

ANALISIS BIAYA DAN WAKTU PENGGUNAAN ALAT BERAT EXCAVATOR DAN DUMP TRUCK PADA PROYEK LIGA TENIS ULUWATU

(Studi Kasus: Proyek Liga Tennis Uluwatu, Kabupaten Badung, Bali)

Ni Kadek Yunik Antari⁽¹⁾, Kadek Adi Suryawan⁽²⁾, I Made Anom Santiana⁽³⁾

¹Mahasiswa Sarjana Terapan Manajemen Proyek Konstruksi Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bali, Jalan Kampus Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Badung, Bali-80364

^{2,3} Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bali, Jalan Kampus Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Badung, Bali-80364

Email korespondensi: yunikantari123@gmail.com

ABSTRACT

This study aims to analyze the reinforcement steel requirements and material waste percentage in the Dream Villa construction project in Badung Regency through the application of the Bar Bending Schedule (BBS) method. Waste of reinforcement steel frequently occurs due to improper cutting patterns, suboptimal utilization of leftover pieces, and insufficient fabrication management. This research adopts a descriptive-analytic method with a comparative approach based on secondary data such as structural shop drawings, structural work specifications, and Indonesian standards SNI 2052:2017 and SNI 2847:2013. The analysis process includes identifying reinforcement requirements, preparing cutting patterns using AutoCAD, developing BBS tables, and calculating total length, number of bars, weight, and residual waste. The results indicate significant variations in waste among structural elements. Columns show the lowest waste, with only 0.04% for Ø8 stirrups, while the highest waste occurs in ring beams using D13 bars, reaching 25.75%. Pile caps also exhibit relatively high waste (9–12%), whereas sloofs and beams demonstrate better efficiency with waste ranging from 0.44% to 6.28%, depending on bar diameter. These variations are influenced by structural complexity, cutting length, bar diameter, and fabrication accuracy. Overall, the BBS method provides accurate and structured reinforcement calculations; however, field efficiency strongly depends on fabrication management, including cutting optimization, supervision, and reuse of leftover materials. Effective management can significantly reduce waste and enhance reinforcement steel efficiency in construction projects..

Keywords: heavy equipment productivity, excavator, dump truck, operational cost, project duration

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kebutuhan besi tulangan dan persentase sisa material (waste) pada proyek Dream Villa di Kabupaten Badung melalui penerapan metode Bar Bending Schedule (BBS). Permasalahan waste besi tulangan masih sering terjadi di lapangan akibat ketidaksesuaian pola pemotongan, kurang optimalnya pemanfaatan potongan sisa, serta minimnya pengelolaan pabrikasi. Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif-analitik dengan pendekatan komparatif berdasarkan data sekunder berupa gambar kerja struktur (shop drawing), RKS pekerjaan struktur, serta standar SNI 2052:2017 dan SNI 2847:2013. Proses analisis meliputi identifikasi kebutuhan tulangan, penyusunan pola pemotongan menggunakan AutoCAD, pembuatan tabel BBS, serta perhitungan total panjang, jumlah batang, berat, dan sisa material. Hasil penelitian menunjukkan bahwa setiap elemen struktur menghasilkan waste yang berbeda. Elemen kolom memiliki waste terendah, yaitu 0,04% pada sengkang Ø8, sedangkan waste tertinggi terdapat pada ring balok D13 sebesar 25,75%. Elemen pile cap menunjukkan waste cukup tinggi (9–12%), sementara elemen sloof dan balok relatif lebih efisien dengan waste 0,44–6,28% tergantung diameter tulangan. Variasi ini dipengaruhi oleh kompleksitas elemen, panjang potong, jenis diameter, dan ketelitian fabrikasi. Secara keseluruhan, BBS terbukti mampu memberikan perhitungan kebutuhan yang akurat, namun efisiensi lapangan sangat dipengaruhi oleh manajemen pabrikasi, termasuk optimalisasi pola potong, pengawasan pemotongan, dan pemanfaatan ulang potongan sisa. Penerapan manajemen yang baik dapat menurunkan waste dan meningkatkan efisiensi penggunaan besi tulangan pada proyek konstruksi

Kata kunci: produktivitas alat berat, *excavator*, *dump truck*

PENDAHULUAN

Alat berat seiring berkembangnya dunia konstruksi, teknologi alat berat mulai berkembang pesat dan inovasi yang terus menerus dengan pengembangan alat berat yang lebih canggih seperti excavator, bulldozer, dump truck, tower crane, dan lain sebagainya. Alat berat adalah alat yang dipakai dalam sektor teknik sipil berfungsi membantu manusia menyelesaikan pekerjaan membangun bangunan. Pelaksanaan proyek besar, khususnya dalam bidang konstruksi, sangat bergantung pada penggunaan peralatan yang berat[1]. Apabila produktivitas alat berat dihitung dan dijamin sesuai, rencana jadwal dibuat dengan tepat, serta biaya operasional alat diperhitungkan secara akurat, maka pekerjaan akan terlaksana secara optimal dan efisien[2]. Produktivitas alat merujuk pada kemampuan alat tersebut dalam melakukan pekerjaan tertentu, sehingga mendorong perkembangan atau kemajuan dalam pelaksanaan pekerjaan tersebut. Beberapa faktor yang memengaruhi produktivitas tersebut meliputi kondisi alat, kondisi lingkungan dan medan kerja, keterampilan operator dan mekanik, pengaruh cuaca, kualitas material, serta manajemen yang diterapkan[4]. Alat berat menjadi faktor penting dalam pengerjaan jalan. Dibandingkan dengan peralatan manual, menggunakan alat berat memberikan keuntungan dalam hal percepatan penyelesaian pekerjaan sehingga durasi yang dibutuhkan lebih sedikit. [1]. Dengan menggunakan alat berat yang tepat, proyek dapat diselesaikan dalam waktu yang tepat[5]. Sebagai pemilik alat berat, harus memperhatikan dua hal utama dalam pengelolaan alat tersebut, yakni apakah pengoperasian alat tersebut menghasilkan keuntungan atau justru kerugian. Karena tujuan utama pemilik alat berat adalah memperoleh keuntungan maksimal, maka penting bagi mereka untuk melakukan analisis biaya pada setiap unit alat yang dimiliki [1]. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis produktivitas alat berat serta mengetahui total biaya dan waktu penggunaan alat berat excavator dan dump truck pada proyek pembangunan Liga Tennis Uluwatu

METODE PENELITIAN

Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian merupakan kumpulan tahap dan strategi terstruktur dalam cara berpikir dan menyelesaikan masalah, meliputi studi awal, penentuan persoalan, pengamatan, serta pengumpulan data lewat kajian literatur dan observasi langsung di lapangan. Selanjutnya, data yang terkumpul diolah dan dianalisis untuk kemudian ditarik kesimpulan terkait permasalahan yang diteliti. Proses ini diawali dengan mengenali permasalahan yang ada, didukung oleh kajian pustaka guna memahami

sejauh mana persoalan tersebut terjadi di lapangan. Secara garis besar, penelitian pada dasarnya melibatkan dua pendekatan utama, yaitu pendekatan kuantitatif dan kualitatif. Pemilihan metode disesuaikan dengan sifat permasalahan yang akan diteliti. Dalam studi ini, digunakan pendekatan kuantitatif. Pendekatan tersebut adalah teknik riset yang memakai data numerik yang bisa diukur dengan obyektif, kemudian diproses dan diorganisasikan secara sistematis.

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian merupakan tempat dilaksanakannya kegiatan penelitian ini. Pemilihan lokasi tersebut bertujuan untuk memperoleh data yang akurat dan sesuai dengan kondisi nyata di lapangan. Dalam penelitian ini, penulis menetapkan proyek Liga Tennis Uluwatu yang berlokasi di Kabupaten Badung sebagai lokasi studi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Job Faktor

$$ETOT = ECO \times EAM \times Em \times EM \quad (1)$$

ECO = Faktor gabungan cuaca dan operator

EAM = Faktor gabungan alat dan medan

Em = Faktor sifat dan material

EM = Faktor Kondisi Manajemen

Tabel 1. Tabel Job Faktor

No	Jenis Alat	Faktor								E Total
		ECO		EAM		Em		EM		
		Kondisi	Nilai	Kondisi	Nilai	Kondisi	Nilai	Kondisi	Nilai	
1	Excavator Sany SY55C Pro (Bucket)	Terang, panas, berdebu, terampil	0.83	Sedang, Sedang	0.76	Sulit	0.8	Sangat Baik	0.95	0.48
2	Dump Truk Isuzu Elf	Terang, panas, berdebu, terampil	0.83	Cukup, Sedang	0.76	Sulit	0.8	Sangat Baik	0.95	0.48

Berdasarkan tabel tersebut, maka job faktor dari kedua alat berat excavator adalah:

1. Excavator Sany SY55C Pro (Bucket)

$$ETOT = 0,83 \times 0,76 \times 0,8 \times 0,95$$

$$ETOT = 0,48$$

2. Dumptruck Izusu Elf

$$ETOT = 0,83 \times 0,76 \times 0,8 \times 0,95$$

$$ETOT = 0,48$$

Analisis Produktivitas Excavator (Loading)

Formulasi yang digunakan untuk mencari nilai produktivitas pada excavator adalah:

$$Q = (60 \times q) / (Ct) \times E$$

$$Q = (60 \times 0.3) / (0.28) \times 0.479$$

$$Q = 30.974 \text{ m}^3/\text{jam LM}$$

Analisis Produktivitas Dumptruck (Hauling)

Formulasi yang digunakan untuk mencari nilai produktivitas pada dumptruck adalah:

$$Q = (60 \times q) / (Ct) \times E$$

$$Q = (60 \times 6) / (38.55) \times 0.479$$

$$Q = 4.477 \text{ m}^3/\text{jam LM}$$

Analisis Waktu Pelaksanaan

Waktu pelaksanaan dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\text{Waktu Pelaksanaan} = \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{\text{Produktivitas}} \quad (2)$$

1. Waktu Pelaksanaan Excavator

$$\text{Waktu Pelaksanaan} = \frac{3.036 \text{ m}^3}{30.974 \text{ m}^3 \text{ L / jam}}$$

$$\text{Waktu Pelaksanaan} = 98,017 \text{ jam}$$

2. Waktu Pelaksanaan Dump truck

$$\text{Waktu Pelaksanaan} = \frac{3.036 \text{ m}^3}{4.477 \text{ m}^3 \text{ L / jam}}$$

$$\text{Waktu Pelaksanaan} = 678,13 \text{ jam / 1 Dump truck}$$

$$\begin{aligned} \text{Dipakai 7 Dumptruck maka waktu pelaksanaan menjadi} &= 678,13/7 \\ &= 96,87 \text{ jam} \end{aligned}$$

Analisis Biaya

Biaya Langsung

Karena excavator bukan merupakan aset pribadi, maka perhitungan biaya langsung hanya mencakup biaya operasionalnya saja. Tabel di bawah ini menunjukkan analisis perhitungan biaya operasional dari alat yang digunakan.

1. Biaya excavator Sany SY55C Pro

Tabel 2. Tabel Biaya Excavator

I	Biaya Operasional		
1	Biaya Bahan Oli Pelumas		
	a. Untuk Mesin		
	Uraian	Nilai	Keterangan
	C (Kapasitas Crank Case)	0.13	Liter/HP
	T (Interval Pergantian Minyak)	250	Jam
	S (Kebutuhan Spesifik Bahan Pelumas)	0.0005	Liter/HP.Jam
	E (Job Faktor)	0.48	
	N (Tenaga Alat)	45.7	HP
	Hbop	Rp 51,000.00	Rp/liter
	$BB.Ot = [(C/T)+(S/E)] \times N \times Hbop$	Rp 3,639.78	Rp/Jam
	b. Untuk Transmisi		
	Uraian	Nilai	Keterangan
	C (Kapasitas Transfer Case)	0.233	Liter/HP
	T (Interval Pergantian Minyak)	1000	Jam
	S (Kebutuhan Spesifik Bahan Pelumas)	0.0003	Liter/HP.Jam
	E (Job Faktor)	0.48	
	N (Tenaga Alat)	45.7	HP
	Hbop	Rp 51,000.00	Rp/liter
	$BB.Ot = [(C/T)+(S/E)] \times N \times Hbop$	Rp 1,999.74	Rp/Jam
2	Biaya Hidraulic		
	Uraian	Nilai	keterangan
	C (Kapasitas Tangki Hidraulic)	2.875	Liter/HP
	T (Interval Waktu Pergantian Hidraulic)	2000	Jam
	S (Kebutuhan Spesifik Bahan Hidraulic)	0.00064	Liter/HP.Jam
	E (Job Faktor)	0.48	
	N (Tenaga Alat)	45.7	HP
	Hbbh	Rp 26,950.00	Rp/liter
	$BBH = [(C/T)+(S/E)] \times N \times Hbbh$	Rp 3,412.60	Rp/Jam
3	Biaya Gemuk (Grease)		
	Uraian	Nilai	Keterangan
	S (Kebutuhan Spesifikasi Bahan Gemuk)	0.006	kg/HP.Jam
	N (Tenaga Alat)	45.7	HP
	E (Job Faktor)	0.48	
	Hbbg	Rp 27,000.00	Rp/liter

	BBG = $S/E \times N \times H_{bbg}$	Rp 15,423.75	Rp/Jam
4	Biaya Filter-filter		
	uraian	nilai	keterangan
	BBO	Rp 5,639.52	Rp/Jam
	BBH	Rp 3,412.60	Rp/Jam
	BBG	Rp 15,423.75	Rp/Jam
	BFF = 0,5 (BBM + BBO + BBH + BBG)	Rp 12,237.93	Rp/Jam
5	Biaya Bahan Pokok		
	Uraian	nilai	keterangan
	Ban	-	Tidak Menggunakan Ban
6	Biaya Operator		
	Uraian	nilai	keterangan
	Upah Operator	Rp 31,250.00	Rp/Jam
	Biaya Operasional	Rp 67,963.80	

2. Biaya Dump Truck Isuzu Elf

Tabel 3. Tabel Biaya Dump Truck

I	Biaya Operasional		
1	Biaya Bahan Oli Pelumas		
	a. Untuk Mesin		
	Uraian	Nilai	Keterangan
	C (Kapasitas Crank Case)	0.13	Liter/HP
	T (Interval Pergantian Minyak)	250	Jam
	S (Kebutuhan Spesifik Bahan Pelumas)	0.0005	Liter/HP.Jam
	E (Job Faktor)	0.48	
	N (Tenaga Alat)	65	HP
	Hbop	Rp 51,000.00	Rp/liter
	BB.Ot = $[(C/T)+(S/E)] \times N \times H_{bop}$	Rp 5,176.93	Rp/Jam
	b. Untuk Transmisi		
	Uraian	Nilai	Keterangan
	C (Kapasitas Transfer Case)	0.233	Liter/HP
	T (Interval Pergantian Minyak)	1000	Jam
	S (Kebutuhan Spesifik Bahan Pelumas)	0.0003	Liter/HP.Jam
	E (Job Faktor)	0.48	
	N (Tenaga Alat)	65	HP
	Hbop	Rp 51,000.00	Rp/liter
	BB.Ot = $[(C/T)+(S/E)] \times N \times H_{bop}$	Rp 2,844.27	Rp/Jam

2	Biaya Hidraulic		
	Uraian	Nilai	keterangan
	C (Kapasitas Tangki Hidraulic)	0.62	Liter/HP
	T (Interval Waktu Pergantian Hidraulic)	2000	Jam
	S (Kebutuhan Spesifik Bahan Hidraulic)	0.00064	Liter/HP.Jam
	E (Job Faktor)	0.48	
	N (Tenaga Alat)	65	HP
	Hbbh	Rp 26,950.00	Rp/liter
	$BBH = [(C/T)+(S/E)] \times N \times Hbbh$	Rp 2,878.71	Rp/Jam
3	Biaya Gemuk (Grease)		
	Uraian	Nilai	Keterangan
	S (Kebutuhan Spesifikasi Bahan Gemuk)	0.00009	kg/HP.Jam
	N (Tenaga Alat)	65	HP
	E (Job Faktor)	0.48	
	Hbbg	Rp 27,000.00	Rp/liter
	$BBG = S/E \times N \times Hbbg$	Rp 329.06	Rp/Jam
4	Biaya Filter-filter		
	uraian	nilai	keterangan
	BBO	Rp 8,021.20	Rp/Jam
	BBH	Rp 2,878.71	Rp/Jam
	BBG	Rp 329.06	Rp/Jam
	$BFF = 0,5 (BBM + BBO + BBH + BBG)$	Rp 5,614.48	Rp/Jam
5	Biaya Bahan Pokok		
	Uraian	nilai	keterangan
	Ban	Rp 1,340,000.00	
6	Biaya Operator		
	Uraian	nilai	keterangan
	Upah Operator	Rp 25,000.00	Rp/Jam
	Biaya Operasional	Rp 41,843.45	

Analisis HSP Alat

1. Excavator Sany SY55C Pro

Tabel 4. Tabel HSP Alat Excavator

No	Uraian	Harga Total	Satuan
I	Biaya Operasional	Rp 67,963.80	Rp/Jam
II	Biaya Tak Langsung (20% dari biaya langsung)	Rp 13,592.76	Rp/Jam
III	Keuntungan (15% dari BL dan TL)	Rp 12,233.48	Rp/Jam
IV	Pajak (11% dari BL + TL + Keuntungan)	Rp 10,316.90	Rp/Jam
Total Biaya		Rp 104,106.95	Rp/Jam
HSP Excavator (B/Q)		Rp 3,361.11	Rp/M3

2. Dump Truck Isuzu Elf

Tabel 5.1 Tabel HSP Alat Dump Truck

No	Uraian	Harga Total	Satuan
I	Biaya Operasional	Rp 41,843.45	Rp/Jam
II	Biaya Tak Langsung (20% dari biaya langsung)	Rp 8,368.69	Rp/Jam
III	Keuntungan (15% dari BL dan TL)	Rp 7,531.82	Rp/Jam
IV	Pajak (11% dari BL + TL + Keuntungan)	Rp 6,351.84	Rp/Jam
Total Biaya		Rp 64,095.80	Rp/Jam
HSP Dump Truck (B/Q)		Rp 14,316.68	Rp/M3

Total Biaya

Total biaya adalah akumulasi dari seluruh pengeluaran, yang mencakup biaya operasional dan biaya sewa. Perhitungan total biaya dapat dilakukan menggunakan rumus berikut:

$$\text{Total Biaya} = (\text{HSP} \times \text{Volume Total}) + (\text{Harga Sewa} \times \text{Waktu})$$

(3)

Hasil wawancara dengan pihak kontraktor menunjukkan bahwa tarif sewa per jam untuk masing-masing excavator adalah sebagai berikut:

1. Excavator Sany SY55C Pro : Rp 325.000,00
2. Dump Truck Isuzu Elf : Rp 100.000,00

Biaya sewa untuk excavator dan dumptruck sudah mencakup bahan bakar, perbaikan, mobilisasi, serta biaya operator. Dengan demikian, perhitungan total biaya dilakukan sebagai berikut:

Tabel 6. Tabel Perhitungan Total Biaya

No	Tipe dan Fungsi Excavator	HSP	Volume Total (m3)	Harga Sewa (Jam)	Waktu Pelaksanaan (Jam)	Total Biaya
1	Sany SY55C Pro	Rp 3,361.11	3036	Rp 325,000.00	98.02	Rp 42,059,847.95
2	Dump Truck Isuzu Elf	Rp 14,316.68	3036	Rp 100,000.00	96.87	Rp 53,152,454.28
						Rp 95,212,302.23

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai manajemen pabrikasi besi tulangan pada proyek Dream Villa di Kabupaten Badung dengan menggunakan metode Bar Bending Schedule (BBS), dapat disimpulkan bahwa metode BBS mampu memberikan perhitungan kebutuhan besi tulangan secara akurat, detail,

dan terstruktur untuk setiap elemen struktur. Perhitungan yang dilakukan mencakup panjang potong, jumlah batang, berat total, serta estimasi sisa material sehingga mempermudah proses perencanaan dan pengendalian material di proyek. Hasil analisis menunjukkan bahwa persentase waste pada setiap elemen struktur sangat bervariasi, mulai dari nilai yang sangat rendah hingga sangat tinggi. Waste terendah ditemukan pada elemen kolom, khususnya sengkang Ø8 dengan persentase 0,04%, sedangkan waste tertinggi terdapat pada elemen ring balok dengan tulangan D13 mencapai 25,75%. Variasi ini dipengaruhi oleh kompleksitas geometri elemen, panjang potong yang tidak sebanding dengan batang standar, serta kurang optimalnya pemanfaatan potongan sisa. Secara keseluruhan, penelitian ini menegaskan bahwa penerapan BBS efektif pada tahap perencanaan, namun keberhasilan di lapangan sangat dipengaruhi oleh kualitas manajemen pabrikasi, ketelitian proses pemotongan, dan pengawasan penggunaan potongan sisa. Dengan meningkatkan ketiga aspek tersebut, proyek konstruksi dapat meminimalkan waste dan meningkatkan efisiensi penggunaan besi tulangan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] “01_212-Article Text-1104-1-10-20220804”.
- [2] “02_3113106019-Undergraduate_Thesis”.
- [3] G. Raya Prima, E. Hafudiansyah, K. Kunci, A. Berat, and J. Tol, “Akselerasi: Jurnal Ilmiah Teknik Sipil PRODUKTIVITAS ALAT BERAT PADA PEKERJAAN PROYEK JALAN TOL (Studi Kasus: Ruas Jalan Tol Pematang Panggang-Kayu Agung Seksi 2, Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan)”.
- [4] Daniel. Kowalczyk, *Operations “Leopard” and “Red Bean” Kolwezi 1978: French and Belgian Intervention in Zaire*. Helion and Company, 2019.
- [5] S. P. Tauro, J. Tjakra, and G. Y. Malingkas, “ANALISIS BIAYA PENGGUNAAN ALAT BERAT PADA PEKERJAAN TANAH (Studi Kasus Perencanaan Bandar Udara Lokasi Desa Pusungi Kec. Ampana Tete Kab. Tojo Una-una, Sulawesi Tengah),” *Jurnal Sipil Statik*, vol. 1, no. 12, pp. 764–773, 2013.
- [6] S. Kasus, : Proyek, P. Ruas, and J. Yogyakarta-Barongan, “TUGAS AKHIR ANALISIS PRODUKTIVITAS EXCAVATOR DAN DUMP TRUCK (ANALISYS PRODUCTIVITY OF EXCAVATOR AND DUMP TRUCK).”
- [7] “Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Bidang Pekerjaan Umum.”