

PEMANFAATAN CAMPURAN ABU TONGKOL JAGUNG SEBAGAI BAHAN STABILISASI TANAH TERHADAP NILAI KUAT GESER

Andreas Unawekla¹, Reny Rochmawati², Pangeran Holong Sitorus³

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Yapis Papua

^{2,3}Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Yapis Papua

¹ Andreasunawekla1@gmail.com, ² Renyrochmawati8@gmail.com, ³ Pangeransitorus1@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas abu tongkol jagung sebagai bahan stabilisasi tanah dalam meningkatkan nilai kuat geser tanah. Melalui serangkaian uji laboratorium, termasuk uji kuat geser tanah, dilakukan penilaian terhadap kemampuan abu tongkol jagung dalam meningkatkan kekuatan tanah. Pengambilan sampel tanah berada pada ruas Jalan Poros. Koya Tengah, Kecamatan Muara Tami, Kota Jayapura Provinsi Papua, pengambilan sampel tanah didasari untuk mengetahui karakteristik tanahnya, sebab lokasi tersebut memiliki lahan kosong yang cukup luas. Selanjutnya, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh tanah dengan penambahan abu tongkol jagung terhadap nilai indeks plastisitas tanah dan untuk mengetahui pengaruh tanah dengan penambahan abu tongkol jagung dengan variasi kadar 5%, 10%, dan 15%. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diperoleh nilai indeks plastisitas tanah asli yaitu 24,67%. Penambahan abu tongkol jagung dan proses pemeraman memberi pengaruh terhadap peningkatan nilai kuat geser. Perubahan nilai kohesi dan sudut geser dalam tertinggi diperoleh pada penambahan 15% abu tonkol jagung, yang menyebabkan nilai kohesi (C) naik dari 0,13 Kpa menjadi 0,35 Kpa, sudut geser dalam θ naik dari 7,57° menjadi 19,29°. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa penambahan abu tongkol jagung mempengaruhi nilai Kuat Geser Triaksial. Kata kunci : Stabilisasi, Tanah, Geser Triaksial, Abu Tongkol Jagung.

ABSTRACT

This study aims to evaluate the effectiveness of corn cob ash as a soil stabilization material in enhancing soil shear strength. Through a series of laboratory tests, including soil shear strength tests, an assessment was made of the ability of corn cob ash to improve soil strength. Soil samples were taken from the Poros Road section, Koya Tengah, Muara Tami District, Jayapura City, Papua Province. Soil sampling was conducted to determine the characteristics of the soil, as the location has a sufficiently large vacant land. Furthermore, this study aims to determine the effect of soil with the addition of corn cob ash on the soil plasticity index value, and to determine the effect of soil with the addition of corn cob ash with variations of 5%, 10%, and 15% levels. Based on the research conducted, the original soil plasticity index value obtained was 24.67%. The addition of corn cob ash and the aging process had an effect on increasing the shear strength value. The highest changes in cohesion and shear angle were obtained with the addition of 15% corn cob ash, which caused the cohesion value (C) to increase from 0.13 kPa to 0.35 kPa, and the shear angle (θ) to increase from 7,57° to 19,29°. From the test results obtained, it can be concluded that the addition of corn cob ash affects the Triaxial Shear Strength value.

Keywords: Stabilization, Soil, Triaxial Shear, Corn Cob Ash.

1. PENDAHULUAN

Tanah yang berada di berbagai daerah di Indonesia, seringkali ditemukan berbagai masalah pada musim kemarau beberapa jenis tanah mengalami keretakan dan ada juga jenis tanah akan lembek dan lengket saat musim hujan hal ini mengakibatkan menurunnya daya dukung tanah yang memicu terjadinya gelombang dan penurunan pada area permukaan tanah pada Pembangunan serta berbagai masalah lainnya. Pada bagian timur Indonesia khususnya wilayah Papua menjadi provinsi paling luas di Indonesia dengan luas wilayah mencapai 319.036,05 kilometer persegi.



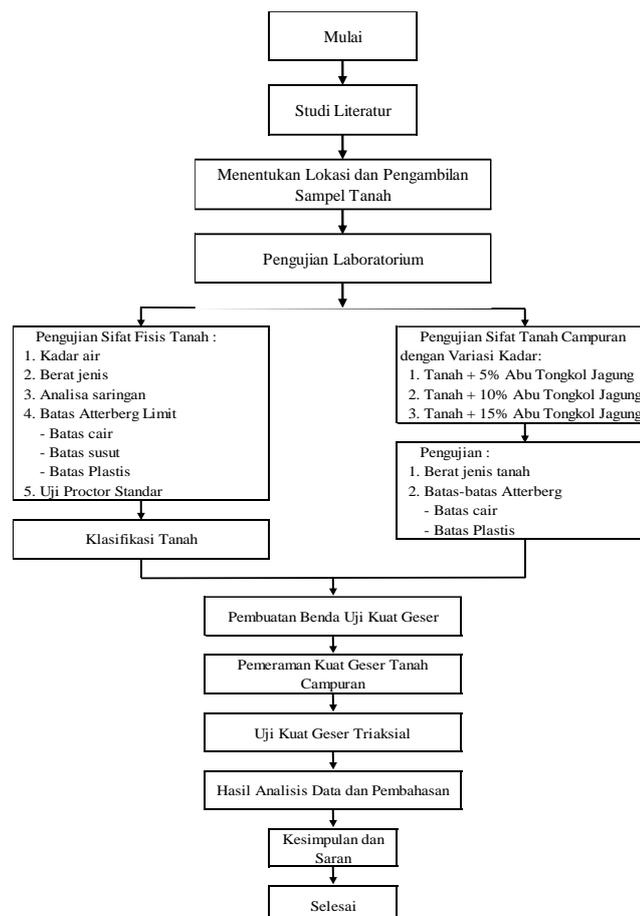
Pada kondisi tanah yang diambil bertempat di ruas jalan poros. Koya Tengah, Kec. Muara Tami dimana lokasi tersebut memiliki lahan kosong yang cukup luas sebagai bahan penelitian untuk Pembangunan dimasa mendatang. Salah satu parameter yang menjadi tolak ukur dalam penentuan kemampuan tanah pada pembangunan (pondasi) nilai daya dukung tanah yang didukung berupanilai kuat geser dimana kuat geser yang digunakan yaitu geser triaksial.

Stabilisasi tanah adalah usaha untuk memperbaiki sifat-sifat tanah yang ada, sehingga didapatkan sifat-sifat tanah yang memenuhi syarat-syarat teknis untuk lokasi konstruksi bangunan. Tujuan lain dari stabilisasi tanah ini yaitu untuk memperbaiki kondisi tanah tersebut, kemudian mengambil tindakan yang tepat terhadap masalah-masalah yang dihadapi. (Soehardi,2017)

Peningkatan kuat geser tanah melalui proses stabilisasi adalah penting untuk mendukung beban struktural dan meningkatkan stabilitas daya dukung tanah. Kuat geser merupakan gaya perlawanan yang dilakukan oleh butir-butir tanah terhadap desakan atau tarikan (Hardiyatmo, 2006). *Direct Shear Test* adalah metode uji kuat geser tanah, kuat geser tanah diukur dengan 2 parameter tanah yaitu kohesi (c) atau gaya tarik-menarik antar partikel dan sudut geser dalam (ϕ) atau gesekan antara butir tanah.

Pada Penelitian kali ini pengujian menggunakan campuran abu tongkol (bonggol) jagung sebagai bahan stabilisasi tanah terhadap nilai kuat geser. Namun dalam penelitian ini yang digunakan untuk menentukan kuat geser tanah adalah pengujian geser triaksial. Pengujian kuat geser ini dilakukan untuk mendapatkan parameter kuat geser yaitu kohesi (c) dan sudut geser dalam (ϕ). Di mana Sampel tanah yang akan di uji berada pada daerah Koya, kota Jayapura, Papua, dan campuran abu tongkol jagung yang digunakan merupakan tumpukan sisa limbah yang berlokasi di Kawasan Arso sebagai pusatnya.

2. METODE PENELITIAN



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian
Sumber: Data Pribadi, 2024

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

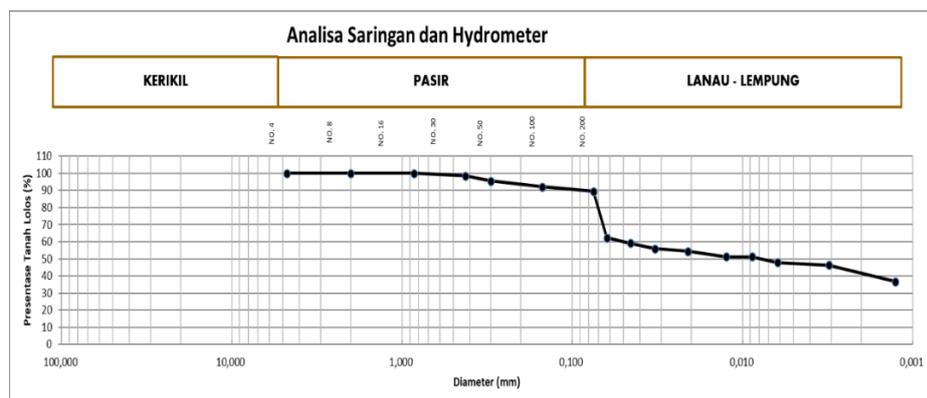
3.1. Pengujian Karakteristik Tanah Asli

Tabel 1. Hasil Pengujian Karakteristik Tanah Asli

Pengujian	Hasil	Satuan
Kadar Air	52,85	%
Berat Jenis (Gs)	2,54	-
Batas - Batas Atterberg		
1. Batas Susut	27,65	%
2. Batas Cair (LL)	49,44	%
3. Batas Plastis (PL)	24,77	%
4. Indeks Plastisitas (PI)	24,67	%
Distribusi Ukuran Butir		
Lolos 200#	89,40	%
Kerikil	0,00	%
Pasir	10,60	%
Lanau	52,68	%
Lempung	36,72	%
Tipe material yang paling dominan	tanah kerikil dan pasir lanau atau berlempung	
penilaian sebagai bahan tanah dasar	Biasa sampai jelek	
Klasifikasi Kelompok Tanah	A-7-6	

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium, 2024

3.2. Analisa Saringan Dan Hidrometer Tanah Asli



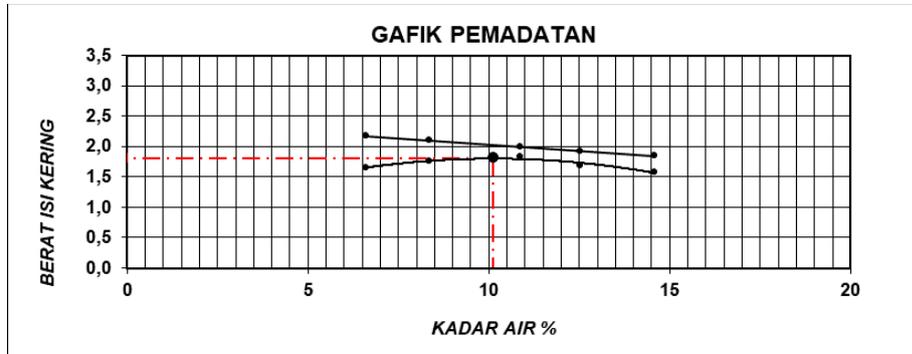
Gambar 2. Grafik Analisa Saringan dan Hydrometer

Pada analisis grafik Analisa ukuran butiran didapatkan kadar 89,40 persen untuk tanah yang lolos saringan no.200. kadar ini ditentukan dengan menggunakan pengujian hydrometer untuk mengukur ukuran butiran yang kurang dari atau sama dengan ukuran butiran yang lolos pada saringan no.200.



3.3. Pengujian Pemadatan Standar Tanah Asli

Uji pemadatan berfungsi untuk meningkatkan kekuatan tanah, sehingga proses pemadatan tanah dapat meningkatkan daya dukung pondasi pada konstruksi yang akan dibangun di atasnya. Hasil percobaan *proctor standard* bisa diamati pada grafik dibawah ini.



Gambar 3. Grafik Pengujian Kepadatan Tanah (Proctor Test)

Pada pengujian pemadatan tanah asli didapatkan nilai kepadatan kering maksimum (γ_{dry}) tanah 1.81 gr/cm^3 dan untuk kadar air optimum (ω_{dry}) tanah asli sebesar 10.13 %.

3.4. Pengujian Karakteristik Tanah + Abu Tongkol Jagung

Pada penelitian ini, masa pemeraman atau perawatan (*curing* atau alat desikator) tanah campuran menggunakan abu tongkol jagung dilakukan selama 4 hari menggunakan temperature ruangan yang telah diatur. Hasil pemeriksaan batas cair (*Limit Liquid*), Batas Plastis (*Plastic Limit*) dan nilai Indeks Plastis dapat diamati pada tabel dibawah:

Tabel 2. Hasil Pemeriksaan Karakteristik tanah + Abu tTongkol Jagung

Komposisi campuran (%)	Batas Cair (%)	Batas Plastis (%)	Indeks Plastis (%)
5	48,87	33,27	15,60
10	51,62	38,41	13,21
15	53,99	41,71	12,29

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium 2024

Setelah distabilisasi dengan variasi kadar abu tongkol jagung pada tabel diatas maka nilai *Limit Liquid* (LL) dan *Plastic Limit* (PL) pada variasi kadar 15% menjadi 53,99 dan 41,71. Sehingga nilai Indeks Plastis (IP) mengalami penurunan menjadi 12,29%. Untuk berat jenis sb:

Tabel 3. Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Tanah + Abu Tongkol Jagung

Kadar Abu Tongkol Jagung (%)	Berat Jenis
5	2,45
10	2,32
15	2,31

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium 2024

Berdasarkan tabel diatas hasil pengujian berat jenis tanah campuran, nilai berat jenis pada kondisi tanah asli yaitu 2.54 dan setelah dilakukan stabilisasi dengan menggunakan abu tongkol jagung (ATJ) dengan variasi kadar 5%, 10% ATJ dan 15% ATJ maka nilai berat jenis tanah mengalami penurunan menjadi 2.45, 2.32 dan 2.31.

3.5. Pengujian Geser Triaksial Tanah Asli dengan Tanah Campuran variasi

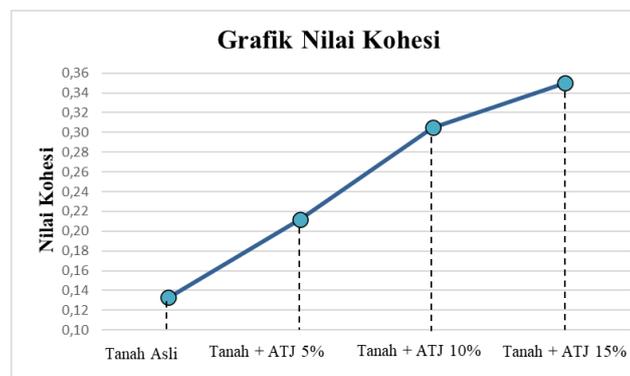
Pengujian ini dilakukan untuk mencari nilai kohesi dan Sudut geser samping pada tanah asli yang telah dipadatkan di laboratorium pada kadar air tertentu dan telah dilakukan pemeraman dengan masa pemeraman 4 hari diperam. Hasil dari pengujian geser triaksial ini dapat dilihat pada tabel berikut:

1. Parameter Nilai Kohesi (C)

Tabel 4. Nilai Kohesi (C)

Komposisi Campuran	Nilai Kohesi (C)
Tanah + 0% ATJ	0,13
Tanah + 5% ATJ	0,21
Tanah + 10% ATJ	0,31
Tanah + 15% ATJ	0,35

Sumber : Hasil Pengolahan Data, 2024



Gambar 4. Grafik Nilai Kohesi (C)

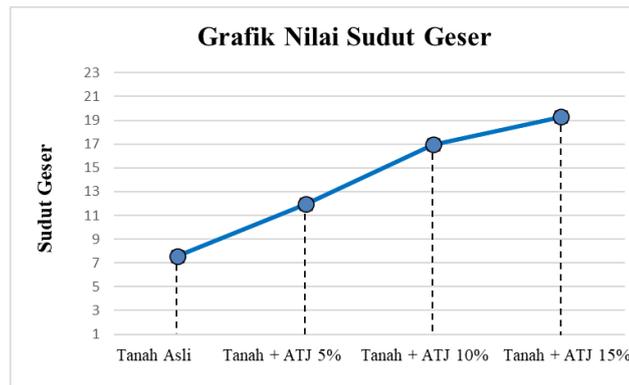
Berdasarkan tabel 3. didapatkan hasil pengujian geser triaksial dengan nilai kohesi dari tanah asli sebesar 0,13 jika ditambahkan komposisi campuran abu tongkol jagung dengan variasi kadar 5%, 10%, dan 15% maka nilai kohesinya mengalami kenaikan hingga 0,35.

2. Parameter Nilai Sudut Geser Dalam (ϕ)

Tabel 5. Nilai Sudut Geser Dalam (ϕ)

Komposisi Campuran	Sudut Geser (ϕ)
Tanah + 0% ATJ	7,57
Tanah + 5% ATJ	11,96
Tanah + 10% ATJ	16,96
Tanah + 15% ATJ	19,29

Sumber : Hasil Pengolahan Data, 2024



Gambar 5. Grafik Sudut Geser Dalam (ϕ)

Berdasarkan tabel 4. didapatkan hasil pengujian geser triaksial dengan nilai Sudut geser dalam (sudut kemiringan) dari tanah asli sebesar $7,57^\circ$ jika ditambahkan komposisi campuran abu tongkol jagung dengan variasi kadar 5%, 10%, dan 15% maka nilai sudut kemiringan sebesar $11,96^\circ$, $16,96^\circ$, dan $19,29^\circ$.

4. KESIMPULAN

1. Berdasarkan hasil pengujian karakteristik tanah asli, tanah yang diambil pada Ruas Jalan Poros. Koya Tengah, Kec. Muara Tami, Kota Jayapura Provinsi Papua memiliki nilai indeks plastisitas 24.67%. Nilai konsistensi batas cair, batas plastis dan batas susut berturut – turut sebesar 49.44%, 24.77% dan 27.65% dengan nilai berat jenis sebesar 2.54. Sehingga menurut Sistem Klasifikasi AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Official), tanah ini dikelompokkan pada kelompok A-7-6, yaitu dengan tipe material yang dominan adalah lanau kelempungan dengan penelitian sebagai bahan tanah dasar yaitu, biasa sampai dengan jelek. Secara visual tanah terlihat orange kehitaman apabila dalam keadaan basah dan berwarna kuning pucat dalam keadaan kering.
2. Dari pengujian nilai Kuat Geser tanah asli yang dilakukan dengan masa waktu pemeraman 4 hari pemeraman. Hasil nilai Kuat geser tanah asli pada masa pemeraman 4 hari sebesar 0,13 nilai kohesi dan $7,57^\circ$ Sudut Geser dalam, dan nilai Kuat geser dengan variasi 15% Abu Tongkol Jagung dengan pemeraman 4 hari sebesar 0,35 nilai kohesi dan $19,29^\circ$ Sudut Geser dalam. Berdasarkan dari hasil pengujian nilai Kuat Geser Triaksial yang dilakukan pada tanah lempung yang berlokasi di Ruas Jalan Poros. Koya Tengah, Kecamatan Muara Tami, Kota Jayapura, Provinsi Papua ini dapat disimpulkan bahwa tanah tersebut sudah memenuhi standar untuk dijadikan lapisan tanah dasar.

DAFTAR PUSTAKA

- Atika Vajriati Umasugi, Reny Rochmawati, Irianto, 2023. "Uji Eksperimental Pengaruh Penambahan Abu Tongkol Jagung Terhadap Nilai *California Bearing Ratio*".
- Das, B. M., Endah, N., & Mochtar, I. B. (1995). Mekanika Tanah Jilid 1 (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis). Erlangga, 1–291.
- Das, B. M., Noor, E., & Indrasuryah, B. M. (1995). Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis (Mekanika Tanah) Jilid 1. Jakarta: Erlangga.
- Domènech-Casal, J., Lope, S., & Mora, L. (2019). Qué proyectos STEM diseña y qué dificultades expresa el profesorado de secundaria sobre Aprendizaje Basado en Proyectos.
- Hardiyatmo, H. C. (2018). Tanah Ekspansif; Permasalahan dan Penanganan. Gadjah mada University Press.
- Hardiyatmo, H. C. (2002). Mekanika Tanah I. Yogyakarta.
- Mildawati, R., Dewi, S. H., & Mulyono, M. (2022). Pengaruh Campuran Abu Batang Jagung Dan Semen Sebagai Bahan Untuk Stabilisasi Tanah Lempung Organik Terhadap Nilai *California Bearing Ratio* (CBR). *Sainstek (e-Journal)*, 10(1), 32-38.



- Mulyono, M. (2021). *Pengaruh Campuran Abu Batang Jagung Dan Semen Sebagai Bahan Stabilisasi Tanah Lempung Organik Terhadap Nilai California Bearing Ratio (CBR)* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Riau).
- Pratama, R. O. (2022). Pengaruh Penambahan Abu Tongkol Jagung Terhadap Sifat Fisis Dan Mekanis Pada Mortar.
- Soehardi, F., Lubis, F., & Putri, L. D. (2017). Stabilisasi Tanah Dengan Variasi Penambahan Kapur Dan Waktu Pemeraman. *Jurnal Lingkungan*, 1(1), 54-59.
- Team Soil Mechanics Laboratory, 2018. “Buku Panduan Praktikum Mekanika Tanah”.
- Wardhani, G. A. paramitakusumah. (2017). Silika pada Togkol Jagung yang Dikarakterisasi Menggunakan Spektroskopi Infra Merah dan Difraksi Sinar-X. *Jurnal Kimia Riset*, 2(1), 37.

5. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Analisis Perhitungan Produktivitas Alat Berat

Yang dimaksud produktivitas atau kapasitas alat adalah besarnya keluaran (*output*) volume pekerjaan tertentu yang dihasilkan alat per – satuan waktu. Untuk memperkirakan produktivitas alat diperlukan faktor standar kinerja alat yang diberikan oleh pabrik pembuat alat, faktor efisiensi alat, operator, kondisi lapangan dan material.

a) Produktivitas *Excavator*

$$Q = \frac{V \times F_b \times F_a \times 3600}{CT \times F_v} \text{ (m}^3\text{/jam)} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

Q : Produksi per jam (m³/ jam)

V : Kapasitas bucket

CT : waktu siklus (detik)

Fb : Faktor Bucket

Fa : Faktor Efisiensi alat

Fv : Faktor Konversi (Kedalaman < 40%)

b) Produktivitas *Dump Truck*

Perhitungan waktu siklus :

Perhitungan produktivitas *dump truck* menggunakan rumus:

$$Q = \frac{C \times 60 \times E}{CT} \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana :

Q : Produktivitas *dump truck* (m³/jam)

C : Kapasitas *dump truck* (m³)

E : Efisiensi

CT : Waktu siklus (menit)

2.2. Analisis Perhitungan Biaya Operasional Alat Berat

a.) Biaya bahan bakar (H)

$$H = (12,00 \text{ s/d } 15,00)\% \times HP \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana :

H : Bahan bakar yang dipergunakan dalam 1 jam (liter/jam);



- HP : Horse Power, kapasitas tenaga mesin penggerak;
- 12,00% : Untuk alat yang bertugas ringan;
- 15,00% : Untuk alat yang bertugas berat.

b.) Biaya Pelumas (I)

$$I = (2,5 \text{ s/d } 3)\% \times \text{HP} \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana :

- I : Banyak minyak pelumas yang dipakai dalam 1 (liter / jam);
- HP : *Horse Power*, kapasitas tenaga mesin penggerak;
- 2,5% : Untuk alat yang bertugas ringan;
- 3% : Untuk alat yang bertugas berat.

c.) Biaya Perbaikan (K)

$$K = (12,5 \text{ s/d } 17,5)\% \times \text{B/W} \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana :

- B : Harga pokok alat setempat;
- W : Jumlah jam kerja alat dalam satu tahun;;
- 12,5% : Untuk alat yang bertugas ringan;
- 17,5% : Untuk alat yang bertugas berat.

d.) Biaya Bengkel (J)

$$J = (6,25 \text{ s/d } 8,75)\% \times \text{B/W} \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana :

- B : Harga pokok alat setempat;
- W : Jumlah jam kerja alat dalam satu tahun;
- 6,25% : Untuk alat yang bertugas ringan;
- 8,75% : Untuk alat yang bertugas berat.

e.) Upah Operator (L) dan Pembantu Operator (M)

Operator (L) : (1 orang/jam) x U1

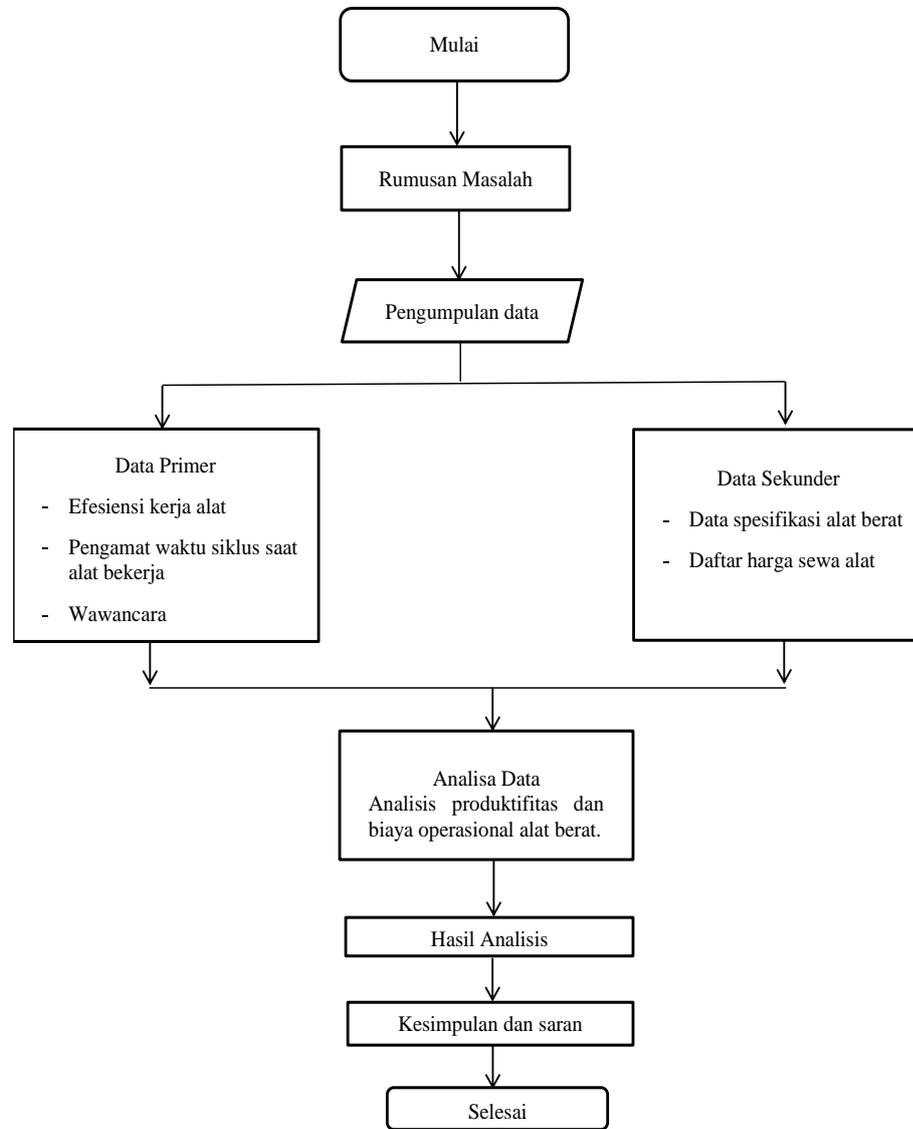
Pembantu Operator (M) : (1 orang/jam) x U2

Sehingga total biaya operasi perjam adalah :

$$\text{Biaya operasi : } P = H + I + J + K + L + M$$

6. METODOLOGI PENELITIAN

Langkah-langkah penelitian yang akan dilakukan dapat dilihat dalam bagan alir pada gambar. 1 bagan alir penelitian.



1
Alir

Gambar
Bagan

Penelitian
Sumber: Data Pribadi, 2024



7. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perhitungan Produktivitas Alat

a) *Excavator*

Merujuk pada penelitian (Sokop, dkk. 2018), waktu siklus *excavator* (Gali, Putar, Buang) menggunakan nilai rata-rata sampel yang diambil, bukan dari nilai yang terbesar atau terkecil. Berikut adalah contoh perhitungan produktivitas *excavator* Caterpillat 320D. Perhitungan produktivitas *excavator* berdasarkan pengamatan lapangan pada hari sabtu 16 maret 2024 sebagai berikut :

Waktu Siklus:

$$\begin{aligned} CT &= T1 + T2 + T3 + T4 \\ &= 5,21 + 4,53 + 3,27 + 2,87 \\ &= 15,88 \text{ detik} \approx 16 \text{ detik} \end{aligned}$$

Produktivitas excavator per jam :

$$\begin{aligned} Q &= \frac{V \times Fb \times Fa \times 3600}{CT \times Fv} \\ &= \frac{0,9 \times 0,8 \times 0,75 \times 3600}{16 \times 0,7} \\ &= 173,571 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

Hasil dari analisa produktivitas per jam didapat nilai sebesar 192,085m³/jam. Karena waktu pekerjaan yang ditetapkan di lapangan adalah 8 jam/hari maka analisa produktivitas *excavator* dalam satu hari adalah sebagai berikut :

Produktivitas per hari excavator:

$$\begin{aligned} &= \text{Produktifitas per jam} \times \text{jam kerja} \\ &= 173,571 \times 8 \text{ jam} \\ &= 1.388,57 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

b) *Dump truck*

Pada proses loading atau muat material dalam penelitian ini, waktu siklus tidak alat berat tidak dianalisis. Hal ini disebabkan karena penentuan waktu muat material dilakukan dengan cara pengamatan langsung di lapangan secara real time menggunakan alat bantu ukur waktu stopwatch. Setelah proses loading atau muat material selesai, selanjutnya dilakukan pengangkutan material menuju lokasi pekerjaan. Berdasarkan wawancara dan diskusi dengan operator dump truck, kecepatan rata – rata dump truck dalam kondisi material terisi sebanyak 5 m³ adalah 24 Km/jam. Saat dump truck telah sampai di lokasi pekerjaan kemudian dilakukan proses pembongkaran material. Pembongkaran material dilakukan di area yang akan dihamparkan. Setelah proses pembongkaran material selesai dilakukan, kemudian dump truck kembali ke stockyard untuk memuat material kembali. Berdasarkan wawancara dan diskusi dengan operator di lapangan, kecepatan dump truck pada saat muatan kosong adalah 30 Km/jam. Setelah semua proses telah dilakukan didapatkan data sebagai berikut :

1. Waktu muat dump truck menggunakan bantuan alat excavator tidak dianalisis karena prosesnya dilakukan dengan cara pengamatan langsung secara real time di lapangan menggunakan stopwatch. Rata – rata waktu muat dump truck yang di dapatkan di lapangan adalah (T1) 1,86 menit.
2. Waktu angkut dump truck dari Quarry menuju lokasi penelitian dengan jarak angkut (D) adalah 9,2km atau 9.200m dan kecepatan rata – rata dump truck dalam keadaan terisi berdasarkan wawancara dan diskusi dengan operator adalah (V1) 24 km/jam atau 400m/jam. waktu angkut dump truck dari Quarry menuju lokasi adalah sebagai berikut :



Kondisi Bermuatan :

$$\begin{aligned} T_2 &= \frac{D \times 1000}{V_1 \times 1000} \\ &= \frac{9,2 \times 1000}{24 \times 1000} \\ &= 0,383 \text{ Jam} \approx 23 \text{ Menit} \end{aligned}$$

- Waktu bongkar material didapat dengan menggunakan alat bantu *stopwatch* dan dilakukan berdasarkan pengamatan langsung di lapangan secara *real time* sehingga waktu bongkar material adalah (T_3) 0,84 menit.
- Waktu kembali *dump truck* dari lokasi penelitian menuju *Querry* memiliki jarak yang sama yaitu (D) 9,2km atau 9.200m dan kecepatan rata - rata *dump truck* dengan muatan kosong berdasarkan wawancara dan diskusi dengan operator adalah 30 km/jam = 500 m/menit. Sehingga waktu kembali *dump truck* adalah sebagai berikut :

Kondisi Kosong :

$$\begin{aligned} T_4 &= \frac{D \times 1000}{V_1 \times 1000} \\ &= \frac{9,2 \times 1000}{30 \times 1000} \\ &= 0,306 \text{ Jam} \approx 18,36 \text{ Menit} \end{aligned}$$

Sehingga waktu siklus dari *dump truck* adalah sebagai berikut :

Waktu Siklus:

$$\begin{aligned} CT &= T_1 + T_2 + T_3 + T_4 \\ &= 1,86 + 23 + 0,84 + 18,36 \\ &= 44 \text{ Menit} \end{aligned}$$

Setelah waktu siklus rata – rata *dump truck* didapatkan yaitu sebesar (CT 57 menit, kemudian dilakukan analisa produksi *dump truck* per siklus. Sebelumnya telah diketahui bahwa kapasitas bak penampung *dump truck* (C) adalah 5 m³ dan faktor koreksi pengisi bucket (K) berdasarkan Tabel 2.1 adalah 0,9, maka produksi per siklus (q) adalah sebagai berikut :

Jumlah siklus *excavator* untuk mengisi *dump truck* (n)

$$\begin{aligned} (n) &= \frac{c}{q' \times K} \\ &= \frac{5}{0,9 \times 0,8} \\ &= 6,94 \approx 7 \text{ kali siklus} \end{aligned}$$

Produktivitas per siklus:

$$\begin{aligned} (q) &= n \times q' \times K \\ &= 7 \times 0,9 \times 0,8 \\ &= 5,04 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Produksi per siklus *dump truck* yang telah dianalisis adalah 4 m³. selanjutnya adalah menghitung waktu produksi per jam *dump truck*. Sebelumnya telah diketahui bahwa waktu siklus *dump truck* (C_t) adalah 57 menit dan faktor efisiensi yang diambil berdasarkan Tabel 3.2 adalah (E) 0,75 karena melihat kondisi alat langsung di lapangan. Maka analisa produksi per jam *dump truck* (Q) adalah sebagai berikut :

Produktivitas *excavator* per jam :

$$\begin{aligned}
 Q &= \frac{q \times 60 \times E}{CT} \\
 &= \frac{5,04 \times 60 \times 0,75}{44} \\
 &= 5.154 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil analisa, didapatkan nilai hasil produktivitas alat berat dump truck per jam adalah 5.154 m³/jam. Karena jam kerja yang ditetapkan adalah 8 jam/hari, maka untuk menghitung *out put* pekerjaan per hari adalah sebagai berikut :

Produktivitas per hari *dump truck*:

$$\begin{aligned}
 &= \text{Produktifitas per jam} \times \text{jam kerja} \\
 &= 5,012 \times 8 \text{ jam} \\
 &= 41,236 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

4.2 Analisis Perhitungan Biaya Operasional Alat Berat

Biaya operasi adalah biaya-biaya yang dikeluarkan untuk keperluan-keperluan pengoprasian alat berat.

1. Excavator

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya bahan bakar (H)} &= (12,00 \text{ s/d } 15,00)\% \times \text{HP} \\
 &= 15,00\% \times 145 \\
 &= 21,75 \text{ liter/jam} \times \text{Rp. } 14.700 /\text{L} \\
 &= \text{Rp } 319.700 /\text{Jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya Pelumas (I)} &= (2,5 \text{ s/d } 3)\% \times \text{HP} \\
 &= 3\% \times 145 \\
 &= 4,35 \text{ liter/jam} \times \text{Rp. } 9.600 /\text{L} \\
 &= \text{Rp. } 41.760 /\text{Jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya Perbaikan (K)} &= (12,5 \text{ s/d } 17,5)\% \times \text{B/W} \\
 &= 17,5\% \times \frac{840 \text{ Juta}}{2496} \\
 &= \text{Rp } 58.894 /\text{Jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya Bengkel (J)} &= (6,25 \text{ s/d } 8,75)\% \times \text{B/W} \\
 &= 8,75\% \times \frac{840 \text{ Juta}}{2496} \\
 &= \text{Rp } 29.447 /\text{Jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Upah Operator (L)} &= \text{Rp. } 75.000 \times 8 \text{ jam} \\
 &= \text{Rp. } 600.000 /\text{Hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Upah Operator (M)} &= \text{Rp. } 50.000 \times 8 \text{ jam} \\
 &= \text{Rp. } 400.000 /\text{Hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya operasi (P)} &= \text{H} + \text{I} + \text{J} + \text{K} + \text{L} + \text{M} \\
 &= 319.700 + 41.760 + 29.447 + 58.894 + 75.000 + 50.000 \\
 &= \text{Rp. } 574.830 /\text{jam} \times 8 \text{ jam kerja} \\
 &= \text{Rp. } 4.598.640 /\text{hari}
 \end{aligned}$$



2. *Dump truck*

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya bahan bakar (H)} &= (12,00 \text{ s/d } 15,00)\% \times \text{HP} \\
 &= 15,00\% \times 125 \\
 &= 18,75 \text{ liter/jam} \times \text{Rp. } 6.800 /\text{L} \\
 &= \text{Rp } 127.500 /\text{Jam} \\
 \text{Biaya Pelumas (I)} &= (2,5 \text{ s/d } 3)\% \times \text{HP} \\
 &= 3\% \times 125 \\
 &= 3,75 \text{ liter/jam} \times \text{Rp. } 9.600 /\text{L} \\
 &= \text{Rp. } 36.000 /\text{Jam} \\
 \text{Biaya Perbaikan (K)} &= (12,5 \text{ s/d } 17,5)\% \times \text{B/W} \\
 &= 17,5\% \times \frac{480 \text{ Juta}}{2496} \\
 &= \text{Rp } 33.653 /\text{Jam} \\
 \text{Biaya Bengkel (J)} &= (6,25 \text{ s/d } 8,75)\% \times \text{B/W} \\
 &= 8,75\% \times \frac{480 \text{ Juta}}{2496} \\
 &= \text{Rp } 16.826 /\text{Jam} \\
 \text{Upah Operator (L)} &= \text{Rp. } 25.000 \times 8 \text{ jam} \\
 &= \text{Rp. } 200.000 /\text{Hari} \\
 \text{Biaya operasi (P)} &= \text{H} + \text{I} + \text{J} + \text{K} + \text{L} + \text{M} \\
 &= 127.500 + 36.000 + 33.653 + 16.826 + 25.000 \\
 &= \text{Rp. } 238.979 /\text{jam} \times 8 \text{ jam kerja} \\
 &= \text{Rp. } 1.911.832 /\text{hari} \times 13 \text{ unit alat} \\
 &= \text{Rp. } 24.853.816 /\text{hari}
 \end{aligned}$$

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil perhitungan analisa produktifitas alat berat pada pekerjaan galian tanah tanah pada Proyek Pembangunan Perumahan Rollo Grand Diamond Residence dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Produktivitas alat berat excavator per jam adalah sebesar 173,571 m³/jam, dan produktivitas per hari dengan durasi pekerjaan 8 jam/hari adalah sebesar 1.388,57 m³/hari dan rata – waktu siklus selama 16 detik. Produktivitas alat berat dump truck per jam adalah sebesar 5.154 m³/jam dan produktivitas per hari dengan durasi waktu pekerjaan 8 jam/hari adalah sebesar 41,236m³/hari dan rata – rata waktu siklus selama 44 menit.
2. Dari hasil perhitungan biaya operasional alat maka diperoleh biaya yang harus dikeluarkan per jam untuk 1 unit Excavator sebesar Rp. 574.830 dan per hari dengan durasi pekerjaan 8 jam/hari adalah sebesar Rp 4.598.640 dan 1 unit Dump Truck sebesar Rp.238.979. dan perhari dengan durasi pekerjaan 8 jam/hari adalah sebesar Rp 1.911.832.

5.2 Saran

1. Untuk tipe alat berat itu sendiri tidak berpengaruh terhadap tinjauan lapangan, karena yang berpengaruh itu ialah ukuran alat berat, banyaknya alat berat dan pemeliharaan alat berat tersebut.
2. Alat berat yang digunakan harus dengan keadaan bagus dan perawatan yang rutin, agar efesiensi alat berat baik sehingga mempengaruhi siklus waktu untuk lebih cepat.
3. Sebaiknya didalam pengoperasian alat berat perlu adanya pengawasan yang ketat terhadap kerja operator serta pengecekan kondisi alat agar tetap dalam kondisi yang baik. Sehingga tidak mengganggu jadwal pekerjaan yang telah ditentukan dalam perencanaan awal.



Fakultas Teknik

DAFTAR PUSTAKA

- Dipohusodo, I., (1995), *Manajemen Proyek & Konstruksi*. 1 sted, Badan Penerbit Kanisius, Yogyakarta
- Dipohusodo, Istimawan.(1996). “*Manajemen Proyek & Konstruksi.Kanisius*”. Jogjakarta.
- Kholil, Ahmad. (2012). *Alat Berat*. PT. Remaja Rosda Karya Offset: Bandung.
- Rostiyanti, Susy Fatena ,2008, *Alat Berat untuk Proyek Kontruksi Edisi 2*, Rineka Cipta, Jakarta.
- Rostiyanti, (1999), *Produktivitas Alat Berat Pada Proyek Konstruksi*, Penerbit Rineka Cipta, Jakarta..
- Rochmanhadi. (1986). “*Alat-Alat Berat Dan Penggunaannya*”, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Kulo, E. N. (2017). Analisa produktivitas alat berat untuk pekerjaan pembangunan jalan (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Jalan Lingkar SKPD Tahap 2 Lokasi Kecamatan Tutuyan Bolaang Mongondow Timur). *Jurnal Sipil Statik*, 5(7), 465–474.
- Balitbang PU. 2012. Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Bidang Pekerjaan Umum. Jakarta: Kementrian Pekerjaan Umum Republik Indonesia.
- Menteri PUPR RI. (2016). Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 28/PRT/M/2016 Tentang Pedoman analisis harga satuan pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum (Issue May). JDIH Kementrian PUPR
- Rochmanhadi. (1982). *Kapasitas dan Produksi Alat-Alat Berat*. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Tjaturono. (2004). Penerapan Produktivitas Tenaga Kerja Aktual dan modifikasi Penjadwalan dengan Metode Fast Track untuk Mereduksi Biaya dan Waktu Pembangunan Perumahan, Makalah Seminar REI Jatim, 16 Desember 2004, Hotel Sangri-La, Surabaya.