
4.2	Data Teknis Alat & Tiang Pancang	52
4.3	Tahap Pelaksanaan.....	53
4.4	Pengamatan Faktor-faktor yang Mempengaruhi Pekerjaan	57
4.5	Perhitungan <i>Daily Productivity</i>	62
4.6	Perhitungan <i>Baseline Productivity</i>	65
4.7	Perhitungan <i>Coefficient Modal Factor</i>	67
4.8	Perhitungan <i>Disruption Index</i> (indeks gangguan)	69
4.9	Perhitungan <i>Loss of Productivity & Workhour Lost</i> (kerugian jam kerja)..	71
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN.....	77
5.1	Kesimpulan.....	77
5.2	Saran	78
	DAFTAR PUSTAKA	79

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Alat <i>Hydraulic Static Pile Driver</i> (HSPD).....	21
Gambar 2. 2 <i>Hydraulic Static Pile Driver</i> (HSPD)	22
Gambar 2. 3 Ilustrasi Pengangkatan Tiang Pancang.....	25
Gambar 2. 4 Ilustrasi <i>Setting</i> Tiang Pancang	25
Gambar 2. 5 Ilustrasi Penekanan Tiang Pancang Pancang	26
Gambar 2. 6 Ilustrasi Pemeriksaan Vertikalitas	26
Gambar 2. 7 Ilustrasi Penyambungan Tiang Pancang	26
Gambar 3. 1 Lokasi Proyek.....	40
Gambar 3. 2 Kerangka Penelitian	41
Gambar 3. 3 Gambar <i>lay out</i> 1 titik tiang pancang rumah masal.....	42
Gambar 3. 4 Gambar <i>lay out</i> 2 titik tiang pancang rumah masal.....	43
Gambar 4. 1 Alat <i>Hydraulic Static Pile Driver</i>	53
Gambar 4. 2 Mobilisasi Alat Pancang.....	55
Gambar 4. 3 Pengangkatan Tiang Pertama (<i>bottom</i>)	55
Gambar 4. 4 Pengelasan Tiang Pancang	56
Gambar 4. 5 Pemotongan Tiang Pancang	57
Gambar 4. 6 Kondisi Hujan saat Pengerjaan Pemancangan	58
Gambar 4. 7 Kerusakan Kabel Hidrolis	59
Gambar 4. 8 Kerusakan Kaki Alat HSPD	59
Gambar 4. 9 Kerusakan Genset.....	59
Gambar 4. 10 Kondisi Tiang Pancang Patah atau Pecah	60
Gambar 4. 11 Pekerja Mengangkat Telepon.....	61
Gambar 4. 12 Rekap pengumpulan data dilapangan.....	63
Gambar 4. 13 Grafik <i>daily</i> dan <i>baseline</i> pemancangan pada proyek XYZ	66
Gambar 4. 14 Grafik <i>Workhours Lost</i> (alat)	74
Gambar 4. 15 Grafik <i>Workhours Lost</i> (tenaga kerja).....	75
Gambar 4. 16 Persentase pengaruh pada masing-masing faktor.....	75

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Perhitungan <i>Daily Productivity</i>	46
Tabel 3. 2 Perhitungan <i>Baseline Productivity</i>	47
Tabel 3. 3 Rekapitulasi Pencatatan Faktor	48
Tabel 3. 4 Perhitungan <i>Daily Productivity</i> dengan <i>Baseline Productivity</i>	49
Tabel 3. 5 <i>Coefficient Model</i>	49
Tabel 3. 6 Perhitungan <i>Disruption Index</i> (Indeks Gangguan)	50
Tabel 3. 7 Perhitungan <i>Workhour Lost</i> (kerugian jam kerja).....	51
Tabel 4. 1 Spesifikasi Alat HSPD 120 Ton	53
Tabel 4. 2 Perhitungan <i>Daily Productivity</i>	64
Tabel 4. 3 Perhitungan <i>Baseline Productivity</i>	65
Tabel 4. 4 Pencatatan Faktor-Faktor di Lapangan	67
Tabel 4. 5 Perhitungan Selisih <i>Actual</i> dengan <i>Baseline Productivity</i>	68
Tabel 4. 6 <i>Coefficient Model</i> dari Setiap Faktor	69
Tabel 4. 7 Perhitungan <i>Disruption Index</i>	70
Tabel 4. 8 Persentase <i>Productivity Loss</i>	70
Tabel 4. 9 Perhitungan <i>Loss of Productivity</i> (alat).....	71
Tabel 4. 10 Perhitungan <i>Loss of Productivity</i> (pekerja).....	72
Tabel 4. 11 Perhitungan <i>Workhours Lost</i> (alat)	72
Tabel 4. 12 Perhitungan <i>Workhours Lost</i> (alat) lanjutan	73
Tabel 4. 13 Perhitungan <i>Workhours Lost</i> (pekerja)	73
Tabel 4. 14 Perhitungan <i>Workhours Lost</i> (pekerja) lanjutan	74

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Gambar Denah Titik Tiang Pancang	L-1
Lampiran 2 Data Pencatatan Dilapangan	L-2
Lampiran 3 <i>Output</i> SPSS Mendapatkan <i>Coefficient Model</i> Faktor-Faktor	L-3

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan perkembangan pada bidang proyek konstruksi yang semakin meningkat, pekerjaan pondasi untuk rumah hunian juga ikut berkembang dengan kemajuan teknologi. Pondasi tiang pancang adalah bagian dari struktur yang digunakan untuk menerima dan menyalurkan beban dari struktur atas ke tanah penunjang yang terletak pada kedalaman tertentu (Kusuma dan Lestari, 2021).

Pekerjaan pondasi sangat penting dalam pekerjaan suatu proyek konstruksi karena pekerjaan pondasi merupakan tahap awal atau tahap pembuka dari suatu proyek konstruksi. Sehingga teknik pekerjaan pondasi memerlukan pembaruan atau pengoptimalan pada pekerjaannya agar tepat mutu, tepat waktu, dan juga tepat hasil dalam pengerjaannya. Penggunaan alat semakin banyak digunakan bertujuan untuk membantu dan mempermudah dalam pengerjaan proyek tersebut. Salah satu alat yang sering digunakan dalam suatu proyek konstruksi dalam skala besar adalah alat pancang.

Menurut Dwiretnani dan Daulay (2019) jika waktu pemancangan awal mengalami keterlambatan, maka akan berdampak pada pekerjaan lainnya, sehingga pengerjaan alat pancang harus dilakukan dengan benar sesuai dengan perencanaan proyek konstruksi. Hal ini sesuai dengan pernyataan Jason Lim., *et al* (2020) pembangunan di Indonesia tidak belajar dari pengalaman dan terus mengambil kesalahan risiko yang sama. Sehingga membuat kemajuan perkembangan konstruksi terhambat. Dapat terlihat juga dalam pernyataan Rani dan Yuni (2021)

bahwa terdapat beberapa faktor yang mengakibatkan penjadwalan sebuah proyek menjadi tidak sesuai diantaranya yaitu penyediaan material atau peralatan terjadi keterlambatan, perubahan desain, perubahan cuaca, dan beberapa hal lainnya. Maka dari itu perlu dilakukan penilaian dari segi produktivitas dalam pekerjaan pemancangan tersebut untuk melihat bagaimana waktu dalam pekerjaan tersebut.

Produktivitas merupakan perbandingan antara *output* atau suatu hasil yang telah dicapai dengan *input* atau penggunaan sumber daya secara keseluruhan. Produktivitas memainkan peran penting dalam menentukan apakah konstruksi selesai dalam anggaran dan jangka waktu yang direncanakan.

Dalam pengukuran produktivitas sering terjadi kendala yang disebabkan karena kurang akuratnya dalam pengerjaan dan hanya dilakukan melalui suatu pendekatan tertentu. Hal ini disebabkan oleh banyaknya faktor yang mempengaruhi stabilitas produktivitas. Mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi terhadap produktivitas sangat perlu dilakukan agar kita dapat menentukan strategi atau langkah selanjutnya dengan lebih baik.

Berdasarkan uraian diatas maka diperlukan perhitungan terhadap produktivitas pekerjaan dan setelah itu mengetahui faktor-faktor yang akan mempengaruhi terhadap waktu pekerjaan tersebut. Maka penelitian yang dilakukan ini dapat mengidentifikasi faktor-faktor apa saja yang menjadi penghambat dari produktivitas pekerjaan pemancangan.

Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi bagi kontraktor sebagai mitigasi terhadap faktor-faktor penghambat yang terjadi di dunia konstruksi. Sehingga, kontraktor dapat segera memberikan solusi yang tepat untuk mencapai perbaikan yang berkelanjutan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian permasalahan di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

- a. Apa saja faktor-faktor yang dapat mempengaruhi produktivitas pekerjaan pemancangan tiang pancang pada proyek cluster XYZ?
- b. Berapa tingkat produktivitas pekerjaan pemancangan tiang pancang pada proyek cluster XYZ?
- c. Berapa tingkat kehilangan jam kerja akibat faktor-faktor yang terjadi pada pekerjaan pemancangan tiang pancang pada proyek cluster XYZ?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan pada penelitian ini sebagai berikut:

- a. Mengidentifikasi Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi produktivitas pekerjaan pemancangan tiang pancang pada proyek cluster XYZ.
- b. Menganalisis tingkat produktivitas pekerjaan pemancangan tiang pancang pada proyek cluster XYZ.
- c. Menganalisis tingkat kehilangan jam kerja akibat faktor-faktor yang terjadi pada pekerjaan pemancangan tiang pancang pada proyek cluster XYZ?

1.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian yang telah dipaparkan, maka manfaat penelitian dari penelitian ini yaitu:

a. Bagi pihak konstruksi

Penelitian ini diharapkan sebagai bahan evaluasi pada pekerjaan tiang pancang untuk mencapai keberhasilan suatu proyek yang akan dilakukan selanjutnya bagi kontraktor pemancangan.

b. Bagi pihak akademis

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi informasi dalam bentuk referensi untuk pengembangan ilmu tentang produktivitas pemancangan pada pekerjaan konstruksi.

c. Bagi pihak penulis

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah pengetahuan, wawasan kepada penulis dan sebagai implementasi ilmu yang didapat dibangku kuliah serta untuk memberikan manfaat berupa gambaran mengenai produktivitas pemancangan yang efektif pada pelaksanaan konstruksi.

1.5 Ruang Lingkup Masalah

Pembahasan penelitian ini dibatasi ruang lingkupnya agar tidak terjadi perluasan.

Berikut batasan-batasan dalam penelitian ini:

- a. Objek yang diamati untuk penelitian ini hanya dibatasi perhitungan waktu produktivitas pekerjaan pancang pada PT. XYZ.
- b. Objek yang di amati pada penelitian ini sebanyak 148 titik tiang pancang.
- c. Pengamatan produktivitas pekerjaan pancang untuk rencana anggaran biaya, daya dukung pondasi tiang pancang dan faktor kondisi tanah tidak termasuk dalam penelitian.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistem penulisan yang digunakan dalam naskah tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

Bab I Pendahuluan Penelitian

Pada bab pendahuluan akan menguraikan penjelasan tentang produktivitas pekerjaan pemancangan mulai dari latar belakang masalah, rumusan masalah, ruang lingkup, tujuan penelitian, kepentingan penelitian, dan sistem penulisan.

Bab II Tinjauan Pustaka

Pada bab tinjauan pustaka menjelaskan tentang pekerjaan pemancangan tiang pancang, faktor-faktor keterlambatan, produktivitas, penelitian terdahulu, serta landasan teori yang mendukung dan berhubungan dengan penyelesaian masalah penelitian.

Bab III Metodologi Penelitian

Pada bab metodologi penelitian menjelaskan bagaimana alur dari penelitian mulai dari identifikasi masalah, pengumpulan data primer dan sekunder, pengolahan data, pembahasan, kesimpulan, dan saran.

Bab IV Analisis dan Pembahasan

Pada bab analisis dan pembahasan menjelaskan hasil dari analisis dan pembahasan mengenai tingkat produktivitas pekerjaan pemancangan dan menganalisis mengenai faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi tingkat produktivitas pada proyek XYZ dengan menggunakan analisis *multiple regression* untuk mengetahui bagaimana pengaruh antara variabel bebas (X) yaitu faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat produktivitas dengan variabel terikat (Y) yaitu tingkat produktivitas pekerjaan pemancangan.

Bab V Kesimpulan dan Saran

Pada bab kesimpulan dan saran menjelaskan mengenai hasil analisis dan pembahasan yang didapat yaitu berupa tingkat produktivitas pekerjaan pemancangan dan hubungan antara faktor penyebab keterlambatan dengan kinerja proyek.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Proyek Konstruksi

Menurut Ervianto (2023) dalam Mangngiri dan Taufik (2023) Proyek konstruksi adalah serangkaian kegiatan yang dapat dilakukan pada waktu yang bersamaan dan seringkali dalam waktu singkat. Proyek konstruksi memiliki beberapa karakteristik seperti bersifat unik, membutuhkan sumber daya, serta membutuhkan organisasi. Dalam rangkaian kegiatan yang memiliki kaitan untuk mencapai suatu tujuan (bangunan/konstruksi) dengan batasan biaya, waktu dan mutu tertentu disebut Proyek konstruksi. Proyek konstruksi diperlukan sekali beberapa sumber daya seperti manusia, material, peralatan, metode pelaksanaan, uang, informasi, dan waktu Adriadi dan Solihin (2021). Terdapat beberapa pengertian proyek konstruksi menurut para ahli, antara lain:

- a. Menurut Sucita (2011), Proyek konstruksi adalah suatu kegiatan sementara yang berlangsung dalam jangka waktu terbatas, dengan alokasi sumber daya tertentu dan dimaksudkan untuk menghasilkan produk yang kriteria mutunya telah digariskan dengan jelas.
- b. Menurut Ismail (2015), Proyek konstruksi merupakan kegiatan yang bersifat sementara dan sementara, yang dilakukan untuk menciptakan jasa berupa karya konstruksi dengan nilai guna tertentu, dengan menggunakan sumber daya manusia, material, dan finansial yang efektif.

- c. Menurut Labombang (2011), Proyek konstruksi merupakan suatu bidang yang dinamis dan mengandung risiko. Risiko dapat memberikan pengaruh terhadap produktivitas, kinerja, kualitas dan danbatasan biaya dari proyek
- d. Menurut Messah (2013), Proyek Konstruksi merupakan salah satu bentuk kegiatan yang berlangsung dalam jangka waktu terbatas, dengan sumber daya tertentu, untuk mencapai hasil dalam bentuk bangunan atau infrastruktur.
- e. Menurut Situmorang (2015), Proyek konstruksi merupakan suatu rangkaian kegiatan yang berkaitan dengan upaya pembangunan suatu bangunan infrastruktur. Faktor-faktor ketidakpastian dan hal-hal lain yang tidak terduga sering kali menyebabkan kegagalan pencapaian tujuan/sasaran proyek pada umumnya.

2.2 Manajemen Proyek Konstruksi

Manajemen proyek merupakan pengendalian suatu proyek melingkupi seperti proses pekerjaan, perencanaan, penyediaan tenaga kerja, pengorganisasian, dan pengontrolan suatu proyek. Manajemen proyek dapat terbilang efektif disaat proyek dapat menyelesaikan dengan tepat waktu dan dalam rentang anggaran yang sudah di sepakati dengan cara merencanakan, mengelola proyek tersebut dengan baik. Pengetahuan seorang manajer proyek tentang pemanfaatan tiga hal yaitu biaya, waktu dan mutu yang saling berkaitan dan mempengaruhi, dari ketiga hal itu yang menjadi kunci sukses manajemen proyek. Hal penting dalam merencanakan proyek itu dengan berhati-hati dan teliti, agar menciptakan hasil yang optimal Risman dan Alfa (2019). Ada beberapa hal yang di perhatikan pada manajemen proyek yaitu sebagai berikut.

2.2.1 Jenis Proyek Konstruksi

Menurut Mufardis., *et al* (2021) proyek konstruksi memiliki jenis yang dapat dibedakan menjadi dua kelompok yaitu bangunan sipil dan bangunan gedung. Bangunan sipil yaitu jalan, jembatan, bendungan dan infrastruktur lainnya. Bangunan gedung yaitu: rumah, kantor, pabrik, sekolah dan lain-lain. Kelompok bangunan sipil dan bangunan gedung pada umumnya direncanakan dan dilaksanakan dengan ilmu perencana dan pelaksana yang berbeda.

2.2.2 Ciri-ciri Proyek Konstruksi

Menurut Risman dan Alfa (2019) Ciri-ciri proyek dibagi menjadi dua bagian seperti berikut:

- a. Ciri pokok suatu proyek
 - 1) Memiliki tujuan dari proyek tersebut berupa hasil kerja akhir.
 - 2) Dalam proses harus mencapai tujuan yang ditentukan dari biaya, penjadwalan serta kriteria mutu.
 - 3) Waktunya dibatasi oleh selesainya tugas. Titik awal tugas dan akhir tugas telah ditentukan dengan jelas.
 - 4) Jenis dan intensitas kegiatan berubah sepanjang proyek berlangsung tidak berulang ulang.
- b. Ciri Khusus Proyek
 - a. Mempunyai tujuan yang lebih spesifik.
 - b. Memiliki hasil yang dapat diserahkan.
 - c. Menggunakan banyak jenis sumberdaya.
 - d. Memiliki keunikan.
 - e. Dibatasi oleh suatu nilai tertentu yang jelas atas biaya, mutu dan waktunya.

2.2.3 Tolak Ukur Sukses Pengelolaan Proyek

Menurut Risman dan Afla (2019) Tolak ukur sukses dalam pengelolaan suatu proyek bisa digambarkan seperti berikut:

- a. Biaya proyek tidak dapat melebihi nilai yang telah disepakati sebelumnya. Biaya harus sesuai dengan kontrak pelaksanaan suatu pekerjaan.
- b. Mutu pekerjaan dalam proses pelaksanaan dan hasil akhir harus memenuhi standar sesuai dengan kesepakatan dokumen kontrak pekerjaan
- c. Waktu penyelesaian pekerjaan harus sesuai dengan batas waktu yang telah disepakati dalam dokumen kontrak pekerjaan.

2.3 Pondasi

Pengertian pondasi menurut Wiratmoko., *et al* (2019) adalah struktur bangunan terdiri dari satu atau lebih elemen-elemen pondasi, umumnya dimana pada bagian pondasi merupakan bagian perpindahan antara tanah atau batuan dengan struktur atas. Pondasi berfungsi sebagai bagian yang dapat meneruskan beban diakibatkan struktur pada bagian atas menuju ke lapisan bawah struktur tanpa mengakibatkan keruntuhan geser tanah dan penurunan tanah pondasi yang berlebihan (Ginting *et al.*, 2019). Adapun pengertian pondasi menurut para ahli yang lain sebagai berikut:

- a. Menurut Kurniawan (2019), Pondasi merupakan suatu konstruksi pada bagian dasar bangunan yang berfungsi meneruskan beban daribagian atas struktur bangunan ke lapisan tanah yang berada di bagian bawahnya.
- b. Menurut Kristyanto (2022), Pondasi merupakan elemen struktur yang berfungsi untuk memindahkan beban bangunanke lapisan tanah di bawahnya, tanpa

adanya resiko kelongsoran geser, atau terjadinya penurunan yang melampaui batas penurunan yang diijinkan.

- c. Menurut Tobing (2019), Pondasi adalah struktur bagian bawah dari konstruksi bangunan yang berhubungan langsung dengan tanah dan merupakan suatu pekerjaan yang sangat penting dalam pekerjaan teknik sipil, karena pondasi inilah yang akan memikul dan menahansuatu beban yang bekerja di atasnya.
- d. Menurut Usman (2014), Pondasi adalah bagian struktur paling bawah dari suatu bangunan yang berfungsi sebagai penopang bangunan.

Berdasarkan perbandingan kedalaman yang mencolok dari permukaan tanah, upaya untuk mengklasifikasikan dan mengkategorikan pondasi menjadi dua jenis utama telah diterapkan. Dalam pengelompokan ini, terdapat distinksi antara pondasi dangkal dan pondasi dalam, yang masing-masing membawa karakteristik dan penggunaan yang berbeda. Pondasi dangkal, sebagai kategori pertama, mencakup ragam jenis yang mencakup pondasi tapak, pondasi memanjang, serta pondasi rakit. Jenis-jenis ini ditujukan untuk mengakomodasi struktur yang membutuhkan dukungan pada kedalaman yang relatif dangkal dari permukaan tanah.

Di sisi lain, jenis kedua yang dikenal sebagai pondasi dalam, hadir dengan keunikan dalam hal kedalamannya yang lebih signifikan. Dalam kategori ini tergolong pondasi sumuran, pondasi tiang pancang, serta pondasi *bore pile*. Pondasi dalam ini menjadi solusi yang sesuai ketika struktur yang dibangun mengharuskan penempatan pondasi pada kedalaman yang lebih dalam, entah itu karena alasan kekuatan, penyesuaian dengan karakteristik tanah, atau pertimbangan teknis lainnya.

Tak hanya itu, terdapat juga pengelompokan pondasi berdasarkan jenisnya. Terdapat dua jenis pondasi yang patut diperhatikan, masing-masing memiliki karakteristik unik yang mempengaruhi pemilihan dan penerapannya dalam berbagai proyek konstruksi. Kedua jenis pondasi ini adalah pondasi dangkal dan pondasi dalam. Pengkategorian ini didasarkan pada kedalaman yang harus ditempuh oleh pondasi untuk mencapai lapisan tanah yang memiliki daya dukung yang memadai. Pondasi dangkal memiliki karakteristik penempatan pada kedalaman yang lebih dangkal, sementara pondasi dalam merujuk pada jenis pondasi yang ditanamkan lebih dalam ke dalam tanah. Keputusan untuk menggunakan jenis pondasi mana tergantung pada berbagai faktor termasuk beban struktural, karakteristik tanah, dan tuntutan desain konstruksi. Ada 2 jenis pondasi yaitu seperti berikut ini.

2.3.2 Pondasi Dangkal

Menurut Sutejo., *et al* (2020) Pondasi dangkal merupakan pekerjaan konstruksi yang terletak pada posisi bangunan paling bawah. Fungsi pondasi dangkal adalah menyalurkan seluruh beban bangunan ke lapisan tanah di dekat permukaan tanah. Pondasi yang kedalamannya kurang dari atau sama dengan lebar pondasi adalah pondasi dangkal. Jika kondisi kedalaman pondasi mencapai 3-4x lebar pondasi, maka masih tergolong pondasi dangkal.

Pondasi dangkal ini digunakan biasanya untuk bangunan yang memiliki berat relatif tidak besar, biasanya juga sering disebut pondasi langsung. Penerapan pondasi ini dengan memperlebar bagian bawah dari kolom atau dinding bangunan, sehingga beban bangunan disebarkan menjadi desakan yang lebih kecil daripada

daya dukung tanah yang diizinkan. (Krisyanto., *et al* 2022). Tipe pondasi dangkal meliputi opsi berikut:

a. Pondasi telapak dan pondasi memanjang.

Pondasi tipe telapak merupakan jenis pondasi yang memberikan dukungan langsung pada bangunan melalui tanah di bawahnya. Kondisinya dapat terjadi jika terdapat lapisan tanah yang memiliki ketebalan yang memadai dan berkualitas baik, sehingga mampu menopang bangunan baik pada permukaan tanah maupun sedikit di bawah permukaan tanah. Di sisi lain, pondasi tipe memanjang digunakan untuk memberikan dukungan pada dinding yang memiliki panjang atau pada susunan kolom yang terletak berdekatan. Sebagai akibatnya, jika digunakan pondasi tipe telapak, sisi-sisinya akan berdekatan dan terbatas ruangnya.

b. Pondasi Rakit

Pondasi rakit merupakan jenis pondasi yang digunakan untuk memberikan dukungan pada bangunan yang berada di atas tanah dengan karakteristik lunak. Juga, pondasi rakit diterapkan saat kolom-kolom disusun dengan jarak yang sangat dekat dalam semua arah, sehingga jika digunakan pondasi telapak, sisi-sisinya akan berdekatan dan saling berimpit.

c. Pondasi Sistem Cakar Ayam

Prinsip pokok dari jenis pondasi ini ialah fondasi penuh yang diperkuat melalui penggunaan jangkar dan pipa beton yang terhubung erat dengan plakat. Pipa beton tersebut seakan menggantung pada plakat. Kemampuan pondasi ini diaplikasikan untuk menopang beban berat seperti pada struktur jembatan, proyek jalan, menara, landasan pesawat, dan sejenisnya.

2.3.3 Pondasi Dalam

Menurut Gazali., *et al* (2021) Pondasi dalam adalah pondasi yang berfungsi untuk meneruskan beban bangunan ke tanah keras. Pondasi dalam digunakan apabila lapisan tanah pada dasar pondasi tidak mampu mendukung beban yang dilimpahkan dan terletak cukup dalam.

Pondasi dalam adalah pondasi yang membutuhkan pengeboran atau pemancangan dalam karena lapisan tanah yang keras berada di kedalaman cukup dalam, seperti pondasi pada bangunan jembatan. Pondasi dalam merujuk pada tipe fondasi yang bertugas menyalurkan beban bangunan ke lapisan tanah yang padat atau batu yang berada pada kedalaman yang signifikan dari permukaan.

Metode ini diterapkan ketika lapisan tanah di bawah fondasi tidak memiliki kapasitas untuk menanggung beban yang ditransfer, atau ketika pertimbangan pergeseran tanah dan penggalian mendekati fondasi menjadi relevan di masa mendatang. Istilah "pondasi dalam" umumnya digunakan jika perbandingan kedalaman fondasi terhadap lebarnya (D/B) lebih besar dari 4. Berikut adalah beberapa jenis pondasi dalam yang umumnya digunakan:

a. Pondasi Sumuran

Pondasi sumuran adalah tipe fondasi yang berperan sebagai penghubung antara pondasi dangkal dan pondasi tiang. Penggunaan pondasi ini relevan saat tanah dasar yang memiliki ketahanan yang memadai berada pada kedalaman yang lebih signifikan dari permukaan tanah. Dalam situasi semacam ini, penggunaan pondasi sumuran menjadi alternatif yang sesuai untuk memastikan kestabilan struktur bangunan.

b. Pondasi Kaison

Pondasi Kaison, juga dikenal sebagai pondasi tiang pancang dalam, adalah varian fondasi yang berada pada lapisan pendukung yang tenggelam ke dalam tanah. Keadaan ini muncul akibat bobot sendiri dari fondasi, dan pelaksanaannya melibatkan penggalian tanah dari bagian dasar struktur yang memiliki bentuk melingkar. Bahan yang digunakan dalam pembuatan pondasi ini adalah beton bertulang yang memberikan tambahan daya tahan dan keseimbangan pada konstruksi bangunan. Melalui pendekatan ini, Pondasi Kaison menjadi fondasi yang dapat diandalkan dalam menopang struktur di atasnya.

c. Pondasi Tiang

Pondasi tiang adalah elemen teknik yang bertujuan untuk memindahkan beban dari bagian atas struktur bangunan melewati lapisan tanah yang memiliki sifat lembut dan potensi untuk mengeras, atau bahkan melalui lapisan air ke dalam tanah yang memiliki tingkat kepadatan atau kekerasan yang lebih tinggi, atau bahkan menjulur hingga kedalam formasi batuan yang terletak pada kedalaman yang lebih besar.

2.4 Pondasi Tiang Pancang

Pondasi tiang pancang merupakan salah satu bagian dari struktur yang digunakan untuk menerima beban struktur atas dan menyalurkannya ke tanah penunjang yang terletak pada kedalaman tertentu (Kusuma dan Lestari, 2021). Lebih jauh dinyatakan bahwa pondasi tiang pancang memiliki bentuk seperti kolom-kolom yang terbuat dari beton ataupun baja kokoh yang akan memperkuat struktur

bangunan dan umumnya pondasi tiang pancang digunakan jika struktur tanah yang akan dibangun memiliki kemungkinan untuk bergeser. Pondasi tiang pancang dapat dibedakan berdasarkan:

a. Kualitas Material dibedakan menjadi:

1) Kualitas Baja

- Tiang pipa baja
- Tiang penampang H

2) Tiang Beton

- Tiang beton *Raymond*
- Tiang alas

b. Teknik Pemancangan Tiang dibedakan menjadi:

1) Tiang pancang pracetak

- Cara penumbukan
- Cara penggetaran
- Cara penanaman

2) Tiang pancang cor ditempat

- Cara penetrasi-alas
- Cara penggalian

Kelebihan dari pondasi tiang pancang menurut Wiratmoko., *et al* (2019), antara lain:

- a. Pembuatannya material tiang dengan pabrikasi, sehingga mutu beton terjamin.
- b. Daya dukung tiang terbagi secara merata pada sekeliling tiang.
- c. Dibandingkan pondasi sumuran pondasi tiang pancang harganya lebih murah.

Lebih jauh dinyatakan bahwa kelemahan pondasi tiang pancang, antara lain:

- a. Akses jalan proyek yang sempit menjadi kendala dari pondasi.
- b. Tergolong sistem pondasi yang baru.
- c. Proses pemancangan mengakibatkan polusi pendengaran dan getaran.

2.5 Alat pancang

Menurut Puspitasari dan Nursin (2021) alat pemancang tiang adalah sumber daya yang sangat berpengaruh penting untuk proyek pemancangan. Menurut Dwiretnani dan Daulay (2019) Ada banyak jenis alat pemancangan tiang yang digunakan dalam proyek konstruksi yaitu:

a. Drop hammer

Drop hammer adalah sebuah perangkat yang terdiri dari sebuah palu berat yang ditempatkan pada ketinggian tertentu di atas suatu tiang yang berada pada posisi puncak. Mekanisme kerjanya melibatkan pelepasan palu tersebut, yang kemudian akan jatuh dengan gaya gravitasi ke bagian atas tumpukan tiang, khususnya pada ujung tumpukan. Proses ini dirancang dengan mempertimbangkan aspek perlindungan terhadap integritas tiang, di mana titik dampak palu dengan tiang diberi perlindungan melalui penggunaan sebuah terminal. Terminal ini berfungsi sebagai penyimpan energi yang mampu meredam sebagian besar tenaga kinetik palu saat terjadi tabrakan. Bahan umum yang digunakan untuk membuat terminal ini adalah kayu, karena memiliki kemampuan meredam dan menyalurkan energi dengan efektif. Dengan adanya mekanisme ini, dampak yang bisa merusak tiang dapat diminimalisir atau dihindari.

b. *Diesel hammer*

Diesel hammer dan *drop hammer* adalah dua jenis perangkat yang memiliki persamaan dalam mekanisme operasinya. Kedua alat ini melibatkan penggunaan palu berat yang ditempatkan pada ketinggian tertentu sebelum dilepaskan untuk jatuh dengan gaya gravitasi ke permukaan tumpukan. Namun, terdapat variasi dalam desain dan kinerja keduanya.

Diesel hammer dan *drop hammer* masing-masing dapat dikelompokkan menjadi dua jenis, yaitu terbuka dan tertutup, berdasarkan desain alat kepala yang digunakan. Dalam jenis alat terbuka, frekuensi pukulan yang dapat dihasilkan berkisar antara 40 hingga 55 pukulan per menit. Proses pengoperasian alat ini melibatkan penggunaan berat silinder yang menghasilkan tekanan dan memaksa udara masuk ke dalam silinder, yang kemudian digunakan untuk menghasilkan energi yang dibutuhkan untuk pemancangan tiang.

Di sisi lain, alat kepala tertutup dari jenis *diesel hammer* dapat menghasilkan frekuensi pukulan yang lebih tinggi, yaitu sekitar 75 hingga 85 pukulan per menit. Mekanisme operasinya masih melibatkan palu berat yang dilepaskan untuk jatuh, namun dengan tingkat pukulan yang lebih sering. Kecepatan ini dapat dicapai karena desain tertutup alat ini memungkinkan untuk lebih efisien dalam menghasilkan energi dari setiap pukulan.

Dalam penggunaan kedua jenis alat ini, faktor seperti kondisi tanah, kecepatan pekerjaan, dan ketepatan pengaturan peralatan sangat mempengaruhi hasil pemancangan. Dalam pemilihan antara *diesel hammer* dan *drop hammer*, perlu diperhatikan karakteristik proyek dan persyaratan spesifik yang ada.

Dengan memahami perbedaan dan keunggulan masing-masing jenis alat ini, pengguna dapat memilih yang paling sesuai untuk memastikan keberhasilan proses pemancangan tiang dalam proyek konstruksi.

c. *Hydraulic hammer*

Pada jenis *hammer* ini, perangkat tersebut diaplikasikan dengan tujuan khusus untuk melaksanakan proses pemancangan pada pondasi tiang baja tipe H. Sementara itu, untuk pondasi berbentuk lempengan baja, metode yang diterapkan melibatkan tahapan cengkram, dorong, dan tarik. Fokus utama dari *hammer* ini adalah memberikan kemampuan optimal dalam menghadapi jenis pondasi tersebut.

Prinsip kerja dari jenis *hammer* ini bersandar pada perbedaan tekanan yang terjadi dalam cairan hidrolis. Dalam konteks ini, cairan hidrolis berperan sebagai elemen penggerak yang mengendalikan berbagai aspek operasional. Tekanan yang diterapkan kepada pondasi dalam proses pemancangan dapat mencapai angka yang signifikan, mencapai hingga 140 ton.

Keunggulan lain yang dimiliki oleh *hydraulic hammer* adalah potensi untuk mengurangi efek getaran dan polusi suara yang seringkali muncul ketika alat ini digunakan. Faktor-faktor lingkungan dan dampak pada pekerja serta struktur sekitar menjadi lebih terkendali melalui mekanisme yang lebih canggih pada alat ini. Dengan mengintegrasikan teknologi hidrolis yang canggih, *hydraulic hammer* menghadirkan solusi yang lebih efisien dan ramah lingkungan dalam proses pemancangan. Dalam proyek-proyek yang mempertimbangkan dampak lingkungan dan kenyamanan pekerja, penggunaan jenis *hammer* ini menjadi opsi yang semakin diutamakan.

d. *Vibratory Pile Drive*

Alat *Vibratory Pile Driver*, yang dikenal juga sebagai alat pemacu tiang vibrasi, terbukti memiliki keunggulan yang signifikan ketika digunakan dalam kondisi tanah yang memiliki tingkat kelembaban yang relatif tinggi. Kelebihan ini termanifestasi secara optimal saat alat ini dioperasikan di lingkungan dengan tanah yang memiliki kadar air yang cukup untuk merespon efek vibrasi dengan baik. Namun, perlu disadari bahwa tantangan mungkin muncul dalam situasi di mana material yang ada di lapangan adalah pasir kering. Dalam kondisi pasir yang kering, pekerjaan mungkin akan menghadapi tingkat kesulitan yang lebih tinggi, karena pasir kering memiliki sifat yang kurang responsif terhadap efek getaran yang dihasilkan oleh alat ini.

Prinsip kerja dari alat *Vibratory Pile Driver* mengandalkan konsep beban eksentrik yang diaplikasikan secara efektif. Alat ini dirancang dengan beberapa palang yang masing-masing dilengkapi dengan beban eksentrik. Saat dua batang pada alat ini berputar dalam arah yang berlawanan, interaksi antara beban eksentrik dan struktur palang akan memicu terjadinya suatu bentuk getaran. Getaran ini memiliki efek yang krusial dalam proses pemancangan, karena getaran tersebut memungkinkan material di sekitar area pondasi untuk merespon dengan lebih baik terhadap gaya pemancangan.

Dengan adanya mekanisme getaran ini, alat *Vibratory Pile Driver* memiliki kapabilitas untuk menggetarkan dan mengguncang material di sekitarnya. Efek getaran ini memiliki tujuan untuk meningkatkan responsivitas material terhadap proses pemancangan, terutama pada kondisi tanah yang umumnya cenderung tidak begitu responsif terhadap metode pemancangan

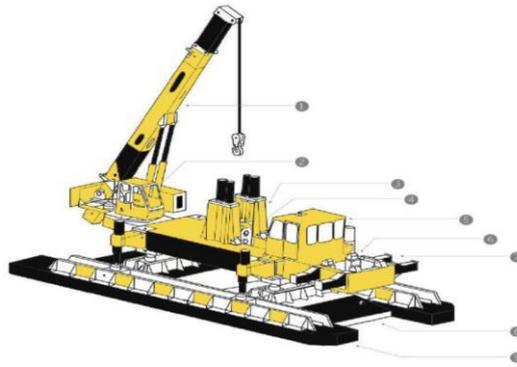
konvensional. Meskipun demikian, perlu diingat bahwa penggunaan alat ini harus dilakukan dengan cermat dan pertimbangan. Di satu sisi, efek getaran yang dihasilkan secara efektif meningkatkan efisiensi pemancangan pada tanah lembab. Di sisi lain, dampak dari getaran tersebut juga perlu dipertimbangkan dengan cermat untuk memastikan bahwa integritas lingkungan sekitar tidak terganggu. Oleh karena itu, penggunaan alat *Vibratory Pile Driver* harus diimbangi dengan pertimbangan yang mendalam terhadap dampak lingkungan, kenyamanan pekerja, serta efisiensi dalam proses konstruksi yang sedang berlangsung.

e. *Hydraulic Static Pile Driver* (HSPD)

Hydraulic Static Pile Driver (HSPD) adalah alat yang menggunakan sistem penggerak tiang pancang dengan cara menekan tiang pancang ke dalam tanah dengan tenaga sistem hidrolik untuk mencapai reaksi beban. Alat ini beroperasi menggunakan *fluida hidrolik*. Kelebihan dari alat ini adalah tidak menimbulkan getaran dan suara bising. Pemancangan dengan menggunakan *hydraulic static pile driver* juga dapat mengetahui besarnya gaya tekan pada tiang dengan membaca langsung pada manometer.



Gambar 2. 1 Alat *Hydraulic Static Pile Driver* (HSPD)
Sumber: Dwiretnani dan Daulay, 2018



Gambar 2. 2 *Hydraulic Static Pile Driver (HSPD)*
Sumber: rumah material, 2018

Keterangan:

- 1) *Crane*
- 2) *Vertical Momen Mechanism*
- 3) *Pilling Platform*
- 4) *Pile Clamping Box*
- 5) *Main Cabin*
- 6) *Side Pilling Instalation Set*
- 7) *Assistant Cantilever*
- 8) *Cross Motion and Rotary Mechanism/Short Base*
- 9) *Longitudinal Motion and Rotary Mechanusm/Long Base*

Berdasarkan persyaratan yang diperlukan untuk pelaksanaan pekerjaan pondasi tiang pancang sistem *jack-in pile*, berikut adalah beberapa ketentuan yang harus dipenuhi:

- 1) Jalur akses ke area proyek harus memiliki lebar minimal 12 meter, dan mampu dilalui oleh truk tronton yang membawa material tiang pancang dengan bobot sekitar 20 ton.

- 2) Gerbang masuk ke area proyek perlu memiliki lebar minimal 4,5 meter agar memungkinkan akses alat pancang, crane hidrolik, dan truk.
- 3) Area di atas jalur masuk harus bebas dari kabel listrik atau kabel telepon (setidaknya ada tinggi bebas minimal 4,5 meter yang memungkinkan akses).
- 4) Untuk pekerjaan tiang pancang di dalam bangunan, seperti gudang, tinggi bangunan minimal harus 9 meter, dan perlu disiapkan area dengan ketinggian 12 meter untuk menyesuaikan alat pancang.

2.6 *Hydraulic Static Pile Driver (HSPD)*

Rahmat *et al.*, (2020) mengamati beberapa kelebihan dari metode pemancangan menggunakan sistem *jack-in pile*, termasuk: (i) mengurangi tingkat kebisingan; (ii) menghasilkan lebih sedikit polusi udara jika dibandingkan dengan penggunaan alat diesel hammer; (iii) lebih aman bagi struktur sekitar karena tidak mengakibatkan getaran; (iv) mencegah terbentuknya lekukan pada pondasi seperti yang dapat terjadi pada metode *bored pile*; (v) dilengkapi dengan *pressure gauge* yang memungkinkan untuk mendapatkan data estimasi daya dukung tiang pancang.

Hakim dan Akbar (2018) mengungkapkan bahwa penggunaan HSPD memungkinkan pelaksanaan konstruksi yang lebih cepat dan efisien jika dibandingkan dengan metode lainnya. Kemampuan HSPD juga terbukti efektif dalam beroperasi di area yang memiliki keterbatasan ruang gerak, meskipun dalam hal ini dibutuhkan usaha untuk memadatkan permukaan tanah agar alat tetap sejajar, pengoperasian oleh operator yang memiliki pengalaman, serta perhatian terhadap rute transportasi alat (Warsito dan Hatmoko, 2016).

Langkah-langkah dalam proses pemancangan tiang pondasi menggunakan HSPD diuraikan sebagai berikut:

- a. Evaluasi kondisi area pemancangan.

Lokasi tersebut sebaiknya memiliki permukaan yang padat, merata, bebas dari sisa-sisa pondasi sebelumnya, dan memiliki daya dukung yang cukup untuk menanggung beban operasi alat HSPD.

- b. Periksa umur beton tiang pancang.

Beton tiang harus sudah mencapai minimal 14 hari sejak pembuatan, dan daya tekan beton setidaknya mencapai 80% dari target perencanaan.

- c. Perhatikan bobot keseluruhan.

Bobot total alat HSPD ditambah dengan beban konter saat pemancangan seharusnya setidaknya dua kali (200%) dari beban tekanan yang direncanakan untuk tiang.

- d. Posisi alat HSPD.

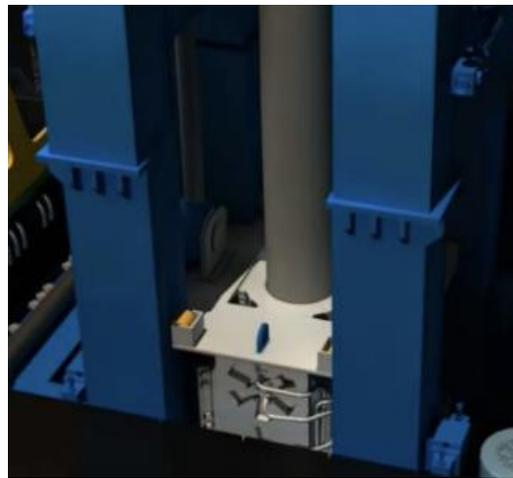
Pastikan alat HSPD berada pada posisi horisontal yang rata. Penyetelan level harus sesuai dengan indikator level di dalam kabin operator, dan diperiksa menggunakan waterpass yang ditempatkan di *chasis* panjang (*long boat*) alat HSPD.

- e. Angkat tiang pancang.

Tiang pancang diangkat dan diposisikan pada alat HSPD dengan mengikat *sling* angkat pada titik penandaan yang ditetapkan untuk penempatan tiang pada alat HSPD.



Gambar 2. 3 Ilustrasi Pengangkatan Tiang Pancang
Sumber: Primaswari *et al.*, 2022



Gambar 2. 4 Ilustrasi *Setting* Tiang Pancang
Sumber: Primaswari *et al.*, 2022

f. Penekanan pada tiang pancang.

Tiang pancang harus ditekan terus menerus hingga mencapai standar penekanan yang telah direncanakan untuk fondasi.

g. Pemeriksaan terhadap keteraturan vertikal tiang pancang.

Untuk memastikan posisi tegak lurus tiang pancang, perlu dilakukan pengawasan secara berkala setiap 50 cm dari proses penekanan tiang dengan menggunakan waterpass hingga kedalaman 2 meter.

- h. Proses penyambungan tiang pancang.

Tiang-tiang tersebut harus disambung dengan pengelasan yang lengkap pada celah di antara plat penyambung.



Gambar 2. 5 Ilustrasi Penekanan Tiang Pancang Pancang
Sumber: Primaswari *et al.*, 2022



Gambar 2. 6 Ilustrasi Pemeriksaan Vertikalitas
Sumber: Primaswari *et al.*, 2022



Gambar 2. 7 Ilustrasi Penyambungan Tiang Pancang
Sumber: Primaswari *et al.*, 2022

- i. Cek kondisi penyambungan tiang pancang.

Pastikan bahwa tiang pancang yang akan disatukan dalam proses penyambungan berada dalam garis yang sejajar dengan tiang yang akan digabungkan.

- j. Hentikan menekan tiang pancang.

Proses penekanan harus dihentikan ketika nilai penurunan tiang (*pile set*) yang disebabkan oleh penekanan mencapai 200% dari beban yang direncanakan selama periode 30-60 detik, dan setidaknya dua kali penekanan tersebut menghasilkan penurunan yang tidak melebihi 20 mm, atau mengikuti persyaratan yang telah ditetapkan. Jika tiang pancang didesain sebagai pondasi tiang friksi, maka proses pemancangan harus mencapai kedalaman yang telah direncanakan.

- k. Potong bagian tiang yang berlebih.

Potongan yang berlebihan pada tiang yang tidak berhasil terbenam harus dibuat sejajar dengan permukaan tanah agar kepala tiang tidak menghalangi saat alat HSPD dipindahkan.

2.7 Pengertian Produktivitas

Menurut Armaisastrawati *et al.*, (2021) Produktivitas dapat dilihat sebagai *output* berwujud/fisik (barang atau jasa) dengan *input* nyata. Lebih jauh dinyatakan bahwa produktivitas merupakan suatu ukuran efisiensi produktif yang digunakan sebagai pembandingan antara *output* terhadap *input*, sedangkan menurut Putri *et al.*, 2012 dalam Birahmatika *et al.*, 2022 produktivitas adalah tingkatan efisiensi dalam memproduksi barang-barang dan jasa. Untuk meningkatkan produktivitas perlu

dilakukan upaya dalam proses produksi yang dapat memberikan kontribusi penuh pada kegiatan produksi yang berkaitan dengan penambahan nilai dan mengurangi *inefisiensi* seperti beberapa *idle/latensi*, pemasangan, bongkar-muat.

2.8 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Produktivitas

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi produktivitas menurut Lesmana dan Ratna (2015), yaitu lingkungan, peralatan, manajemen, material, pekerja. Adapun penjelasan lebih lanjutnya dari faktor-faktor tersebut seperti berikut:

a. Lingkungan (*Environment*)

Dalam pelaksanaan proyek konstruksi, lingkungan memiliki peran penting karena setiap proyek konstruksi pasti berdampak negatif pada lingkungan sekitarnya. Karena itu, faktor lingkungan menjadi faktor yang dapat memengaruhi kelancaran pekerjaan. Beberapa aspek yang perlu diperhatikan karena dapat mengganggu masyarakat sekitar adalah kerusakan bangunan di sekitar area proyek, kerusakan jalan menuju lokasi proyek, kebisingan yang mengganggu, getaran, kemacetan lalu lintas di sekitar area proyek, dan sebagainya. Karenanya, penting untuk lebih memperhatikan aspek lingkungan agar tidak menghambat produktivitas pekerjaan dan mencegah timbulnya masalah di masa mendatang. Tak hanya itu, situasi pekerjaan dalam proyek juga memiliki dampak yang signifikan. Beberapa kondisi di lingkungan proyek termasuk:

- 1) Besaran pekerjaan dan tingkat kerumitannya.
- 2) Tipe tanah yang ada di proyek serta tindakan penanganannya.
- 3) Kelancaran akses pekerjaan di lokasi (jalan akses).

- 4) Kondisi cuaca lokal.
- 5) Aspek budaya yang melekat pada wilayah tersebut.

Oleh karena itu, penting bagi faktor lingkungan ini untuk mendapat perhatian lebih guna mencegah potensi hambatan terhadap produktivitas pekerjaan dan mencegah potensi masalah di masa depan.

b. Peralatan (*Equipment*)

Peran penting alat berat dalam kelancaran pekerjaan di lokasi proyek menjadi sangat penting. Jika perawatan rutin alat-alat berat tidak dilakukan secara berkala dan terus menerus mengalami kerusakan, dapat dipastikan bahwa produktivitas pekerjaan akan mengalami penurunan yang signifikan. Salah satu upaya perawatan yang rutin adalah menggantikan oli mesin dan oli hidrolik secara teratur. Dalam perawatan alat berat, kerja sama dan kesadaran dari operator alat berat dan kernetnya sangat diperlukan. Selain itu, usia alat berat juga berpengaruh pada produktivitas pekerjaan karena semakin tua alat, produktivitasnya cenderung menurun hingga akhirnya alat tersebut benar-benar rusak dan tidak dapat digunakan lagi.

c. Manajemen (*Management*)

Setiap proyek konstruksi memerlukan manajemen yang efektif baik dalam perencanaan maupun pengontrolan. Bagian penting dari manajemen ini adalah kemampuan untuk merencanakan, menentukan lokasi yang tepat, dan memantau perkembangan proyek secara cermat. Ketika perencanaan tidak optimal, produktivitas dapat menurun. Sebagai contoh, salah satu bentuk manajemen yang kurang tepat adalah penataan *site layout* yang tidak memadai. Ada beberapa elemen yang memengaruhi tingkat efisiensi kerja:

- 1) Kombinasi tenaga kerja dan peralatan yang dipergunakan.
- 2) Suhu lingkungan.
- 3) Kemampuan dalam perancangan konstruksi yang mempertimbangkan faktor pelaksanaan.
- 4) Lama jam kerja.
- 5) Shift siang dan shift malam.
- 6) Tingkat efisiensi peralatan yang dimanfaatkan.
- 7) Upaya yang diberikan oleh pekerja.
- 8) Tingkat pelatihan dan pendidikan yang dimiliki oleh pekerja.
- 9) Jumlah anggota tim kerja.
- 10) Regulasi lokal yang berlaku.

d. Material

Salah satu aspek penting yang memerlukan perhatian khusus adalah penggunaan material, seperti beton cair, tulangan, dan bahan pendukung lainnya dalam proyek konstruksi. Beberapa masalah yang sering muncul adalah ketersediaan material di lokasi proyek dan kesalahan spesifikasi penggunaan material, seperti ketidaksesuaian dengan tes tertentu, dan sebagainya. Ketika material sering kali tiba terlambat di lokasi proyek, hal ini dapat menyebabkan *idle time* yang berakibat pada penurunan produktivitas. Oleh karena itu, penting untuk memiliki komunikasi yang efektif antara pimpinan proyek dan supplier material guna menjamin kelancaran pekerjaan di proyek dan meminimalkan, bahkan menghindari, *idle time* yang tidak produktif.

e. Pekerja (*Labor*)

Pekerja memiliki pengaruh paling signifikan dibandingkan dengan faktor-faktor lain yang memengaruhi produktivitas. Pengendalian faktor pekerja ini merupakan tugas yang kompleks dibandingkan dengan faktor-faktor lainnya. Untuk mencapai produktivitas yang optimal, diperlukan manajemen pekerja yang efektif. Adapun faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kinerja pekerja:

- 1) Pemahaman tenaga kerja, mencakup prosedur, teknik, dan keahlian dalam melaksanakan tugas mereka guna meningkatkan efisiensi.
- 2) Penugasan dan komunikasi yang tepat terkait tugas yang diberikan.
- 3) Pengalaman sebelumnya (kurva pembelajaran).
- 4) Rentang usia pekerja, umumnya di kisaran usia produktif 15-60 tahun.
- 5) Kedisiplinan, tanggung jawab dalam bekerja.
- 6) Level pendidikan, tingkat pendidikan memengaruhi mentalitas dan komitmen pekerja terhadap tugas yang diberikan.
- 7) Latar belakang etnis pekerja.
- 8) Kondisi kesehatan, kondisi kesehatan yang suboptimal dapat menurunkan kinerja.
- 9) Penggunaan sumber daya, efisiensi dan efektivitas dalam memanfaatkan sumber daya.
- 10) Kapasitas analitis, keterampilan berpikir strategis terhadap masalah tertentu.
- 11) Keterampilan komunikasi dengan rekan sekerja maupun atasan.
- 12) Fleksibilitas dalam menyesuaikan diri terhadap perubahan.
- 13) Keterampilan dalam mengoperasikan peralatan.

- 14) Keterampilan meramalkan dan pengambilan keputusan yang akurat untuk situasi di masa depan.

2.9 Metode pengukuran *Unit Completed*

Pengukuran produktivitas dapat menjadi sarana untuk mengawasi perkembangan pekerjaan dalam suatu proyek. Secara keseluruhan, pengukuran produktivitas melibatkan perbandingan antara volume hasil kerja dengan jumlah jam kerja yang diperlukan. Tujuan dari pengukuran ini adalah untuk melakukan evaluasi dan mencapai peningkatan berkelanjutan. Pengukuran produktivitas di lapangan ditekankan agar berjalan secara efektif dan efisien. Metode *Unit Completed* ini merupakan pilihan yang sesuai untuk menghitung produktivitas pekerjaan yang tidak terdiri dari sub pekerjaan atau yang memang memiliki sub pekerjaan yang mudah diukur dan memerlukan waktu relatif singkat untuk penyelesaiannya. Contohnya adalah pekerjaan galian.

Pada metode *unit completed* ini disimpulkan bahwa pekerjaan yang tidak memiliki *sub* pekerjaan atau *outputnya* mudah dihitung cocok menggunakan metode *unit completed*. Maka dari itu metode ini juga cocok pada pekerjaan pemancangan, dikarenakan untuk pekerjaan pemancangan ini mudah didapat *outputnya*. *Output* dari pekerjaan pemancangan ditentukan oleh panjang tiang pancang yang ditekan, sedangkan *inputnya* adalah jumlah *group* pemancangan dan durasi kerja dari *group* pemancangan tersebut. (Koentjoro dan Charendra, 2012)

Keterangan:

Input : Jumlah *group* pekerja pemancangan.

Output : Volume pekerjaan.

2.10 *Daily Productivity*

Daily productivity adalah hasil produktivitas harian dari pekerja di lapangan. Pengukuran *daily productivity* menjadi hal penting dalam menganalisis fluktuasi produktivitas dari sekelompok pekerja di lapangan. Selain berperan sebagai alat analisis, pengukuran *daily productivity* juga berfungsi sebagai sarana pengawasan dan menjadi pertimbangan dalam menghitung harga satuan tenaga kerja. Menurut Lesmana dan Ratna (2015) Secara umum, produktivitas adalah perbandingan antara output dan input. *Daily productivity*, atau produktivitas harian, dapat dihitung dengan cara berikut:

$$\text{Daily Productivity} = \frac{\text{Total Output}}{\text{Total Input}} \quad (2.1)$$

Keterangan:

Total Output : kedalaman per titik x jumlah titik

Total Input : Jam kerja per hari x jumlah alat

2.11 *Baseline Productivity*

Pada suatu proyek konstruksi, penurunan produktivitas dapat terjadi karena berbagai faktor yang menghambat. Oleh karena itu, kontraktor berupaya untuk menghitung tingkat produktivitas standar yang akan dijadikan acuan. Produktivitas standar ini disebut sebagai *baseline productivity*, yaitu tingkat produktivitas yang dapat tercapai ketika tidak ada atau hanya sedikit gangguan di lapangan. *Baseline productivity* menyerupai kondisi optimal produktivitas yang diinginkan, dan kontraktor berusaha untuk mendekati tingkat *daily productivity* sesuai dengan *baseline productivity* tersebut. (Koentjoro dan Charendra, 2012)

Sebelum dapat menghitung *baseline productivity*, terlebih dahulu harus melakukan perhitungan *daily productivity*. Berikut ini adalah langkah-langkah untuk menghitung *baseline productivity*:

- a. Tentukan *baseline subset* (n) dengan mengambil 10% dari total jumlah hari pengamatan.
- b. Pastikan jumlah *baseline subset* tidak kurang dari 5 hari pengamatan; jika kurang, gunakan 5 hari pengamatan
- c. Dari semua hari pengamatan, pilih n hari dengan *output* harian terbesar.
- d. Hitung *daily productivity* untuk setiap hari dari n hari pengamatan tersebut.
- e. Urutkan nilai produktivitas harian dari yang tertinggi hingga yang terendah. Nilai tengah dari n nilai produktivitas ini akan menjadi *baseline productivity*.

2.12 Model Coefficient, Expected productivity, dan Disruption Index

Dalam memahami dampak dari faktor-faktor yang telah dijelaskan sebelumnya bukanlah tugas yang mudah, mengingat banyaknya variabel yang dapat mempengaruhi produktivitas harian dalam satu hari kerja.

Dalam rangka mencapainya, digunakanlah metode multiple regression, di mana variabel terikat adalah perbedaan antara produktivitas harian aktual dan produktivitas dasar, sementara variabel bebasnya adalah faktor-faktor yang ada di lapangan. Perbedaan antara produktivitas harian aktual dan produktivitas dasar digunakan sebagai indikator untuk mengukur efek non-linear yang terjadi. Variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini adalah dalam bentuk bilangan biner. Jika pada hari ke-n terjadi faktor X, maka nilai yang dimasukkan pada hari tersebut

untuk faktor X adalah 1 dan sebaliknya, jika faktor tersebut tidak terjadi, maka nilainya adalah 0. (Koentjoro dan Charendra, 2012).

Adapun persamaan *multiple regression* yang digunakan sebagai berikut:

$$ADP - BP = a + \beta X_1 + \beta X_2 + \beta X_3 + \dots + \beta X_n \quad (2.2)$$

Keterangan:

- ADP = *Actual Daily Productivity*
- BP = *Baseline Productivity*
- X_1, X_2, \dots, X_n = bilangan biner faktor-faktor yang diteliti dilapangan
- β = *model coefficient* faktor
- a = *Nilai Constant*

Mendapatkan model koefisien yang dilakukan dengan cara persamaan regresi lalu model koefisien tersebut diperhitungkan sebagai nilai *loss of productivity*. Setelah itu dapat diketahui berapa nilai *expected Productivity* dan *disruption index*. Perlu juga dilakukan perhitungan *expected productivity* guna untuk mengetahui produktivitas harapan saat terjadinya faktor. Berikut perhitungannya:

$$\text{Expected productivity} = \text{baseline productivity} - \text{loss productivity} \quad (2.3)$$

Sementara itu, indeks gangguan (*disruption index*) dari setiap faktor dihitung sebagai rasio antara produktivitas yang diharapkan (*expected productivity*) dibagi dengan produktivitas dasar (*baseline productivity*) pada hari ketika faktor tersebut terjadi. Berikut merupakan perhitungan dari *expected productivity*:

$$\text{Disruption Index} = \frac{\text{expected productivity}}{\text{baseline productivity}} \quad (2.4)$$

2.13 *Loss of Productivity dan Workhours Lost*

Loss of productivity merupakan nilai yang dihitung dengan mengalikan nilai koefisien model (*model coefficient*) dengan bilangan biner faktor yang terjadi setiap harinya selama periode penelitian dari hari pertama hingga hari terakhir.

Workhours lost merupakan nilai yang mengacu pada jumlah jam kerja yang hilang akibat dari faktor yang terjadi pada hari tersebut. Perhitungannya sebagai berikut:

$$\text{Workhours Lost} = \frac{\text{Loss of productivity} \times \text{Jam kerja}}{\text{Baseline Productivity}} \quad (2.5)$$

2.14 **Penelitian Terdahulu**

Adanya penelitian terdahulu bertujuan untuk menjadi bahan acuan dan perbandingan pada penelitian ini, serta untuk menghindari kesamaan dengan penelitian sebelumnya. Adapun penelitian terdahulu sebagai berikut:

- a. Penelitian Melati Puspitasari dan Afrizal Nursin (2021)

Penelitian yang berjudul “Analisis Produktivitas Alat Pancang *Hydraulic Static Pile Driver* Untuk Meningkatkan Kinerja Waktu pada Proyek Apartemen Apple 3 Condovilla” bertujuan untuk mengetahui tingkat produktivitas alat pancang *Hydraulic Static Pile Driver* mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas alat, serta mengetahui bagaimana strategi untuk memperbaiki produktivitas alat sehingga meningkatkan kinerja waktu proyek. Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah observasi langsung di lapangan dan wawancara dengan narasumber yang terkait dengan topik penelitian. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa nilai produktivitas kurang dari satu (<1) pada hari ke-2 dan ke-4. Rendahnya produktivitas pada 2

hari kerja tersebut disebabkan oleh adanya keterlambatan saat mulai pengerjaan atau berhenti lebih awal dari jadwal, kerusakan peralatan, keterampilan pekerja, produksi material, mobilisasi material, lokasi material tiang pancang dan set akhir pemancangan. Strategi perbaikan produktivitas alat yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kinerja waktu proyek yaitu dengan koordinasi dengan para pekerja, pengecekan alat pancang secara berkala agar meminimalisir terjadinya kerusakan alat yang dapat menghambat pekerjaan pemancangan, produksi, mobilisasi dan perletakkan material yang harus direncanakan secara matang sehingga material selalu tersedia di lapangan sesuai rencana kerja.

b. Penelitian Titin Listiani., *et al* (2022)

Penelitian yang berjudul “Produktivitas Pemancangan Menggunakan Alat *Hydraulic Static Pile Driver* pada Bangunan Bertingkat di Madura” bertujuan untuk mengetahui kemampuan alat *Hydraulic Static Pile Driver* dengan perhitungan tiap segmen dan tiap titik. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah observasi langsung di lapangan. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa produktivitas pemancangan bergantung pada Panjang segmen, diameter tiang pancang dan durasi pemancangan. Produksi alat *Hydraulic Static Pile Driver* terendah adalah 0,48 m/menit atau setara dengan 28,616 m/jam. Sementara produksi tertinggi adalah 1,11 m/menit atau setara dengan 66,401 m/jam.

c. Penelitian Dewo Mangngiri., *et al* (2022)

Penelitian yang berjudul “Analisis Produktivitas Alat *Hydraulic Static Pile Driver* pada Pembangunan Delft Apartemen Makassar” bertujuan untuk

mengetahui produktivitas alat *Hydraulic Static Pile Driver* dan mengetahui pengaruh produktivitas alat pancang *Hydraulic Static Pile Driver* terhadap durasi kegiatan pemancangan pada proyek Delft Apartemen. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode pengamatan langsung di lapangan. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa produktivitas yang dihasilkan dari pemancangan dengan *Hydraulic Static Pile Driver* sebesar 15,732 m/jam serta nilai produktivitas paling tinggi sebesar 21,631 m/jam dan nilai produktivitas paling rendah sebesar 14,933 m/jam. Produktivitas alat pancang *Hydraulic Static Pile Driver* sangat berpengaruh pada durasi pekerjaan pemancangan.

d. Penelitian Lidya Birahmatika., *et al* (2022)

Penelitian yang berjudul “Analisis Produktivitas Pondasi Tiang Pancang Proyek Pembangunan Gedung SMKN Kehutanan Pekanbaru” bertujuan untuk menganalisis produktivitas pekerjaan pondasi tiang pancang dan mengetahui perbandingan nilai indeks lapangan dan nilai indeks analisa harga satuan pekerjaan. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode observasi dilapangan mengenai pekerjaan pondasi tiang pancang. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa nilai indeks lapangan terendah diperoleh pada pelaksanaan pekerjaan pemancangan 18 titik tanggal 15 maret 2021 yaitu sebesar 0.010 untuk nilai indeks lapangan tertinggi diperoleh pada pekerjaan pemancangan 25 titik tanggal 9 Maret 2021 yaitu sebesar 0.056. nilai yang telah diperoleh memperlihatkan bahwa nilai indeks lapangan lebih kecil dari pada indeks ketetapan PERMEN PUPR No.28/PRT/M/2016 (Indeks Nasional). Hal ini dapat disebabkan beberapa factor seperti cuaca, mobilisasi material, dan waktu.

e. Penelitian Rahmat., *et al* (2020)

Penelitian yang berjudul “Analisis Produktivitas Tiang Pancang dengan *Jack In Pile* pada Konstruksi *Workshop*” bertujuan untuk mengetahui kinerja produktivitas alat *jack in pile* dalam pekerjaan pemancangan agar berjalan sesuai waktu yang telah direncanakan serta mengetahui faktor-faktor yang menyebabkan keterlambatan atau kemajuan proyek. Penelitian ini menggunakan metode survey dengan lembar kuesioner yang dibagikan kepada pekerja ahli pada penelitian ini mengenai produktivitas proses pemancangan satu titik dan satu tiang pancang. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa perhitungan perkiraan waktu penyelesaian pekerjaan pemancangan hanya membutuhkan 2 minggu, hal ini menunjukkan bahwa proyek mengalami keterlambatan 5 minggu dari waktu yang direncanakan. Aktivitas yang menyebabkan keterlambatan pemancangan adalah mobilisasi alat, dimana kondisi lahan proyek yang tidak mendukung dan jarak antar titik pemancangan bervariasi.

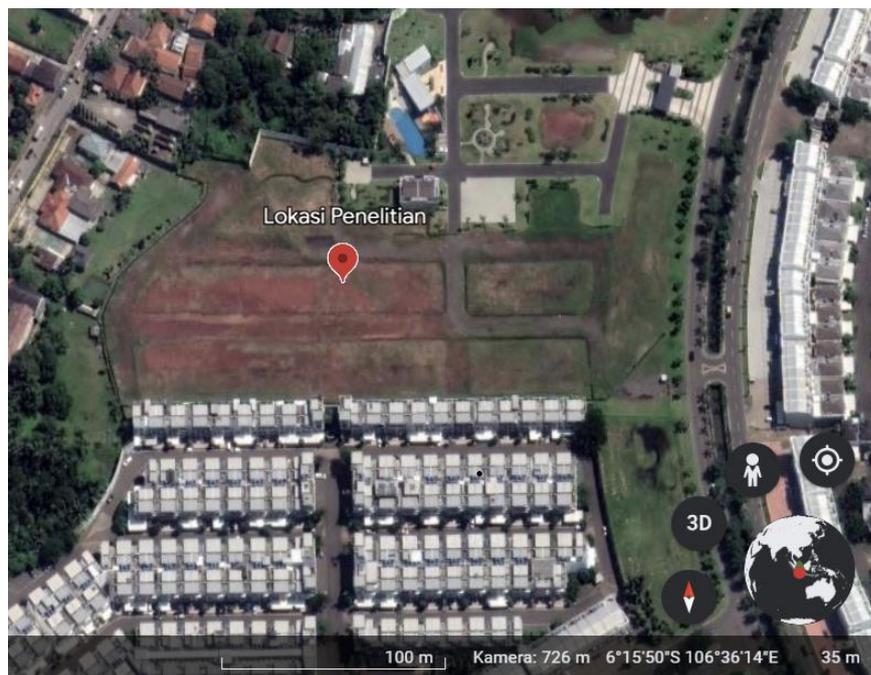
Berdasarkan penelitian terdahulu, kebaruan pada penelitian ini adalah terletak pada objek yang diteliti dimana akan dilakukan pada bangunan rumah masal di proyek Cluster XYZ, selain itu alat yang digunakan adalah alat HSPD 120 atau tekanan alat 120 ton. Setelah data terkumpul, selanjutnya data diolah menggunakan analisis regresi berganda dengan bantuan perangkat lunak SPSS v20 untuk mengetahui seberapa pengaruh faktor-faktor yang terjadi dilapangan terhadap nilai produktivitas pekerjaan pemancangan.

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

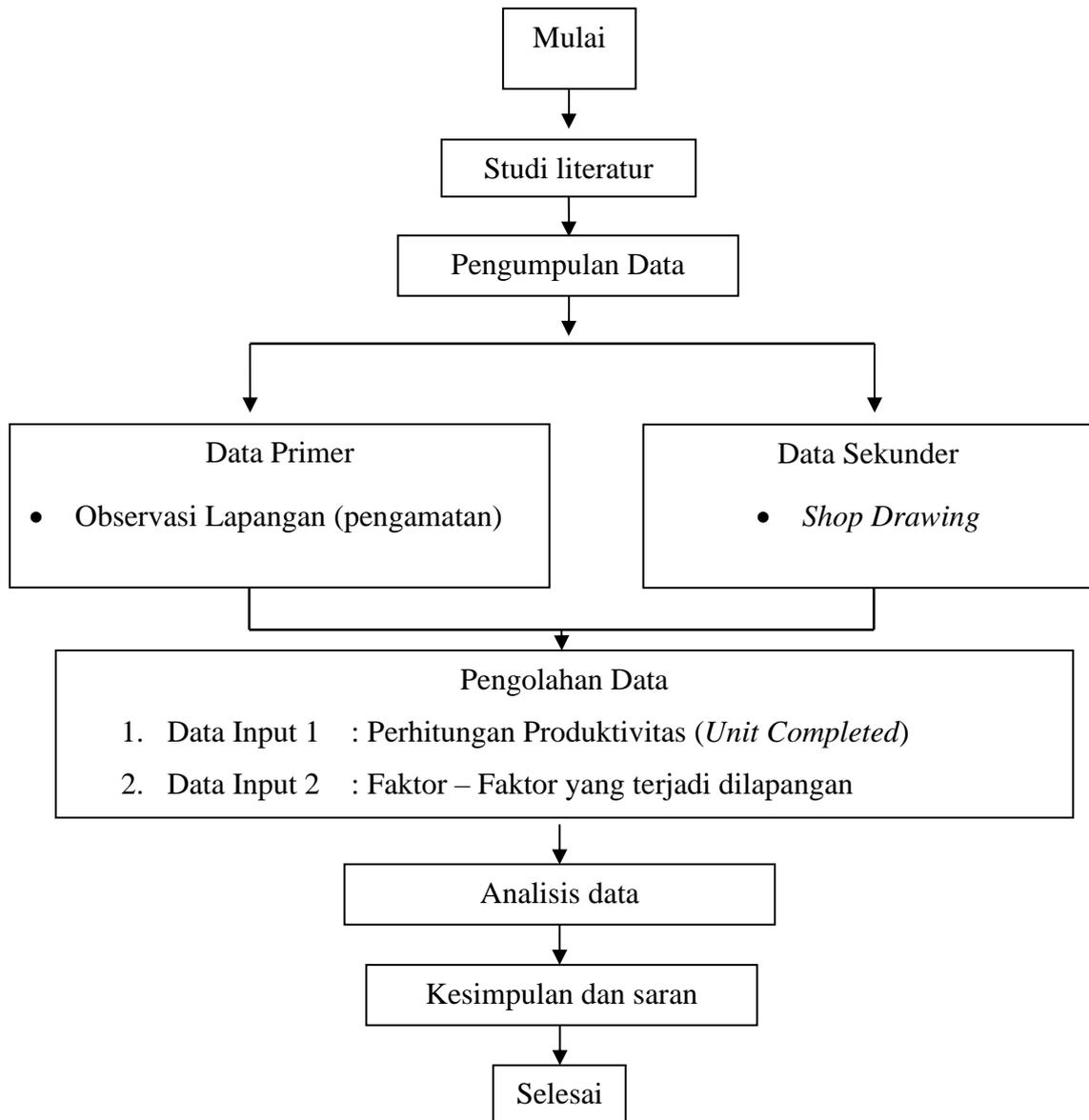
Lokasi dari penelitian ini berada pada Pembangunan Cluster XYZ terletak di Jalan. Scientia Boulevard, Curug Sangereng, Kecamatan. Kelapa. Dua, Kabupaten Tangerang, Banten. Lokasi ini secara geografis menjadi fokus penelitian karena mewakili lingkungan yang relevan dan signifikan untuk tujuan analisis yang dilakukan. Detail mengenai letak dan konfigurasi lokasi dapat lebih lanjut dipahami melalui visualisasi denah yang disajikan dalam gambar di bawah ini, memperjelas bagaimana lokasi ini berperan dalam konteks penelitian.



Gambar 3. 1 Lokasi Proyek

3.2 Kerangka Penelitian

Langkah-langkah dalam penelitian ini dilakukan berdasarkan Kerangka Alur Penelitian yang dapat dilihat dibawah ini



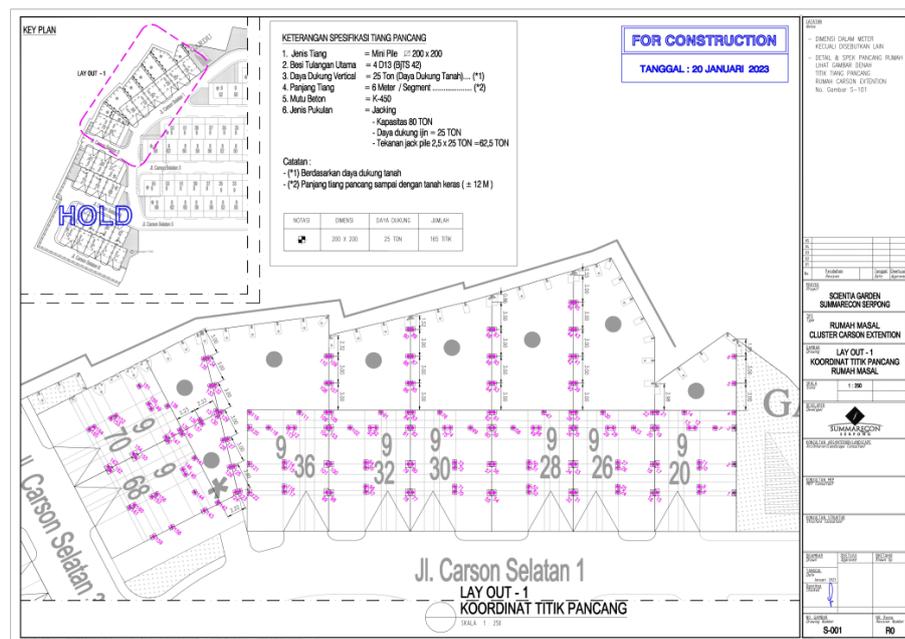
Gambar 3. 2 Kerangka Penelitian

3.4 Populasi dan Sampel Penelitian

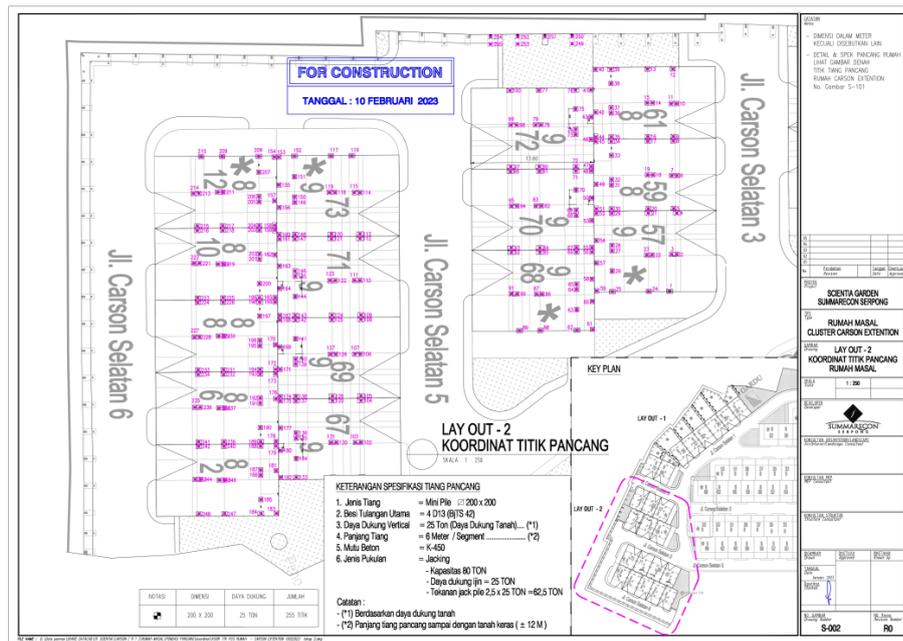
3.4.1 Populasi

Menurut Sugiyono dalam Nizar (2016), populasi merupakan generalisasi yang terdiri dari subjek atau objek dengan karakteristik yang dapat ditetapkan sebagai bahan untuk diteliti.

Populasi pada penelitian ini adalah jumlah titik pondasi tiang pancang untuk unit rumah masal Cluster XYZ. Terdapat 2 *lay out* gambar kerja pada proyek ini, dimana pada *lay out* pertama terdapat 165 titik tiang pancang yang akan dikerjakan, sementara *lay out* kedua terdapat 248 titik tiang pancang yang akan di kerjakan. Masing-masing *lay out* titik tiang pancang disajikan pada gambar 3.3 dan 3.4.



Gambar 3. 3 Gambar *lay out* 1 titik tiang pancang rumah masal



Gambar 3. 4 Gambar *lay out* 2 titik tiang pancang rumah masal

3.4.2 Sampel Penelitian

Jumlah sampel yang di butuhkan pada penelitian ini dihitung menggunakan metode *slovin*. Menurut Sugiyono dalam Ahyar et al., (2020) penggunaan metode *slovin* perlu ditentukan batas toleransi kesalahan. Batas toleransi kesalahan tersebut dalam bentuk persentase. Ketentuan rumus *slovin* terhadap nilai batas toleransi kesalahan adalah sebagai berikut:

- Nilai $e = 10\%$ digunakan terhadap populasi dalam jumlah besar.
- Nilai $e = 20\%$ digunakan terhadap populasi dalam jumlah kecil.

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2} \quad (3.1)$$

$$n = \frac{265}{1 + 265 \times 0,1^2} \quad (3.2)$$

$$n = 72.6 \quad (3.3)$$

Keterangan:

n = jumlah minimal sampel dari total populasi

N = jumlah Populasi

e = toleransi kesalahan

Berdasarkan perhitungan sampel diatas dapat diketahui jumlah sampel yang akan digunakan pada penelitian ini yaitu 72 sampel. Namun untuk lebih akurat, penelitian ini menggunakan 254 sampel.

3.5 Studi Literatur

Sebelum memulai penelitian dan melakukan survei lapangan untuk mengumpulkan data, langkah pertama yang tercantum dalam kerangka penelitian adalah melakukan studi literatur yang mencakup berbagai referensi dari jurnal, buku, dan penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh para ahli konstruksi di seluruh dunia. Informasi yang diperoleh dari studi literatur ini memiliki peran penting dalam menentukan metode pengolahan data, mengukur produktivitas pekerja, dan mengevaluasi signifikansi faktor-faktor yang mempengaruhi pekerjaan pemancangan.

3.6 Pengumpulan Data

Data yang diperlukan dalam penelitian ini terbagi menjadi 2 yaitu data primer dan data sekunder.

a. Data primer

Untuk data primer diperoleh berupa pengamatan terhadap waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan pemancangan. Pengambilan data

primer dilakukan dengan cara pengamatan/observasi ke lokasi penelitian secara langsung, setelah itu membagi menjadi beberapa waktu aktivitas pekerjaan pemancangan serta mencatat pekerjaan yang dihasilkan dan berapa waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan tersebut. Pengamatan produktivitas menggunakan alat bantu berupa lembar kerja pencatatan dan *stopwatch*. Lembar kerja pencatatan digunakan untuk mencatat kedalaman dan durasi pemancangan yang akan dilakukan dilapangan atau lokasi proyek pada saat pekerjaan pemancangan berlangsung.

b. Data Sekunder

Data sekunder berupa *shop drawing* dimana gambar yang dibutuhkan adalah gambar titik koordinat pancang, gambar detail pondasi, dan data spesifikasi tiang pancang. Pengambilan data sekunder didapatkan secara tidak langsung yang berasal dari pihak perusahaan pada lokasi proyek yang mampu memberikan data tambahan terhadap penelitian.

3.7 Metode Pengolahan Data Produktivitas

Dalam penelitian ini, produktivitas pekerjaan pemancangan diukur menggunakan metode *Unit Completed*. Metode ini berfokus pada pencatatan *output* pekerjaan, dengan menggunakan panjang tiang yang telah ditekan sebagai ukuran *output* dalam pekerjaan pemancangan.

3.7.1 Perhitungan *Daily Productivity*

Untuk perhitungan ini dilakukan setelah didapatkan *output* pekerjaan dalam satu hari, perhitungannya adalah jumlah dari *output* pekerjaan dibagi dengan jumlah dari

group pekerja dan jumlah jam kerja dalam satu hari. Berikut perhitungan dari *daily productivity*:

$$\text{Daily Productivity} = \frac{\text{Total Output}}{\text{Total Input}} \quad (3.4)$$

Keterangan:

Total Output : kedalaman per titik × jumlah titik

Total Input : Jam kerja per hari × jumlah alat

Tabel 3. 1 Perhitungan *Daily Productivity*

No	Tgl	Jumlah Alat	Jumlah Tenaga	Jam Kerja	Jam Kerja Total (Total Input)	Kedalaman per titik	Jumlah titik	Total Output	Daily Productivity
(1)	(2)	buah	orang	hour	hour	m'	buah	m'	m'/hour
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)

Keterangan:

- Kolom ke 3, 4, 5, 7, 8 didapatkan dari pengamatan di lapangan.
- Kolom (6) didapatkan dari perhitungan Jam kerja (5) dikalikan dengan Jumlah alat (3).
- Kolom (9) didapatkan dari perhitungan kedalaman per titik (7) dikalikan dengan jumlah titik (8).

3.7.2 Perhitungan *Baseline Productivity*

Setelah melakukan perhitungan *Daily Productivity*, langkah berikutnya adalah mencari nilai *Baseline Productivity* dengan mengikuti langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Menghitung jumlah *subset* yang akan digunakan, yaitu 10% dari total jumlah hari pengamatan. Jika jumlah *subset* kurang dari 5, maka akan menggunakan sebanyak 5 *subset*.
- b. Menyusun total *output* secara berurutan dari yang terbesar hingga terkecil, lalu mengambil 5 nilai terbesar tersebut.
- c. Menghitung *median* dari 5 nilai *Daily Productivity* terbesar yang telah diambil. Nilai *median* ini akan dijadikan sebagai nilai *Baseline Productivity*.

Tabel 3. 2 Perhitungan *Baseline Productivity*

Tanggal (1)	<i>Sorted Output</i> (2)	<i>Daily Productivity</i> (3)	<i>Baseline Productivity</i> (4)

Keterangan:

- Nilai *Sorted Output* (2) dan *Daily Productivity* (3) didapatkan dari Tabel 3.1. Diurutkan berdasarkan 5 data nilai total *output* terbesar.
- Nilai *Baseline Productivity* (4) didapatkan dari nilai *Median* dari *daily productivity*.

3.8 Pengolahan Data dari Faktor-Faktor

Sebelumnya, semua faktor yang mempengaruhi produktivitas pekerjaan pemancangan dikumpulkan dari berbagai sumber referensi, termasuk jurnal, buku, serta pengalaman dari proyek-proyek pemancangan sebelumnya. Selanjutnya,

dilakukan pencatatan faktor-faktor yang muncul dalam proyek penelitian saat ini, dan setiap faktor memiliki batasannya yang jelas. Dengan demikian, jika terjadi kejadian di lapangan, peneliti dapat secara tepat mengklasifikasikannya ke dalam faktor yang sesuai.

Setelah semua faktor teridentifikasi, dilakukan survei langsung di lapangan lalu di isikan kedalam format. Berikut Format yang digunakan seperti tabel dibawah ini:

Tabel 3. 3 Rekapitulasi Pencatatan Faktor

Hari ke-	Tgl	Faktor				
		<i>Environment</i>	<i>Equipment</i>	<i>Management</i>	<i>Material</i>	<i>Labor</i>

Pada Tabel 3.3 terdapat setiap harinya, jika terjadi faktor A, maka akan diisi dengan angka biner 1; sebaliknya, jika faktor A tidak terjadi, maka kolom faktor A akan diisi dengan angka 0.

3.9 Analisis Data

3.9.1 Perhitungan *Coefficient Model Factor*

Setelah pencatatan dan pengumpulan data selesai, langkah berikutnya adalah mempelajari dampak dari masing-masing faktor di lapangan dengan menggunakan program statistik SPSS. Variabel bebas adalah jumlah biner hasil pencatatan faktor, dan variabel terikat adalah perbedaan antara produktivitas harian dan produktivitas baseline setiap hari pengamatan. Tabel 3.4 menunjukkan format tabel yang digunakan.

Tabel 3. 4 Perhitungan *Daily Productivity* dengan *Baseline Productivity*

Hari ke-	Tgl	Faktor					<i>Actual daily Productivity</i>	<i>Baseline Productivity</i>	<i>Act - Base Proud</i>
		<i>Environ</i>	<i>Equip</i>	<i>Manage</i>	<i>Material</i>	<i>Labor</i>			
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)

Keterangan:

- Kolom (3) sampai dengan (7) merupakan bilangan biner hasil pencatatan faktor dilapangan. Penulisannya jika terjadi faktor maka diisi 1, sebaliknya jika tidak terjadi maka diisi 0.
- Kolom (8) dan (9) di dapatkan dari Tabel 3.2
- Kolom (10) = *daily productivity – baseline productivity*

Dari Tabel 3.4 dimana untuk variable bebas digunakan kolom (3) sampai (7) sedangkan variabel terikatnya digunakan kolom (10). Kemudian dilakukan proses perhitungan statistik menggunakan metode multiple regression didapatkan model koefesienya pada tiap faktor. Setelah itu nilai pada tab tersebut di masukan kedalam SPSS, Berikut tabel model koefesien faktor yang di dapatkan:

Tabel 3. 5 *Coefficient Model*

Faktor	<i>Coefficient Model</i>
A	
B	
C	
D	
E	

3.9.2 Perhitungan *Disruption Index* (Indeks Gangguan)

Setelah melakukan perhitungan model koefisien dengan menggunakan metode multiple regression, langkah selanjutnya adalah mengaplikasikannya untuk menghitung nilai *Disruption Index* (Indeks Gangguan). Berikut dibawah ini perhitungan indeks gangguan;

Tabel 3. 6 Perhitungan *Disruption Index* (Indeks Gangguan)

Faktor	<i>Coefficient Model</i>	<i>Expected Unit Rate</i>	<i>Disruption Index</i>	<i>Productivity Loss</i>
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	m'/h	m'/h	(<i>Effeciency</i>)	(%)
A				
B				
C				
D				
E				

Keterangan:

- Pada Kolom (2) merupakan nilai model koefisien yang didapat dari hasil *multiple regression*
- Pada Kolom (3) = *baseline productivity* – Kolom (2)
- Pada Kolom (4) = $\frac{\text{Kolom (3)}}{\text{baseline productivity}}$
- Pada Kolom (5) = $\frac{\text{Kolom (2)}}{\text{baseline productivity}}$

3.9.3 Perhitungan *Workhour Lost* (Kerugian Jam Kerja)

Pengaruh faktor-faktor terhadap produktivitas pekerjaan pemancangan secara otomatis menyebabkan proyek mengalami penurunan jam kerja. Untuk menghitung besarnya kerugian jam kerja akibat faktor yang sedang diteliti, dapat merujuk pada Tabel yang disediakan di bawah ini.

Tabel 3. 7 Perhitungan *Workhour Lost* (kerugian jam kerja)

No	Tgl	Jam Total (Total <i>Input</i>)	Total <i>Output</i>	<i>Lost of Productivity</i>					<i>Workhours Lost</i>				
				A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

Keterangan:

- Kolom (5) sampai (9) diperoleh dari nilai bilangan biner pencatatan faktor lalu dikalikan dengan model koefisien masing masing faktor.
- Kolom (10) sampai (12) diperoleh dari kolom (5) sampai (9) dikalikan dengan total jam kerja (3). Lalu dibagi dengan nilai *baseline productivity*

BAB 4

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Proyek Cluster XYZ yang berada di Jalan. Pengambilan data dalam penelitian ini dilakukan selama 16 hari yang di mulai pada bulan januari sampai maret tahun 2023. Pengamatan dilapangan mengacu pada gambar kerja titik tiang pancang, gambar kerja titik tiang pancang disajikan pada Lampiran 1. Pengamatan dilakukan mengikuti jam kerja pemancangan yang dimulai dari pukul 08.30 sampai pukul 16.30, sedangkan pada hari sabtu pengerjaan dimulai dari pukul 08.30 sampai pukul 14.00. Waktu istirahat dilakukan pada pukul 12.00 sampai pukul 13.00, sehingga rata-rata jam kerja yang dilakukan pada pekerjaan pemancangan sekitar ± 6 jam.

4.2 Data Teknis Alat & Tiang Pancang

Alat pancang yang digunakan pada proyek ini yaitu *Hydrolic Static Pile Driver* dengan kapasitas sebesar 120 ton, sedangkan tiang pancang yang digunakan pada proyek ini adalah *mini square pile* dengan diameter 200 mm x 200 mm. Terdapat dua variasi ukuran yang berbeda. Dimensi tiang ini memiliki dua panjang yang tersedia, yakni 3 meter dan 6 meter. Rincian mengenai spesifikasi dari alat pancang tersebut secara rinci dan komprehensif dapat ditemukan pada Tabel 4.1 yang telah disediakan.

Tabel 4. 1 Spesifikasi Alat HSPD 120 Ton

No	Description	Unit	ZJY 120 Ton
1	Max. Piling Pressure	Ton	120
2	Max. Piling Speed	m/min	9.4
3	Piling Stroke	m	2
4	Longitudinal Pace	m	2 - 2.4
5	Transverse	m	0.55
6	Rise Stroke	m	1.1
7	One Angle Range	Degree (°)	14
8	Max. Oil Pressure of piling System	MPa	19.2
9	Max. Lift Weight	Ton	5
10	Max. Length of Pile Hositing	m	9
11	Power Capacity	Kw	59
12	Total Weight Machine	Ton	54
13	Max. Slide Piling Pressure	Ton	60
14	Min. Slide Piling Pressure	m	0.8



Gambar 4. 1 Alat Hydraulic static pile driver

4.3 Tahap Pelaksanaan

Pekerjaan pemancangan terdiri atas 2 kelompok yang terbagi menjadi 5 orang pekerja. Kelompok pertama terdiri atas operator yang menggerakkan alat HSPD,

dimana 1 pekerja yang mengendalikan alat *jack-in* dan 1 pekerja lagi untuk mengoperasikan alat *crane*. Pada kelompok pekerja kedua terdiri atas 3 pekerja, dimana 2 pekerja bertugas dalam pengelasan sambungan tiang dan memberikan aba-aba sewaktu tiang pancang mencapai kedalaman yang telah direncanakan, serta pekerja 3 bertugas dalam mengikat tali untuk mengangkat tiang.

Pekerjaan pemancangan dilakukan dengan cara berpindah dari titik satu ke titik yang lain. Proses pekerjaan pemancangan ini dapat di bagi menjadi beberapa tahap, yaitu:

- a. Mobilisasi Alat pancang ke titik pemancangan
- b. Pengangkatan tiang pertama (*bottom*)
- c. Penekanan tiang pertama
- d. Pengangkatan tiang sambungan/kedua (*top*)
- e. Pengelasan tiang pertama dengan tiang sambungan
- f. Penekanan tiang sambungan lanjutan
- g. Penekanan dengan dolly atau pemotongan tiang sisa

Tahap pertama yang dilakukan dalam pemancangan adalah mobilisasi alat pancang ke titik pemancangan. Titik yang akan di pancang harus di beri tanda terlebih dahulu dengan menggunakan patok agar pada saat mobilisasi alat lebih mudah. Mobilisasi alat ini dilakukan oleh operator yang berada di ruang alat kendali dan dibantu pekerja lainnya untuk mengarahkan atau memberi info dari bawah. Mobilisasi alat dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4. 2 Mobilisasi Alat Pancang

Tahap kedua pengerjaan pemancangan yaitu pengangkatan tiang pertama yang dilakukan dengan menggunakan *crane* pada alat *HSPD* seperti pada Gambar 4.3. Tiang yang sudah diangkat diarahkan ke dalam lubang pengikat yang disebut *grip*, kemudian operator akan menggerakkan sistem untuk mengikat tiang tersebut. Sebelum lanjut ke tahap penekanan tiang, pastikan kembali alat *HSPD* dalam keadaan rata yang ditunjukkan pada nivo yang berada di meja operator.



Gambar 4. 3 Pengangkatan Tiang Pertama (*bottom*)

Tahap ketiga pengerjaan pemancangan yaitu penekanan tiang pancang yang kendalikan oleh operator dalam kabin. Pada tahap ini, tiang yang sudah di ikat oleh alat *HSPD* di tekan ke dalam tanah sesuai dengan titik yang sudah ditandai sebelumnya. Penekanan tiang pancang harus menyisakan sekitar 1 m diatas permukaan tanah. Hal tersebut dilakukan untuk memudahkan pekerjaan

penyambungan tiang pertama dan tiang selanjutnya. Diwaktu yang bersamaan, operator *crane* mengangkat tiang sambungan yang bertujuan untuk menghemat waktu pengerjaan. Selanjutnya, tiang sambungan diarahkan dan diikat ke dalam *grip*, lalu dilakukan penekanan sampai tiang dan tiang pertama sudah bersentuhan.

Tahap keempat pengerjaan pemancangan yaitu pengelasan yang dilakukan pada sekeliling sambungan tiang pancang. Pengelasan tiang pancang dapat dilihat pada Gambar 4.4. Tiang pancang yang berhasil tersambung diolesi dengan cairan *zink cromate* agar sambungan las lebih kuat dan menghindari korosi pada tiang sambungan. Pengelasan yang sudah dilakukan harus dipastikan kembali pada seluruh sambungan tiang pancang untuk menghindari penyaluran beban tidak sempurna.



Gambar 4. 4 Pengelasan Tiang Pancang

Tiang yang sudah tersambung ditekan kembali hingga mencapai daya dukung tanah yang telah ditetapkan. Tahap terakhir pada pengerjaan pemancangan yaitu pemotongan tiang. Pemotongan tiang dilakukan apabila terdapat kelebihan tiang yang tidak tertanam dengan membobok tiang bagian atas menggunakan palu. Pemotongan tiang dilakukan agar alat tidak membentur kepala tiang pada saat proses pemindahan alat *HSPD*. Pemotongan tiang pancang dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4. 5 Pemotongan Tiang Pancang

Selama proses pengerjaan pemancangan, juga dilakukan pencatatan kedalaman tiang pancang. Pencatatan ini berguna sebagai data *output* untuk dasar pengolahan data untuk mendapatkan nilai produktivitas harian pekerjaan pemancangan. Sedangkan data *input* didapatkan dari jam kerja dalam 1 hari pekerjaan pemancangan.

4.4 Pengamatan Faktor-faktor yang Mempengaruhi Pekerjaan

Faktor-faktor yang mempengaruhi pekerjaan pemancangan di golongkan menjadi 5 faktor yaitu:

a. *Environment*

Lingkungan dapat mengurangi produktivitas pemancangan. Hujan adalah salah satu faktor yang dapat menurunkan produktivitas karena apabila terjadi hujan, maka aktivitas pemancangan harus dihentikan. Hal ini dilakukan untuk keselamatan pekerja, karena apabila tetap dilakukan pengerjaan saat hujan turun, aliran listrik yang sangat besar dapat mengancam nyawa pekerja. Selain itu, hujan juga dapat mengakibatkan kondisi tanah menjadi mudah bergeser, terutama saat mobilisasi alat HSPD ke titik pancang selanjutnya. Sehingga kondisi ini dapat memperlambat

proses pemancangan yang sudah di tentukan. Kondisi hujan saat pengerjaan pemancangan dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4. 6 Kondisi Hujan saat Pengerjaan Pemancangan

b. *Management*

Dalam suatu proyek konstruksi memerlukan manajemen yang tepat dalam segi perencanaan dan pengawasan. Jika perencanaan tidak tepat dapat berdampak pada penurunan produktivitas proyek. Dalam pelaksanaan urutan pemancangan, manajemen memainkan peranan penting dalam mempengaruhi produktivitas di lapangan. Sebagai contoh, ketika pemancangan dilakukan pada titik-titik yang berjauhan, maka perpindahan alat HSPD ke titik pancang lainnya akan memakan waktu yang cukup lama.

c. *Equipment*

Alat *HSPD* yang digunakan pada proyek Cluster XYZ juga sangat penting untuk menunjang efisiensi pekerjaan. Apabila peralatan yang digunakan tidak dirawat dengan baik dan sering mengalami kerusakan akan berdampak pada efisiensi waktu pekerjaan. Mengganti oli mesin dan hidrolis secara berkala adalah salah satu langkah yang dapat dilakukan dalam merawat alat-alat pekerjaan. Terdapat

beberapa kerusakan alat *HSPD* yang dapat menyebabkan produktivitas pengerjaan pemancangan terhambat:

- 1) Kerusakan kabel hidrolis yang disajikan pada Gambar 4.7.



Gambar 4. 7 Kerusakan Kabel *Hidrolis*

- 2) Kerusakan pada kaki *HSPD* yang disajikan pada Gambar 4.8.



Gambar 4. 8 Kerusakan Kaki Alat *HSPD*

- 3) Kerusakan Genset yang disajikan pada Gambar 4.9.



Gambar 4. 9 Kerusakan Genset

d. *Material*

Pada pekerjaan pemancangan, *material* merupakan salah satu faktor penting dalam pengerjaan pemancangan, dimana pada proyek Cluster XYZ tiang pancang merupakan material yang sangat dibutuhkan. Kekuatan tekan beton terkait erat dengan usia beton itu sendiri. Jika usia beton belum mencapai persyaratan minimal yang ditetapkan, yaitu 14 hari, maka tiang pancang tersebut sebaiknya tidak digunakan untuk pemancangan. Hal ini dilakukan agar menghindari retaknya tiang pancang saat proses pemancangan. Kondisi tiang pancang yang patah dapat dilihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4. 10 Kondisi Tiang Pancang Patah atau Pecah

Dalam gambar tersebut, tampak bahwa tiang pancang yang digunakan mengalami kerusakan pada bagian betonnya. Akibatnya, harus dilakukan perbaikan atau penggantian tiang. Situasi ini mengakibatkan pengerjaan pemancangan menjadi terhambat dan produktivitas pengerjaan pemancangan menurun.

e. *Labor*

Proses pekerjaan pemancangan akan terganggu atau menjadi lebih lama jika salah satu pekerja melakukan kegiatan diluar proses pekerjaan pemancangan, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.11.



Gambar 4. 11 Pekerja Mengangkat Telepon

Gambar menunjukkan bahwa pekerja mengangkat telepon atau berbicara kepada orang lain yang menyebabkan pekerja tersebut menghentikan proses pekerjaan. Meskipun pemancangan masih dapat dilakukan kembali setelah pekerja selesai mengangkat telfon, hal tersebut membuat pekerjaan menjadi lebih lama.

Pengamatan terhadap faktor-faktor pekerjaan hanya terbatas pada hal-hal yang dapat diamati dan diukur secara nyata seperti faktor-faktor yang telah dijelaskan di atas. Untuk mengurangi subjektivitas, peneliti memberikan batasan-batasan pada faktor yang muncul pada hari tertentu yang dapat memberikan pengaruh terhadap produktivitas pemancangan. Beberapa batasan tersebut adalah:

- 1) Faktor *Environment* dicatat ketika situasi faktor tersebut yang menyebabkan aktivitas pemancangan terhenti selama 15 menit. Sebagai ilustrasi, hujan deras

yang berlangsung lebih dari 15 menit atau kondisi tanah longsor yang memerlukan waktu lebih dari 15 menit untuk melakukan manuver alat.

- 2) Faktor *management* dicatat jika perpindahan alat memerlukan waktu lebih dari 15 menit untuk mencapai titik pemancangan berikutnya.
- 3) Faktor *equipment* dicatat jika terjadi kerusakan pada alat yang memerlukan waktu perbaikan lebih dari 15 menit, atau bahkan jika alat tersebut tidak bisa digunakan lagi dan harus menunggu hingga keesokan harinya untuk diperbaiki.
- 4) Faktor *material* dicatat ketika terjadi kerusakan pada material yang mengakibatkan pemancangan terhenti selama lebih dari 15 menit. Kerusakan tersebut dapat berupa tiang pancang patah pada saat proses pekerjaan.
- 5) Faktor *labor* dicatat apabila pekerja mengangkat telepon atau berbincang dengan pekerja lain diluar proses pekerjaan yang dilakukan lebih dari 15 menit.

Faktor-faktor tersebut akan dicatat apabila terjadi pemberhentian proses pemancangan selama lebih dari 15 menit. Penggunaan batasan waktu 15 menit ini didasarkan oleh perhitungan waktu efektif yang diperlukan selama proses pemancangan 1 titik. Jika faktor-faktor ini mengakibatkan berhentinya proses pemancangan selama lebih dari 15 menit, maka dapat disimpulkan bahwa dalam jangka waktu 15 menit seharusnya mampu dilakukan pemancangan 1 titik.

4.5 Perhitungan *Daily Productivity*

Setelah mengamati jumlah titik pemancangan dan kedalaman tiang pancang yang dilakukan setiap harinya di lokasi proyek cluster XYZ, maka dapat dilakukan perhitungan produktivitas harian. Data yang terkumpul meliputi jumlah kelompok pekerja, durasi kerja, dan hasil produksi pada setiap hari pengamatan. Pengumpulan

data dilapangan terlampir pada Lampiran 2. Untuk rekap dari pengumpulan data dilapangan terdapat pada gambar 4.12.

No	Tanggal	Jumlah	Jumlah	Jam	Total	d/m per	Jumlah	Total	Faktor-faktor
		Alat buah	Tenaga orang	Kerja Jam	Input jam	titik m'	titik buah	Output m'	
1	26-Jan-23	1	5	3	3	9	7	63	Tiang Rusak (material)
2	27-Jan-23	1	5	6	6	9	22	198	Genset rusak (equipment) Mengangkat telepon (labor)
3	28-Jan-23	1	5	1.5	1.5	9	3	27	Tiang patah (material) Genset rusak (equipment)
4	30-Jan-23	1	5	7	7	9	24	216	Penurunan material datang (management) Alat rusak (equipment) Mengangkat telepon (labor)
5	31-Jan-23	1	5	7	7	9	25	225	Alat rusak (equipment)
6	1-Feb-23	1	5	6	6	12	22	264	Pemindahan material tiang (management) Selang hydrolic bocor (equipment)
7	2-Feb-23	1	5	6	6	12	14	168	Hujan (environment)
8	24-Feb-23	1	5	6	6	12	16	192	Pemindahan material tiang (management) kondisi tanah kurang baik (environment) pemindahan plat (management)
9	25-Feb-23	1	5	4	4	12	11	132	Persiapan terlambat (labor) Selang alat bocor (equipment)
10	27-Feb-23	1	5	6	6	12	17	204	Genset rusak (equipment) mengangkat telepon (labor)
11	28-Feb-23	1	5	7	7	12	23	276	Hujan (environment) pemindahan genset (management)
12	1-Mar-23	1	5	4	4	12	8	96	Pemindahan material tiang (management)
13	2-Mar-23	1	5	6	6	12	15	180	Hujan (environment) Genset rusak (equipment)
14	3-Mar-23	1	5	6	6	12	20	240	Tiang Rusak (material)
15	4-Mar-23	1	5	7	7	12	20	240	Pemindahan material tiang (management)
16	6-Mar-23	1	5	7	7	12	18	216	Hujan (environment)
	Total				89.5			2937	

Gambar 4. 12 Rekap pengumpulan data dilapangan

Total kerja dapat dihitung dengan mengkalikan jumlah jam kerja dalam satu hari dengan jumlah kelompok pemancangan yang bekerja pada hari tersebut, dengan satuan jam. Total jam kerja ini akan digunakan sebagai masukan dalam perhitungan pekerjaan pemancangan. Sementara untuk hasil pekerjaan pemancangan, akan diukur berdasarkan panjang tiang yang ditekan pada hari tersebut, dengan satuan meter. Setelah memperoleh data masukan dan hasil pekerjaan, dilakukan perhitungan produktivitas harian. Perhitungan *daily productivity* dilakukan dengan cara membagi panjang tiang yang ditekan pada hari tersebut dengan total jam kerja pada hari tersebut menggunakan metode unit yang

selesai dikerjakan. Untuk perhitungan *daily productivity* diambil mulai dari hari ke-1 sampai ke-16 dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Perhitungan *Daily Productivity*

No	Tanggal	Jumlah Alat	Jumlah Tenaga	Jam Kerja	Total <i>Input</i>	dlm per titik	Jumlah titik	Total <i>Output</i>	<i>Daily Productivity</i>
		buah	orang	hour	hour	m'	buah	m'	m'/hour
1	26-Jan-23	1	5	3	3	9	7	63	21.00
2	27-Jan-23	1	5	6	6	9	22	198	33.00
3	28-Jan-23	1	5	1.5	1.5	9	3	27	18.00
4	30-Jan-23	1	5	7	7	9	24	216	30.86
5	31-Jan-23	1	5	7	7	9	25	225	32.14
6	1-Feb-23	1	5	6	6	12	22	264	44.00
7	2-Feb-23	1	5	6	6	12	14	168	28.00
8	24-Feb-23	1	5	6	6	12	16	192	32.00
9	25-Feb-23	1	5	4	4	12	11	132	33.00
10	27-Feb-23	1	5	6	6	12	17	204	34.00
11	28-Feb-23	1	5	7	7	12	23	276	39.43
12	1-Mar-23	1	5	4	4	12	8	96	24.00
13	2-Mar-23	1	5	6	6	12	15	180	30.00
14	3-Mar-23	1	5	6	6	12	20	240	40.00
15	4-Mar-23	1	5	7	7	12	20	240	34.29
16	6-Mar-23	1	5	7	7	12	18	216	30.86
Total				89.5	89.5	177	265	2937	

Untuk contoh perhitungan *daily productivity* pada tanggal 28 februari 2023 yaitu perlu mengetahui total *input* terlebih dahulu dengan cara mengalikan jam kerja dengan jumlah alat ($7 \times 1 = 7$), setelah mengetahui total *output* dengan cara mengalikan kedalaman pertitik dengan jumlah titik yang dipancang ($12 \times 23 = 276$). Setelah mengetahui total *input* dan total *output* maka dapat menghitung *daily productivity* dengan membagi total *output* dengan total *input* ($276 \times 7 = 39.43$). maka didapatkan nilai *daily productivity* pada tanggal 28 februari 2023 yaitu 39.43 m³/hour.

4.6 Perhitungan *Baseline Productivity*

Baseline productivity dilakukan dengan mengumpulkan *baseline subset*. Jumlah data dalam *baseline subset* digunakan 10 % dari jumlah hari pengamatan dan tidak bisa digunakan jika kurang dari 5 data.

Dalam penelitian ini, terdapat 16 hari pengamatan maka dihitung 10 % dari hari pengamatan tersebut, yaitu ($16 \times 10 \% = 1.6$). Mengingat *subset* yang kurang dari 5, maka data yang diambil pada *baseline subset* hanya berjumlah 5 data. Dari data ini, dipilih lima data *output* terbesar selama pengamatan tersebut, setelah itu dicari nilai median dari *daily productivity* dan digunakan sebagai nilai *baseline productivity*. Rincian perhitungan dasar dapat ditemukan dalam Tabel 4.3.

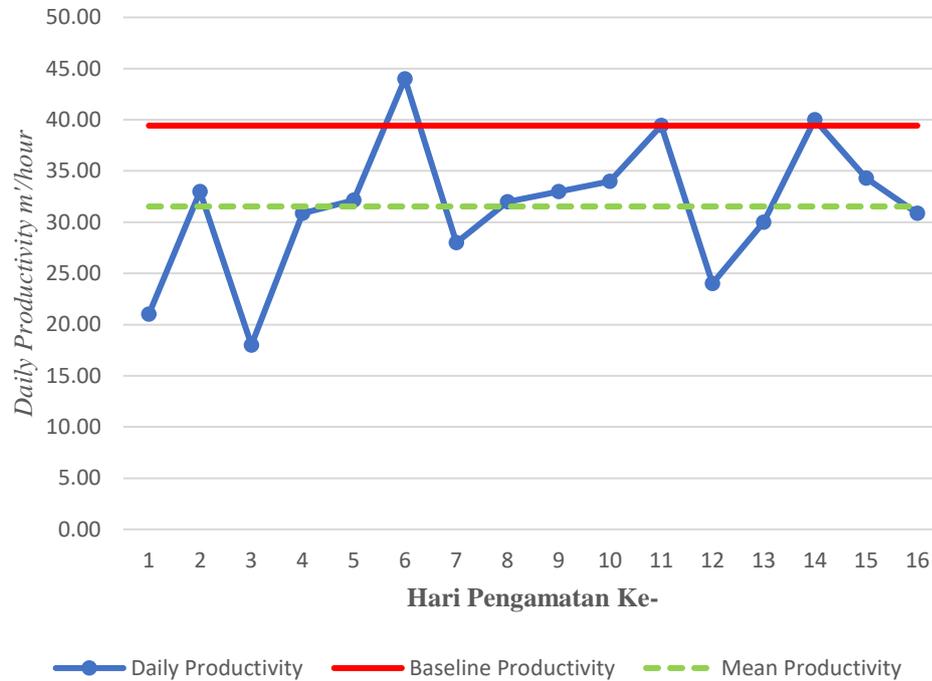
Tabel 4. 3 Perhitungan *Baseline Productivity*

Hari ke-	Tanggal (1)	<i>Sorted Output</i> (2)	<i>Daily Productivity</i> (3)	<i>Baseline Productivity</i> (4)	<i>Mean</i> (5)
5	31-Jan-23	225	32.14		
6	1-Feb-23	264	44.00		
11	28-Feb-23	276	39.43	39.43	31.54
14	3-Mar-23	240	40.00		
15	4-Mar-23	240	34.29		

Terlihat pada Tabel 4.3, terdapat 5 *output* terbesar yang terjadi pada hari ke-5, 6, 11, 14, dan 15. Dari data tersebut dapat dihitung bahwa nilai median *daily productivity* dari kelima data ini adalah 39,43 m/jam, yang digunakan sebagai nilai *baseline productivity*. Hasil ini menunjukkan bahwa produktivitas yang dapat dicapai oleh kontraktor pelaksana dalam proyek cluster XYZ hingga hari ke-16 adalah 39,43 m/jam. Sedangkan rata rata yang diperoleh pada pekerjaan pemancangan pada cluster XYZ sebesar 31,54 m/jam.

Setelah memperoleh nilai *baseline productivity*, langkah selanjutnya adalah memvisualisasikan *daily productivity* dan *baseline productivity* melalui sebuah

grafik dengan tujuan melihat tingkat produktivitas pekerjaan pemancangan dalam proyek cluster XYZ, gambaran ini dapat dilihat dalam ilustrasi Gambar 4.13.



Gambar 4. 13 Grafik *daily productivity* dan *baseline productivity* pemancangan pada proyek XYZ

Berdasarkan grafik, dapat dilihat bahwa dari total 16 hari pengamatan, hanya terdapat 3 hari pekerjaan dimana produktivitas harian melebihi nilai baseline, yaitu pada hari ke-6, 11, dan 14. Oleh karena itu, dapat dinyatakan bahwa produktivitas dalam pekerjaan pemancangan di proyek ini berada jauh di bawah standar yang diharapkan. Situasi ini disebabkan oleh berbagai faktor yang muncul selama proses pemancangan dan menyebabkan penurunan tingkat produktivitas. Faktor-faktor ini telah dikategorikan dan dicatat oleh peneliti untuk dilakukan analisis lebih lanjut mengenai dampaknya terhadap produktivitas pekerjaan pemancangan.

4.7 Perhitungan *Coefficient Modal Factor*

Untuk mengetahui dampak dari faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat produktivitas dalam pekerjaan pemancangan, langkah awal yang perlu dilakukan yaitu mengumpulkan data faktor-faktor yang muncul pada setiap hari pengamatan. Hasil catatan mengenai faktor-faktor yang terjadi di lapangan setiap harinya dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Pencatatan Faktor-Faktor di Lapangan

Hari ke-	Tanggal	Faktor				
		<i>Environment</i>	<i>Management</i>	<i>Equipment</i>	<i>Material</i>	<i>Labor</i>
1	26-Jan	0	0	0	1	0
2	27-Jan	0	0	1	0	1
3	28-Jan	0	0	1	1	0
4	30-Jan	0	1	1	0	1
5	31-Jan	0	0	1	0	0
6	1-Feb	0	1	1	0	0
7	2-Feb	1	0	0	0	0
8	24-Feb	1	1	0	0	0
9	25-Feb	0	0	1	0	1
10	27-Feb	0	0	1	0	1
11	28-Feb	1	1	0	0	0
12	1-Mar	0	0	0	1	0
13	2-Mar	1	0	1	0	0
14	3-Mar	0	0	0	1	0
15	4-Mar	0	1	0	0	0
16	6-Mar	1	0	0	0	0

Untuk mengetahui mengenai dampak relatif dari tiap faktor yang menyebabkan penurunan produktivitas, dilakukan analisis menggunakan pendekatan regresi berganda. Dalam Tabel 4.5, variabel terikat adalah selisih antara produktivitas aktual di lapangan dengan produktivitas dasar (*baseline productivity*) kolom (10), sementara variabel bebasnya adalah nilai yang dicatat terkait faktor-faktor yang muncul selama proses. Terdapat 5 faktor yaitu environment (X_1) kolom

(3), *management* (X₂) kolom (4), *equipment* (X₃) kolom (5), *material* (X₄) kolom (6), *labor* (X₅) kolom (7) Seperti tabel dibawah ini:

Tabel 4. 5 Perhitungan Selisih *Actual* dengan *Baseline Productivity*

Hari ke-	Tanggal	Faktor					<i>Actual daily Productivity</i>	<i>Baseline Productivity</i>	<i>Act - Base Proud</i>
		<i>Env</i>	<i>Man</i>	<i>Equ</i>	<i>Mat</i>	<i>Lab</i>			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	26-Jan	0	0	0	1	0	21.00	39.43	18.43
2	27-Jan	0	0	1	0	1	33.00	39.43	6.43
3	28-Jan	0	0	1	1	0	18.00	39.43	21.43
4	30-Jan	0	1	1	0	1	30.86	39.43	8.57
5	31-Jan	0	0	1	0	0	32.14	39.43	7.29
6	1-Feb	0	1	1	0	0	44.00	39.43	0.00
7	2-Feb	1	0	0	0	0	28.00	39.43	11.43
8	24-Feb	1	1	0	0	0	32.00	39.43	7.43
9	25-Feb	0	0	1	0	1	33.00	39.43	6.43
10	27-Feb	0	0	1	0	1	34.00	39.43	5.43
11	28-Feb	1	1	0	0	0	39.43	39.43	0.00
12	1-Mar	0	0	0	1	0	24.00	39.43	15.43
13	2-Mar	1	0	1	0	0	30.00	39.43	9.43
14	3-Mar	0	0	0	1	0	40.00	39.43	0.00
15	4-Mar	0	1	0	0	0	34.29	39.43	5.14
16	6-Mar	1	0	0	0	0	30.86	39.43	8.57

Dalam proses perhitungan variabel terikat, ketika selisih antara *baseline productivity* dan *daily produktivity* aktual menghasilkan angka negatif, maka perhitungannya akan dimasukkan nilai 0. Tindakan ini mencerminkan hasil yang menguntungkan bahwa produktivitas aktual melebihi produktivitas yang diharapkan/ideal. Persamaan *multiple regression* diselesaikan dengan bantuan perangkat statistik, yaitu program SPSS versi 20, dan menghasilkan persamaan regresi sebagai berikut: (Lampiran 3)

$$\text{Actual-Baseline Prod} = 26.550 + 0,645 X_1 + 4,226 X_2 + 5,593 X_3 + 4,129 X_4 + 0,857 X_5$$

Koefisien dari setiap faktor memiliki nilai yang dapat mewakili sejauh mana dampak faktor tersebut terhadap pengurangan produktivitas pekerjaan pemancangan. Karena itu, nilai-nilai koefisien ini digunakan sebagai model koefisien dari masing-masing faktor, sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4. 6 *Coefficient Model* dari Setiap Faktor

Faktor	<i>Coefficient Model</i>
	m'/h
<i>Environment</i>	0.645
<i>Management</i>	4.226
<i>Equipment</i>	5.593
<i>Material</i>	4.129
<i>Labor</i>	0.857

Dari Tabel 4.6 disajikan faktor *Equipment* dengan nilai *coefficient* tertinggi yaitu 5.593. faktor lainnya yaitu *environment* (0.645), *management* (4.226), *material* (4.129), dan *labor* (0.857)

4.8 Perhitungan Disruption Index (indeks gangguan)

Setelah mendapatkan *coefficient model*, langkah berikutnya adalah menghitung *expected unit rate*. Nilai ini merupakan harapan produktivitas saat faktor-faktor terjadi, dengan mengurangi *baseline productivity* dari *coefficient model*. Selain itu juga dikenal sebagai *disruption index*, yang menunjukkan sejauh mana efisiensi jam kerja terpengaruh oleh faktor-faktor penghambat. Cara perhitungannya yaitu *expected unit rate* dibagi dengan *baseline productivity*. Nilai *coefficient model*, *expected unit rate*, dan *disruption index* disajikan pada Tabel 4.7.

Tabel 4. 7 Perhitungan *Disruption Index*

Faktor	<i>Coefficient Model</i>	<i>Expected Unit Rate</i>	<i>Disruption Index</i>
1	2	3	4
	m'/h	m'/h	(Effeciency)
Environment	0.645	38.785	0.984
Management	4.226	35.204	0.893
Equipment	5.593	33.837	0.858
Material	4.129	35.301	0.895
Labor	0.857	38.573	0.978

Sedangkan untuk *productivity loss* yang merupakan nilai dari persentase jam kerja yang hilang pada saat terjadinya faktor. Perhitungannya yaitu dengan membagi nilai koef faktor dengan *baseline productivity* dikali 100%. Perhitungan didapat pada tabel berikut.

Tabel 4. 8 Persentase *Productivity Loss*

Faktor	<i>Productivity Loss</i>
	(%)
<i>Environment</i>	2.495
<i>Management</i>	10.718
<i>Equipment</i>	14.185
<i>Material</i>	10.472
<i>Labor</i>	2.173

Pada Tabel 4.8 menunjukan faktor *equipment* memiliki persentase *productivity loss* terbesar yaitu 14.185%. Sedangkan faktor-faktor lainnya yaitu *environment* (2.495%), *management* (10.718%), *material* (10.472%), dan *labor* (2.173%).

4.9 Perhitungan *Loss of Productivity & Workhour Lost* (kerugian jam kerja)

Loss of productivity merupakan hasil perkalian antara *coefficient model* dengan faktor biner yang terjadi pada setiap hari pengamatan. Sementara itu, *workhours lost* adalah nilai jam kerja yang hilang akibat faktor yang muncul pada hari tersebut. Besarnya *workhours lost* dihitung dengan mengalikan *loss of productivity* dengan jam kerja, kemudian hasilnya dibagi dengan *baseline productivity*. Hasil perhitungan *loss of productivity* dan *work lost* disajikan pada Tabel 4.9.

Tabel 4. 9 Perhitungan *Loss of Productivity* (alat)

No	Tanggal	Jumlah Alat	Jam Kerja	Total Input	Total Output	<i>Lost of Productivity</i>				
						Env	Man	Equ	Mat	Lab
		buah	jam	jam	m'	m'/jam	m'/jam	m'/jam	m'/jam	m'/jam
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	26-Jan	1	3	3	63	0.00	0.00	0.00	4.13	0.00
2	27-Jan	1	6	6	198	0.00	0.00	5.59	0.00	0.86
3	28-Jan	1	1.5	1.5	27	0.00	0.00	5.59	4.13	0.00
4	30-Jan	1	7	7	216	0.00	4.23	5.59	0.00	0.86
5	31-Jan	1	7	7	225	0.00	0.00	5.59	0.00	0.00
6	1-Feb	1	6	6	264	0.00	4.23	5.59	0.00	0.00
7	2-Feb	1	6	6	168	0.65	0.00	0.00	0.00	0.00
8	24-Feb	1	6	6	192	0.65	4.23	0.00	0.00	0.00
9	25-Feb	1	4	4	132	0.00	0.00	5.59	0.00	0.86
10	27-Feb	1	6	6	204	0.00	0.00	5.59	0.00	0.86
11	28-Feb	1	7	7	276	0.65	4.23	0.00	0.00	0.00
12	1-Mar	1	4	4	96	0.00	0.00	0.00	4.13	0.00
13	2-Mar	1	6	6	180	0.65	0.00	5.59	0.00	0.00
14	3-Mar	1	6	6	240	0.00	0.00	0.00	4.13	0.00
15	4-Mar	1	7	7	240	0.00	4.23	0.00	0.00	0.00
16	6-Mar	1	7	7	216	0.65	0.00	0.00	0.00	0.00
					89.5	3.23	21.13	44.74	16.52	3.43
					89.04					

Pada Tabel 4.9 menunjukkan perhitungan *loss of productivity* (alat) dengan total rata-rata senilai 89.04 m'/jam.

Tabel 4. 10 Perhitungan *Loss of Productivity* (pekerja)

No	Tanggal	Jumlah	Jam	Total	Total	<i>Lost of Productivity</i>				
		Tenaga	Kerja	Input	Output	<i>Env</i>	<i>Man</i>	<i>Equ</i>	<i>Mat</i>	<i>Lab</i>
		Orang	jam	jam	m	m'/jam	m'/jam	m'/jam	m'/jam	m'/jam
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	26-Jan	5	3	15	63	0.00	0.00	0.00	4.13	0.00
2	27-Jan	5	6	30	198	0.00	0.00	5.59	0.00	0.86
3	28-Jan	5	1.5	7.5	27	0.00	0.00	5.59	4.13	0.00
4	30-Jan	5	7	35	216	0.00	4.23	5.59	0.00	0.86
5	31-Jan	5	7	35	225	0.00	0.00	5.59	0.00	0.00
6	1-Feb	5	6	30	264	0.00	4.23	5.59	0.00	0.00
7	2-Feb	5	6	30	168	0.65	0.00	0.00	0.00	0.00
8	24-Feb	5	6	30	192	0.65	4.23	0.00	0.00	0.00
9	25-Feb	5	4	20	132	0.00	0.00	5.59	0.00	0.86
10	27-Feb	5	6	30	204	0.00	0.00	5.59	0.00	0.86
11	28-Feb	5	7	35	276	0.65	4.23	0.00	0.00	0.00
12	1-Mar	5	4	20	96	0.00	0.00	0.00	4.13	0.00
13	2-Mar	5	6	30	180	0.65	0.00	5.59	0.00	0.00
14	3-Mar	5	6	30	240	0.00	0.00	0.00	4.13	0.00
15	4-Mar	5	7	35	240	0.00	4.23	0.00	0.00	0.00
16	6-Mar	5	7	35	216	0.65	0.00	0.00	0.00	0.00
				447.5		3.23	21.13	44.74	16.52	3.43
										89.04

Pada Tabel 4.10 menunjukkan perhitungan *loss of productivity* (pekerja) dengan total rata-rata senilai 89.04 m'/jam. Setelah melakukan perhitungan *loss of productivity*, selanjutnya dilakukan perhitungan *workhours lost*.

Tabel 4. 11 Perhitungan *Workhours Lost* (alat)

No	Tanggal	Jumlah	Jam	Total	Total	<i>Workhours Lost</i>				
		Alat	Kerja	Input	Output	<i>Env</i>	<i>Man</i>	<i>Equ</i>	<i>Mat</i>	<i>Lab</i>
		buah	jam	jam	m'	m'/jam	m'/jam	m'/jam	m'/jam	m'/jam
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	26-Jan	1	3	3	63	0.00	0.00	0.00	0.31	0.00
2	27-Jan	1	6	6	198	0.00	0.00	0.85	0.00	0.13
3	28-Jan	1	1.5	1.5	27	0.00	0.00	0.21	0.16	0.00
4	30-Jan	1	7	7	216	0.00	0.75	0.99	0.00	0.15
5	31-Jan-	1	7	7	225	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00
6	1-Feb	1	6	6	264	0.00	0.64	0.85	0.00	0.00
7	2-Feb	1	6	6	168	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabel 4. 12 Perhitungan *Workhours Lost* (alat) lanjutan

No	Tanggal	Jumlah	Jam	Total	Total	<i>Workhours Lost</i>				
		Alat	Kerja	<i>Input</i>	<i>Output</i>	<i>Env</i>	<i>Man</i>	<i>Equ</i>	<i>Mat</i>	<i>Lab</i>
		buah	jam	jam	m'	m'/jam	m'/jam	m'/jam	m'/jam	m'/jam
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
8	24-Feb	1	6	6	192	0.10	0.64	0.00	0.00	0.00
9	25-Feb	1	4	4	132	0.00	0.00	0.57	0.00	0.09
10	27-Feb	1	6	6	204	0.00	0.00	0.85	0.00	0.13
11	28-Feb	1	7	7	276	0.11	0.75	0.00	0.00	0.00
12	1-Mar	1	4	4	96	0.00	0.00	0.00	0.42	0.00
13	2-Mar	1	6	6	180	0.10	0.00	0.85	0.00	0.00
14	3-Mar	1	6	6	240	0.00	0.00	0.00	0.63	0.00
15	4-Mar	1	7	7	240	0.00	0.75	0.00	0.00	0.00
16	6-Mar	1	7	7	216	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00
				89.5		0.52	3.54	6.17	1.52	0.50
								12.25		

Dari tabel 4.12 diketahui total nilai *workhours lost* alat pada proyek cluster XYZ yaitu sebesar 12,55 *hours* dari 89,5 *hours*, dimana nilai dari faktor *environment* menimbulkan *workhours* sebesar 0,52 *hours* (1%), faktor *management* menimbulkan *workhours* sebesar 3,54 *hours* (4%), faktor *equipment* menimbulkan *workhours* sebesar 6,17 *hours* (7%), faktor *material* sebesar 1,25 *hours* (2%), dan faktor *labor* sebesar 0,50 *hours* (1%).

Tabel 4. 13 Perhitungan *Workhours Lost* (pekerja)

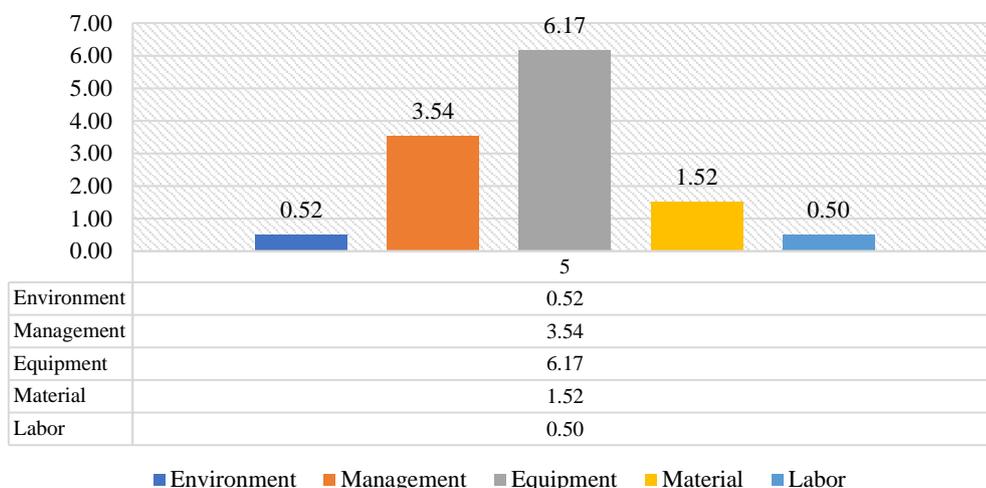
No	Tanggal	Jumlah	Jam	Total	Total	<i>Workhours Lost</i>				
		Tenaga	Kerja	<i>Input</i>	<i>Output</i>	<i>Env</i>	<i>Man</i>	<i>Equ</i>	<i>Mat</i>	<i>Lab</i>
		Orang	jam	jam	m'	m'/jam	m'/jam	m'/jam	m'/jam	m'/jam
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	26-Jan	5	3	15	63	0.00	0.00	0.00	1.57	0.00
2	27-Jan	5	6	30	198	0.00	0.00	4.26	0.00	0.65
3	28-Jan	5	1.5	7.5	27	0.00	0.00	1.06	0.79	0.00
4	30-Jan	5	7	35	216	0.00	3.75	4.96	0.00	0.76
5	31-Jan	5	7	35	225	0.00	0.00	4.96	0.00	0.00
6	1-Feb	5	6	30	264	0.00	3.22	4.26	0.00	0.00
7	2-Feb	5	6	30	168	0.49	0.00	0.00	0.00	0.00
8	24-Feb	5	6	30	192	0.49	3.22	0.00	0.00	0.00

Tabel 4. 14 Perhitungan *Workhours Lost* (pekerja) lanjutan

No	Tanggal	Jumlah Tenaga Kerja	Jam Kerja	Total Input	Total Output	<i>Workhours Lost</i>				
						Env	Man	Equ	Mat	Lab
		Orang	jam	jam	m'	m'/jam	m'/jam	m'/jam	m'/jam	m'/jam
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
9	25-Feb	5	4	20	132	0.00	0.00	2.84	0.00	0.43
10	27-Feb	5	6	30	204	0.00	0.00	4.26	0.00	0.65
11	28-Feb	5	7	35	276	0.57	3.75	0.00	0.00	0.00
12	1-Mar	5	4	20	96	0.00	0.00	0.00	2.09	0.00
13	2-Mar	5	6	30	180	0.49	0.00	4.26	0.00	0.00
14	3-Mar	5	6	30	240	0.00	0.00	0.00	3.14	0.00
15	4-Mar	5	7	35	240	0.00	3.75	0.00	0.00	0.00
16	6-Mar	5	7	35	216	0.57	0.00	0.00	0.00	0.00
				447.5		2.62	17.68	30.85	7.59	2.50
						61.25				

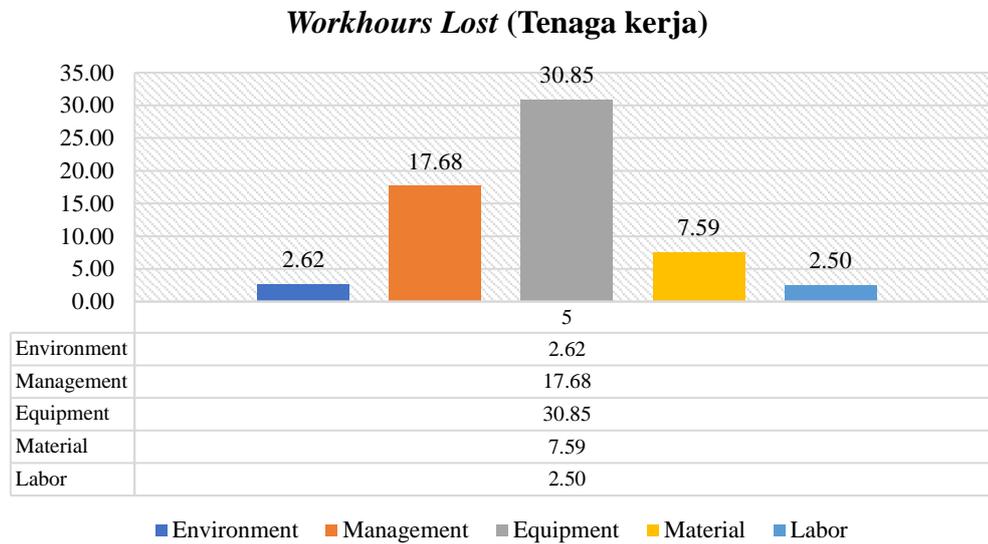
Total nilai *workhours lost* pekerja pada proyek cluster XYZ yaitu sebesar 61,25 *hours* dari 447,5 *hours*, dimana nilai dari faktor *environment* menimbulkan *workhours* sebesar 2,62 *hours* (1%), faktor *management* menimbulkan *workhours* sebesar 17,68 *hours* (20%), faktor *equipment* menimbulkan *workhours* sebesar 30,85 *hours* (34%), faktor *material* sebesar 7.59 *hours* (8%), dan faktor *labor* sebesar 2,50 *hours* (3%).

Workhours Lost (Alat)



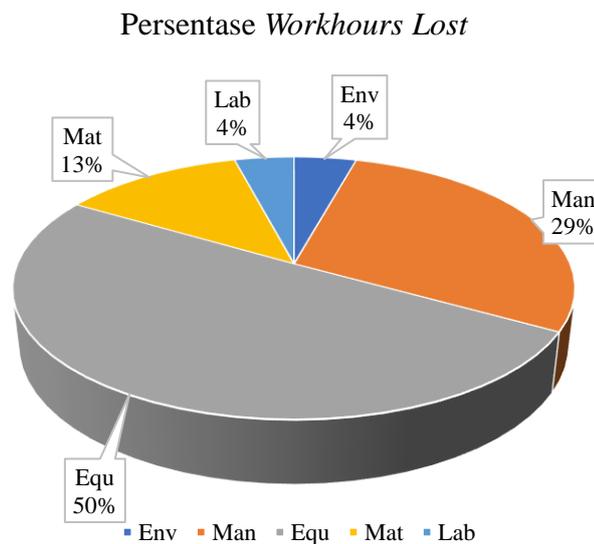
Gambar 4. 14 Grafik *Workhours Lost* (alat)

Gambar 4.14 menunjukan bahwa nilai *workhours lost* pada alat untuk faktor *environment* sebesar 0.52 jam, *management* sebesar 3.54 jam, *equipment* sebesar 6.17 jam, *material* 1.52 jam, *labor* sebesar 0.50 jam.



Gambar 4. 15 Grafik *Workhours Lost* (tenaga kerja)

Gambar 4.15 menunjukan bahwa nilai *workhours lost* pada tenaga kerja untuk faktor *environment* sebesar 2.62 jam, *management* sebesar 17.68 jam, *equipment* sebesar 30.85 jam, *material* 7.59 jam, *labor* sebesar 2.50 jam.



Gambar 4. 16 Persentase pengaruh pada masing-masing faktor

Dari gambar 4.16 dapat dilihat faktor *equipment* memiliki persentase *workhours lost* paling tinggi dari 5 faktor pada pekerjaan pemancangan dengan nilai persentase 50% sedangkan faktor lainnya yaitu faktor *management* 29%, faktor *material* 13%, faktor *environment* 4%, dan faktor *labor* 4%. Selain itu perlu dicatat bahwa faktor *equipment* memiliki dampak paling signifikan terhadap produktivitas dalam pekerjaan pemancangan, dan juga merupakan penyebab utama hilangnya jam kerja. Hal ini disebabkan oleh pentingnya peran alat-alat dalam pekerjaan pemancangan dan kerentanannya terhadap kerusakan, seperti yang diamati dalam proyek Cluster XYZ. Oleh karena itu, hal ini memberikan masukan berharga bagi kontraktor pelaksana untuk menjaga dan memastikan bahwa alat pancang berada dalam kondisi yang optimal untuk mencapai target produktivitas. Selain faktor *equipment*, faktor-faktor lainnya juga harus diperhatikan dengan cermat oleh kontraktor pelaksana untuk menghindari kehilangan jam kerja yang signifikan akibat faktor-faktor penghambat.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Telah dilakukan analisis data untuk produktivitas dari pekerjaan pemancangan pada proyek cluster XYZ. Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, didapatkan nilai produktivitas dan faktor-faktor yang mempengaruhi nilai produktivitas pada pekerjaan pemancangan kesimpulannya sebagai berikut.

- a. Pada proyek cluster XYZ, diketahui ada 5 faktor yang mempengaruhi produktivitas pekerjaan pemancangan yaitu faktor *environment*, faktor *equipment*, faktor *management*, faktor *material*, dan faktor *labor*. Faktor yang memiliki pengaruh paling besar dalam menurunkan tingkat produktivitas adalah faktor *equipment* dengan persentase sebesar (14,18%) sedangkan besar persentase faktor-faktor lainnya yaitu faktor *environment* (2,49%), faktor *management* (10,71%), faktor *material* (10,42%), dan faktor *labor* (2,17%).
- b. Pada proyek cluster XYZ, didapatkan nilai *baseline productivity* sebesar 39,43 m'/jam. Sedangkan nilai rata-rata produktivitas sebesar 31,54 m'/jam. Maka dapat disimpulkan bahwa tingkat produktivitas pekerjaan pemancangan pada proyek cluster XYZ berada dibawah nilai *baseline productivity* dan faktor-faktor yang terjadi pada saat pekerjaan pemancangan dilakukan menyebabkan tingkat produktivitas menurun.
- c. Untuk besar kehilangan jam kerja yang terjadi dibagi menjadi 2 yaitu alat dan pekerja, nilai kehilangan jam kerjanya yaitu sebagai berikut:

- Untuk kehilangan jam kerja pada alat yang terbesar adalah faktor *equipment* sebesar 6,17 jam. Sedangkan kehilangan jam akibat faktor lainnya yaitu *environment* 0,52 jam, *management* 3,54 jam, material 1,25 jam, *labor* 0,50 jam.
- Untuk kehilangan jam kerja pada pekerja yang terbesar adalah faktor *equipment* sebesar 30,85 jam. Sedangkan kehilangan jam akibat faktor lainnya yaitu *environment* 2,62 jam, *management* 17,68 jam, material 7,59 jam, *labor* 2,50 jam.

5.2 Saran

Dari kesimpulan hasil penelitian dan analisis yang telah dilaksanakan, ada beberapa saran mengenai produktivitas dalam pekerjaan pemancangan serta faktor-faktor yang mempengaruhinya.

- a. Untuk pihak kontraktor pelaksana, analisis yang sudah dilakukan menjadi referensi untuk lebih memperhatikan perawatan alat, agar memastikan kondisinya tetap baik sehingga mencapai target yang telah ditetapkan.
- b. Untuk penelitian selanjutnya dilakukan pengukuran secara terperinci terhadap waktu yang dikerjakan pada pekerjaan pemancangan, karena pada penelitian ini hanya melakukan perhitungan harian yang dimana tidak terukur secara detail terhadap waktu pekerjaan.
- c. Untuk penelitian selanjutnya disarankan dilakukan validasi dengan wawancara terhadap hasil penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Armaisastrawati., F. Lubis., dan F. Soehardi. (2021). Parameter Kegagalan Kontraktor Pelaksana pada Proses Pengadaan Penyedia Jasa Konstruksi. *Jurnal Teknik Sipil Unaya*. 7(2): 135-145.
- Adriadi, A., & Solihin, A. R. (2021). Faktor-Faktor Penyebab Keterlambatan Proyek Konstruksi Gedung. In *Seminar Nasional Ketekniksipilan, Infrastruktur dan Industri Jasa Konstruksi (KIIJK)* (1) 457-461.
- Birahmatika, L., Winayati., dan F. Soehardi. (2022). Analisis Produktivitas Pondasi Tiang Pancang Proyek Pembangunan Gedung smkn Kehutanan Pekanbaru. *Paduraksa: Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa*, 11(1): 1-5.
- Dwiretnani Annisaa., dan I. A. Daulay. (2019). Kinerja Alat *Hydraulic Static Pile Driver* (HSPD) pada Proyek Perluasan Terminal Bandara Sultan Thaha Jambi. *Jurnal Talenta Sipil*, 2(2): 67-81.
- Ervianto, W. I. (2023). *Manajemen Proyek Konstruksi*. Yogyakarta: ANDI.
- Gazali, A., Perdana, M. G., & Rachman, T. A. (2022). Studi Evaluasi Daya Dukung Ultimit Pondasi Tiang Pancang Tunggal Berdasarkan Data Cpt pada Pembangunan Gedung Baru Uniska Handil Bakti Kabupaten Barito Kuala. *Jurnal Kacapuri: Jurnal Keilmuan Teknik Sipil*, 4(2): 245-254.
- Ginting, S. V. N. Br., Irwan., dan Nurmaidah. (2019). Analisa Perhitungan Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Overpass Sei Semayan Sta. 0+350 pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Medan-Binjai. *JCEBT*, 3(1): 40-48.
- Hakim, A. R., & Akbar, A. (2018). Analisis produktivitas hydraulic static pile driver pada pembangunan apartemen Victoria Square Tower B Tangerang Banten. *Jurnal Teknik Sipil*, 25(2), 103-112.
- Ismail, A., Laras, R. M. S., & Farida, I. (2015). Analisis Perbandingan Pelelangan Manual Dengan E-Procurement Terhadap Pelaksanaan Proyek Kontruksi Di Kabupaten Garut (Studi Kasus Lingkup Pekerjaan Umum Kabupaten Garut). *Jurnal Konstruksi*, 13(1).

- Kristyanto, H., Purwoko, F., & Wijayanti, L. (2022). Perbandingan Daya Dukung dan Penurunan Tanah pada Pondasi Dangkal Berdasarkan Data Spt Dan Cpt. *CivETech*, 4(2): 17-30.
- Kurniawan, R. I., Ridwan, A., Winarto, S., & Candra, A. I. (2019). Perencanaan Pondasi Tiang (Studi Kasus Hotel Merdeka Tulungagung). *Jurnal Manajemen Teknologi dan Teknik Sipil (JURMATEKS)*, 2(1), 144-153.
- Kusuma, C. E., dan F. Lestari. (2021). Perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang Proyek Penambahan *Line Conveyor* Batubara. *Jurnal SENDI*, 2(1): 44-50.
- Koentjoro, S. A., dan C. P. Driantanu. (2012). Studi Kasud Pengukuran Produktivitas Pekerjaan Pemancangan pada Proyek X dan Faktor-Faktor Yang Mempengaruhinya. Skripsi. Universitas Kristen Petra. Surabaya.
- Labombang, M. (2011). Manajemen risiko dalam proyek konstruksi. *SMARTek*, 9(1).
- Lesmana, A. P., dan R. S. Alifen. (2015). Analisis Produktivitas Pekerjaan Pondasi Bored Pile (Studi Kasus pada Bangunan Perkantoran 31 Lantai). *Jurnal. Dimensi Pratama Teknik Sipil*. Surabaya.
- Lim, J., Ekasartika, T., & Santoso, I. B. (2020). Interest and implementation of construction certification law in Indonesia. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 1.
- Lumban Tobing, D. (2019). Analisis Daya Dukung Pondasi Bore Pile pada Proyek Pembangunan Gedung Wahid Hasyim Apartmen Medan (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Mangngiri, I. Y. D., & Taufik, S. (2023). Evaluasi Manajemen Risiko Pelaksanaan Konstruksi Gedung Rumah Sakit Umum Daerah Kabupaten Paniai Provinsi Papua. *Sainstech: Jurnal Penelitian dan Pengkajian Sains dan Teknologi*, 33(1).
- Messah, Y. A., Widodo, T., & Adoe, M. L. (2013). Kajian Penyebab Keterlambatan Pelaksanaan Proyek Konstruksi Gedung Di Kota Kupang. *Jurnal Teknik Sipil*, 2(2), 157-168.

- Mufardis, B., Oktaviani, C. Z., & Buraida, B. (2021). Proporsi Biaya Sumber Daya Manusia, Material dan Alat pada Proyek Konstruksi Jalan. *Journal of The Civil Engineering Student*, 3(2): 127-133.
- Nizar, M. (n.d.). (2018) Pengaruh Sumber Daya Manusia, Permodalan dan Pemasaran Terhadap Kinerja Usaha Kecil dan Menengah Sari Apel di Kecamatan Tukur. 51–69.
- Primaswari, G., Utama, A. B., & Taurano, G. A. (2022). Produktivitas Hydraulic Static Pile Driver Pada Proyek Pembangunan Workshop Di Semarang. *Orbith: Majalah Ilmiah Pengembangan Rekayasa dan Sosial*, 18(1), 11-21
- Puspitasari, M., dan A. Nursin. (2021). Analisa Produktivitas Alat Pancang Hydraulic Static Pile Driver Untuk Meningkatkan Kinerja Waktu pada Proyek Apartemen Apple 3 Condovilla. *Construction and Material Journal*, 3(3): 207-217.
- Rahmat, Utomo, G., & Al Qurina, E. (2020). Analisis Produktivitas Tiang Pancang dengan Jack-In Pile pada Konstruksi Workshop. *Jurnal Transukma*. 3(1). 17-24.
- Rani, N. M. S., dan N. K. S. E. Yuni. (2021). Analisis Faktor Risiko terhadap Keterlambatan Proyek Konstruksi *The Himana Condotel*. *PADURAKSA: Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa*, 10(1): 41-55.
- Risman, M., dan A. Alfa. (2019). Analisa Manajemen Waktu Penjadwalan Proyek Konstruksi Pembangunan Dermaga Menggunakan Metode *Activity On Node* (Aon) (Studi Kasus Pembangunan Dermaga Desa Pulau Burung Kecamatan Pulau Burung Kabupaten Indragiri Hilir Tahun Anggaran 2018). *Selodang Mayang: Jurnal Ilmiah Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kabupaten Indragiri Hilir*, 5(2).
- Situmorang, B. E., Arsjad, T. T., & Tjakra, J. (2018). Analisis Risiko Pelaksanaan Pembangunan Proyek Konstruksi Bangunan Gedung. *Tekno*, 16(69).
- Sucita, I. K., & Broto, A. B. (2011). Identifikasi dan Penanganan Risiko K3 Pada Proyek Konstruksi Gedung. *Jurnal Poli-Teknologi*, 10(1).

- Sutejo, Y., Muliawan, S., Dewi, R., Hadinata, F., Ariawan, B., & Rustam, R. K. (2020). Pemodelan perkuatan menggunakan bambu untuk daya dukung pondasi dangkal pada tanah gambut. *Cantilever: Jurnal Penelitian dan Kajian Bidang Teknik Sipil*, 9(2), 109-114.
- Usman, A. (2014). Studi Daya Dukung Pondasi Dangkal Pada Tanah Gambut Menggunakan Kombinasi Perkuatan Anyaman Bambu Dan Grid Bambu Dengan Variasi Lebar Dan Jumlah Lapisan Perkuatan. Jurusan Teknik Sipil. Universitas Sriwijaya.
- Warsito, J. Y. E., & Hatmoko, J. U. D. (2016). Pemodelan Produktivitas Hydraulic Static Pile Driver Menggunakan Model Analitis pada Tanah Berlanau. *JEMIS (Journal of Engineering & Management in Industrial System)*, 4(2), 175-184.
- Wiratmoko, B. A., S. Winarto., dan Y. Cahyo. (2019). Perencanaan Pondasi Tiang Pancang Gedung Ketahanan Pangan Nganjuk. *JURMATEKS*, 2(1): 106-120.
- www.rumahmaterial.com (komponen alat Hydraulic Static Pile Driver) (diakses pada tanggal 07 Desember 2018 pukul 20.00 Wib)

LAMPIRAN 1
GAMBAR DENAH TITIK PANCANG

LAMPIRAN 2
DATA PENCATATAN DILAPANGAN

Kamis, 26-01-2023													
Input				alat	pekerja	Faktor-faktor yang terjadi				Kat			
masuk	keluar	istirahat				Tiang Rusak				Material			
14:00	15:00	-	-	1	5								
Total Input		3											
Output													
No	No titik	kedalaman (m)	No	No titik	kedalaman (m)								
1	6	9											
2	5	9											
3	4	9											
4	3	9											
5	7	9											
6	12	9											
7	13	9											
Total Output		63						Environment	management	equipment	material	labor	Jml faktor
											1		1

Jumat, 27-01-2023													
Input				alat	pekerja	Faktor-faktor yang terjadi				Kat			
masuk	keluar	istirahat				Genset Rusak				equipment			
9:30	15:00	12:00	13:00	1	5	Mengangkat Telfon				Labor			
Total Input		6											
Output													
No	No titik	kedalaman (m)	No	No titik	kedalaman (m)								
1	14	9	16	49	9								
2	21	9	17	58	9								
3	22	9	18	59	9								
4	19	9	19	60	9								
5	20	9	20	57	9								
6	23	9	21	56	9								
7	28	9	22	50	9								
8	29	9											
9	30	9											
10	37	9											
11	38	9											
12	47	9											
13	35	9											
14	36	9											
15	48	9											
Total Output		198						Environment	management	equipment	material	labor	Jml faktor
										1		1	2

Selasa, 31-01-2023												
Input				alat	pekerja	Faktor-faktor yang terjadi				Kat		
masuk	keluar	istirahat		1	5	alat rusak				equipment		
8:30	16:30	12:00	13:00									
Total Input						7						
Output												
No	No titik	kedalaman (m)	No	No titik	kedalaman (m)							
1	69	9	16	101	9							
2	74	9	17	100	9							
3	75	9	18	94	9							
4	76	9	19	95	9							
5	83	9	20	79	9							
6	84	9	21	80	9							
7	91	9	22	25	9							
8	82	9	23	24	9							
9	81	9	24	16B	9							
10	92	9	25	15B	9							
11	93	9										
12	102	9										
13	103	9										
14	104	9										
15	112	9				Environment	management	equipment	material	labor	Jml faktor	
Total Output		225							1			1

Rabu, 1-02-2023												
Input				alat	pekerja	Faktor-faktor yang terjadi				Kat		
masuk	keluar	istirahat		1	5	Pemindahan Material Tiang pancang				management		
8:30	15:30	12:00	13:00			Selang hydrolic bocor				equipment		
Total Input						6						
Output												
No	No titik	kedalaman (m)	No	No titik	kedalaman (m)							
1	77	12	16	156	12							
2	78	12	17	157	12							
3	97	12	18	156	12							
4	96	12	19	157	12							
5	98	12	20	161	12							
6	99	12	21	160	12							
7	115	12	22	159	12							
8	114	12										
9	121	12										
10	125	12										
11	126	12										
12	141	12										
13	146	12										
14	145	12										
15	144	12				Environment	management	equipment	material	labor	Jml faktor	
Total Output		264							1	1		2

Kamis, 2-02-2023												
Input				alat	pekerja	Faktor-faktor yang terjadi				Kat		
masuk	keluar	istirahat		1	5	hujan				environment		
8:30	15:30	12:00	13:00									
Total Input						6						
Output												
No	No titik	kedalaman (m)	No	No titik	kedalaman (m)							
1	158	12										
2	143	12										
3	142	12										
4	124	12										
5	123	12										
6	122	12										
7	116	12										
8	117	12										
9	99	12										
10	98	12										
11	106	12										
12	105	12										
13	111	12										
14	113	12										
Total Output						168	Environment	management	equipment	material	labor	Jml faktor
							1					1

Jumat, 24-02-2023												
Input				alat	pekerja	Faktor-faktor yang terjadi				Kat		
masuk	keluar	istirahat		1	5	Pemindahan material tiang pancang				management		
8:30	16:30	11:30	13:30			kondisi tanah kurang baik				environment		
Total Input						6						
Output												
No	No titik	kedalaman (m)	No	No titik	kedalaman (m)							
1	116	12	16	101	12							
2	115	12										
3	114	12										
4	113	12										
5	112	12										
6	110	12										
7	111	12										
8	109	12										
9	108	12										
10	106	12										
11	107	12										
12	105	12										
13	104	12										
14	102	12										
15	103	12				Environment	management	equipment	material	labor	Jml faktor	
Total Output						192	1	1				2

Sabtu, 25-02-2023											
Input				alat	pekerja	Faktor-faktor yang terjadi				Kat	
masuk	keluar	istirahat		1	5	Persiapan Terlambat				labor	
8:00	12:00	-	-			Selang alat bocor				equipment	
Total Input				4							
Output											
No	No titik	kedalaman (m)	No	No titik	kedalaman (m)						
1	132	12									
2	131	12									
3	130	12									
4	129	12									
5	128	12									
6	127	12									
7	126	12									
8	125	12									
9	124	12									
10	123	12									
11	122	12									
Total Output				132		Environment	management	equipment	material	labor	Jml faktor
								1		1	2

Senin, 27-02-2023											
Input				alat	pekerja	Faktor-faktor yang terjadi				Kat	
masuk	keluar	istirahat		1	5	mengangkat telfon				labor	
8:30	15:30	12:00	13:00			Genset rusak				equipment	
Total Input				6							
Output											
No	No titik	kedalaman (m)	No	No titik	kedalaman (m)						
1	121	12	16	157	12						
2	120	12	17	156	12						
3	119	12									
4	118	12									
5	117	12									
6	152	12									
7	153	12									
8	154	12									
9	208	12									
10	209	12									
11	210	12									
12	213	12									
13	214	12									
14	205	12									
15	206	12									
Total Output				204		Environment	management	equipment	material	labor	Jml faktor
								1		1	2

Selasa, 28-02-2023											
Input				alat	pekerja	Faktor-faktor yang terjadi				Kat	
masuk	keluar	istirahat		1	5	Hujan				Environment	
8:30	16:30	12:00	13:00			persiapan & pemindahan genset				management	
Total Input		7									
Output											
No	No titik	kedalaman (m)	No	No titik	kedalaman (m)						
1	149	12	16	147	12						
2	150	12	17	148	12						
3	155	12	18	162	12						
4	151	12	19	163	12						
5	207	12	20	201	12						
6	215	12	21	202	12						
7	216	12	22	219	12						
8	218	12	23	220	12						
9	217	12									
10	204	12									
11	203	12									
12	159	12									
13	158	12									
14	160	12									
15	161	12				Environment	management	equipment	material	labor	Jml faktor
Total Output		276			1				1	2	

Rabu, 01-03-2023										
Input				alat	pekerja	Faktor-faktor yang terjadi				Kat
masuk	keluar	istirahat		1	5	Pemndiaan material tiang				Management
8:30	12:30	-	-							
Total Input		4								
Output										
No	No titik	kedalaman (m)	No	No titik	kedalaman (m)					
1	221	12								
2	222	12								
3	223	12								
4	224	12								
5	226	12								
6	225	12								
7	198	12								
8	199	12								
Total Output		96			1				1	

Kamis, 02-03-2023											
Input				alat	pekerja	Faktor-faktor yang terjadi				Kat	
masuk	keluar	istirahat		1	5	Faktor-faktor yang terjadi				environment	
8:30	15:30	12:00	13:00			Genset rusak				equipment	
Total Input						6					
Output											
No	No titik	kedalaman (m)	No	No titik	kedalaman (m)						
1	165	12									
2	166	12									
3	164	12									
4	200	12									
5	145	12									
6	146	12									
7	144	12									
8	143	12									
9	142	12									
10	168	12									
11	167	12									
12	197	12									
13	227	12									
14	228	12									
15	229	12				Environment	management	equipment	material	labor	Jml faktor
Total Output				180		1		1			2

Jumat, 03-03-2023											
Input				alat	pekerja	Faktor-faktor yang terjadi				Kat	
masuk	keluar	istirahat		1	5	Faktor-faktor yang terjadi				Material	
8:30	15:30	12:00	13:00			Tiang rusak					
Total Input						6					
Output											
No	No titik	kedalaman (m)	No	No titik	kedalaman (m)						
1	230	12	16	233	12						
2	196	12	17	234	12						
3	195	12	18	235	12						
4	170	12	19	236	12						
5	169	12	20	238	12						
6	141	12									
7	140	12									
8	139	12									
9	171	12									
10	172	12									
11	173	12									
12	193	12									
13	194	12									
14	231	12									
15	232	12				Environment	management	equipment	material	labor	Jml faktor
Total Output				240					1		1

Sabtu, 04-03-2023											
Input				alat	pekerja	Faktor-faktor yang terjadi				Kat	
masuk	keluar	istirahat		1	5	Pemindahan Material tiang				Management	
8:30	16:30	12:00	13:00								
Total Input						7					
Output											
No	No titik	kedalaman (m)	No	No titik	kedalaman (m)						
1	175	12	16	178	12						
2	174	12	17	180	12						
3	176	12	18	135	12						
4	138	12	19	136	12						
5	137	12	20	177	12						
6	191	12									
7	192	12									
8	237	12									
9	242	12									
10	241	12									
11	239	12									
12	240	12									
13	189	12									
14	188	12									
15	179	12				Environment	management	equipment	material	labor	Jml faktor
Total Output				240			1				1

Senin, 06-03-2023											
Input				alat	pekerja	Faktor-faktor yang terjadi				Kat	
masuk	keluar	istirahat		1	5	Hujan				environment	
8:30	16:30	12:00	13:00								
Total Input						7					
Output											
No	No titik	kedalaman (m)	No	No titik	kedalaman (m)						
1	190	12	16	248	12						
2	243	12	17	211	12						
3	244	12	18	212	12						
4	245	12									
5	246	12									
6	186	12									
7	187	12									
8	181	12									
9	182	12									
10	133	12									
11	134	12									
12	185	12									
13	183	12									
14	184	12									
15	247	12				Environment	management	equipment	material	labor	Jml faktor
Total Output				216		1					1

LAMPIRAN 3

OUTPUT SPSS Mendapatkan Model Coefficient Faktor-Faktor

REGRESSION

/MISSING LISTWISE

/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA

/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)

/NOORIGIN

/DEPENDENT Y

/METHOD=ENTER TRANSFORM_X1 TRANSFORM_X2 TRANSFORM_X3
X4 TRANSFORM_X5

/RESIDUALS HISTOGRAM(ZRESID) NORMPROB(ZRESID)

/SAVE RESID.

Regression

Notes

Output Created	16-AUG-2023 14:55:02	
Comments		
Input	Data	C:\Users\rayha\OneDrive\Documents\KULIAH\TUGAS AKHIR\DATA RAYHAN 2.sav
	Active Dataset	DataSet1
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	16

Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values are treated as missing.
	Cases Used	Statistics are based on cases with no missing values for any variable used.
Syntax		REGRESSION /MISSING LISTWISE /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10) /NOORIGIN /DEPENDENT Y /METHOD=ENTER TRANSFORM_X1 TRANSFORM_X2 TRANSFORM_X3 X4 TRANSFORM_X5 /RESIDUALS HISTOGRAM(ZRESID) NORMPROB(ZRESID) /SAVE RESID.
Resources	Processor Time	00:00:03.03
	Elapsed Time	00:00:01.26
	Memory Required	5008 bytes
	Additional Memory Required for Residual Plots	576 bytes
Variables Modified	Created or RES_2	Unstandardized Residual

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Labor(X5), Material(X4), Management(X2), Equipment(X3), Environment(X1) b	.	Enter

a. Dependent Variable: Daily_Baseline_Proud(Y)

b. All requested variables entered.

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.995 ^a	.990	.985	.82019

a. Predictors: (Constant), Labor(X5), Material(X4), Management(X2), Equipment(X3), Environment(X1)

b. Dependent Variable: Daily_Baseline_Proud(Y)

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	667.865	5	133.573	198.559	.000 ^b
	Residual	6.727	10	.673		
	Total	674.592	15			

a. Dependent Variable: Daily_Baseline_Proud(Y)

b. Predictors: (Constant), Labor(X5), Material(X4), Management(X2), Equipment(X3), Environment(X1)

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	26.550	.275		96.501	.000
	Environment(X1)	.645	1.003	.056	.643	.535
	Management(X2)	4.226	.773	.327	5.469	.000
	Equipment(X3)	5.593	.865	.499	6.466	.000
	Material(X4)	4.129	.755	.210	5.469	.000
	Labor(X5)	.857	1.160	.076	.739	.477

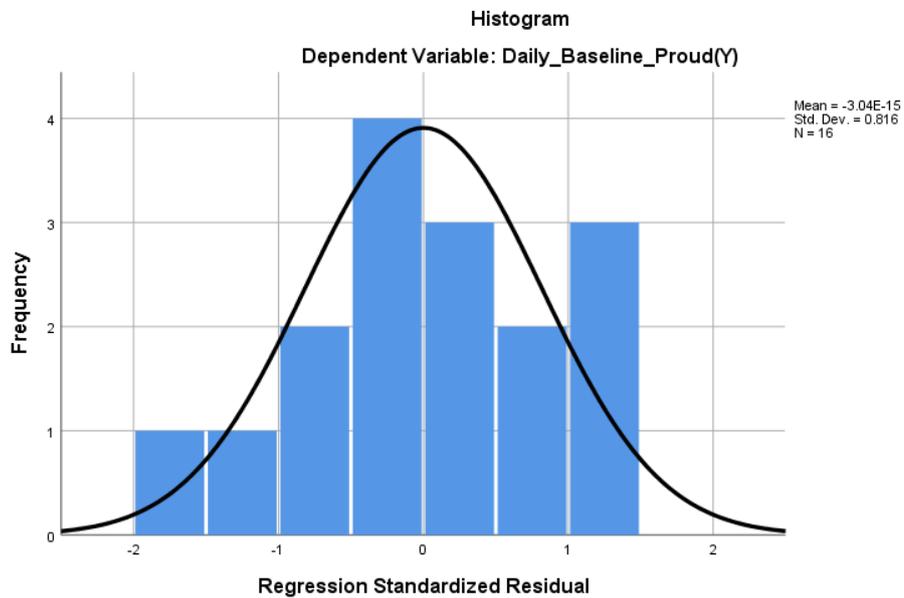
a. Dependent Variable: Daily_Baseline_Proud(Y)

Residuals Statistics^a

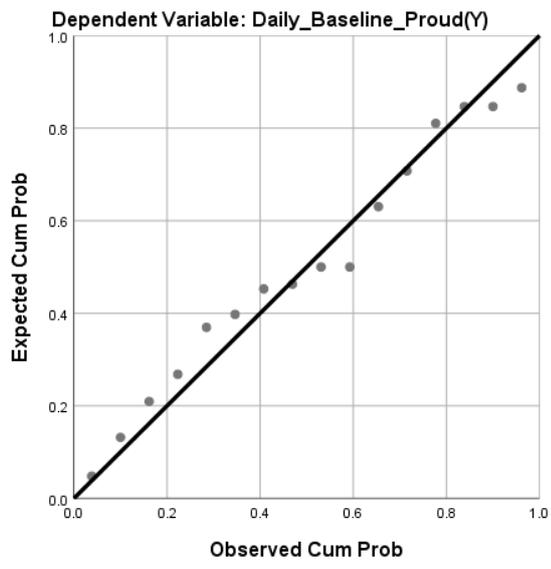
	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	18.9169	43.7270	31.5357	6.67265	16
Residual	-1.36528	.99430	.00000	.66968	16
Std. Predicted Value	-1.891	1.827	.000	1.000	16
Std. Residual	-1.665	1.212	.000	.816	16

a. Dependent Variable: Daily_Baseline_Proud(Y)

Charts



Normal P-P Plot of Regression Standardized Residual



NPAR TESTS

/K-S(NORMAL)=RES_2

/MISSING ANALYSIS.

NPar Tests

Notes

Output Created		16-AUG-2023 15:04:29
Comments		
Input	Data	C:\Users\rayha\OneDrive\Documents\KULIAH\TUGAS AKHIR\DATA RAYHAN 2.sav
	Active Dataset	DataSet1
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	16
	Missing Value Handling	Definition of Missing
Cases Used		Statistics for each test are based on all cases with valid data for the variable(s) used in that test.
Syntax		NPAP TESTS /K-S(NORMAL)=RES_2 /MISSING ANALYSIS.
Resources	Processor Time	00:00:00.00
	Elapsed Time	00:00:00.00
	Number of Cases Allowed ^a	786432

a. Based on availability of workspace memory.

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Unstandardized Residual
N		16
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	.0000000
	Std. Deviation	.66968199
Most Extreme Differences	Absolute	.125
	Positive	.125
	Negative	-.109
Test Statistic		.125
Asymp. Sig. (2-tailed)		.200 ^{c,d}

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. Lilliefors Significance Correction.

d. This is a lower bound of the true significance.