

ANALISIS PRODUKTIVITAS ALAT BERAT DAN SITE LAYOUT DALAM PEKERJAAN STRUKTUR BAWAH (STUDI KASUS: PROYEK PEMBANGUNAN YOGYA KOTA BARU PARAHYANGAN)

Dila Rivana¹, Yongki Alexander Tanne², Shyva Farhani¹

¹Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Komputer Indonesia

email dila.13020005@mahasiswa.unikom.ac.id

email shyva.13020010@mahasiswa.unikom.ac.id

²Dosen Teknik Sipil Universitas Komputer Indonesia

email yongki@email.unikom.ac.id

ABSTRACT

Construction equipment, especially heavy equipment, has an important role in the implementation of construction projects. The YOGYA Kota Baru Parahyangan Development Project is a building construction project that requires heavy equipment, so management of time efficiency and cost of using heavy equipment is important. This research aims to improve labor efficiency and speed up the completion of work. Quantitative research methods were used in this study to calculate and evaluate heavy equipment productivity Site Layout project. The calculation results for the productivity of the heavy equipment for the pile driver (HSPD) are 0.234 m/minute, the excavator is 26,67 m³/hour, and the tower crane is 11.1 kg/minute. Evaluation Site Layout the project identifies zoning, placement, accessibility, safety and resources related to the project, and provides criticism and suggestions to improve work efficiency and worker safety. Assuggestion the development of further research, it is possible to carry out a more in-depth analysis of the factors that affect the productivity of heavy equipment, such as geological conditions, weather, and other factors that may affect the speed of driving. In addition, this research can be used as a reference for technology development and innovation in heavy equipment that is more efficient and has a positive impact on future construction projects.

Keywords: Column, Foundation, Heavy Equipment, Pile Cap, Productivity, Site Layout.

ABSTRAK

Alat berat memiliki peran penting dalam pelaksanaan proyek konstruksi. Proyek Pembangunan YOGYA Kota Baru Parahyangan adalah salah satu proyek konstruksi gedung yang memerlukan alat berat, sehingga penting untuk dilakukan manajemen serta efisiensi waktu dan biaya penggunaan alat berat. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi tenaga kerja dan penyelesaian pekerjaan. Metode penelitian kuantitatif digunakan pada penelitian ini guna menghitung produktivitas alat berat dan mengevaluasi Site Layout proyek. Hasil perhitungan produktivitas alat berat pada alat pemancang tiang (HSPD) adalah 0,234 m/menit, alat gali (excavator) adalah 26,67 m³/jam, dan alat pemindah (tower crane) adalah 11,1 kg/menit. Evaluasi Site Layout proyek mengidentifikasi zonasi, penempatan, aksesibilitas, keselamatan, dan sumber daya yang terkait dengan proyek, serta memberikan kritik dan saran untuk meningkatkan efisiensi pekerjaan dan keselamatan para pekerja. Sebagai saran pengembangan penelitian selanjutnya, dapat dilakukan analisis lebih mendalam mengenai faktor-faktor pengaruh produktivitas alat berat, seperti kondisi geologi, cuaca, dan faktor-faktor lain yang mungkin mempengaruhi kecepatan pemancangan. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi untuk pengembangan penggunaan alat berat yang lebih efisien dan berdampak positif bagi proyek konstruksi di masa depan.

Kata kunci: Alat Berat, Kolom, Pile Cap, Pondasi, Produktivitas, Site Layout.

1. PENDAHULUAN

Pada zaman dahulu, manusia hidup sederhana dengan memanfaatkan alam sebagai tempat tinggal. Gua digunakan sebagai rumah. Namun, ilmu pengetahuan memunculkan kemajuan. Manusia memakai bahan alami seperti batu, tanah, dan kayu untuk bangunan. Teknologi terus maju, bahan olahan dan industri digunakan untuk keindahan dan kekuatan. Dari bambu, beralih ke bata semen dan bata sebagai dinding. Alat konstruksi pun canggih, mempercepat pekerjaan. Sebelumnya, peralatan yang digunakan memiliki sifat yang cukup sederhana, dan hal itu menyebabkan proses pekerjaan memakan waktu lebih lama. Namun, dengan kemajuan peralatan dan peningkatan kualitas bahan konstruksi, maka proses pelaksanaan konstruksi saat ini menjadi semakin beragam, khususnya di kota besar (Welianto 2021).

Seiring dengan kebutuhan efisiensi proyek konstruksi, berbagai peralatan telah dikembangkan guna mendukung serta memfasilitasi aktivitas pelaksanaan konstruksi. Alat-alat tersebut tidak lagi sepenuhnya bergantung pada tenaga manusia, melainkan manusia menjadi bagian integral dalam proses pengoperasian alat tersebut. Oleh karena itu pemilihan alat harus dipertimbangkan secara hati-hati dan tepat sesuai dengan kebutuhan proyek serta keapasitas pekerja. Kesalahan dalam pengoperasian alat yang tidak sesuai dapat berdampak negatif terhadap kinerja proyek. Hal yang sama juga berlaku untuk ketersediaan tenaga kerja terampil yang bertindak sebagai operator alat tersebut (Dwirietnani and Daulay 2019).

Di Indonesia, penggunaan alat berat dalam industri konstruksi terus mengalami perkembangan seiring dengan pertumbuhan ekonomi dan pembangunan infrastruktur. Alat berat digunakan dalam berbagai proyek konstruksi, seperti pembangunan jalan, jembatan, gedung, dan pelabuhan. Selain itu, alat berat juga digunakan dalam sektor pertambangan, pertanian, dan perkebunan. Salah satu permasalahan alat berat yang sering terjadi adalah kurangnya perawatan dan pemeliharaan alat berat, sehingga mengakibatkan kerusakan dan kecelakaan kerja. Selain itu, masih banyak operator alat berat yang tidak memiliki sertifikasi dan pelatihan yang memadai, sehingga mengakibatkan kurangnya keselamatan kerja dan produktivitas yang rendah. Masalah lainnya adalah penggunaan alat berat yang tidak ramah lingkungan dan berdampak negatif pada lingkungan sekitar (Nugroho 2023).

Oleh karena itu pemilihan alat berat sangat berpengaruh terhadap pembangunan suatu proyek. Seperti proyek gedung pada umumnya, Proyek Pembangunan YOGYA Kota Baru Parahyangan juga merupakan proyek konstruksi gedung yang melibatkan alat berat terutama untuk struktur bawah konstruksi, sehingga proyek ini memerlukan manajemen proyek dalam efisiensi waktu dan biaya penggunaan alat berat. Oleh karena itu tujuan dari penelitian ini adalah 1) untuk mengevaluasi produktivitas alat berat (*Excavator, Hydraulic Static Pile Driver* dan *Tower Crane*) untuk pekerjaan struktur bawah pada Proyek Pembangunan Yogyakarta Baru Parahyangan dan membandingkan dengan hasil penelitian produktivitas pada lokasi proyek lain serta 2) untuk mengevaluasi *Site Layout* pada Proyek Pembangunan Yogyakarta Baru Parahyangan serta dampaknya terhadap peningkatan

produktivitas alat berat. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran optimisasi penggunaan alat berat serta wawasan dan inspirasi bagi pelaku sektor konstruksi untuk perencanaan, pelaksanaan, dan manajemen proyek konstruksi yang lebih produktif dan efisien.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Alat berat merujuk pada peralatan yang dirancang untuk menjalankan fungsi atau kegiatan yang melibatkan pemindahan, pengangkutan, penggalian, dan sebagainya, dengan metode yang efisien, cepat, ekonomis, dan aman. Terkadang, satu jenis alat dapat memiliki lebih dari satu fungsi, sebagai contoh, *excavator* selain berperan pada pekerjaan galian, juga dapat berperan sebagai alat muat atau angkut untuk jarak tertentu (Hardianti, 2018). Manfaat yang dapat diperoleh dari penggunaan alat berat mencakup beberapa aspek, sebagaimana dijelaskan oleh Wilopo (2019), yaitu: peningkatan kecepatan pengerjaan proyek, pemakaian tenaga yang lebih efisien, efektivitas ekonomis, dan hasil kerja yang lebih berkualitas. Dalam pemilihan alat berat untuk digunakan dalam suatu proyek, perlu mempertimbangkan beberapa faktor agar terhindar dari kesalahan. Faktor-faktor tersebut mencakup fungsi penggunaan, kapasitas peralatan, metode operasional, lokasi proyek, jenis proyek, kondisi topografi tanah, keterbatasan yang mungkin timbul dari metode kerja yang diterapkan, serta volume pekerjaan yang disesuaikan dengan jadwal waktu yang telah direncanakan (*time schedule*).

A. Produktivitas Alat Berat

Produktivitas atau kapasitas suatu alat merujuk pada besaran *output* atau volume pekerjaan yang dihasilkan oleh suatu alat dalam satuan waktu tertentu. Untuk estimasi produktivitas alat, diperlukan berbagai faktor standar kinerja yang diberikan oleh produsen alat, termasuk faktor efisiensi, keterampilan operator, kondisi lapangan, dan jenis material yang digunakan. Metode perhitungan produktivitas alat juga bervariasi tergantung dari fungsi dan tujuan penggunaan dari alat (Sokop 2018).

B. Jenis-jenis Alat Berat dan Perhitungan Produktivitas

1) *Excavator*

Excavator merupakan salah jenis alat berat yang tersusun atas lengan (*arm*), bahu (*boom*), serta alat keruk/angkut (*bucket*), yang digerakkan oleh tenaga hidrolik dari mesin diesel dan ditempatkan di atas roda rantai (Saputra, 2017). Komponen-komponen utama yang membentuk *excavator* meliputi: komponen yang dapat berputar (*revolving unit*) sebagai komponen atas, unit penggerak (*travel unit*) sebagai komponen bawah, dan komponen tambahan (*attachment*) yang dapat dimodifikasi. *Excavator* memiliki fungsi untuk melakukan pekerjaan penggalian tanah dan menjadi alat pemuat bagi *dump truck*.



Gambar 1 Excavator pada Proyek Yogyakarta Baru Parahyangan

Produktivitas *excavator* dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$P = q \times N \times E_k \quad (1)$$

Keterangan:

P = Jumlah produksi per satuan waktu

q = Kapasitas produksi per satuan waktu

N = Jumlah siklus per jam = (60/Ws)

Ws = Waktu siklus

Ek = Efisiensi kerja

2) Hydraulic Static Pile Driver (HSPD)

Hydraulic Static Pile Driver (HSPD) memiliki kegunaan dalam melakukan operasional dengan menggunakan fluida hidrolik. Sistem pemancangan tiang pada HSPD dilakukan dengan menekan tiang ke dalam tanah menggunakan tenaga sistem hidrolik, yang mendapatkan reaksi pembebanan dari pemberat (*counterweight*). Metode pemancangan ini menggunakan *hydraulic static pile driver* yang tidak menghasilkan getaran dan suara bising. Keunggulan utamanya terletak pada kemampuan untuk mengukur langsung besar gaya tekan pada tiang melalui pembacaan pada manometer.



Gambar 2 HSPD pada Proyek Yogyakarta Baru Parahyangan

Jenis dan Macam Kapasitas Alat HSPD dapat dibagi menjadi berbagai kategori yang mencakup berbagai tingkatan kemampuan dan fungsionalitasnya. Setiap jenis dan macam kapasitas alat HSPD ini didesain untuk dapat memberikan respons yang optimal, sehingga memastikan adanya kesesuaian dan efektivitas dalam penanganan situasi. Berikut Jenis dan Macam Kapasitas Alat HSPD:

Tabel 1 Kapasitas Alat HSPD (Dwirertnani dan Daulay 2019)

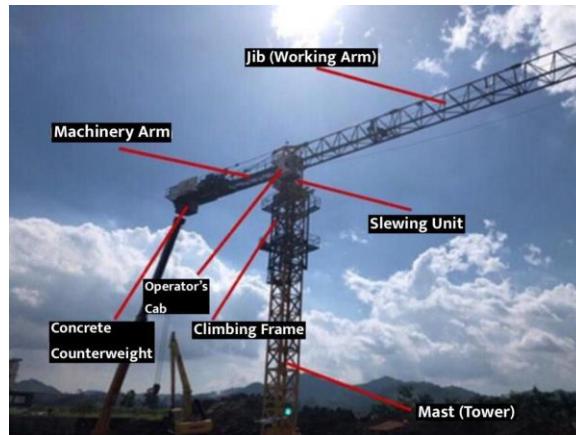
No	Jenis	Kapasitas Tekanan Maksimum	Fungsi
1	HSPD 120	120 ton	Pemancangan tiang pancang kotak uk. 20x20 cm s/d 35x35 cm dan <i>spun pile</i> diameter 30 s/d 40 cm.
2	HSPD 150	150 ton	Pemancangan tiang pancang kotak uk. 20x20 cm s/d 35x35 cm dan <i>spun pile</i> diameter 30 s/d 40 cm.
3	HSPD 240	240 ton	Pemancangan tiang pancang kotak uk. 20x20 cm s/d 45x45 cm dan <i>spun pile</i> diameter 30 s/d 50 cm.
4	HSPD 320	320 ton	Pemancangan tiang pancang kotak uk. 20x20 cm s/d 50x50 cm dan <i>spun pile</i> ukuran diameter 30 s/d 50 cm.
5	HSPD 420	420 ton	Pemancangan tiang pancang kotak uk. 20x20 cm s/d 55x55 cm dan <i>spun pile</i> ukuran diameter 30 s/d 60 cm.

Untuk perhitungan produktivitas alat pemancang *Precast concrete piles* tipe *Hydraulic Static Pile Driver* (HSPD) didasarkan pada panjang tiang serta durasi pemancangan. Produktivitas alat HSPD dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Produktivitas } (Q) = \frac{\text{Kedalaman } (q)}{\text{Waktu Pancang } (CT)} \times \text{Efisiensi Kerja Alat} \quad (2)$$

3) Tower Crane

Tower Crane dirancang khusus untuk mengangkat material dari suatu lokasi ke lokasi lain, baik secara horizontal maupun vertikal. *Tower crane* merupakan jenis alat penanganan material yang banyak dipilih karena kemampuannya menyesuaikan diri dengan faktor ketinggian. Keunggulan utama dari *tower crane* terletak pada kemampuannya untuk diatur sesuai dengan tinggi bangunan yang sedang dibangun dan jangkauan luas yang dimilikinya. Pemilihan *tower crane* dalam proyek konstruksi gedung bertingkat dianggap sebagai suatu langkah yang sangat signifikan, karena kemampuannya untuk diadaptasi dengan ketinggian gedung yang diinginkan memberikan dukungan yang luar biasa terhadap kelancaran pelaksanaan pekerjaan konstruksi.



Gambar 3 Tower Crane pada Proyek Yogyakarta Baru Parahyangan

Produktivitas *tower crane* dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\text{Produktivitas } (Q) = \frac{\text{Satuan Pekerjaan}}{\text{Total Waktu Siklus}} \times \text{Efisiensi} \quad (3)$$

C. Efisiensi Kerja

Evaluasi produktivitas per jam dari suatu alat berat melibatkan peninjauan terhadap nilai produktivitas standar alat berat pada kondisi optimal, yang kemudian dikalikan dengan faktor efisiensi kerja. Nilai-nilai efisiensi ini ditetapkan berdasarkan pengalaman dan mencerminkan situasi yang sesuai dengan kondisi sebenarnya di lapangan. Pendekatan yang dapat digunakan untuk menentukan nilai efisiensi kerja adalah sebagai berikut.

Tabel 2 Faktor bucket (bucket fill factor) (Fb) untuk Excavator
(PERPEM_PU_No_11-PRT-M 2013)

Kondisi operasional	Kondisi lapangan	Faktor bucket (Fb)
Mudah	Tanah biasa, lempung, tanah lembut	1,1 – 1,2
Sedang	Tanah biasa berpasir, kering	1,0 – 1,1
Sulit	Tanah biasa berbatu	1,0 – 0,9
Agak Sulit	Batu pecah hasil	0,9 – 0,8

Tabel 3 Faktor konversi galian (Fv) untuk alat Excavator

Kondisi galian (kedalaman galian/ kedalam galian maksimum)	Kondisi membuang atau menumpahkan (dumping)			
	Mudah	Normal	Agak Sulit	Sulit
< 40%	0,7	0,9	1,1	1,4
(40 – 75) %	0,8	1	1,3	1,6
>75 %	0,9	1,1	1,5	1,8

Tabel 4 Faktor efisiensi kerja alat (Fa) Excavator

Kondisi operasi	Faktor efisiensi
Baik	0,83
Sedang	0,75
Agak Kurang	0,67
Kurang	0,58

Tabel 5 Nilai Efisiensi Kerja Alat HSPD dan Tower Crane (Rochmanhadi, 1982)

Kondisi Alat Berat	Kondisi Pemeliharaan Mesin				
	Sangat Baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat Baik
Baik Sekali	0,83	0,81	0,76	0,7	0,63
Baik	0,78	0,75	0,71	0,65	0,6
Sedang	0,72	0,69	0,65	0,6	0,54
Buruk	0,63	0,61	0,57	0,52	0,45
Buruk Sekali	0,52	0,5	0,47	0,42	0,32

D. Site Layout Proyek

Perencanaan tata letak lokasi (*Site Layout*) merupakan tahap awal dari keseluruhan proses konstruksi, dengan tujuannya :

1. Mempersiapkan lokasi tempat pelaksanaan kegiatan konstruksi.
2. Mempersiapkan lokasi bangunan sementara.
3. Posisi akhir bangunan utama (dimensi, geometri, kontur)
4. Memberikan jaminan bahwa semua kebutuhan (sumberdaya: material, peralatan, pekerja, energi, dsb.) tersedia di lokasi dalam jumlah cukup pada waktu yang telah ditetapkan, sesuai penjadwalan sumber daya.
5. Memastikan keamanan dan keselamatan lokasi serta benda dan orang yang berada di wilayah lokasi kerja.

Perencanaan tata letak konstruksi secara signifikan mempengaruhi efisiensi energi dan produksi polusi dalam proyek konstruksi. Perencanaan tata letak lokasi konstruksi adalah bagian penting dari tahap konstruksi dalam siklus hidup bangunan, yang melibatkan koordinasi dan pergerakan material, manusia, dan produk bangunan dalam jumlah besar. Alat berat yang digunakan selama tahap konstruksi dapat menghasilkan emisi yang cukup besar, mulai dari proses penggalian hingga tahap pembongkaran (Sandanayake and Sujeeva, 2016; Sepasgozar et al., 2019). Perencanaan ini umumnya disusun dengan mempertimbangkan variabel-variabel proyek dan berdasarkan pengalaman yang relevan. Mengingat belum adanya metode yang pasti dalam perencanaan tata letak konstruksi, seringkali penggunaan metode tersebut dapat mengakibatkan dampak kerugian yang cukup signifikan (Tawfik & Fernando, 2001). Waktu tempuh alat berat saat bekerja di proyek konstruksi terkait dengan jarak antara tempat parkir mobil dari area utama konstruksi, dan ini secara langsung mempengaruhi emisi karbon selama konstruksi (Avetisyan, et al., 2017; Lu

Ming et al., 2019). Strategi pengelolaan energi dan emisi bergantung pada area perakitan, lokasi penyimpanan material, metode pembuatan beton di lokasi, dan kondisi cor di tempat, yang semuanya dipengaruhi oleh rencana tata letak, topografi, aksesibilitas, dan peralatan penanganan yang tersedia di lokasi (Khan et al., 2018; Wang et al., 2005).

Adapun beberapa faktor-faktor yang di pertimbangkan dalam perencanaan tata letak lokasi konstruksi :

1. Konservasi Energi

Tata letak lokasi konstruksi hijau harus diatur sesuai dengan persyaratan konservasi energi (Zhang X et al, 2015). Manajer lokasi harus merancang lokasi konstruksi dengan tujuan mencegah erosi tanah, menghindari polusi air, mengurangi polusi udara, menerapkan langkah-langkah pembuangan yang efektif untuk limbah, pembongkaran konstruksi, dan penghematan energi.

2. Efisiensi Konstruksi

Tata letak lokasi konstruksi hijau perlu memenuhi banyak persyaratan untuk meningkatkan efisiensi konstruksi, termasuk menghasilkan hasil konstruksi secara tepat waktu, menempatkan fasilitas sementara di lokasi yang sesuai, menghindari penanganan ulang material, dan memperpendek jarak transportasi di lokasi (Su Xing, 2012).

3. Keadaan Ekonomi

Keadaan ekonomi penting bagi manajemen konstruksi dan pembangunan berkelanjutan. Sementara itu, fasilitas perlu ditempatkan secara strategis agar dapat mempermudah pergerakan personel, material dan peralatan yang efektif (Paul & Taylor, 2008).

4. Pemanfaatan Ruang

Untuk mengukur efisiensi penggunaan ruang, semakin kecil area fasilitas konstruksi sementara, semakin banyak ruang yang tersisa untuk pergerakan fasilitas dan perubahan tata letak (You & Xiao, 2015).

5. Pendekatan dalam perancangan bangunan dengan pengguna

Prinsip ini mencakup pertimbangan faktor-faktor seperti kesehatan, keamanan, aksesibilitas, dan kualitas lingkungan, serta memastikan bahwa lingkungan tersebut memenuhi kebutuhan dan harapan pengguna (Paul & Taylor, 2008).

6. Metode Pelaksanaan Konstruksi

Metode pelaksanaan konstruksi dan fasilitas lokasi yang berbeda diperlukan untuk masing-masing tahapan konstruksi. Rencana tata letak lokasi konstruksi hijau harus memperhatikan sifat dinamis aktivitas lokasi dan menyusun rencana yang seimbang untuk setiap tahapan konstruksi agar transisi antar tahapan dapat berjalan dengan lancar selama periode proyek konstruksi. (Ebeltagi et al, 2004).

E. Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu tentang produktivitas alat berat yang dikumpulkan sebagai literatur penelitian ini adalah sebagai berikut:

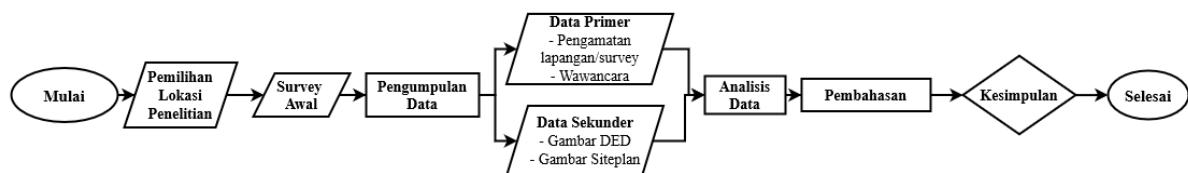
Tabel 6 Studi Terdahulu

No	Proyek	Alat Berat	Produktivitas
1	Proyek Pembangunan Gedung RSUD Sanjiwani Gianyar (2021)	<i>Excavator</i> Komatsu PC200-8,	Produktivitas <i>Excavator</i> adalah sebesar 105,3 m ³ /jam
2	Proyek Apartemen Yudhistira Tower (2020)	<i>Tower crane</i> Potain K/30 dan <i>tower crane</i> Fo.	Hasil produktivitas <i>tower crane</i> Potain K/30 sebesar 121,28 kg/menit, dan <i>tower crane</i> Fo 118,34 kg/menit
3	Proyek Perluasan Terminal Bandara Sultan Thaha Jambi (2018)	<i>Hydraulic Static Pile Driver</i> (HSPD)	Hasil produktivitas HSPD dengan kapasitas 420 Ton adalah 1,32 m/menit, dan HSPD 320 Ton adalah 0,95 m/menit.
4	Lahan Perumahan Residence Jordan Sea (2018)	<i>Excavator</i> , <i>Dump truck</i>	Produktivitas <i>excavator</i> ditemukan sebesar 105,3 m ³ /jam. Produktivitas <i>dump truck</i> untuk pembuangan adalah sebesar 24 m ³ /jam.
5	Proyek pembangunan apartemen Universitas Ciputra B (2022)	<i>Jack-in Pile</i> dengan tipe <i>Hydraulic Static Pile Driver</i>	Nilai produktivitas HSPD sebesar 0.509 m/menit dan 0.406 m/menit,
6	Proyek Pembangunan Jalan Tol Soreang-Pasir Koja (2016)	<i>Excavator</i>	Hasil produktivitas dari <i>Excavator</i> pada proyek tol Seroja yang digunakan adalah 61.43 m ³ /jam.

3. METODOLOGI PENELITIAN

A. Prosedur Langkah Kerja

Tahapan pembuatan Penelitian ini dapat dilihat dari flowchart (bagan alir) dibawah ini:



Gambar 4 Bagan Alir Penelitian

B. Persiapan

Mempersiapkan gambaran tentang subjek penelitian sesuai dengan bidang yang dipilih, kemudian menemukan permasalahan lokasi untuk melakukan penelitian. Kemudian melakukan survei pendahuluan ke lokasi penelitian. Penelitian ini

dilakukan pada Proyek Pembangunan Yogyakarta Baru Parahyangan dengan detail data proyek seperti yang dapat dilihat pada bagian Hasil dan Pembahasan.

C. Pengumpulan Data

Data-data yang digunakan pada penelitian ini diantaranya:

1) Data primer

Pengumpulan data primer dilakukan dengan observasi langsung di lokasi penelitian. Langkah pertama adalah membagi observasi menjadi berbagai aktivitas pekerjaan, mencatat pekerjaan yang dilakukan, dan mengukur waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan setiap aktivitas. Selanjutnya, wawancara langsung dilakukan dengan pengawas lapangan dari pihak manajemen konstruksi untuk melengkapi data yang diperlukan. Wawancara dilakukan di lapangan saat pekerjaan sedang berlangsung, bersama *Site Engineer* dari pihak kontraktor.

2) Data sekunder

Data sekunder yang diperlukan mencakup gambar *Detail Engineering Design* (DED), yang merupakan dokumen teknis bangunan yang mencakup gambar teknis, spesifikasi, dan *volume detail pile cap* dan kolom. Dokumen ini diberikan oleh manajemen konstruksi. Selain itu, gambar *Site Layout* lokasi penelitian juga menjadi bagian dari data sekunder yang diperoleh.

D. Analisis Data

Setelah pengumpulan data, selanjutnya dilakukan analisis terhadap data-data tersebut. Kegiatan ini mencakup perhitungan produktivitas dari waktu dan proses pekerjaan yang diamati di lapangan selama pengamatan, serta analisis *Site Layout* di lokasi penelitian.

E. Pembahasan

Dalam tahap ini, akan dibahas hasil-hasil yang telah diolah dan dianalisis. Tujuannya adalah agar hasil analisis menjadi lebih mudah dipahami oleh pembaca.

F. Kesimpulan dan Saran

Bagian ini menampilkan kesimpulan yang diperoleh dari penelitian yang telah dilakukan, serta memberikan saran kepada para pembaca terkait produktivitas pekerjaan pondasi dan proses tinjauan pekerjaan, serta *site layout* di lokasi penelitian.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Gambaran Umum Proyek

Dalam studi kasus yang menjadi tinjauan, dilakukan pengamatan dan menganalisis produktivitas alat berat yang digunakan pada pekerjaan pondasi di proyek pembangunan Yogyakarta Baru Parahyangan yaitu proyek konstruksi pembangunan pusat perbelanjaan yang berada di jalan Bujanggamanik Kota Baru Parahyangan, Padalarang.



Gambar 5 Lokasi Proyek

Nama Proyek	:	Pembangunan Yogyakarta Kota Baru Parahyangan
Pemilik Proyek	:	PT. Akur Pratama (Yogyakarta Group)
Kontraktor	:	PT. Wahanacipta Muliagraha
Lokasi Proyek	:	JL. Bujanggamanik Kota Baru Parahyangan, Padalarang
Fungsi Bangunan	:	Posit Perbelanjaan
Konstruksi Struktur Atas	:	Baja
Konstruksi Struktur Bawah	:	Tiang pancang
Luas Derahan	:	2000 m ²
Jumlah lantai	:	4 lantai
Daftar Alat Berat	:	<ul style="list-style-type: none"> 1. HSPD : 240 ton 2. Excavator : Komatsu PC 50 3. Tower Crane : TC6520-10E

B. Proses Pekerjaan

- 1) Proses pemancangan pondasi tiang pancang menggunakan HSPD dapat dijelaskan sebagai berikut:



Gambar 6 Proses Pemancangan

- 2) Proses Pembuatan *Pile Cap*



Gambar 7 Proses Pembuatan *Pile Cap*

3) Proses Pembuatan Kolom



Gambar 8 Proses Pembuatan Kolom

C. Perhitungan Produktivitas Alat Berat

1) Perhitungan Produktivitas HSPD

Dalam perhitungan produktivitas alat berat, terdapat nilai efisiensi kerja alat yang menjadi faktor pendukung. Nilai efisiensi ini dapat ditemukan pada Tabel 1. Untuk menghitung produktivitas, nilai yang digunakan adalah 0,75 dengan asumsi kondisi alat dan pemeliharaan mesin dalam keadaan baik.

Berdasarkan durasi pemancangan di setiap titik tiang pancang yang menjadi sampel penelitian, dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai produktivitas alat tersebut.

Kedalaman Tiang Pancang = 10 meter

Waktu Pemancangan = 32 menit (rata-rata dari 10 kali pemancangan)

Nilai Efisiensi Alat = 0,75

Dengan rumus diatas diperoleh:

$$\text{Produktivitas} = \frac{10 \text{ m}}{32 \text{ min}} \times 0,75 = 0,234 \text{ m/min}$$

Jadi, nilai produktivitas alat berat HSPD adalah 0,234 m/menit atau 42 menit untuk setiap tiang pancang.

2) Perhitungan Produktivitas Alat *Excavator*

Analisa Data Alat Gali (*Excavator*)

- Tipe Alat: Komatsu PC 50

- Volume Bucket (ql) : 0.40 m³

- Kondisi Alat : baik sekali

- Jenis Tanah : tanah biasa

- Kondisi Operator : baik (terverifikasi)

- Factor Bucket (K) : 0,6

- Efisiensi Kerja : 0,71

- Waktu Gali : 9 detik (rata-rata dari 10 kali pengamatan)

- Waktu Buang : 4 detik (rata-rata dari 10 kali pengamatan)

- Waktu Putar : 5 detik (rata-rata dari 10 kali pengamatan)

Hasil Perhitungan:

Produksi/siklus

$$q = q_1 \times K_{buang}$$

$$= 0,4 \times 0,6$$

$$= 0,24$$

Waktu Siklus

$$C_m = \text{Waktu gali} + (\text{Waktu putar} \times 2) + \text{waktu}$$

$$= 9 + (5 \times 2) + 4$$

$$= 23 \text{ detik}$$

Kapasitas produksi/jam

$$\begin{aligned} \square &= \frac{\square \square \times 3600 \times \square}{\square \square} \\ \square &= \frac{0,24 \times 3600 \times 0,71}{23} \\ \square &= 26,67 \square^3 / \square \square \square \end{aligned}$$

Jadi, nilai produktivitas alat berat *Excavator* untuk pekerjaan penggalian tanah adalah 26,67 m^3/jam

3) Perhitungan Produktivitas *Tower Crane*

Data Spesifikasi

Panjang jib	: 60 meter
Kapasitas angkat	: 2000 kg
Tinggi <i>tower crane</i>	: 20 meter
Berat tulangan kolom	: 66,6 kg
Total waktu siklus	: 6 menit
Efisiensi	: 1

Perhitungan:

$$\begin{array}{r}
 \text{□ □ □ □ □ □ □ □ □ □} \\
 \text{□ □ □ □ □ □ □ □ □} \\
 \hline
 \text{□ □ □ □ □ □ □ □ □} \times 66,6 \\
 \hline
 \text{□ □ □ □ □ □ □ □ □} \times 1 \\
 \hline
 \text{□ □ □ □ □ □ □ □ □} / 6 = 11,1
 \end{array}$$

Jadi, nilai produktivitas alat berat Tower crane untuk pekerjaan pemindahan besi adalah 11,1 kg/menit

4) Perbandingan nilai produktivitas

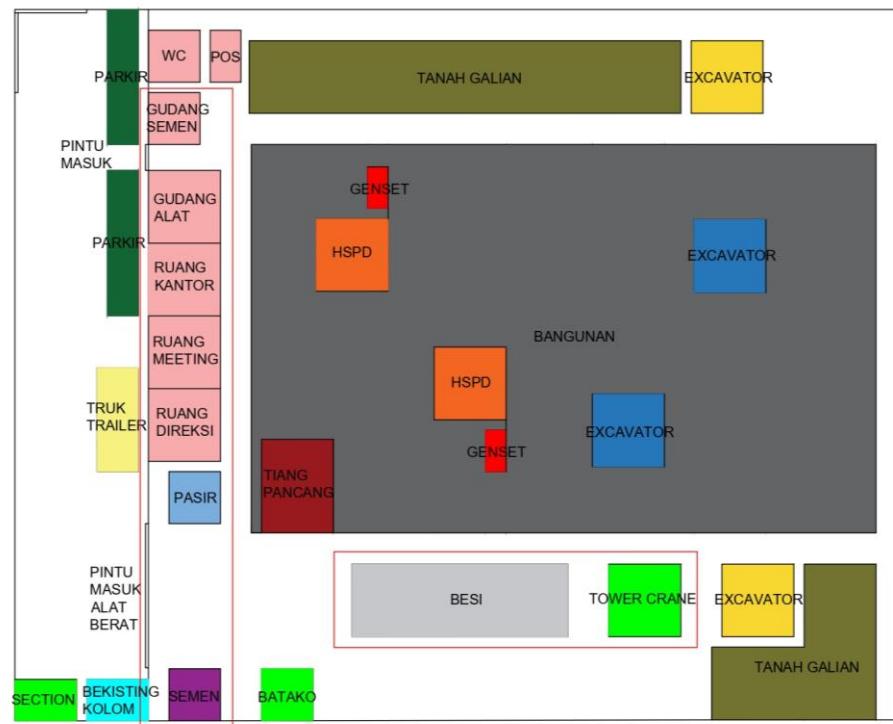
Tabel 7 Perbandingan nilai produktivitas

Alat Berat	Produktivitas	
	Proyek Tinjauan	Proyek Terdahulu
HSPD	HSPD 240 ton 0,234 $\square\text{/}$ □ □ □ □ □	HSPD 320 ton 0,95 m/menit
Excavator	Komatsu PC 50 26,67 $\square^3\text{/}\square\text{ }\square\text{ }\square$	Excavator Hitachi ZX200-5G 61.43 m ³ /jam
Tower Crane	Tower Crane TC6520-10E 11,1 $\square\text{ }\square\text{ }\square\text{ }\square\text{ }\square\text{ }\square$	Tower crane Potain K/30 121,28 kg/menit

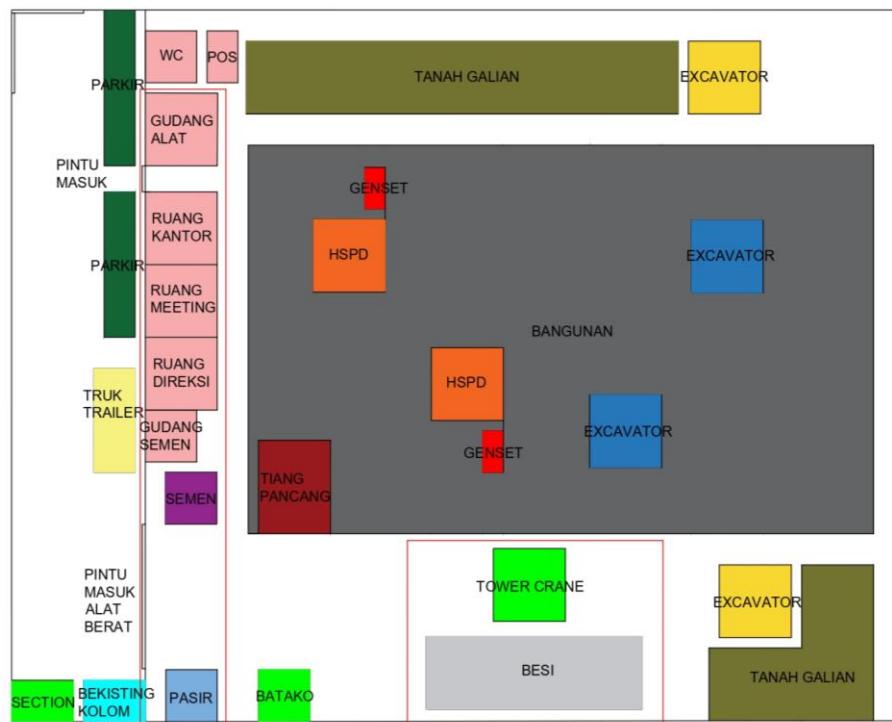
Perbedaan nilai produktivitas pada kedua proyek tersebut dikarenakan setiap proyek konstruksi memiliki karakteristik yang berbeda, seperti jenis bangunan yang dibangun, ukuran proyek, lingkungan proyek, dan tingkat kesulitan. Perbedaan lainnya juga dikarenakan kapasitas dan kondisi alat, operator dan lain-lain. Faktor-

faktor tentu dapat berpengaruh pada ketersediaan ruang kerja, aksesibilitas, dan berat beban yang diangkat oleh *tower crane*.

D. Analisis Site Layout



Gambar 9 Site Layout Existing



Gambar 10 Site Layout Evaluasi

Berdasarkan hasil pengamatan zonasi dan penempatan, *Site Layout* di proyek tersebut sudah cukup baik. Namun ada sedikit saran dari peneliti untuk penempatannya. Berikut penjelasan *Site Layout* existing berdasarkan hasil pengamatan:

Tabel 4.8 Analisis Site Layout

Keuntungan	Kekurangan	Saran
<ol style="list-style-type: none"> 1. Besi dan batako ditempatkan tidak jauh dari <i>tower crane</i> karena dapat memudahkan pemindahan 2. Pasir dan semen ditempatkan berdekatan agar memudahkan pekerja untuk membuat campuran beton manual 3. <i>Section</i> dan bekisting kolom disimpan diluar pintu masuk karena keduanya tidak terlalu sering digunakan dalam pekerjaan ini 4. Area alat berat dan pekerja ditempatkan terpisah untuk meningkatkan tingkat keselamatan pekerja 5. Dua <i>excavator</i> dan HSPD berada di tempat pengerjaan karena alat ini diperlukan untuk mengerjakan pekerjaan pondasi 6. Tiang pancang ditempatkan berdekatan dengan HSPD untuk memudahkan dengan HSPD untuk memudahkan 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Gudang semen posisinya tidak dekat dengan bahan campuran beton lainnya. Hal ini dapat menghambat waktu dan tenaga untuk memindahkannya. Pemindahannya pun melewati area pekerja sehingga dapat mengganggu pekerja lain. 2. Ada beberapa pekerja yang tidak menggunakan safety seperti helm proyek. Hal ini mengurangi tingkat keselamatan para pekerja tersebut. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Gudang semen dapat dipindahkan di dekat tumpukan pasir dan semen agar mudah dan cepat pemindahannya. Tumpukan semen dapat ditempatkan di samping gudang semen agar lebih dekat posisinya. 2. Menyediakan kebutuhan <i>safety</i> yang cukup untuk para pekerja. 3. Agar dapat mencakup seluruh area dengan lebih baik, <i>Tower Crane</i>

pekerjaan pemancangan 7. Tanah galian terbagi di dua tempat yaitu di kanan dan di kiri untuk memudahkan <i>excavator</i> bekerja merapikan tanah galian 8. Parkir kendaraan dan truk pengantar ditempatkan diluar agar mudah untuk keluar masuk 9. Aksesibilitasnya mudah bagi alat berat untuk masuk dan keluar dari area proyek dikarenakan jalan masuk yang memadai seperti ruang putar yang cukup, dan kelancaran akses ke area kerja	disimpan di tengah lokasi.
--	----------------------------

Meningkatkan kinerja alat berat pada proyek dapat membantu meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan mengurangi risiko gangguan operasional. Berikut adalah beberapa cara untuk memudahkan atau meningkatkan kinerja alat berat pada proyek:

1. Melakukan perawatan rutin dan preventif secara teratur dapat mencegah kerusakan mendadak dan memastikan alat berat beroperasi dalam kondisi optimal. Ini termasuk pembersihan, pelumasan, pemeriksaan komponen, dan penggantian suku cadang yang aus.
2. Melatih operator alat berat dengan baik dapat membantu meningkatkan efisiensi operasional. Operator yang terampil akan lebih efektif dalam mengoperasikan alat berat dengan aman dan tepat, menghindari kesalahan yang dapat mengganggu proyek.
3. Menggunakan teknologi pemantauan berbasis sensor atau IoT untuk mengumpulkan data tentang kinerja alat berat secara real-time. Analisis data ini dapat memberikan wawasan tentang kebiasaan kerja alat berat dan membantu mengidentifikasi area yang perlu ditingkatkan.
4. Merencanakan jadwal penggunaan alat berat dengan cermat dapat membantu menghindari tumpang tindih operasional dan memaksimalkan penggunaan alat. Perencanaan yang baik juga dapat membantu menghindari penundaan dan meminimalkan waktu henti.
5. Memantau konsumsi bahan bakar alat berat dan mengambil tindakan untuk mengoptimalkan efisiensi bahan bakar dapat mengurangi biaya operasional. Ini dapat melibatkan praktik mengemudi yang ekonomis atau penerapan teknologi yang mendukung penghematan bahan bakar.
6. Memastikan alat berat beroperasi dalam kondisi suhu dan lingkungan yang sesuai dapat membantu mencegah overheating atau masalah lain yang dapat mempengaruhi kinerja alat.
7. Perencanaan Logistik: Memastikan pasokan suku cadang dan bahan bakar yang cukup serta perencanaan yang matang untuk alat berat yang ditempatkan di lokasi yang strategis dapat menghindari waktu henti yang tidak perlu.

8. Mengadopsi teknologi terbaru seperti sistem GPS untuk pelacakan alat berat, sistem manajemen bahan bakar otomatis, atau perangkat lunak pemantauan kinerja dapat membantu mengoptimalkan operasional alat berat.
9. Memastikan komunikasi yang baik antara operator alat berat, pengawas, dan manajemen proyek dapat membantu mengatasi masalah dengan cepat dan mencegah kesalahan yang dapat mengganggu proyek.

Dengan menerapkan langkah-langkah ini, proyek dapat memaksimalkan potensi kinerja alat berat, meningkatkan produktivitas, dan mengurangi gangguan operasional yang tidak diinginkan.

E. Evaluasi dan Saran Perbaikan

Pada Proyek Yogyakarta Baru Parahyangan ada beberapa hal yang perlu diperbaiki dalam analisis produktivitas. Yaitu, kurangnya contoh atau data misalnya menyertakan informasi tentang durasi penyelesaian proyek, jumlah pekerjaan yang diselesaikan dalam periode tertentu, atau nilai produktivitas dalam satuan tertentu akan lebih mendukung pernyataan tersebut. Adapun saran untuk analisis Produktivitas adalah Pastikan alat berat mendapatkan pemeliharaan dan perawatan rutin secara teratur. Alat yang dalam kondisi baik akan berkinerja lebih baik dan mengalami sedikit downtime, sehingga meningkatkan produktivitasnya.

Pada *Site Layout* Proyek Yogyakarta Baru Parahyangan, aksesibilitasnya mudah bagi alat berat dikarenakan jalan masuk yang memadai seperti ruang putar yang cukup, dan kelancaran akses ke area kerja. Di proyek tersebut juga terdapat jalur keluar masuk yang terpisah antara alat berat dan pekerja dan terdapat tanda peringatan keselamatan di area proyek. Akan tetapi ada beberapa pekerja yang kurang memperhatikan tingkat keselamatan, seperti tidak memakai perlengkapan safety. Maka dari itu perusahaan diharapkan untuk membuat kebijakan yang menetapkan penggunaan alat keselamatan sebagai persyaratan wajib untuk semua pekerja. Tetapkan sanksi yang jelas bagi mereka yang melanggar aturan keselamatan. Pastikan juga perusahaan menyediakan alat keselamatan yang memadai dan berkualitas tinggi untuk semua pekerja. Pastikan alat tersebut sesuai dengan standar keselamatan yang berlaku dan dalam kondisi baik.

Solusi atau strategi untuk meningkatkan produktivitas misalnya, penggunaan teknologi modern, perencanaan yang matang, pelatihan keterampilan kerja, dan manajemen yang efektif dapat membantu meningkatkan produktivitas secara keseluruhan. Selain itu, *Site Layout* yang baik mempertimbangkan tata letak bangunan, aksesibilitas, dan penggunaan ruang secara optimal. Dengan tata letak yang efisien, aliran pekerjaan menjadi lebih lancar, material dapat diakses dengan mudah, dan pemborosan waktu karena jarak tempuh yang jauh bisa dihindari. Akibatnya, produktivitas meningkat karena pekerja dapat bekerja dengan lebih efisien.

5. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diberikan dari penelitian ini adalah:

1. Berdasarkan analisis perhitungan produktivitas alat berat pada proyek Yogyakarta Baru Parahyangan dapat diperoleh produktivitas pemancangan tiang

pancang menggunakan alat berat HSPD (*Hydraulic Static Pile Driver*) sebesar 0,243 m/menit, produktivitas pekerjaan penggalian tanah menggunakan alat berat excavator sebesar 26,67 m^3/jam dan produktivitas Tower Crane adalah sebesar 11,1 kg/menit. Dibandingkan dengan penelitian terdahulu, terdapat perbedaan nilai produktivitas dikarenakan perbedaan karakteristik proyek seperti jenis bangunan, ukuran, lingkungan dan kesulitan. Selain itu perbedaan terjadi karena kondisi alat dan operator.

2. Berdasarkan analisis *Site Layout* proyek terdapat keunggulan pada penempatan alat berat dan aksesibilitas yang mudah. Sedangkan kekurangannya yaitu pada penempatan gudang semen serta terdapat sebagian pekerja yang tidak menggunakan *safety*. Adapun saran yaitu pemindahan gudang semen ke tempat dekat material pasir dan agregat kemudian kesadaran para pekerja untuk menggunakan *safety*.

6. SARAN

Setelah melakukan analisis data serta membandingkannya dengan realitas di lapangan, penulis merekomendasikan pengembangan untuk penelitian berikutnya dengan mempertimbangkan hal-hal berikut:

1. Pada proses perhitungan produktivitas, data alat harus diperhatikan secara teliti, seperti kapasitas alat, durasi, siklus, dan efisiensi kerja alat karena akan menentukan produktivitas dari alat yang digunakan.
2. Untuk penelitian mendatang, disarankan untuk menambahkan variasi alternatif dengan penggunaan alat yang memiliki kapasitas yang berbeda. Hal ini bertujuan untuk memperkaya data sehingga memperoleh efisiensi biaya dan waktu operasi yang optimal.
3. Berdasarkan catatan dan pengamatan terhadap pekerja di lapangan, aspek-aspek seperti keamanan, kesehatan, dan keselamatan (K3) terkait pekerja perlu mendapatkan perhatian khusus. Dengan demikian dapat mengurangi risiko kecelakaan selama bekerja sehingga penyelesaian proyek sesuai dengan jadwal yang telah direncanakan.

DAFTAR PUSTAKA

- “A Comparison of Occupant Comfort and Satisfaction between a Green Building and a Conventional Building.” 2008. *Building and Environment* 43 (11): 1858–70.
<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2007.11.006>.
- Dwirietnani, Annisaa, and Indra Agustian Daulay. 2019. “Kinerja Alat Hydraulic Static Pile Driver (HSPD) Pada Proyek Perluasan Terminal Bandara Sultan Thaha Jambi.” *Jurnal Talenta Sipil* 2 (2): 67–81.
<https://doi.org/10.33087/talentasipil.v2i2.20>.
- Elbeltagi, 7cf050ac8b40002_emad, 7c73cfdb6f50002_tarek Hegazy, and 7d17fed1e3d0004_adel Eldosouky. 2004. “Dynamic Layout of Construction Temporary Facilities Considering Safety.” *Wizdom.ai*.
[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(2004\)130:4\(534\).](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(2004)130:4(534).)

- “Embedding ‘green’ in Project-Based Organizations: The Way Ahead in the Construction Industry?” 2015. *Journal of Cleaner Production* 107 (November): 420–27. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.10.024>.
- “GIS-Based Dynamic Construction Site Material Layout Evaluation for Building Renovation Projects.” 2012. *Automation in Construction* 27 (November): 40–49. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2012.04.007>.
- Ketut Ariadi, I., Anak Agung Gde Yana, and A. Diah Parami Dewi. 2021. “OPTIMASI KOMBINASI ALAT BERAT PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG RSUD SANJIWANI GIANYAR.” *JURNAL SPEKTRAN* 9 (2): 107–14. <https://doi.org/10.24843/SPEKTRAN.2021.v09.i02.p02>.
- Nugroho, Ivan Ardiansyah. 2023. “Pengaruh Program Fit to Work Terhadap Produktifitas Kerja Operator Alat Berat.” *Journal of Industrial Hygiene and Occupational Health* 7 (2): 114–26. <https://doi.org/10.21111/jihoh.v7i2.8655>.
- PERPEM_PU_No_11-PRT-M. 2013. “Nilai Koefisien Alat.” 2013. http://dpu.balikpapan.go.id/assets/filedownload/PerMen_No_11-PRT-M-2013_Analisa_Harga_Satuan_Pekerjaan_Umum.pdf.
- Sidiq, Muhammad Maulana Akbar. 2022. “Analisis Pemilihan Alat Berat Pada Pekerjaan Galian Dan Timbunan.” *Jurnal Teknik Sipil* 15 (1): 1–13. <https://doi.org/10.56444/jts.v15i1.32>.
- Sokop. 2018. “Analisa Perhitungan Produktivitas Alat Berat Gali-Muat (Excavator) Dan Alat Angkut (Dump Truck) Pada Pekerjaan Pematangan Lahan Perumahan Residence Jordan Sea.” 2018. <https://ejurnal.unsrat.ac.id/index.php/tekno/article/viewFile/22625/22320>.
- Tripoli, Bambang, Dian Febrianti, and Musliadi Musliadi. 2018. “ANALISA PEMAKAIAN ALAT BERAT EXCAVATOR DENGAN STRAIGHT LINE DAN REDUCING CHARGE METHOD.” *Jurnal Teknik Sipil Dan Teknologi Konstruksi* 4 (2): 82–91. <https://doi.org/10.35308/jts-utu.v4i2.1989>.
- Wang, Cynthia Changxin, Samad M. E. Sepasgozar, Mudan Wang, Jun Sun, and Xin Ning. 2019. “Green Performance Evaluation System for Energy-Efficiency-Based Planning for Construction Site Layout.” *Energies* 12 (24): 4620. <https://doi.org/10.3390/en12244620>.
- Welianto, Ari. 2021. “Perkembangan Dan Jenis-Jenis Proyek Konstruksi.” *Kompas*, January 8, 2021. <https://www.kompas.com/skola/read/2021/01/08/170000569/perkembangan-dan-jenis-jenis-proyek-konstruksi>.