

Analisis Faktor Yang Mempengaruhi Efisiensi dan Produktivitas Alat Berat pada Tahap Clearing Sawit untuk Penimbunan Well Pad di Wilayah Kerja Rokan

Paris Nababan¹, Inge Anggitasari², Susilowati³, Monicadewi⁴

¹Universitas Kahuripan Kediri, ²Universitas Kahuripan Kediri, ³Universitas Kahuripan Kediri, ⁴Universitas Kahuripan Kediri

paris.nababan@students.kahuripan.co.id, inge@kahuripan.ac.id, susilowati@kahuripan.ac.id,

monicadewi@kahuripan.ac.id

Abstrak

Pemanfaatan lahan bekas perkebunan kelapa sawit untuk pembangunan infrastruktur well pad migas di Duri Field WK Rokan memerlukan penanganan tanah khusus. Pengupasan topsoil setebal ± 90 cm harus dilakukan untuk mengambil lapisan fresh soil pada kedalaman ± 3 meter guna menjamin daya dukung struktur. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis produktivitas alat berat, mengevaluasi Match Factor (MF), serta memberikan rekomendasi efisiensi biaya dan durasi pada pekerjaan timbunan tanah volume 14.000 m^3 dengan luas 3.994 m^2 . Metode penelitian menggunakan time study untuk mengukur waktu siklus (cycle time) alat muat (Excavator) dan alat angkut (Dump Truck). Hasil analisis menunjukkan produktivitas 1 unit Excavator Komatsu PC-200 sebesar $97,2 \text{ m}^3/\text{jam}$ dengan durasi pekerjaan 21 hari, sedangkan armada 40 unit Dump Truck memiliki kapasitas angkut total $708,8 \text{ m}^3/\text{jam}$ (durasi 3 hari). Evaluasi nilai MF sebesar 6,72 mengindikasikan ketidakseimbangan kombinasi (fleet mismatch), yang menyebabkan antrean panjang 30–34 unit Dump Truck serta timbulnya idle time. Rekomendasi optimalisasi adalah penambahan alat muat menjadi 6 unit Excavator ($\text{MF} \approx 1,12$), yang mampu memangkas durasi proyek menjadi 3,5 hari serta menghemat biaya bahan bakar Bio Solar.

Kata Kunci: Well Pad, Fresh Soil, Excavator, Dump Truck, Match Factor, Efisiensi Durasi.

Abstract

The utilization of former oil palm plantation land for oil and gas well pad infrastructure development in Duri Field, Rokan Work Area, requires special soil treatment. Topsoil stripping to a thickness of ± 90 cm must be carried out to obtain the fresh soil layer at a depth of ± 3 meters to ensure structural bearing capacity. This study aims to analyze heavy equipment productivity, evaluate the Match Factor (MF), and provide recommendations for cost and duration efficiency in earthfill work with a volume of $14,000 \text{ m}^3$ covering an area of $3,994 \text{ m}^2$. The research method employed time study to measure the cycle time of loading equipment (Excavator) and hauling equipment (Dump

Truck). The analysis results show that the productivity of 1 unit of Komatsu PC-200 Excavator is $97.2 \text{ m}^3/\text{hour}$ with a work duration of 21 days, while the fleet of 40 Dump Truck units has a total hauling capacity of $708.8 \text{ m}^3/\text{hour}$ (duration of 3 days). The MF evaluation value of 6.72 indicates a fleet mismatch, causing long queues of 30–34 Dump Truck units and generating idle time. The optimization recommendation is to increase the loading equipment to 6 Excavator units ($\text{MF} \approx 1.12$), which can reduce project duration to 3.5 days and save Bio Solar fuel costs.

Keywords: heavy equipment productivity, well pad filling, match factor, time study, oil palm clearing, fleet optimization

I. PENDAHULUAN

Industri minyak dan gas bumi merupakan salah satu sektor strategis yang memberikan kontribusi signifikan terhadap perekonomian Indonesia [1]. Dalam proses eksplorasi dan eksploitasi migas, pembangunan infrastruktur well pad menjadi tahapan krusial yang memerlukan perencanaan matang dan pelaksanaan yang efisien. Well pad merupakan area kerja yang dipersiapkan untuk menempatkan rig pemboran beserta peralatan pendukungnya, yang membutuhkan lahan datar, stabil, dan memiliki daya dukung tanah yang memadai [2].

Banyak lokasi potensial untuk kegiatan eksplorasi migas berada di area yang sebelumnya merupakan perkebunan kelapa sawit. Hal ini menciptakan peluang untuk memanfaatkan lahan bekas perkebunan sawit sebagai lokasi pembangunan well pad, dengan melakukan aktivitas land clearing dan penimbunan menggunakan material fresh soil yang diperoleh dari proses pembersihan lahan tersebut [3].

Alat berat merupakan salah satu faktor penting di dalam proyek konstruksi skala besar [4]. Tujuan penggunaan alat-alat berat tersebut untuk memudahkan manusia dalam mengerjakan pekerjaannya sehingga hasil yang diharapkan dapat tercapai dengan mudah dalam waktu yang relatif singkat [4]. Proses pembangunan well pad melibatkan beberapa tahapan penting, yaitu land clearing, penggalian, pengangkutan, dan penimbunan material tanah. Keberhasilan proyek sangat bergantung pada produktivitas alat berat yang digunakan, khususnya alat angkut dan angkut seperti excavator, bulldozer, dump truck, dan motor grader [5].

Produktivitas alat berat dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti kondisi medan kerja, jarak angkut, karakteristik material, skill operator, serta sistem manajemen proyek yang diterapkan [6]. Fenomena terkini menunjukkan bahwa industri konstruksi dan pertambangan semakin menuntut efisiensi operasional yang tinggi untuk menekan biaya proyek dan mempercepat waktu penyelesaian. Analisis produktivitas alat berat menjadi instrumen penting dalam perencanaan dan evaluasi kinerja proyek [6].

Beberapa tantangan yang sering dihadapi dalam proyek penimbunan well pad antara lain ketidaksesuaian antara rencana dan kondisi lapangan, rendahnya produktivitas alat akibat manajemen yang kurang optimal, tingginya downtime akibat kerusakan alat atau kendala operasional, serta keterbatasan data akurat mengenai produktivitas aktual alat berat di lapangan. Kondisi ini mengakibatkan pembengkakan biaya dan keterlambatan penyelesaian proyek [7].

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengetahui dan menganalisis nilai aktual serta efisiensi kerja dari alat berat (excavator, bulldozer, motor grader dan dump truck) pada tahap clearing sawit untuk penimbunan well pad; dan (2) mengidentifikasi dan mendeskripsikan secara rinci kendala-kendala utama yang secara signifikan mempengaruhi penurunan efisiensi kerja alat berat di lapangan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Produktivitas Alat Berat

Produktivitas alat berat adalah kemampuan alat untuk menghasilkan pekerjaan (m^3) per satuan waktu

(jam/hari) pada kondisi operasional tertentu. Faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas alat berat meliputi kondisi alat, kondisi operator, kondisi lapangan/medan kerja, manajemen proyek, metode kerja, ketersediaan (availability), dan efisiensi kerja (working efficiency) [8].

Well Pad

Well pad adalah area atau lokasi di permukaan tanah yang dipersiapkan untuk pengeboran dan operasi sumur minyak atau gas bumi. Well pad merupakan area kerja pada kegiatan konstruksi migas yang harus memenuhi persyaratan elevasi, daya dukung tanah, dan kestabilan permukaan [2]. Pekerjaan penimbunan well pad bertujuan untuk membentuk platform kerja yang aman dengan memanfaatkan timbunan yang sesuai untuk mendapatkan lapisan fresh soil atau tanah kuning.

Clearing Tanaman Sawit

Clearing tanaman sawit adalah proses pembersihan lahan atau penyiapan lahan dengan cara menebang, menyingkirkan, dan membersihkan tanaman kelapa sawit yang sudah tidak produktif lagi dengan menggunakan alat berat. Dari kegiatan ini dihasilkan material fresh soil yang dapat dimanfaatkan sebagai material timbunan karena memiliki kadar organik lebih rendah dibanding top soil, lebih stabil untuk pekerjaan penimbunan, dan mengurangi kebutuhan material borrow pit dari luar lokasi [9].

Lapisan Fresh Soil

Fresh soil adalah tanah galian yang masih baru dengan karakteristik tanah yang baru digali dari lapisan bawah permukaan, lebih padat dan stabil dibanding top soil, kandungan bahan organik rendah, struktur lebih keras dan kompak. Penggunaan lapisan fresh soil cocok untuk timbunan pondasi, pengurugan lahan, dan konstruksi karena memiliki daya dukung lebih baik dan tidak mudah amble [3].

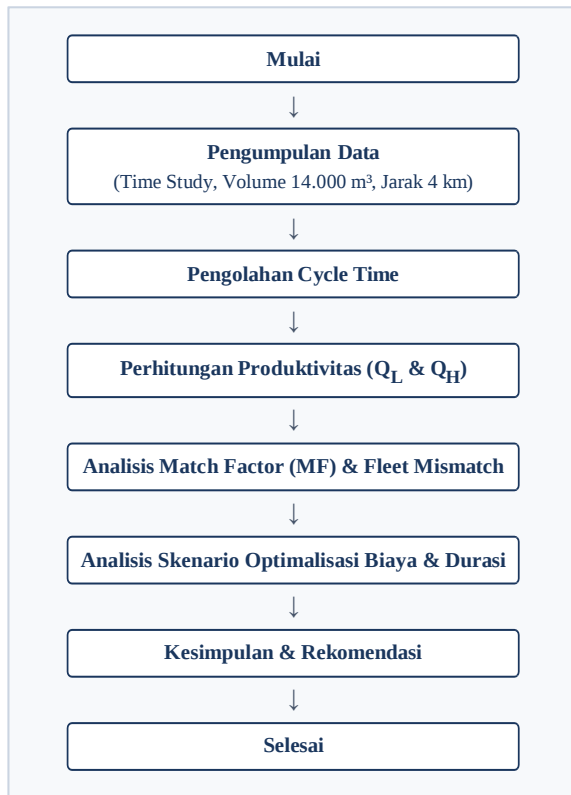
III. METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada proyek penyiapan lahan well pad di Duri Field, WK Rokan. Luas area pekerjaan adalah $3.994 m^2$ dengan total kebutuhan volume timbunan sebesar $14.000 m^3$. Jarak angkut material dari lokasi pengambilan fresh soil ke lokasi well pad adalah 4 km.

Bagan Alir Penelitian

Alur pelaksanaan penelitian secara sistematis dimulai dari pengumpulan data primer dan sekunder hingga formulasi rekomendasi.



Gambar 1 Bagan Alir Penelitian

Formulasi Matematika / Teknis

1. Produktivitas Excavator (Q_L):

$$Q_L = (V_b \times F_f \times E \times 3600) / CT_L$$

Keterangan: V_b = Kapasitas bucket (m^3), F_f = Bucket fill factor, E = Efisiensi kerja, CT_L = Waktu siklus muat (detik).

2. Produktivitas Dump Truck (Q_H):

$$Q_H = (C \times E \times 60) / CT_H$$

Keterangan: C = Kapasitas bak (m^3), E = Efisiensi kerja, CT_H siklus angkut (menit).

3. Waktu Siklus Dump Truck (CT_H):

$$CT_H = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5$$

Keterangan: t_1 = Waktu Muat, t_2 = Waktu Angkut Isi, t_3 = Waktu Buang/Dumping, t_4 = Waktu Kembali Kosong, t_5 = Waktu Tunggu/ Positioning.

4. Analisis Keceratan Alat / Match Factor (MF):

$$MF = (N_H \times CT_L) / (N_L \times CT_H)$$

Keterangan: N_H = Jumlah Dump Truck, N_L = Jumlah Excavator. Jika $MF = 1$ (kombinasi sempurna), $MF < 1$ (alat muat menunggu), $MF > 1$ (alat angkut antre).

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN PENELITIAN

Spesifikasi Teknis Alat Berat

Berdasarkan hasil pengamatan time study di lapangan, diperoleh parameter teknis alat muat dan alat angkut sebagaimana disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Spesifikasi Teknis dan Produktivitas Alat Muat (Excavator)

Parameter	Nilai / Keterangan
Tipe / Model Alat	Komatsu PC-200
Kapasitas Bucket (V_b)	1,2 m^3
Faktor Pengisian (F_f)	0,90
Efisiensi Kerja (E)	0,75
Waktu Siklus (CT_L)	30 detik
Produktivitas (Q_L)	97,2 m^3 /jam

Tabel 2. Spesifikasi Armada Alat Angkut (Dump Truck)

Parameter	Nilai / Keterangan
Kapasitas Bak (C)	9 m^3
Jumlah Armada (N_H)	40 unit
Jarak Angkut (D)	4 km
Kecepatan Rata-rata	30–40 km/jam
Waktu Siklus Rata-rata (CT_H)	30,5 menit
Produktivitas per Unit (Q_h)	17,72 m^3 /jam
Total Produktivitas Armada (Q_H)	708,8 m^3/jam

Analisis Disparitas Produktivitas dan Match Factor

Perhitungan durasi pekerjaan untuk menyelesaikan volume timbunan 14.000 m^3 menunjukkan disparitas kapasitas yang sangat tajam antara alat muat tunggal dan armada alat angkut.

Tabel 3. Matriks Analisis Produktivitas dan Durasi Timbunan (Volume = 14.000 m^3)

Jenis Alat	Jumlah	Total	Durasi	Durasi
------------	--------	-------	--------	--------

	Unit	Produktivitas (m ³ /jam)	Kerja (Jam)	Kerja (Hari @ 7 jam/hari)
Excavator Komatsu PC-200	1	97,20	144,03	20,57 (± 21 Hari)
Dump Truck	40	708,80	19,75	2,82 (± 3 Hari)

Evaluasi Match Factor (MF):

Menggunakan persamaan keserasian alat:

$$MF = (40 \times 0,5 \text{ menit}) / (1 \times 30,5 \text{ menit}) = 6,55 \approx 6,72$$

Nilai $MF = 6,72$ ($MF \gg 1$) mengindikasikan kondisi ketidakseimbangan armada yang sangat kritis (*severe fleet mismatch*). Dalam skenario operasional ini:

1. Satu unit Excavator berperan sebagai *bottleneck* utama.
2. Sebanyak 30 hingga 34 unit Dump Truck berada dalam posisi antrean (*idle*) pada area muat secara terus-menerus.
3. Kerugian idle time pada armada angkut memicu konsumsi bahan bakar yang tidak produktif dan berpotensi meningkatkan biaya sewa per jam.

Skenario Optimalisasi dan Perbandingan Unit Alat Muat

Untuk mengatasi antrean dan menyelaraskan nilai MF mendekati angka ideal ($MF \approx 1,0$), dilakukan penambahan unit Excavator. Skenario rekomendasi serta perbandingan efisiensi pemakaian alat disajikan pada Tabel 4.

Penambahan alat muat menjadi 6 unit Komatsu PC-200 menurunkan nilai MF dari 6,72 menjadi 1,12, yang mendekati nilai ideal 1,0. Durasi proyek dapat dipangkas secara drastis dari 21 hari menjadi 3,5 hari, sekaligus menekan biaya operasional konsumsi Bio Solar menjadi Rp 1.785,4/m³.

V. KESIMPULAN

1. Produktivitas aktual 1 unit Excavator Komatsu PC-200 adalah 97,2 m³/jam, sedangkan total kapasitas angkut 40 unit Dump Truck mencapai 708,8 m³/jam.
2. Penggunaan 1 unit Excavator melayani 40 unit Dump Truck menghasilkan nilai Match Factor (MF) sebesar 6,72, yang menunjukkan ketidakseimbangan parah (*fleet mismatch*) dengan antrean rata-rata 30–34 unit Dump Truck (*idle time* berlebih).
3. Skenario optimalisasi terbaik dicapai dengan menambah unit muat menjadi 6 unit Excavator Komatsu PC-200. Skenario ini menghasilkan $MF = 1,12$, mempercepat durasi penyelesaian timbunan

volume 14.000 m³ dari 21 hari menjadi 3,5 hari, serta mengoptimalkan biaya bahan bakar Bio Solar hingga Rp 1.785,4/m³.

REFERENSI

- [1] A. E. Setyono and B. F. T. Kiono, "Dari energi fosil menuju energi terbarukan: potret kondisi minyak dan gas bumi Indonesia tahun 2020–2050," *J. Energi Baru Dan Terbarukan*, vol. 2, no. 3, pp. 154–162, 2021.
- [2] I. H. Soesanto, A. Suprihanto, and S. Sumardi, "Analisis Perhitungan Struktur Cellar Pemboran pada Wellpad Proyek Penyiapan Infrastruktur PLTP Mataloko," *J. Profesi Ins. Indones.*, vol. 3, no. 1, pp. 25–33, 2025.
- [3] I. I. Sihombing and M. M. SP, *SUMBER DAYA LAHAN DI PERKEBUNAN KELAPA SAWIT*. PENERBIT KBM INDONESIA, 2025.
- [4] M. Septiani, N. Afni, and R. L. Andharsaputri, "Perancangan Sistem Informasi Penyewaan Alat Berat," *JUSIM (Jurnal Sist. Inf. Musirawas)*, vol. 4, no. 02, pp. 127–135, 2019.
- [5] D. D. Supit, "Analisa Produktivitas Dan Efisiensi Alat Berat Untuk Pekerjaan Tanah, Dan Pekerjaan Perkerasan Berbutir: Studi Kasus: Proyek Rehabilitasi Ring Road II–Paniki," *J. Dyn. Saint*, vol. 5, no. 1, pp. 906–917, 2020.
- [6] I. Ariyanto, *MANAJEMEN ALAT BERAT*. PENERBIT SATU INDONESIA, 2026.
- [7] Y. A. Pranata, "Analisis Produktivitas Alat Berat Pada Pekerjaan Galian Dan Timbun Proyek Pembuatan Wellpad Di Area Pertamina Hulu Rokan," 2022, *Universitas Lancang Kuning*.
- [8] D. N. Setiawati and A. Meddeppungeng, "Analisis produktivitas alat berat pada proyek pembangunan pabrik krakatau posco zone IV di Cilegon," *Konstruksia*, vol. 4, no. 2, 2013.
- [9] S. GITOSUWONDO, "Environment friendly open pit mining systems and reclamation post-mining efforts to improve the quality of land resources and soil biodiversity," *J. Sumberd. Lahan*, vol. 5, no. 02, p. 132706, 2012.