

JURNAL KONSTRUKSI DAN INFRASTRUKTUR

Teknik Sipil dan Perencanaan

PRODUKTIVITAS ALAT BERAT PADA TAHAP PELAKSANAAN PEMANCANGAN TIANG PANCANG (*SPUN PILE*) PENGgantian JEMBATAN SIDUK 3

Firmanilah Kamil*, YUSDANIATI*

*) Politeknik Negeri Ketapang

ABSTRAK

Jembatan Siduk 3 berada di Kecamatan Matan Hilir Utara, tepatnya Desa Kuala Satong Kabupaten Ketapang dan berfungsi sebagai penghubung ruas jalan Kabupaten Ketapang menuju Kabupaten Kayong Utara. Penggantian jembatan dilakukan karena bagian bawah jembatan masih menggunakan kayu, terdapat kerusakan pada struktur bawah dan perlu di rekonstruksi ke struktur beton agar bangunan jembatan lebih kokoh. Penelitian ini bertujuan untuk memahami penggunaan berbagai jenis peralatan berat, pelaksanaan pekerjaan dan produktivitas dump truck pada pekerjaan penyediaan tiang pancang (*spun pile*) dan crawler crane pada pelaksanaan pemancangan tiang pancang (*spun pile*). Metode pengumpulan data yang dilakukan adalah yakni observasi data di lapangan, dokumentasi kegiatan pelaksanaan dan wawancara kepada beberapa narasumber. Setelah melakukan penelitian, diketahui bahwa alat berat yang digunakan pada penggantian Jembatan Siduk 3 pada pekerjaan penyediaan tiang pancang (*spun pile*) yaitu crawler crane, dump truck dan excavator. Pekerjaan penyediaan tiang pancang (*spun pile*) dengan menggunakan alat berat 2 unit dump truck produktif karena realisasi pekerjaan lebih cepat dibanding waktu rencana pada time schedule. Untuk alat berat yang digunakan pada pekerjaan pemancangan tiang pancang (*spun pile*) trailer truck, excavator, diesel hammer, dan crawler crane. Pekerjaan pemancangan tiang pancang (*spun pile*) dinyatakan produktif karena realisasi pekerjaan lebih cepat dibanding rencana time schedule.

Keyword: *Produktivitas, Dump Truck, Crawler Crane, Tiang Pancang.*

I. PENDAHULUAN

Pembangunan jembatan memiliki signifikansi besar dalam mendukung kemajuan sektor-sektor lainnya. Jembatan merupakan salah satu infrastruktur pendukung vital dalam pergerakan lalu lintas darat yang memiliki peran penting dalam memfasilitasi transportasi yang lancar dan pertumbuhan ekonomi yang optimal.(Murtono,A, 2007). Provinsi Kalimantan Barat memiliki 14 kabupaten dan kota, dan dalam 14 kota ini terdapat sejumlah jembatan yang telah dibangun. Jembatan sangat penting di Kalimantan Barat untuk menghubungkan antara satu kabupaten dengan kabupaten lainnya contohnya kabupaten Ketapang. Jembatan Siduk 3 berada di daerah Desa kala satong kecamatan Matan Hilir Utara Kabupaten Ketapang. Fungsi jembatan Siduk 3 sebagai penghubung ruas jalan Kabupaten Ketapang menuju Kabupaten Kayong Utara. Kondisi jembatan Siduk 3 dilihat dari kasat mata bangunan atas jembatannya masih terlihat baik namun bagian struktur bawah masih menggunakan kayu serta rawan banjir. Jembatan Siduk 3 dibangun karena bagian bawah jembatan masih menggunakan kayu, struktur bawah sudah ada yang rusak dan perlu di rekontruksi dari yang awalnya kayu ke struktur beton agar bangunan jembatan lebih kuat, kokoh dan tahan lama.

Pemanfaatan peralatan berat dalam setiap proyek pembangunan jembatan mengakibatkan tingginya tingkat kebutuhan alat berat (Pangkey, Febyana., Amlingkas, GY., Walangitan, 2012). Tetapi investasi yang diperlukan untuk memperoleh alat berat tidaklah terjangkau (Rachmawati, 2014). Karena itu, pemeliharaan peralatan berat memiliki dampak signifikan pada efisiensi dalam proyek konstruksi. Untuk mengevaluasi tingkat efisiensi dan efektivitas suatu peralatan berat, kita perlu mengukurnya melalui parameter yang dikenal sebagai produktivitas alat. Produktivitas ini menjadi pedoman dalam menentukan durasi setiap tahap pekerjaan dan jumlah peralatan berat yang dibutuhkan. Suatu peralatan berat dianggap produktif apabila selama jam kerja, ia berfungsi sesuai dengan tujuan dan perannya tanpa henti.(Sangadji, M., Irsan dan Darwis, 2021). (Hartono,P., 2015)menyatakan bahwa peran alat berat sangat penting dalam proyek, terutama dalam proyek konstruksi yang berskala besar. Produktivitas yang rendah dan penyelesaian proyek yang memakan waktu dapat mengakibatkan biaya proyek melampaui anggaran yang telah ditetapkan (over budget).

Manajemen proyek harus merencanakan kegiatan masa depan, mengendalikan dan mengevaluasi kegiatan yang sedang berlangsung, serta memastikan efisiensi dalam menangani situasi di dalam proyek dan sekitarnya. Beberapa tujuan dalam manajemen proyek mencakup pengendalian biaya produksi, manajemen biaya persediaan yang efektif, dan optimalisasi pemanfaatan fasilitas proyek. Mengingat pentingnya penggunaan alat berat pada pekerjaan pemancangan tiang pancang (*spun pile*) di proyek Penggantian Jembatan Siduk 3, peneliti ingin melakukan analisis lebih lanjut mengenai produktivitas alat berat tersebut selama proyek pekerjaan berlangsung. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi berbagai jenis peralatan berat, menganalisis pelaksanaan pekerjaan, dan mengevaluasi produktivitas peralatan berat.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Proyek konstruksi adalah serangkaian aktivitas yang dilaksanakan hanya sekali dan biasanya memiliki durasi yang singkat. Dalam proyek konstruksi, aktivitas-aktivitas tersebut dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu aktivitas rutin dan aktivitas proyek. Aktivitas rutin adalah rangkaian aktivitas yang berlangsung secara terus-menerus, berulang, dan memiliki durasi yang panjang, sementara aktivitas proyek adalah rangkaian aktivitas yang hanya dilaksanakan sekali dan biasanya berlangsung dalam jangka waktu yang singkat. Sedangkan menurut(Cleland dan King, (1987) dalam Jaya,W., dan Sutandi, 2019). Sebuah proyek adalah hasil dari menggabungkan berbagai sumber daya ke dalam struktur organisasi sementara dengan tujuan mencapai target tertentu.

Sebuah jembatan adalah struktur konstruksi yang bertujuan untuk memungkinkan perjalanan melintasi rintangan seperti danau, saluran air, lembah, sungai, jalan raya, atau jalur kereta api. Dalam perencanaannya, jembatan harus mempertimbangkan pemilihan bahan konstruksi yang sesuai dan struktur yang tepat agar dapat memenuhi fungsi yang dimaksudkan sesuai dengan rencana yang telah dibuat(Moeljono, 2009)

Siswanto (1999) mengatakan bahwa jembatan dapat dikelompokkan menjadi berbagai jenis atau tipe berdasarkan berbagai kriteria, seperti fungsi, lokasi, material konstruksi, jenis lantai jalan, dan faktor-faktor lainnya.

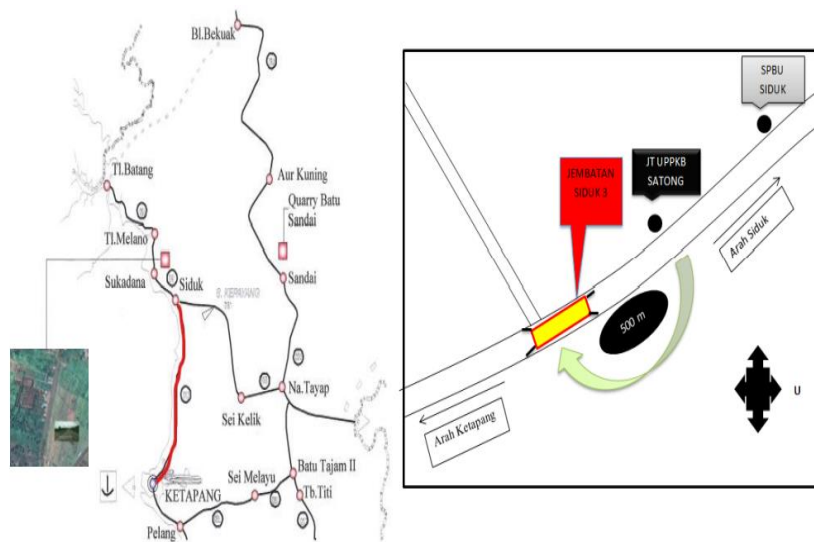
(Wilopo. D., 2009) menyatakan bahwa alat berat yang merupakan aset perusahaan harus memiliki tingkat produktivitas yang tinggi, kondisi yang

baik, dan selalu siap untuk digunakan dengan biaya operasional yang minimal. Penggunaan alat berat adalah hal yang krusial dalam pelaksanaan proyek, terutama dalam proyek berskala besar, dengan tujuan untuk meningkatkan efisiensi pekerjaan manusia, menghasilkan hasil yang lebih cepat dan diharapkan, serta meningkatkan kualitas hasil akhir (Rostiyanti, S.F, Ir., 2002). Menurut (Soedrajat, 1982) alat berat dalam bidang teknik sipil merujuk pada peralatan yang digunakan untuk mendukung manusia dalam proses konstruksi dan pembangunan struktur. Produktivitas bisa digunakan sebagai alat ukur untuk menghasilkan suatu daya produksi di

bidang barang atau jasa. Dalam pandangan (Rostiyanti, 2008), produktivitas merupakan perbandingan antara output atau hasil yang diperoleh dengan semua sumber daya yang digunakan sebagai input.

III. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di jembatan Siduk 3 dengan panjang 12 m dan lebar 9 m berada di Jl. Siduk – Ketapang, wilayah Matan Hilir Utara terletak di Kabupaten Ketapang, Provinsi Kalimantan Barat. Lokasi dapat dilihat pada Gambar 1.



Sumber: PT. Fini Rekayasa Konsultan

Gambar 1. Lokasi Penelitian

Data pada penelitian ini didapatkan dari observasi dan wawancara berupa jenis alat berat, kapasitas muat alat berat, factor efisiensi, berat isi material, jarak angkutan, konsisi jalan lokasi pekerjaan, jumlah alat berat, dan proses kerja.

IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Peralatan yang Digunakan pada Pekerjaan

Adapun peralatan yang digunakan pada pekerjaan penyediaan tiang pancang (spun pile) dan pemancangan tiang pancang (spun pile) adalah crawler crane, dump truck, dan excavator. Sedangkan pada pekerjaan pemancangan (spun pile) adalah theodolite, trailer truck, excavator, diesel hammer, diesel

generator listrik, crawler crane, mesin las dan elektroda (Sardjono, 1998).

4.2. Pelaksanaan Pekerjaan Penyediaan dan Pemancangan Tiang Pancang (Spun Pile)

1. Pelaksanaan Pekerjaan Penyediaan Tiang Pancang (Spun Pile)
 - a. Sebuah minggu sebelum memulai pekerjaan, kontraktor menyerahkan proposal mengenai rencana urutan pelaksanaan penyediaan termasuk cara pengangkutan material (spun pile) dan penyimpanan material (spun pile) dari pelabuhan menuju ke lokasi proyek.
 - b. Crawler crane yang ada di pelabuhan mengangkat material spun pile yang ada di dalam kapal dan spun pile diikat dengan menggunakan tali webbing sling dengan dua sisi yang telah dihubungkan pada

crawler crane sehingga memudahkan pada pengangkatan tiang pancang (*spun pile*) ke dalam bak dump truck. Pada proses

pengangkatan material *spun pile* disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Pengangkatan *Spun Pile* di Pelabuhan Menggunakan *Crawler Crane*

c. Dump truck mengangkut material *spun pile* dari lokasi PT. Pelabuhan Indonesia II (Persero) cabang Pontianak kawasan Ketapang Sukabangun, kemudian dibawa

ke lokasi Proyek Penggantian Jembatan Siduk 3 dengan jarak 54 km. Proses pekerjaan ini disajikan pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Dump Truck Membawa Material ke Lokasi Proyek

d. Dump truck yang mengangkut material *spun pile* sudah sampai ke lokasi kemudian *spun pile* diturunkan dengan alat bantu yaitu excavator kemudian di

tumpukan di berbagai tempat. Proses penurunan tiang pancang disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Proses Penurunan Tiang Pancang

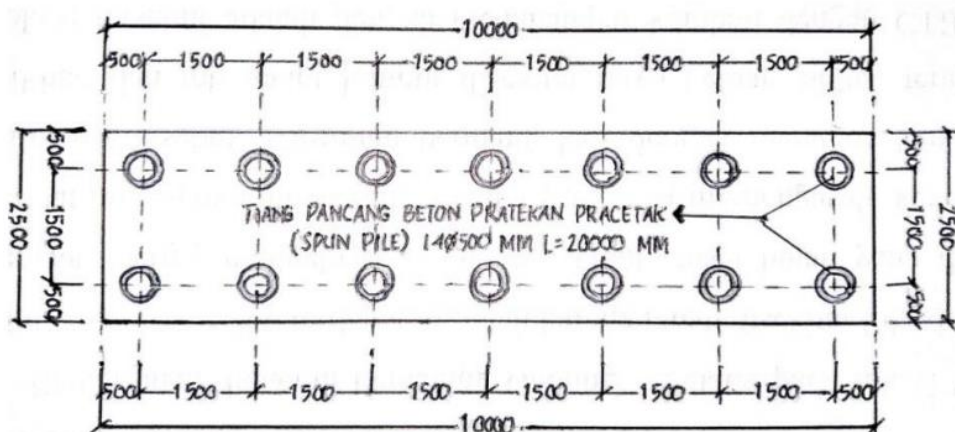
2. Pelaksanaan Pekerjaan Pemancangan Tiang Pancang (Spun Pile)

a. Pekerjaan Persiapan

- 1) Kontraktor wajib menyusun usulan mengenai urutan rencana pemancangan pada waktu satu minggu sebelum pekerjaan dimulai termasuk penanganan, pemancangan, peralatan pemancangan, pekerjaan dan juga

detail cara pemotongan dan penyambungan tiang pancang.

- 2) Penentuan Titik-titik yang akan dipancang. Apabila titik pemasangan tiang pancang sudah terkonfirmasi, pekerjaan pemasangan tiang pancang bisa segera dilaksanakan. Gambar kerja titik tiang panjang dan penentuan titik disajikan dalam Gambar 5 dan 6



Gambar 5. Gambar Kerja Titik Tiang Pancang (PT. Fini Rekayasa Konsultan)



Gambar 6. Penentuan Titik Yang Akan Dipancang

- 3) Pengecatan pada tiang pancang dilakukan untuk memungkinkan pengukuran panjang tiang pancang yang telah masukkan ke dalam tanah saat proses pemancangan.
- 4) Pemindahan peralatan pemancangan
- 5) Penurunan peralatan pemancangan

b. Pekerjaan Pemancangan

Setelah penyesuaian selesai dilakukan pada alat-alat seperti crawler crane, diesel hammer, dan boom, proses pemancangan siap untuk dimulai. Di bawah ini adalah langkah-langkah atau fase-fase dalam pelaksanaan pemancangan tiang pancang:

- 1) Setelah penyetelan alat pancang selesai, alat tersebut perlu ditempatkan atau didirikan pada lokasi-lokasi yang akan dipancangkan.
- 2) Menggunakan alat berat ekskavator untuk mengangkat atau mengambil tiang pancang berukuran 10 meter dan 6 meter.
- 3) Tiang pancang yang telah diangkat oleh ekskavator akan diangkut ke posisi terdekat yang akan dipancangkan. Proses pengangkutan tiang pancang ke lokasi pemancangan dapat ditemukan dalam **Gambar 7**



Gambar 7. Tiang Pancang dibawa Excavator ke Titik Pemancangan

- 4) Pada pekerjaan pemancangan ada alat pemancangan yang mempunyai satu kesatuan antara crawler crane dan diesel hammer
- 5) Kepala tiang pancang perlu dimasukkan terlebih dahulu ke bantalan tiang

pancang/mal (topi) diesel hammer yang bersatu dengan alat crawler crane. Proses kepala tiang pancang masuk ke topi diesel hammer bisa dilihat pada **Gambar 8.**



Gambar 8 Proses Saat Kepala Tiang Pancang ke Topi Diesel Hammer

- 6) Setelah tiang pancang berdiri sejajar dengan leader dan kepala tiang pancang telah dimasukkan ke dalam topi/mal/bantalan diesel hammer tiang pancang, langkah pemancangan dengan

menggunakan alat crawler crane, boom, dan diesel hammer tiang pancang siap dilaksanakan. Detail dari proses pemancangan dapat dilihat dalam **Gambar 9.**



Gambar 9. Proses Pemancangan

- 7) Proses Pengelasan
Setelah proses pengelasan selesai, kemudian dilakukan proses pengecatan di area yang dilakukan pengelasan.
- 8) Setelah proses pengecatan sambungan selesai maka pengait crawler crane akan mengangkat diesel hammer dan proses pemancangan dimulai lagi.
- 9) Jika sudah pada posisi sampai tanah keras maka segera dilakukan pembacaan kalendering (Surendro, 2015).
- 10) Hasil pemancangan terdapat 14 titik pada 1 abutment yang sudah dipancang. Hasil pemancangan dapat ditemukan pada **Gambar 10.**



Gambar 10. Hasil Pemancangan

4.3. Data Lapangan

1. Data Lapangan Alat Berat Dump Truck

Informasi mengenai pengangkutan material tiang pancang (spun pile) dengan penggunaan alat berat dump truck dapat diidentifikasi dalam Tabel 1.

Tabel 1. Data Pengangkutan oleh Dump Truck

No	Tanggal	Muatan Angkutan	
		DT1	DT2
1	17 Maret 2022	3(10)+3(10)	3(10)+3(10)
2	18 Maret 2022	3(10)+3(10)	3(10)+3(10)
3	19 Maret 2022	5(6)+3(10)	5(6)+3(10)
4	20 Maret 2022	5(6)+3(10)	5(6)+3(10)
5	21 Maret 2022	3(10)+3(10)	3(10)+3(10)
6	22 Maret 2022	3(10)+4(6)	3(10)+4(6)
7	23 Maret 2022	2(10)	
Total Spun Pile		43	41

Penjelasan Tabel:

- No (Nomor): Ini adalah nomor urut setiap catatan pengangkutan.
- Tanggal: Tanggal mencantumkan tanggal pengangkutan dilakukan. Pengamatan berlangsung dari tanggal 17 Maret 2022 hingga 23 Maret 2022.
- Muatan Angkutan DT1: Kolom ini mencantumkan jumlah muatan yang diangkut oleh Dump Truck 1 (DT1) pada setiap tanggal. Misalnya, pada tanggal 17 Maret 2022, DT1 mengangkut 3(10)+3(10), yang berarti ada 3 pengangkutan dengan muatan jenis 10 dan 3 pengangkutan dengan muatan jenis 10 lagi.
- Muatan Angkutan DT2: Kolom ini mencantumkan jumlah muatan yang diangkut oleh Dump Truck 2 (DT2) pada setiap tanggal, dengan format yang sama seperti kolom Muatan Angkutan DT1.

- Total spun Pile: I ni adalah total jumlah muatan yang diangkut oleh kedua Dump Truck (DT1 dan DT2) pada masing-masing tanggal. Total muatan Spun Pile adalah 43 pada tanggal 17 Maret 2022 dan 41 pada tanggal 18 Maret 2022.

Data ini dapat digunakan untuk menganalisis produktivitas pengangkutan, memantau pola penggunaan muatan, dan mengoptimalkan jadwal pengangkutan sesuai dengan kebutuhan proyek.

- Data Lapangan Alat Berat Crawler Crane Informasi mengenai pengangkutan material tiang pancang (spun pile) dalam pekerjaan pemancangan tiang pancang (spun pile) dengan menggunakan alat berat crawler crane dapat ditemukan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Data Pemancangan Oleh Crawler Crane

No Tiang	Tanggal Pemancangan	Uraian	Kombinasi	P. Tiang
1	25 Maret 2022	ABT.1-arah Siduk	10+10+6	26,00
2	30 Maret 2022	ABT.1-arah Siduk	10+10+6	26,00
3	30 Maret 2022	ABT.1-arah Siduk	10+10+6	26,00
4	30 Maret 2022	ABT.1-arah Siduk	10+10+6	26,00
5	31 Maret 2022	ABT.1-arah Siduk	10+10+6	26,00
6	31 Maret 2022	ABT.1-arah Siduk	10+10+6	26,00
7	31 Maret 2022	ABT.1-arah Siduk	10+10+6	26,00
8	26 Maret 2022	ABT.1-arah Siduk	10+10+6	26,00
9	26 Maret 2022	ABT.1-arah Siduk	10+10+6	26,00
10	01 April 2022	ABT.1-arah Siduk	10+10+6	26,00
11	01 April 2022	ABT.1-arah Siduk	10+10+6	26,00
12	01 April 2022	ABT.1-arah Siduk	10+10+6	26,00
13	02 April 2022	ABT.1-arah Siduk	10+10+6	26,00
14	02 April 2022	ABT.1-arah Siduk	10+10+6	26,00

Penjelasan Tabel:

- No Tiang: Kolom ini mencantumkan nomor identifikasi untuk setiap tiang yang dipancangkan oleh Crawler Crane.
- Tanggal Pemancangan: Tanggal pemancangan menunjukkan kapan tiang tersebut dipancangkan. Data ini berkisar dari tanggal 25 Maret 2022 hingga 02 April 2022.
- Uraian: Uraian menggambarkan jenis pekerjaan yang dilakukan, yaitu "ABT.1-arah Siduk." Ini memberikan informasi tentang jenis konstruksi yang sedang berlangsung.

- Kombinasi: Kolom ini mencantumkan kombinasi pemancangan, yaitu "10+10+6." Ini mungkin merujuk pada urutan dan jumlah pukulan yang digunakan dalam proses pemancangan tiang.

- P.Tiang (Panjang Tiang): Ini adalah panjang dari tiang yang dipancangkan, yang tercantum dalam satuan meter. Panjang tiang tetap konsisten sepanjang periode pemancangan dan memiliki nilai 26,00 meter.

Tabel ini memberikan data tentang aktivitas pemancangan tiang oleh Crawler Crane

selama periode waktu tertentu. Data ini dapat digunakan untuk melacak kemajuan

konstruksi, memantau efisiensi penggunaan peralatan, dan mengatur jadwal pekerjaan sesuai dengan proyek konstruksi yang sedang berlangsung.

4.4. Spesifikasi Alat Berat

1. Dump Truck

Merek/ Type : Hino 500 series
Tahun Pembuatan : 2011
Kapasitas Angkut : 15 s/d 30 kubik
atau
tonase 26-35 ton

2. Crawler Crane

Merek/ Type : Kobelco/7065
Tahun Pembuatan : -
Kapasitas Angkut : -/CR-04
Daya : 152 PS@2000 RPM
Displacement/Bobot Kerja: 65 ton
Kapasitas Angkat : 50 ton
Pabrik Pembuat : KOBE STEEL, LTD
Kecepatan hoisting : 0-50-100 m/menit
Kecepatan slewing : 1,7 rpm

4.5. Produktivitas Alat Berat

1. Kapasitas Crawler Crane untuk mengangkut tiang pancang di Pelabuhan ke Dump Truck
Kapasitas = 109,5 ton/jam
2. Kapasitas Dump Truck dari Pelabuhan ke Lokasi
Kapasitas = 0,35 ton/jam
3. Volume Pekerjaan yang Diangkut Dump Truck
Total volume = 202,38 ton
4. Waktu Siklus Dump Truck
Total waktu siklus = 4371,25 menit = 72,85 jam
5. Kapasitas Produksi Crawler Crane pada Pekerjaan Pemancangan
Kapasitas = 17,05 ton/jam
6. Volume Pekerjaan yang Diangkut Crawler Crane
Total Volume = 101,22 ton
7. Waktu Siklus Crawler Crane
Total Waktu Siklus = 1885,20 menit = 31,42 jam

4.6. Perbandingan Produktivitas

Pekerjaan penyediaan tiang pancang (spun pile) yaitu 4 minggu (28 hari kalender) dan terealisasi

selama 1 minggu (7 hari kalender). Dan rencana time schedule pada pekerjaan pemancangan tiang pancang (spun pile) yaitu 2 minggu (14 hari kalender) dan realisasi selama 6 hari kalender. Berdasarkan perbandingan antara rencana time schedule dan realisasi pada pekerjaan penyediaan tiang pancang dan pemancangan tiang pancang dari masing-masing pekerjaan tersebut produktif karena realisasi pekerjaan lebih cepat dari waktu rencana time schedule.

Berdasarkan rencana time schedule alat berat dump truck bahwa pada volume pengangkutan material sebesar 202,38 ton dikerjakan dengan waktu 28 hari kalender, sedangkan realisasi pada volume pengangkutan material sebesar 202,38 ton dikerjakan 7 hari kalender. Maka dapat disimpulkan bahwa alat berat yang dipakai dinyatakan produktif. Sedangkan rencana time schedule menggunakan alat berat crawler crane pada pengangkutan volume material sebanyak 101,22 ton dikerjakan selama 14 hari kerja, dan realisasi pada volume pengangkutan material sebanyak 101,22 ton dikerjakan 6 hari kalender maka dapat disimpulkan bahwa alat berat yang dipakai dinyatakan produktif.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian pada proyek Penggantian Jembatan Siduk 3, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Alat berat yang digunakan pada Penggantian Jembatan Siduk 3 pada pekerjaan penyediaan tiang pancang (spun pile) yaitu crawler crane, dump truck dan excavator. Untuk pekerjaan pemancangan tiang pancang (spun pile) yaitu trailer truck, excavator, diesel hammer, dan crawler crane.
2. Pada pelaksanaan pekerjaan dari masing-masing item kerja yaitu sebagai berikut:
 - a. Pelaksanaan pekerjaan penyediaan tiang pancang (spun pile) dari proses mengajukan rencana penyediaan termasuk cara pengangkutan material dan penyimpanan, mengangkat material spun pile yang ada didalam kapal dengan menggunakan alat berat crawler crane, mengangkut material spun pile kelokasi pekerjaan dengan menggunakan dump truck, proses penurunan tiang pancang dari bak dump truck.
 - b. Pekerjaan pemancangan tiang pancang (spun pile) dari mengajukan mengenai urutan rencana pemancangan termasuk

penanganan dan pemancangan, melakukan penentuan titik pemancangan, proses pengecatan spun pile, proses mobilisasi alat pemancangan, proses penurunan alat pemancangan, proses pengangkatan atau pengambilan tiang pancang, proses pemancangan, proses pengelasan, proses pengecatan, dan proses pengambilan hasil kalendering.

3. Produktivitas dari masing-masing alat berat yaitu Pekerjaan penyediaan tiang pancang (*spun pile*) dengan menggunakan alat berat 2 unit dump truck dinyatakan produktif karena waktu realisasi pekerjaan lebih cepat dibanding waktu rencana pada time schedule. Waktu rencana time schedule selama 28 hari kalender dan pada realisasi pekerjaan tersebut selama 7 hari kerja dengan volume material yang diangkut sebanyak 202,38 ton dan total waktu siklus selama 4371,25 menit atau 72,85 jam. Sedangkan pada pekerjaan pemancangan tiang pancang (*spun pile*) dengan menggunakan alat berat crawler crane dinyatakan produktif karena waktu realisasi pekerjaan lebih cepat dibanding waktu rencana pada time schedule. Waktu rencana time schedule selama 14 hari kalender dan pada realisasi pekerjaan tersebut selama 6 hari kerja dengan volume material yang diangkat sebanyak atau 101,22 ton dan total waktu siklus selama 1885,20 menit atau 31,42 jam.

Walangitan, D. (2012). Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) pada Proyek Konstruksi di Indonesia. *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, 2(2), 100–113.

- Rachmawati, D. (2014). Konflik Sosial Warga Pereng Akibat Pembebasan Lahan Tol Sumo di Sidoarjo. *Paradigma*, 2(3).
- Rostiyanti, S.F, Ir., M. S. (2002). Alat Berat untuk Pengunaannya. *Jakarta Rineka Cipta*.
- Rostiyanti, S. . (2008). Perbandingan Biaya dan Produksi Tower Crane antara Tipe Potain FO/23B dan XCMG FO/23B. *Universitas Islam Indonesia*.
- Sangadji, M., Irsan dan Darwis, M. (2021). *Analisis Produktivitas Waktu Kerja Alat Berat Pada Pembangunan Lanjutan Reklamasi dan Jalan Kawasan Kayu Merah – Kalumata*.
- Sardjono, H. S. (1998). *Analisa Perhitungan Daya Dukung pondasi Tiang Pancang Pada Proyek Pembangunan Gedung Olahraga Gulat Samarinda. vol.1. no.*
- Soedrajat. (1982). Efisiensi Penggunaan Alat Berat pada Pengaspalan Jalan Raya. *Jakarta*.
- Surendro, B. (2015). Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Menggunakan Data Kalendring dan Data SPT. *Jurnal of the Civil Engineering Student*, 4. No 1., 15–21.
- Wilopo. D. (2009). Metode Konstruksi dan Alat-Alat Berat. *Universitas Indonesia*.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- Cleland dan King, (1987) dalam Jaya,W., dan Sutandi, A. (2019). (2019). Analisis Produktivitas Alat Berat Mesin Bor Auger, Crawler Crane, dan excavator pada proyek A dan B. *Jurnal MIttra Teknik Sipil*, 2 (1), 15–21.
- Hartono,P., T. (2015). Studi Analisis Penggunaan Alat Berat (Crane) Sebagai Alat Angkat untuk Instalasi Equipment Deodorizer Di Proyek CPO Plant. *Jurnal Konstruksi*, 7(1), 39–52.
- Moeljono, T. (2009). Diktat Struktur Baja Jembatan. *Penerbit Politeknik Negeri Bandung*.
- Murtono,A, B. (2007). Fungsi Jembatan Penyeberangan Di Pasar Bulu Ditinjau Dari Pejalan Kaki. *Jurnal Ilmiah Perancangan Kota Dan Pemukiman*, 6(2), 70–77.
- Pangkey, Febyana., Amlingkas, GY.,