

PENGUKURAN PRODUKTIVITAS TENAGA KERJA PEMASANGAN PLAFON U-BAFFLE MENGGUNAKAN METODE *TIME STUDY* DAN *PRODUCTIVITY RATING*

Manpower Productivity Measurement of U-Baffle Plafond Installation Using Time Study and Productivity Rating Method

Aurora Anggun Sasmita, Alma Fiara, Agung Bhakti Utama^{*)}, Rizky Citra Islami
Program Studi Teknologi Konstruksi Bangunan Gedung, Politeknik Pekerjaan Umum, Semarang
^{*)}Korespondensi: agung.bhakti.utama@pu.go.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai produktivitas dan Labor Utilization Rate (LUR) tenaga kerja pekerjaan pemasangan plafon U-Baffle. Sampel penelitian sebesar 505 m². Normalitas data dikendalikan menggunakan Batas Kontrol Atas (BKA) dan Batas Kontrol Bawah (BKB). Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai produktivitas pemasangan rod penggantung 107,38 m²/hari, stringer 138,21 m²/hari, hollow (2,5 m) 125,41 m²/hari, hollow (4m) 97,08 m²/hari, dan panel U-Baffle 525,71 m²/hari. Nilai koefisien tukang dan pekerja untuk pemasangan rangka sebesar 0,0268 OH dan untuk pemasangan penutup plafon sebesar 0,019 OH. Nilai LUR tukang saat pagi hari dan sore hari masing-masing sebesar 38,48% dan 39,2% Sementara itu, nilai LUR pekerja sebesar 42,98% pada pagi hari dan 47,11% pada sore hari. Dari hasil tersebut disimpulkan bahwa tenaga kerja belum bekerja secara efisien dan masih terdapat ruang untuk peningkatan kinerja, terlihat dari nilai LUR yang lebih kecil dari 50%.

Kata kunci: Pengukuran produktivitas tenaga kerja, plafon U-baffle, time study, productivity rating

ABSTRACT

This study aims to determine the productivity values and Labor Utilization Rate (LUR) of labor in the U-Baffle ceiling installation work. The research sample covers an area of 505 m². Data normality is controlled using the Upper Control Limit (UCL) and Lower Control Limit (LCL). The results indicate that the productivity value for the installation of the hanging rod is 107.38 m²/day, stringer 138.21 m²/day, hollow (2.5 m) 125.41 m²/day, hollow (4m) 97.08 m²/day, and U-Baffle panel 525.71 m²/day. The coefficient values for craftsmen and workers for frame installation are 0.0268 OH, and for ceiling cover installation are 0.019 OH. The LUR values for craftsmen in the morning and afternoon are 38.48% and 39.2%, respectively. Meanwhile, the LUR values for workers are 42.98% in the morning and 47.11% in the afternoon. From these results, it is concluded that the labor force is not working efficiently, and there is still room for performance improvement, as indicated by LUR values being less than 50%.

Keywords: Manpower productivity measurement, U-baffle plafond, time study, productivity rating

PENDAHULUAN

Produktivitas tenaga kerja konstruksi memiliki dampak yang signifikan terhadap keberhasilan pencapaian tujuan proyek. Estimasi biaya dan penjadwalan yang akurat harus dituju apabila sebuah proyek ingin mencapai tujuan anggaran dan waktu yang telah direncanakan [1]. Basis data produktivitas menentukan tingkat keandalan suatu perencanaan dan pengendalian proyek.

Seorang *estimator* masih memiliki tantangan dalam merencana proyek karena terbatasnya data produktivitas di lapangan. [2] mengidentifikasi salah satu resiko di tahap perancangan proyek yaitu perencanaan biaya yang overestimasi.

Hanna, 2001, dalam [3], mengidentifikasi bahwa biaya tenaga kerja pada proyek konstruksi berkisar 33 – 50% dari total anggaran. Oleh sebab itu, tingkat produktivitas tenaga kerja yang terdefinisi secara akurat berperan vital dalam kesuksesan sebuah proyek [4]. Meskipun basis data tersedia dalam acuan normatif, hal tersebut tidaklah cukup bagi seorang *estimator* untuk menghasilkan harga penawaran yang kompetitif. *Estimator* membutuhkan data produktivitas aktual di lapangan, data historis dari proyek-proyek sebelumnya, serta pertimbangan personal berdasarkan pengalamannya [5]. Volkman, 2007, dalam [5], melaporkan bahwa estimasi biaya untuk penawaran cenderung tidak dapat diandalkan karena akurasi data telah terkompromi oleh opini staf. Lebih lanjut, [6] menyatakan bahwa ketersediaan data sangat terbatas dan data yang tersedia seringkali hanya merupakan besaran rata-rata sehingga tidak menggambarkan performa di lapangan [5].

Dalam hal pengendalian proyek, pengukuran produktivitas berguna sebagai tolok ukur realisasi terhadap produktivitas yang diasumsikan dalam perencanaan. [7] menjelaskan bagaimana pengukuran produktivitas merupakan proses yang tidak terpisahkan dalam pembuatan *cost report*. Dalam hal pengendalian waktu proyek, [8] menjelaskan bahwa pengukuran produktivitas aktual di lapangan dijadikan dasar bagi seorang *scheduler* dalam memperbarui jadwal sehingga proyek senantiasa termonitor dengan baik.

Pekerjaan plafon U-Baffle menggunakan sistem plafon tipe terbuka. Metode kerja pekerjaan plafon U-Baffle berbeda dengan pekerjaan plafon biasa (*gypsum*). Pada pekerjaan pekerjaan plafon *gypsum* tahapan pekerjaannya terdiri dari pemasangan rangka dan penutup plafon.

Sedangkan tahapan pada pekerjaan plafon U-Baffle meliputi pemasangan: (i) bracket; (ii) rod penggantung; (iii) stringer, (iv) hollow; serta (iv) panel U-Baffle. Perbedaan metode kerja tersebut mempengaruhi nilai produktivitas tenaga kerja. Penelitian ini membahas tingkat produktivitas tenaga kerja pemasangan plafon U-Baffle menggunakan metode *productivity rating* serta nilai produktivitas tenaga kerja menggunakan metode *time study*.

Pengukuran nilai produktivitas dan tingkat produktivitas tenaga kerja telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Untuk pekerjaan arsitektur bangunan gedung penulis mengidentifikasi setidaknya terdapat 24 artikel yang diterbitkan dalam rentang waktu tahun 2018 hingga 2022 sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 1.

Tabel 1 Artikel Pengukuran Produktivitas Pekerjaan Arsitektur Bangunan Gedung

No	Objek Pengukuran Produktivitas	Penulis
1	Pekerjaan dinding	[9], [10], [11], [12], [13], [14], [15], [16], [17], [18], [19], [20], [21], [22], [23]
2	Pekerjaan curtain wall/fasad	[24]
3	Pekerjaan pengecatan	[25]
4	Pekerjaan lantai	[26], [27], [28]
5	Pekerjaan penutup atap	[29]
6	Pekerjaan plafon	[30], [31], [32]

Sumber: Pengolahan Data (2023)

Dari Tabel 1 terlihat pekerjaan plafon termasuk ke dalam pekerjaan arsitektur yang masih sedikit diteliti produktivitasnya jika dibandingkan dengan pekerjaan dinding. [30], [31], dan [32] menjadikan pekerjaan plafon *gypsum* sebagai objek penelitiannya. Belum ada peneliti yang mengukur produktivitas tenaga kerja pemasangan plafon U-Baffle.

[30] mengumpulkan data sekunder produktivitas pekerjaan plafon dan menyimpulkan nilai produktivitasnya 5,12 m²/Orang-Jam. [31] menganalisis produktivitas tenaga kerja plafon *gypsum* dengan metode *Labour Utilization Rate (LUR)* dan menyimpulkan tingkat produktivitas rata-rata tenaga kerja pada proyek ini adalah 92,84%. [32] menganalisis produktivitas tenaga kerja pekerjaan pemasangan plafon *gypsum* menggunakan metode observasi lapangan.

Berdasarkan kajian literatur terhadap penelitian terdahulu disimpulkan bahwa masih belum ada penelitian mengenai produktivitas tenaga kerja pekerjaan plafon U-Baffle, sedangkan penelitian yang mendekati, yaitu pekerjaan plafon *gypsum*, pun masih jarang diteliti.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai produktivitas dan koefisien tenaga kerja pemasangan plafon U-Baffle menggunakan metode *time study* serta mengetahui tingkat produktivitasnya atau *Labor Utilization Rate (LUR)* menggunakan metode *productivity rating*.

METODE

Produktivitas dan Koefisien Tenaga Kerja

Produktivitas adalah hasil pekerjaan dalam satu satuan tertentu yang dilaksanakan baik secara individu maupun kelompok kerja [33]. Menurut [34], produktivitas adalah perbandingan antara output (hasil produksi) terhadap input (komponen produksi: tenaga kerja, bahan, peralatan, dan waktu). Analisis Produktivitas dapat dinyatakan sebagai rasio antara output terhadap input dan waktu (jam atau hari). Bila input dan waktu kecil maka output semakin besar sehingga produktivitas semakin tinggi.

Produktivitas Tenaga Kerja dalam gugus kerja tertentu terdiri atas tukang, pekerja, kepala tukang, dan mandor. Untuk pekerjaan plafon U-Baffle, produktivitas gugus kerja dapat dinyatakan dalam Persamaan (1):

$$\text{Produktivitas Gugus Kerja} = \frac{\text{Luas pemasangan plafon (m}^2\text{)}}{\text{Waktu pemasangan plafon (jam)}} \quad (1)$$

Produktivitas Tenaga Kerja dinyatakan sebagai orang jam (OJ) atau orang hari (OH) yang diperlukan untuk menghasilkan suatu satuan pekerjaan tertentu [34]. Produktivitas tenaga kerja (misalnya tukang) dihitung menggunakan Persamaan (2):

$$\text{Produktivitas 1 tukang} = \frac{\text{Luas pemasangan plafon}}{\text{Jumlah tukang} \times \text{waktu pemasangan plafon}} \left(\frac{\text{m}^2}{\text{Orang-Jam}} \right) \quad (2)$$

Karena objek penelitian ini mengamati gugus kerja yang terdiri dari 1 tukang dibantu 1 pekerja, maka produktivitas gugus kerja akan sama dengan produktivitas per anggota gugus kerja.

Sementara itu, koefisien Tenaga Kerja merupakan kebalikan dari produktivitas Tenaga Kerja, yaitu Indeks yang menunjukkan kebutuhan jumlah Tenaga Kerja Konstruksi untuk mengerjakan setiap satuan kuantitas pekerjaan.

Koefisien tenaga kerja dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan (3):

$$\text{Koefisien 1 tukang} = \frac{1}{\text{Produktivitas 1 tukang}} \quad (3)$$

Time Study

Metode *time study* bertujuan untuk mengukur tingkat produktivitas tenaga kerja di lapangan dengan cara menentukan waktu standar (*standard time*) suatu pekerjaan. Menurut Olomolaiye, dkk dalam [35], metode *time study* dapat digunakan untuk: (i) mempelajari jenis dan metode dengan pekerjaan yang baru (nilai *output* belum ada); (ii) mengetahui nilai koefisien pekerja sehingga dapat dijadikan acuan kedepannya; dan (iii) meneliti keterlambatan yang terjadi.

Tahapan dalam pengukuran *standard time* yaitu: (i) mengukur *observed time*; (ii) menentukan *rating* aktivitas; (iii) menghitung *basic time*; dan (iv) menghitung *standard time*.

Mengukur *observed time*

Pengukuran *observed time* dilakukan dengan mengamati aktivitas pemasangan plafon U-Baffle berdasarkan siklus yang telah ditentukan. Pengamatan dilakukan dengan menggunakan form pengamatan dan *stopwatch* sebagai alat bantu.

Menentukan *rate*

Rate bertujuan untuk memberi bobot pekerjaan yang diteliti. *Rate* diukur dari kemampuan kinerja tukang terhadap waktu. Setiap individu dan per waktunya memiliki nilai *rate* yang berbeda-beda. Nilai *rate* terdapat pada Tabel 2.

Tabel 2 Nilai *Rate*

Rate	Deskripsi
0	Tidak ada aktivitas
50	Sangat lambat, tidak memiliki keahlian, tidak termotivasi
75	Tidak cepat, kemampuan yang terqualifikasi, termotivasi
100	Cepat, kemampuan yang terqualifikasi, termotivasi
125	Sangat cepat, kemampuan tinggi, termotivasi dengan baik
150	Sangat cepat, sangat berusaha, dan berkonsentrasi

Sumber: Olomolaiye, dkk, 1998 dalam [35]

Menghitung *basic time*

Menurut Olomolaiye, dkk dalam [35], waktu yang dibutuhkan dalam menyelesaikan pekerjaan per

aktivitasnya dihitung menggunakan Persamaan 4:

$$\text{Basic Time} = \text{Observed Time} \times \left(\frac{\text{Observed Rating}}{\text{Standard Rating}} \right) \quad (4)$$

Nilai *standard rating* digunakan angka 100, sementara nilai *observed rating* ditetapkan berdasarkan pengamatan di lapangan.

Menghitung *standard time*

Standard time merupakan nilai waktu yang dijadikan sebagai pedoman dalam perencanaan dan pengendalian proyek. *Standard time* merupakan *basic time* dengan memperhitungkan *allowance*. Rumus *standard time* menurut Olomolaiye, dkk dalam [35] sesuai Persamaan 5:

$$\text{Standard Time} = \text{Basic Time} + (\text{Basic Time} \times \text{persentase total allowance}) \quad (5)$$

Total allowance adalah penjumlahan dari *contingency allowance* dan *relaxation allowance*. Menurut Trisiany dan Halim dalam [35], *contingency allowance* adalah kelonggaran akibat kejadian tak terduga dengan nilai 5% untuk proyek konstruksi. *Relaxation allowance* merupakan faktor relaksasi yang dibutuhkan tenaga kerja selama melakukan aktivitas pekerjaan. Nilai *relaxation allowance* mengikuti Tabel 3.

Tabel 3 Nilai Relaxation Allowance

Kondisi/ Penyebab	Deskripsi	Persentase dari <i>basic time</i> (%)
Standar (S)	Kebutuhan pribadi (toilet, minum, cuci tangan, dsb) dan kelelahan normal	8
Posisi kerja (P)	Berdiri	2
	Posisi cukup sulit	2-7
	Posisi sangat sulit (berbaring, tangan menjangkau maksimum, dsb)	2-7
Konsentrasi (K)	Perhatian biasa, melihat gambar-gambar	0-5
	Perhatian ekstra, penjelasan yang rumit dan panjang	0-8
Lingkungan (L)	Pencahayaannya: cukup	0-5
	sampai remang-remang	0-10
	Ventilasi: cukup sampai berdebu, kondisi ekstrim sangat berdebu	0-5
	Kebisingan: tenang sampai bising	0-70
	Panas: sejuk sampai 35 derajat celcius, kelembaban 95%	

Kondisi/ Penyebab	Deskripsi	Persentase dari <i>basic time</i> (%)
Tenaga yang digunakan (T)	Ringan: beban sampai 5 kg	1
	Sedang: beban sampai 20 kg	1-10 10-30
	Berat: beban sampai 40 kg	30-50
Monoton/ kebosanan (M)	Sangat berat: beban sampai 50 kg	
	Secara mental	0-4
	Secara fisik	0-5

Sumber: Olomolaiye, dkk, 1998 dalam [35]

Labor Utilization Rate (LUR)

Labor Utilization Factors (LUF) atau *Labor Utilization Rate (LUR)* adalah sebuah ukuran untuk menyatakan seberapa efisien penggunaan tenaga kerja di lapangan. LUR diukur menggunakan *work sampling*. Terdapat beberapa metode *work sampling* yaitu *productivity rating*, *5-minute rating*, dan *field rating* [36].

Dalam *field rating*, aktivitas dibedakan menjadi hanya dua kategori: (i) *effective work*; dan (ii) *ineffective work*. Sementara itu, *5-minute rating* mirip *field rating* hanya saja datanya diambil setiap 5 menit. Dalam *productivity rating*, data diambil setiap menit dan aktivitas dibedakan ke dalam tiga kategori yaitu: (i) *effective work*; (ii) *essential contributory work*; dan (iii) *ineffective work*. Penelitian ini menggunakan *productivity rating* untuk mendapatkan sampel data yang lebih banyak serta untuk memahami fenomena di lapangan dengan lebih lengkap.

Nilai LUR menggunakan metode *productivity rating* dapat dihitung menggunakan Persamaan 6:

$$\text{LUR} = \frac{\left(\frac{\text{effective work} + 0,25(\text{essential contributory work})}{\text{Total pengamatan}} \right) \times 100\%}{100\%} \quad (6)$$

Menurut Oglesby, dkk, 1989 dalam [36], suatu tenaga kerja dapat dikatakan efektif apabila nilai LUR nya lebih besar atau sama dengan 50%.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan pendekatan kuantitatif dimana data dikumpulkan berdasarkan pengalaman empiris serta berbentuk angka yang dapat dihitung. Dalam hal ini, pengalaman empiris yang dimaksud adalah pengukuran *observed time* dalam metode *time study*.

Normalitas data *observed time* dipastikan dengan menggunakan konsep Batas Kontrol Atas (BKA) dan Batas Kontrol Bawah (BKB). Nilai batas kontrol bertujuan untuk meminimalisir ketidakteraturan data yang dihitung menggunakan persamaan 7 dan 8 [37].

$$BKA = \bar{X} + k \cdot \sigma \quad (7)$$

$$BKB = \bar{X} - k \cdot \sigma \quad (8)$$

Dimana:

\bar{X} = rata – rata *observed time*

k = konstanta tingkat kepercayaan

σ = standar deviasi

Persamaan 9 merupakan rumus rata-rata untuk rata tunggal [38].

$$\bar{X} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} \quad (9)$$

Dimana:

x_1 = data ke – 1

x_2 = data ke – 2

x_n = data ke – n

n = jumlah data

Sementara itu rumus simpangan baku atau standar deviasi sesuai Persamaan 10 [38]:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{X})^2}{(n-1)}} \quad (10)$$

Dimana:

σ = standar deviasi

x_i = data ke – i

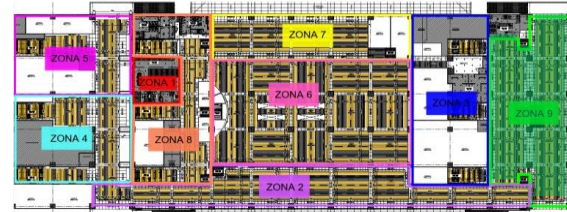
\bar{X} = rata – rata *observed time*

Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi dari penelitian ini adalah total luas pekerjaan plafon U-Baffle yaitu sebesar 7.680 m². Karena keterbatasan waktu dan pekerjaan plafon U-Baffle yang hampir selesai, sampel yang diambil untuk pekerjaan rod penggantung adalah sebanyak 28,80 m², stringer 76,18 m², hollow 49,80 m², dan panel U-Baffle 66,82 m².

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan pada Proyek Gedung Stasiun Kereta di Kota Jakarta Tahun 2023, pekerjaan plafon U-Baffle yang diamati berada di lantai 2 area publik zona 9 (warna hijau) sebagaimana ditunjukkan Gambar 1. Adapun gugus kerja yang diamati adalah 1 orang tukang dibantu oleh 1 orang pekerja.



Gambar 1 Pembagian Zona Plafon U-Baffle

Sumber: Dokumentasi Proyek (2023)

Penelitian dimulai sejak awal bulan Maret hingga Agustus 2023. Pengamatan lapangan dilakukan selama 9 hari, dari 03 s.d 13 April 2023.

Pengamatan dilakukan dalam 2 sesi yaitu 2 jam di pagi hari pukul 09.00-11.00 WIB dan 2 jam di sore hari pukul 14.00-16.00 WIB. Waktu pelaksanaan pengamatan dipilih dengan mempertimbangkan aktivitas pemasangan plafon U-Baffle yang dianggap efektif saat satu jam setelah jam masuk sampai satu jam sebelum istirahat, kemudian satu jam setelah istirahat sampai satu jam sebelum jam pulang.

Pengamatan dilakukan secara paralel masing-masing oleh satu orang di waktu yang sama baik untuk *time study* maupun *productivity rating*.

Alat dan Bahan Penelitian

Untuk *productivity rating* pencatatan data dilakukan setiap 1 menit dalam rentang waktu di atas. Sebagai alat bantu, disiapkan form pengamatan yang menampilkan tiga kategori aktivitas serta keterangan aktivitas yang dilakukan. Sementara itu untuk *time study* pengamatan dilakukan terhadap setiap siklus aktivitas di rentang waktu di atas menggunakan *stopwatch* yang terdapat pada telepon seluler.

Terakhir, data kemudian diolah menggunakan bantuan piranti lunak *microsoft excel*.

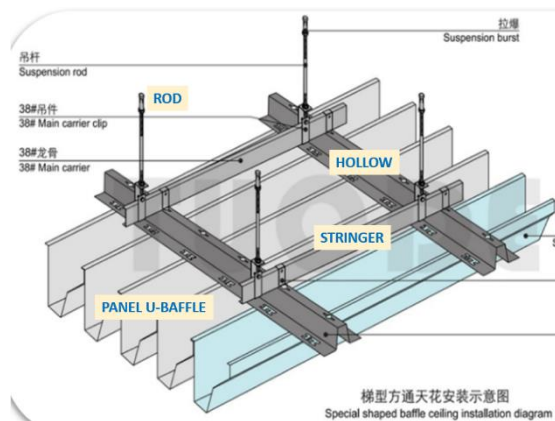
HASIL DAN PEMBAHASAN

Siklus Aktivitas Pekerjaan Plafon U-Baffle

Berdasarkan pengamatan di lapangan, pekerjaan plafon U-Baffle terdiri dari dua langkah utama

yaitu pemasangan rangka plafon dan penutup plafon. Untuk pemasangan rangka plafon terdiri dari: (i) pemasangan bracket; (ii) pemasangan rod penggantung; (iii) pemasangan stringer; dan (iv) pemasangan hollow. Perlu dicatat bahwa pemasangan bracket tidak termasuk dalam pengamatan karena saat penelitian, bracket sudah terpasang semua. Sementara itu pemasangan penutup plafon meliputi pemasangan panel-panel U-Baffle.

Ilustrasi Plafon U-Baffle dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Ilustrasi Plafon U-Baffle

Sumber: <https://id.bossgoo.com/product-detail/aluminum-bullet-shaped-baffle-ceiling-system-60179001.html>

Jarak antar suspension rod adalah 1,2 m, sehingga 4 buah rod mengcover luasan plafon sebesar 1,44 m². Besaran ini menjadi acuan untuk menghitung luas yang tercover oleh satu siklus untuk setiap aktivitas. Sebagai contoh, 1 siklus pengamatan pemasangan rod adalah setiap 4 titik rod yang mengcover luasan 1,44 m². Stopwatch dimulai pada rod ke-1 dan berhenti ketika rod ke-4 selesai dipasang, dan seterusnya.

Setiap aktivitas memiliki *coverage area* yang berbeda-beda. Sebagai contoh, stringer tidak dipasang per 1,44 m², tetapi per 2,76 m, sehingga perlu dikonversi ke satuan luas. Proses konversi selengkapnya dijelaskan dalam Tabel 4.

Tabel 4 Konversi Coverage Area Setiap Aktivitas

Aktivitas	Pemasangan per siklus	Kebutuhan per 1,44 m ²	Coverage Area
	a	b	
Rod penggantung	4 buah	4 buah	1,44 m ²

Aktivitas	Pemasangan per siklus	Kebutuhan per 1,44 m ²	Coverage Area
	a	b	
Stringer	2,76 m	2 x 1,2 = 2,4 m	1,656 m ²
Hollow 2,5 m	2,5 m	2 x 1,2 = 2,4 m	1,5 m ²
Hollow 4 m	4 m	2 x 1,2 = 2,4 m	2,4 m ²
Panel U-Baffle	3,87 m	5 x 1,2 m = 6 m	0,928 m ²

Sumber: Pengolahan Data (2023)

Dari Tabel 4 disimpulkan bahwa 1 siklus rod mengcover luasan 1,44 m², 1 siklus stringer mengcover luasan 1,656 m², 1 siklus hollow (2,5 m) mengcover luasan 1,5 m², 1 siklus hollow (4 m) mengcover luasan 2,4 m², dan 1 siklus panel U-Baffle mengcover luasan 0,928 m².

Produktivitas Tenaga Kerja dengan Metode Time Study

Pengukuran produktivitas dilakukan dengan cara menghitung luasan plafon U-Baffle yang terpasang dibagi dengan waktu yang dibutuhkan tenaga kerja dalam menyelesaikan pekerjaan (*observed time*). Luasan plafon U-Baffle dapat dengan mudah dihitung berdasarkan Tabel 4.

Tabel 5 menunjukkan jumlah siklus *observed time* setelah disaring menggunakan BKA dan BKB.

Tabel 5 Jumlah Siklus Observed Time

Aktivitas	Jumlah Siklus Pengamatan	Jumlah Siklus di Dalam Rentang BKA dan BKB	Coverage area (m ²)
Rod penggantung	20	20	28,80
Stringer	49	46	76,18
Hollow (2,5 m)	15	14	21,00
Hollow (4 m)	13	12	28,80
Panel U-Baffle	75	72	66,82

Sumber: Pengolahan Data (2023)

Observed Time (OT), kemudian diolah sehingga didapatkan *Basic Time (BT)*, *Standard Time (ST)*.

Contoh perhitungan OT, BT, dan ST untuk rod penggantung siklus ke-1 disampaikan sebagai berikut:

OT (hasil pengamatan) = 2,1 menit

Rate dipilih 150 karena lebih cepat dari rata-rata OT, sehingga BT menjadi:

$$\text{Basic Time} = \text{Observed Time} \times \left(\frac{\text{Observed Rating}}{\text{Standard Rating}} \right)$$

$$\text{Basic Time} = 2,1 \text{ menit} \times \left(\frac{150}{100} \right) = 3,1 \text{ menit}$$

Contingency allowance = 5%

Berdasarkan pengamatan lapangan, *relaxation allowance* dipilih sebagai berikut: S=8%; P=5%; K=3%; L=64%; T=1%; dan M=5%, sehingga *total allowance* = 91%.

$$\text{Standard Time} = \text{Basic Time} + (\text{Basic Time} \times \text{persentase total allowance})$$

$$\text{Standard Time} = 3,1 + (3,1 \times 91\%) = 5,92 \text{ menit}$$

Didapatkan untuk siklus ke-1, *standard time* untuk menyelesaikan rod penggantung sebanyak 4 buah adalah 5,92 menit.

Produktivitas tukang untuk pemasangan rod penggantung dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Produktivitas tukang} = \frac{1,44 \text{ m}^2}{1 \text{ orang} \times 5,92 \text{ menit}}$$

$$\text{Produktivitas tukang} = 14,59 \frac{\text{m}^2}{\text{Orang} - \text{Jam (OJ)}}$$

Karena dalam proyek penelitian, jam kerja normal adalah 8 jam per hari, maka:

$$\text{Produktivitas tukang} = 116,76 \frac{\text{m}^2}{\text{Orang} - \text{Hari (OH)}}$$

Dengan cara yang sama, didapatkan produktivitas pekerjaan untuk setiap aktivitas pemasangan plafon U-Baffle sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 6.

Tabel 6 Hasil Pengolahan Data Time Study

Aktivitas	Rata-Rata BT (menit)	Rata-Rata ST (menit)	Volume (m ²)	Prod. (m ² /OH)
Rod	3,37	6,44	1,44	107,38
Stringer	3,01	5,75	1,66	138,21
Hollow (2,5 m)	2,96	5,74	1,50	125,41
Hollow (4 m)	6,16	11,87	2,40	97,08

Aktivitas	Rata-Rata BT (menit)	Rata-Rata ST (menit)	Volume (m ²)	Prod. (m ² /OH)
Panel U-Baffle	0,45	0,85	0,93	525,71

Sumber: Hasil Pengolahan Data (2023)

Berdasarkan Tabel 6 diketahui nilai produktivitas per aktivitas pekerjaan berbeda-beda bergantung nilai *standard time* dan volume per siklus. Nilai produktivitas tertinggi yaitu pemasangan Panel U-Baffle (525,71 m²/OH) dan nilai produktivitas terkecil yaitu pemasangan Hollow 4 m (97,08 m²/OH).

Setelah mendapatkan nilai produktivitas maka nilai koefisien tenaga kerja dapat dihitung. Merujuk Permen PUPR No. 1 Tahun 2022 tentang Pedoman Penyusunan Perkiraan Biaya Pekerjaan Konstruksi Bidang Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, nilai koefisien dipisahkan menjadi koefisien pemasangan rangka dan penutup plafon.

Koefisien rangka plafon U-Baffle

Dari pembahasan sebelumnya diketahui bahwa pekerjaan pemasangan plafon U-Baffle terdiri dari beberapa tahapan yaitu: (i) pemasangan rod penggantung; (ii) pemasangan stringer; (iii) pemasangan hollow; dan (iv) pemasangan panel U-Baffle. Masing-masing tahapan telah diukur produktivitasnya. Bagian ini merupakan perhitungan koefisien gabungan pemasangan rangka plafon yang meliputi keseluruhan tahapan kecuali penutup plafon.

Koefisien tenaga kerja adalah indeks yang menunjukkan kebutuhan jumlah Tenaga Kerja Konstruksi untuk mengerjakan setiap satuan kuantitas pekerjaan. Berdasarkan definisi tersebut, akan dihitung berapa faktor pengali (indeks) yang menunjukkan kebutuhan jumlah tenaga kerja untuk mengerjakan 1 m² rangka plafon U-Baffle yang terdiri dari pemasangan rod, stringer, dan hollow. Untuk hollow akan dipilih hollow dengan produktivitas terkecil yaitu hollow 4 m.

Jika diasumsikan upah tukang per Orang-Hari (OH) adalah Rp. 140.000,00, maka dibutuhkan biaya tukang sebesar Rp. 140.000,00 untuk menyelesaikan stringer sebanyak 138,21 m². Volume ini dipilih untuk dijadikan acuan dalam perhitungan biaya rangka plafon sebanyak 138,21 m² (Tabel 7).

Tabel 7 Perhitungan Biaya Rangka Rangka Plafon Volume 138,21 m²

Aktivitas	Prod. (m ² /hari)	Faktor Penyesuaian Biaya ke Volume Acuan	Biaya Tukang untuk Menghasilkan Volume Acuan (Rp)
	A	b = 138,21/a	c = b*Rp. 140.000,00
Rod	107,38	1,29	180.195,57
Stringer	138,21	1	140.000,00
Hollow (4 m)	97,08	1,42	199.313,97
Total			Rp. 519.509,54

Sumber: Hasil Pengolahan Data (2023)

Berdasarkan definisi faktor pengali (indeks), maka koefisien pemasangan rangka plafon dapat dihitung sebagai berikut:

volume rangka × koefisien rangka
× harga satuan upah tukang
= Biaya upah tukang untuk rangka

Koefisien rangka
= $\frac{\text{Biaya upah tukang untuk rangka}}{\text{Volume rangka} \times \text{Harga Satuan Upah Tukang}}$

Koefisien rangka = $\frac{\text{Rp. 519.509,54}}{138,21 \text{ m}^2 \times \frac{\text{Rp. 140.000}}{\text{OH}}}$

Koefisien rangka = $0,0268 \frac{\text{OH}}{\text{m}^2}$

Dari perhitungan di atas, disimpulkan bahwa dibutuhkan 0,0268 orang tukang per hari untuk menyelesaikan 1 m² rangka plafon U-Buffle. Karena pekerjaan dilaksanakan oleh 1 orang tukang dibantu 1 orang pekerja, maka koefisien pekerja juga 0,0268 OH/m².

Sementara itu, produktivitas baik tukang maupun pekerja pemasangan rangka plafon U-Buffle dapat dihitung sebagai berikut:

Produktivitas rangka = $\frac{1}{\text{Koefisien rangka}}$

Produktivitas rangka = $\frac{1}{0,0268 \frac{\text{OH}}{\text{m}^2}}$

Produktivitas rangka = $37,31 \frac{\text{m}^2}{\text{OH}}$

Dari perhitungan di atas, disimpulkan bahwa 1 orang tukang (dibantu 1 orang pekerja) mampu

menyelesaikan pemasangan rangka plafon U-Buffle sebanyak 37,31 m² dalam 1 hari.

Perlu dicatat bahwa nilai produktivitas dan koefisien pemasangan rangka di atas belum termasuk aktivitas pemasangan bracket karena aktivitas tersebut telah selesai ketika dilakukan penelitian.

Koefisien penutup plafon U-Buffle

Dari pengukuran produktivitas menggunakan metode *time study*, telah diketahui bahwa produktivitas pemasangan penutup plafon U-Baffle adalah 525,71 m² per tukang per hari (525,71 m²/OH). Maka koefisiennya dapat dihitung sebagai berikut:

Produktivitas penutup = $\frac{1}{\text{Koefisien penutup}}$

Koefisien penutup = $\frac{1}{525,71 \frac{\text{m}^2}{\text{OH}}}$

Koefisien penutup = $0,0019 \frac{\text{OH}}{\text{m}^2}$

Dari perhitungan di atas, disimpulkan bahwa dibutuhkan 0,0019 orang tukang per hari untuk menyelesaikan 1 m² penutup plafon U-Buffle. Karena pekerjaan dilaksanakan oleh 1 orang tukang dibantu 1 orang pekerja, maka koefisien pekerja juga 0,0019 OH/m².

Labor Utilization Rate (LUR) dengan Metode Productivity Rating

Pengamatan dengan *productivity rating* dilakukan dengan mengamati kelompok tenaga kerja yang terdiri dari 1 Tukang dan 1 Pekerja. Pengambilan data dilakukan setiap 1 menit sekali pada jam pengamatan, sehingga setiap 1 hari akan didapatkan data pengamatan sebanyak 242 data. Data pengamatan kemudian diolah dalam *Microsoft Excel* untuk mengklasifikasikan hasil pengamatan ke dalam 3 jenis kegiatan yaitu *effective work*, *essential contributory work*, serta *ineffective work*. Klasifikasi kegiatan untuk tenaga kerja tukang dan pekerja terlihat pada Tabel 8 dan Tabel 9.

Tabel 8 Kategori Kegiatan Tukang

Kategori Kegiatan	Contoh Aktivitas
<i>Effective work</i>	Memasang bracket
	Memasang rod penggantung
	Memasang stringer
	Memasang hollow
	Memasang panel baffle
	Menyambung baffle

Kategori Kegiatan	Contoh Aktivitas
	Menyambung hollow Menyambung stringer
<i>Essential</i>	Cek level plafon
<i>Contributory Work</i>	Marking jarak bracket Marking lokasi pemasangan bracket dan rod Membaca gambar kerja Membersihkan area kerja Memotong material hollow Memutar roda scaffolding Menyiapkan alat kerja Menyiapkan baut Menyiapkan material rod, stringer, hollow, baffle Merapikan area kerja Menaikkan material ke atas scaffolding Menggambil alat kerja Menggambil material baffle, scaffolding, stringer, bracket Mengeser scaffolding Mengecek rod dan stringer yang terpasang Mengukur panel baffle Mengukur jarak stringer terpasang Menaiki scaffolding
<i>Ineffective work</i>	Duduk Keperluan pribadi Memperbaiki scaffolding Terdiam Merapikan material dari pekerjaan yang salah Repair pekerjaan yang salah Repair material Meninggalkan lokasi kerja Merokok Mengobrol Minum

Sumber: Pengolahan Data (2023)

Tabel 9 Kategori Kegiatan Pekerja

Kategori Kegiatan	Contoh Aktivitas
<i>Effective work</i>	Cek level plafon Langsir material Memasang rod penggantung Membantu cek level plafon Membantu melepas scaffolding Membantu memasang stringer Membantu memotong stringer Membantu menggeser scaffolding Membantu repair pekerjaan yang salah Membersihkan area kerja Memperbaiki alat kerja Menggambil alat kerja Menggambil material stringer Mengeser scaffolding Mengukur material baffle Menyiapkan alat kerja

Kategori Kegiatan	Contoh Aktivitas
	Menyiapkan material baffle, hollow, rod, dan stringer Merapikan area kerja Merapikan material
<i>Essential contributory work</i>	-
<i>Ineffective work</i>	Berjalan Duduk Keperluan pribadi Makan Mengobrol Meninggalkan lokasi kerja Merokok Minum Repair material Repair pekerjaan yang salah Terdiam

Sumber: Pengolahan Data (2023)

Setelah diklasifikasikan, data pengamatan dijumlahkan berdasarkan kategori kegiatan tenaga kerja dan dihitung persentase proporsinya. Setelah itu, dibuat rekapitulasi hasil perhitungan nilai LUR sebagaimana yang terlihat pada Tabel 10.

Tabel 10 Nilai LUR Tukang dan Pekerja

Waktu Pengamatan	Nilai LUR	
	Tukang	Pekerja
Pagi	38,48%	42,98%
Sore	39,2%	47,11%

Sumber: Pengolahan Data (2023)

Dari Tabel 9 diketahui bahwa nilai LUR Tukang pada pekerjaan pemasangan plafon U-Baffle saat pagi hari dan sore hari masing-masing sebesar 38,48% dan 39,2%. Sedangkan nilai LUR Pekerja pada pekerjaan pemasangan plafon U-Baffle saat pagi hari dan sore hari masing-masing sebesar 42,98% dan 47,11%. [31] menyimpulkan rata-rata nilai LUR untuk tenaga kerja pekerjaan plafon dan instalasi listrik sebesar 92,84%. Meski demikian, perbedaan tersebut tidak dapat diperbandingkan karena objek yang diteliti merupakan jenis plafon yang berbeda.

Oglesby, dkk, 1989 dalam [36] menyatakan produktivitas tenaga kerja dikatakan efektif apabila nilai LUR lebih dari 50%. Berdasarkan hal tersebut dapat disimpulkan bahwa penggunaan tenaga kerja pemasangan plafon U-Baffle pada proyek penelitian ini belum efisien karena nilai LUR nya kurang dari 50%, sehingga masih terdapat ruang untuk peningkatan kinerja. Faktor yang menyebabkan nilai LUR rendah adalah banyaknya terjadi *ineffective work* selama

Nilai produktivitas per aktivitas pekerjaan plafon U-Baffle yaitu rod penggantung 107,38 m²/ hari, stringer 138,21 m²/ hari, hollow (2,5 m) 125,41 m²/ hari, hollow (4m) 97,08 m²/hari dan Panel U-Baffle 525,71 m²/hari.

Nilai produktivitas tenaga kerja pemasangan rangka plafon U-Baffle sebesar 37,31 m²/OH (koefisien 0,0268 OH/m²). Perlu dicatat bahwa koefisien tersebut belum termasuk pemasangan bracket. Sementara itu produktivitas tenaga kerja pemasangan penutup plafon U-Baffle adalah sebesar 525,71 m²/OH (koefisien 0,019 OH/m²).

Dari hasil perhitungan dan analisis data dengan metode *productivity rating* disimpulkan bahwa nilai LUR tukang saat pagi hari dan sore hari masing-masing sebesar 38,48% dan 39,2%. Sedangkan nilai LUR pekerja saat pagi hari dan sore hari masing-masing sebesar 42,98% dan 47,11%. Dari hasil tersebut disimpulkan bahwa tukang dan pekerja belum bekerja dengan efisien, terlihat dari nilai LUR yang lebih kecil dari 50%. Hal ini mengindikasikan masih terdapat ruang untuk peningkatan kinerja sehingga produktivitas masih dapat ditingkatkan lagi. Tingkat produktivitas yang rendah tersebut disebabkan oleh banyaknya *ineffective work* antara lain duduk, mengobrol, terdiam, repair pekerjaan yang salah, serta pekerja tidak di lokasi kerja.

Sebagaimana yang telah disampaikan, dalam perhitungan produktivitas dan koefisien tenaga kerja pemasangan rangka plafon U-Baffle belum memperhitungkan pemasangan bracket. Untuk penyempurnaan ke depannya, penulis menyarankan untuk dilakukan penelitian serupa yang dilengkapi dengan pengamatan pekerjaan bracket. Selain itu, penelitian serupa ke depannya disarankan untuk mengambil sampel yang lebih banyak terhadap setiap aktivitas dalam pekerjaan pemasangan plafon U-Baffle.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. S. B. A. Abd El-Karim, O. A. M. El Nawawy, and A. M. Abdel-Alim, "Identification and assessment of risk factors affecting construction projects," *Hous. Build. Natl. Res. Cent.*, vol. 13, no. 2, pp. 202–216, 2017, doi: 10.1016/j.hbrcj.2015.05.001.
- [2] P. Szymański, "Risk management in construction projects," *Procedia Eng.*, vol. 208, pp. 174–182, 2017, doi: 10.1016/j.proeng.2017.11.036.
- [3] S. Dabirian, M. Moussazadeh, M. Khanzadi, and S. Abbaspour, "Predicting the effects of congestion on labour productivity in construction projects using agent-based modelling," *Int. J. Constr. Manag.*, vol. 0, no. 0, pp. 1–24, 2021, doi: 10.1080/15623599.2021.1901330.
- [4] M. Sarihi, V. Shahhosseini, and M. T. Banki, "Development and comparative analysis of the fuzzy inference system-based construction labor productivity models," *Int. J. Constr. Manag.*, vol. 0, no. 0, pp. 1–18, 2021, doi: 10.1080/15623599.2021.1885117.
- [5] M. Badawy, A. Hussein, S. M. Elseufy, and K. Alnaas, "How to predict the rebar labours' production rate by using ANN model?," *Int. J. Constr. Manag.*, vol. 21, no. 4, pp. 427–438, 2021, doi: 10.1080/15623599.2018.1553573.
- [6] M. H. Momade, S. Shahid, M. R. bin Hainin, M. S. Nashwan, and A. Tahir Umar, "Modelling labour productivity using SVM and RF: a comparative study on classifiers performance," *Int. J. Constr. Manag.*, vol. 0, no. 0, pp. 1–11, 2020, doi: 10.1080/15623599.2020.1744799.
- [7] S. Mubarak, *Construction Project Scheduling and Control*, 3rd ed. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2015.
- [8] D. R. Pierce, *Project Scheduling and Management*, 4th ed. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2013.
- [9] I. Akbar, M. Wijayaningtyas, and L. A. Ratnawinanda, "Analisis Koefisien Produktivitas Pasangan Dinding Bata Ringan Gedung Keolahragaan Universitas Negeri Malang," *e-journal GELAGAR*, vol. 2, no. 1, pp. 1–8, 2020, [Online]. Available: <https://ejournal.itn.ac.id/index.php/gelagar/article/view/2620>.
- [10] K. G. Alicia and A. Nursin, "Analisis Produktivitas Tenaga Kerja Pekerjaan Dinding Proyek Gedung PPA Kejugung RI," in *Prosiding Seminar Nasional Teknik ...*, 2020, pp. 166–173, [Online]. Available: <http://prosiding-old.pnj.ac.id/index.php/snts/article/view/3763>.
- [11] J. Andris and A. Nursin, "Analisis Produktivitas Tenaga Kerja Pekerjaan Dinding Bata Ringan," in *Prosiding Seminar Nasional Teknik ...*, 2020, pp. 18–23, [Online]. Available: <http://prosiding-old.pnj.ac.id/index.php/snts/article/view/3609>.

- [12] A. S. D. Astuti, "Analisis Perbandingan Produktivitas Tukang dan Pekerja Saat Kerja Normal dan Kerja Lembur Pekerjaan Bata Merah pada Proyek Konstruksi," e-journal.uajy.ac.id, 2018. [Online]. Available: <http://e-journal.uajy.ac.id/14302/>.
- [13] H. Cahyadi, E. Purnamasari, and M. Nordiansyah, "Perhitungan Produktivitas Pekerjaan Pemasangan Dinding Bata Ringan Dengan Metode Time Study pada Proyek Pembangunan Ruang Kantor Sekolah Menengah Atas Negeri 5 Banjarmasin," in *SNITT*, 2021, pp. 37–43, [Online]. Available: <https://jurnal.poltekba.ac.id/index.php/prosiding/article/view/1342>.
- [14] A. P. Cahyani and A. Nursin, "Analisis Produktivitas Tenaga Kerja Pada Pekerjaan Dinding Proyek Tamansari Iswara Apartment," in *Prosiding Seminar Nasional Teknik ...*, 2019, pp. 567–574, [Online]. Available: <http://prosiding-old.pnj.ac.id/index.php/snts/article/view/2617>.
- [15] G. A. P. C. Dharmayanti, I. G. Ketut, S. Gede, and T. Saputra, "Analisis Perbandingan Biaya Dan Waktu Pekerjaan Dinding Menggunakan Bata Merah Dengan M-Panel," *J. Ilm. Tek. Sipil*, vol. 20, no. 2, pp. 119–126, 2016.
- [16] E. Handayani, K. R. Amalia, and S. Suryani, "Analisis Perbandingan Produktivitas Tenaga Kerja Lokal Dengan Tenaga Kerja yang Didatangkan Dari Luar Kota Jambi," *J. Talent. Sipil*, vol. 4, no. 1, pp. 66–73, 2021, doi: 10.33087/talentsipil.v4i1.50.
- [17] R. Januardi, G. H. Sudibyho, D. N. Saputro, and P. S. Nugroho, "Studi Produktivitas Operasi Konstruksi Pekerjaan Dinding Bata Ringan pada Proyek Gedung Bedah RSUD Banyumas," in *Seminar Nasional Ketekniksipilan, Infrastruktur dan Industri Jasa Konstruksi (KIIJK) 2021*, 2021, vol. 1, no. 1, pp. 67–72, [Online]. Available: <http://prosiding.uika-bogor.ac.id/index.php/kijjk/article/view/335>.
- [18] D. D. Pangemanan and N. E. Kondo, "Pengukuran Produktivitas Tukang pada Pekerjaan Pasangan Dinding Bata," *J. Tek. Sipil Terap.*, vol. 1, no. 2, pp. 33–44, 2019, [Online]. Available: <http://jurnal.polimdo.ac.id/index.php/jtst/article/download/234/212>.
- [19] M. R. E. Putra, "Kajian Produktivitas Tukang Terhadap Beban Kerja dan Waktu Istirahat pada Pekerjaan Konstruksi," repository.unbari.ac.id, Jambi, 2022. [Online]. Available: <http://repository.unbari.ac.id/id/eprint/1874>.
- [20] A. H. Rizal, D. B. A. Nisoni, and ..., "Perbandingan Produktivitas Tenaga Kerja Tukang Batu Antara Metode Lapangan Terhadap Permen Pupr Tahun 2016," *J. Tek. Sipil*, vol. IX, no. 2, pp. 323–334, 2020, [Online]. Available: <http://jurnalmanajemen.petra.ac.id/index.php/jurnal-teknik-sipil/article/view/23286>.
- [21] M. L. A. Suhaeb, "Analisis Koefisien Produktivitas Tenaga Kerja pada Pekerjaan Pasangan Bata," dspace.uui.ac.id, Yogyakarta, 2020. [Online]. Available: <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/29338>.
- [22] M. A. Surachman and P. E. Agustawan, "Analisa Produktivitas Tenaga Kerja Harian dan Borongan pada Proyek RSUD Dr. Soegiri Lamongan," *Civilla J. Tek. Sipil ...*, vol. 4, no. 1, pp. 220–227, 2019, [Online]. Available: <http://www.jurnalteknik.unisla.ac.id/index.php/CVL/article/view/312>.
- [23] A. F. R. Syahrul and G. Adistana, "Produktivitas Pekerja Pada Pekerjaan Bata Ringan Dengan Metode Time Study Pada Bangunan Gedung Bertingkat Di Surabaya," *Rekayasa Tek. ...*, 2018, [Online]. Available: <https://jurnalmahasiswa.unesa.ac.id/index.php/23/article/view/25188>.
- [24] I. Muslim, Z. Zainuri, and F. Lubis, "Analisis Produktivitas Tenaga Kerja Pada Pekerjaan Dinding Facade (Studi Kasus Pada Proyek Pembangunan Hotel Pop Pekanbaru)," *Siklus J. Tek. Sipil*, vol. 5, no. 1, pp. 12–22, 2019, [Online]. Available: <http://journal.unilak.ac.id/index.php/SIKLUS/article/view/2388>.
- [25] A. Gunawan and A. Setyawan, "Analisis Produktivitas Hasil Pekerjaan Konstruksi Antara Kerja Normal dan Kerja Lembur," *Surakarta Civ. Eng. Rev.*, pp. 49–61, 2022, [Online]. Available: <http://ejournal.unsa.ac.id/index.php/scer/article/view/12>.
- [26] A. Patanduk, J. E. Latupeirissa, and ..., "Analisis Produktivitas Tenaga Kerja Pemasangan Ubin Keramik Pada Proyek

- Makassar New Port,” *Paulus Civ. Eng. ...*, vol. 3, no. 2, pp. 135–140, 2021, [Online]. Available: <http://ojs.ukipaulus.ac.id/index.php/pcej/article/view/246>.
- [27] F. A. Wijaya, “Analisis Produktivitas Tenaga Kerja Konstruksi Pada Pekerjaan Pemasangan Keramik Menggunakan MPDM (Method Productivity Delay Model),” *dspace.uui.ac.id*, 2022.
- [28] I. K. Wijayanto, “Analisis Produktivitas Tenaga Kerja Pada Pekerjaan Pemasangan Keramik Lantai,” *dspace.uui.ac.id*, Yogyakarta, 2021. [Online]. Available: <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/34434>.
- [29] Mulyadi and Hasnawati, “Analisis Produktivitas Tenaga Kerja pada Pekerjaan Penutup Atap,” *Inersia J. Tek. Sipil*, vol. 11, no. 2, pp. 17–24, 2019, [Online]. Available: <https://ejournal.unib.ac.id/index.php/inersiajurnal/article/view/9137>.
- [30] K. F. Ongkojoyo, R. Giovanni, and P. Nugraha, “Perbandingan Angka Produktivitas Pemasangan Keramik Lantai dan Plafon,” *J. Dimens. Pratama Tek. Sipil*, pp. 94–99, 2020, [Online]. Available: <http://publication.petra.ac.id/index.php/teknik-sipil/article/view/10666>.
- [31] M. Rendy and A. F. Ashari, “Analisis Produktivitas Tenaga Kerja Pada Pekerjaan Plafond dan Instalasi Listrik (Studi Kasus Proyek Gedung Rumah Sakit Universitas Hasanuddin Kota Makassar),” *J. Appl. Civ. Environ. Eng.*, vol. 2, no. 2, p. 60, 2022, doi: 10.31963/jacee.v2i2.3726.
- [32] H. K. Kusuma, “Produktivitas Pemasangan Plafon pada Proyek Pembangunan Kampus UIII Tahap 3 Gedung Fakultas B,” Semarang, 2022.
- [33] W. J. Del Pico, *Project Control - Integrating Cost and Schedule in Construction*, 1st ed. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2013.
- [34] Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum an Perumahan Rakyat Nomor 1 Tahun 2022 tentang Pedoman Penyusunan Perkiraan Biaya Pekerjaan Konstruksi Bidang Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat*, no. 8.5.2017. Indonesia, 2022, pp. 2003–2005.
- [35] L. Malamassam, “Analisa Produktivitas Pekerja Dengan Metode Time Study Pada Proyek Pembangunan Gedung Teknik Industri ITS,” *repository.its.ac.id*, Surabaya, 2016. [Online]. Available: <https://repository.its.ac.id/48681/>.
- [36] J. K. Yates, *Productivity Improvement for Construction and Engineering*, 1st ed. Virginia: ASCE Press, 2014.
- [37] B. I. Putra and R. B. Jakaria, *Perancangan Sistem Kerja*, 1st ed. Sidoarjo: UMSIDA Press, 2020.
- [38] D. T. Untari, *Buku Ajar Statistik 1*, 1st ed. Banyumas: CV. Pena Persada, 2020.