

Analisis Perbaikan Produktivitas Pemasangan Dinding Bata Ringan dengan MPDM pada Proyek Pembangunan Apartemen X Kota Bandung

**RATIH DEWI SHIMA^{1*}, ERMA DESIMALIANA¹, M. ADRYAN ARIF FARROSI²,
NUR DIYANTI SANTOSO³**

¹Dosen Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Bandung, Indonesia

²Staf Direktorat Jenderal Cipta Karya Kementerian PUPR, Jakarta, Indonesia

³Staf PT. Kwarsa Hexagon, Bandung, Indonesia

Email: ratihdshima@itenas.ac.id

ABSTRAK

Pembangunan hunian dengan jenis bangunan bertingkat tinggi membutuhkan jumlah partisi dinding yang cukup banyak, dengan pasangan batu bata yang ringan dan kokoh. Pemasangan dinding bata ringan relatif lebih mudah dikerjakan ketimbang dinding bata merah biasa, namun memerlukan presisi keahlian yang tinggi. Kajian ini membandingkan nilai produktivitas pemasangan bata ringan dengan menganalisis ruang pergerakan dan kekosongan waktu pekerja menggunakan Crew Balance Chart dan Perhitungan Nilai Labour Utilization Factor (LUF), serta memberikan solusi perbaikan terhadap alur produktivitas pemasangan bata ringan berdasarkan studi kasus proyek Apartemen PT X di Kota Bandung. Pengambilan data menggunakan metode pengamatan rekaman video dan time studies. Kesimpulan yang diperoleh, ditemukan bahwa metode pemasangan bata ringan di Apartemen PT. X memerlukan perbaikan untuk meningkatkan efektivitas produksi dengan menggeser beberapa kegiatan beberapa menit lebih awal pada laden.

Kata kunci: *produktivitas, konstruksi, MPDM, time studies, cycle chart, crew balance chart*

ABSTRACT

The construction of high-rise residential buildings necessitates substantial wall partitions utilizing lightweight yet robust brick masonry. Although lightweight brick installation is more straightforward than conventional red brick masonry, it demands high precision and expertise. This study evaluates the productivity of lightweight brick installation by analyzing worker movement patterns and idle time through Crew Balance Chart analysis and Labour Utilization Factor (LUF) calculations. Based on a case study at the PT X Apartment project in Bandung City, the research proposes workflow optimization strategies for lightweight brick installation. Data acquisition was conducted through video recording observation and time studies. The findings indicate that the installation methodology requires procedural refinements to enhance production effectiveness by advancing the commencement of several activities during the laden phase. These improvements aim to minimize worker idle time and optimize crew balance, thereby increasing overall productivity in lightweight brick wall installation operations.

Keywords: *construction, productivity, MPDM, time studies, cycle chart, crew balance chart*

1. PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk di Bandung meningkat signifikan dari tahun-tahun sebelumnya. Penambahan jumlah penduduk di Kota Bandung memiliki rata-rata 20.000 jiwa per tahun. Bahkan di tahun 2022, telah meningkat sebanyak 39.990 jiwa [1]. Hal ini mendorong permintaan terhadap pengembangan hunian di Bandung. Banyak developer yang berlomba-lomba membuat hunian secara masif karena dinilai dapat menghasilkan keuntungan yang tidak sedikit. Meski demikian, salah satu permasalahan yang perlu dihadapi developer adalah keterbatasan luas lahan yang dapat dibangun menjadi hunian masif [2]. Beberapa developer menjawab pertanyaan ini dengan solusi pembangunan apartemen, salah satu contoh proyek pembangunan apartemen di Bandung yang kini sedang berlangsung adalah Proyek Pembangunan Apartemen X terletak di Kecamatan Arcamanik, Bandung. Proyek ini merupakan proyek residensial komersil yang digagas oleh perusahaan BUMN PT X sebagai bagian dari program rencana pembukaan cabang divisi baru yang menangani bisnis properti. PT X merupakan BUMN yang berperan sebagai *developer* sekaligus pemberi tugas atas pembangunan Apartemen tersebut.

Proyek Pembangunan Apartemen X merupakan konstruksi apartemen dengan konsep *mixed use* yang terintegrasi dengan fungsi komersial seluas 2,1 hektare, terdiri dari 2 tower utama sebagai hunian, dan satu gedung di tambah beberapa lantai bawah khusus perbelanjaan serta terhubung dengan kedua tower hunian. Gedung sebagai pusat perbelanjaan ini nantinya akan memuat kios-kios perbelanjaan, dan sarana hiburan pada lantai teratas seperti kolam renang dan bioskop.

Tower hunian direncanakan akan menggunakan dinding precast, sedangkan pada gedung perbelanjaan menggunakan dinding pasangan bata ringan berjenis hebel. Bata ringan adalah material bangunan yang fungsinya sama dengan batu bata merah untuk membuat dinding [3]. Bata ringan umumnya dibuat secara masal oleh pabrik dengan olahan bahan dari campuran pasir kuarsa, semen, kapur, gypsum, dan alumunium pasta [4]. Bata ringan memiliki karakteristik yang ringan, halus dan sangat rata. Pada umumnya, bata ringan memiliki ukuran 60 cm x 20 cm dengan ketebalan yang bervariasi 7–15 cm [5], [6]. Bata ringan memiliki berat jenis kering sekitar 530 kg/m³ [7]. Bahan baku bata ringan sendiri terbuat dari beton ringan jenis AAC (*Autoclaved Aerated Concrete*), yang merupakan perpaduan dari pasir silica, semen, alumunium pasta dan bahan lainnya. Berbeda dengan bata merah, bata ringan membutuhkan bahan perekat pasta khusus yang disebut semen instan. Bata ringan juga kedap suara dan tahan terhadap air, yang artinya bata ringan memiliki durabilitas yang tinggi terhadap lembab [8].

Mengingat padatnya jadwal konstruksi, konsultan manajemen konstruksi menyarankan agar setiap lantai diselesaikan, langsung dikerjakan pekerjaan dinding, setelah itu instalasi *plumbing* dan listrik. Oleh karena itu, produktivitas pekerjaan dinding sangat penting untuk memastikan pekerjaan arsitektural dapat diselesaikan dengan cepat. Produktivitas penyelesaian pekerjaan pada gedung hunian, merupakan salah satu faktor penentu biaya proyek [9].

Produktivitas adalah ukuran proses. Produktivitas menunjukkan kemampuan untuk menyelesaikan pekerjaan dan jumlah dari seberapa banyak pekerjaan yang dapat diselesaikan dalam proses pemanfaatan *input* [10]. Dalam pengambilan data lapangan, pengamat akan mengikuti untuk mengukur waktu yang digunakan pekerja untuk berbagai kegiatan. Secara umum pengelompokan kegiatan dalam penilaian produktivitas adalah *effective work*, *essential contributory work*, dan *idle* [11]. Ketiga kelompok ini yang merupakan esensi dari penilaian produktivitas pada pekerjaan dinding bata ringan di proyek pembangunan apartemen X Kota Bandung.

2. METODOLOGI

Pengambilan data dilakukan pada proyek pembangunan apartemen X, dimulai dengan pengamatan urutan kerja melalui video yang dipasang dalam satu hari kerja. Dari video tersebut dilakukan juga pencatatan waktu dan durasi, menggunakan metode Time Studies, digabungkan dengan metode *Five-Minutes Rating* untuk memperoleh waktu yang dibutuhkan dalam satu siklus pemasangan bata ringan dengan dua pekerja yakni tukang dan laden. Dari Time Studies kemudian divisualisasi menggunakan *cycle chart* dan *crew balance chart* untuk melihat *idle* dari siklus eksisting saat ini. Siklus eksisting saat ini kemudian diperiksa dan dianalisis menggunakan *Method Productivity Delay Model* (MPDM) untuk memperkirakan estimasi keterlambatan.

2.1 Method Productivity Delay Model

Metode MPDM (*Method Productivity Delay Model*) adalah teknik pengukuran produktivitas yang mengurai siklus kerja menjadi waktu produktif dan waktu tunda (*delay*), lalu menghitung produktivitas ideal, aktual, dan potensi perbaikan dengan mengaitkan *delay* pada 5 faktor: lingkungan, peralatan, tenaga kerja, material, dan manajemen [12]. MPDM mengadaptasi prinsip pengukuran produktivitas dari tradisi industrial engineering atau manufaktur, khususnya studi waktu dan gerak serta konsep pemisahan waktu kerja bernilai tambah vs non-nilai tambah [11]. Konsep ini kemudian dimodifikasi untuk konteks konstruksi dengan penekanan pada identifikasi dan kuantisasi "delay" per kategori faktor penyebab di level siklus produksi lapangan [13]. Literatur MPDM di konstruksi merujuk pada kerangka Halpin & Riggs [14] yang pada dasarnya memodernisasi praktik time study manufaktur menjadi format *Production Cycle Delay Sampling* (PCDS) untuk menghitung produktivitas ideal, produktivitas keseluruhan, dan gap akibat *delay* dengan menghitung waktu NDC (*non-delayed cycle*).

2.2 Time Studies

Time studies merupakan pengamatan langsung secara terus menerus terhadap kegiatan/aktivitas yang ingin diamati. Tujuan cara ini adalah mengukur inkremental waktu dari bermacam-macam langkah dalam suatu operasi pekerjaan [15]. Untuk pelaksanaan metode ini, ada dua macam teknik, yaitu dengan menggunakan *stopwatch* dan penggunaan kamera video. Pada kajian kali ini menggunakan teknik kamera video, kemudian melakukan *stamping time* pada setiap kegiatan dalam satu siklus. Video tersebut merekam secara keseluruhan baik pekerjaan atau yang melakukannya pada suatu siklus dengan periode tertentu. Hasil data tersebut dapat dinilai dengan menghitung *labor-utilization factor* (LUF) [16]. Jangkauan persentase untuk pekerjaan yang produktif yang biasa ditemui pada *sampling* pekerja konstruksi adalah antara 40 persen sampai 60 persen [17].

2.2 Five-Minutes Rating

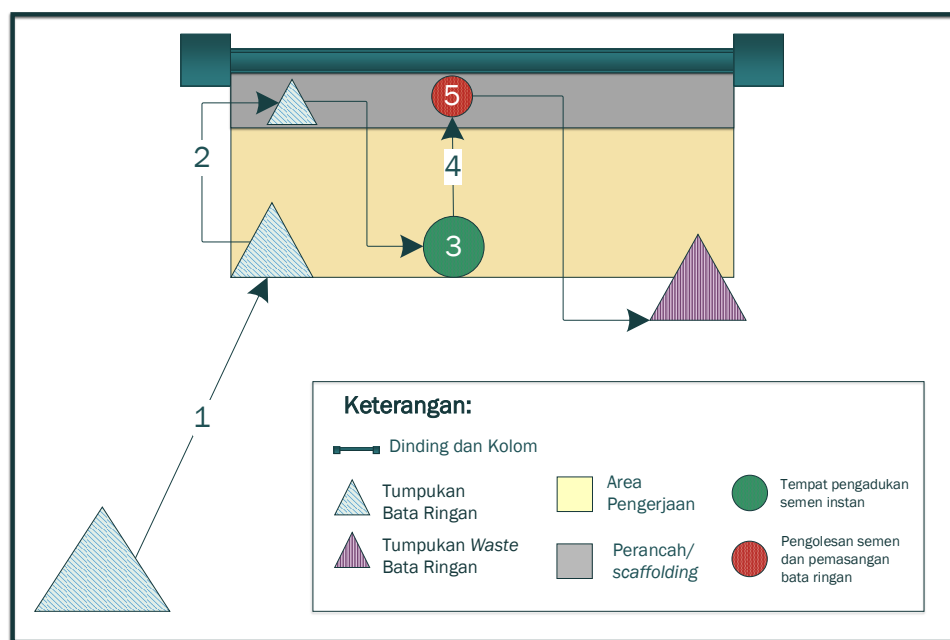
Five-minutes rating merupakan salah satu teknik atau metode pengambilan data yang relatif mudah. Meski demikian, metode ini merupakan metode yang efektif untuk mengevaluasi pekerjaan secara menyeluruh. Untuk membuat *five minutes rating*, pengamat harus memperhatikan dari rekaman video untuk mencatat dan mengelompokkan hal-hal yang dilakukan oleh pekerja ke dalam dua kategori yaitu *effective* dan *delay* pada setiap durasi waktu tertentu [18]. Durasi waktu ini ditentukan secara bebas, dengan syarat durasi total pengamatan harus lebih dari lima menit.

2.3 Siklus Pekerjaan Dinding Pemasangan Bata

Workflow satu siklus ditentukan dimulai dari pekerja 2 (laden) kegiatan mengambil bata ringan seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 1**, ditunjukkan dengan legenda berbentuk segitiga berarsir warna biru pojok kiri bawah. Kemudian memasukkan bata ringan dan menumpuknya

ke dalam gerobak, aktivitas ini ditandai dengan angka 1. Di saat yang sama, pekerja 1 (tukang) mengaduk mortar di lokasi yang ditunjukkan dengan legenda bundar hijau. Aktivitas ini disebut ditandai sebagai angka 3. Selanjutnya pada angka 2, Pekerja 2 membawakan bata ringan dan menyerahkannya pada Pekerja 1 (tukang). Pekerja 1 membawa ember mortar ke area berwarna abu-abu (*scaffolding*) yang ditandai dengan panah angka 4. Pekerja 1 kemudian mulai mengoles mortar dan menyusun bata ringan, dan ditandai dengan angka 5. Apabila ada bata ringan yang gagal dipotong atau rusak, akan dibuang oleh pekerja 2 di lokasi segitiga berwarna ungu.

Secara keseluruhan, pengerjaan pasangan dinding bata ringan yang ditinjau berlokasi di *ground floor*. Ketika pasokan untuk bata ringan datang diantarkan truk, bata ringan kemudian dipindahkan ke beranda pada lantai *ground floor* menggunakan salah satu TC (*tower crane*). Posisi beranda tersebut masih berjarak $\pm 46,5$ m dengan area tinjauan. Selanjutnya *layout work-flow* lebih spesifik dapat dilihat pada **Gambar 1**.



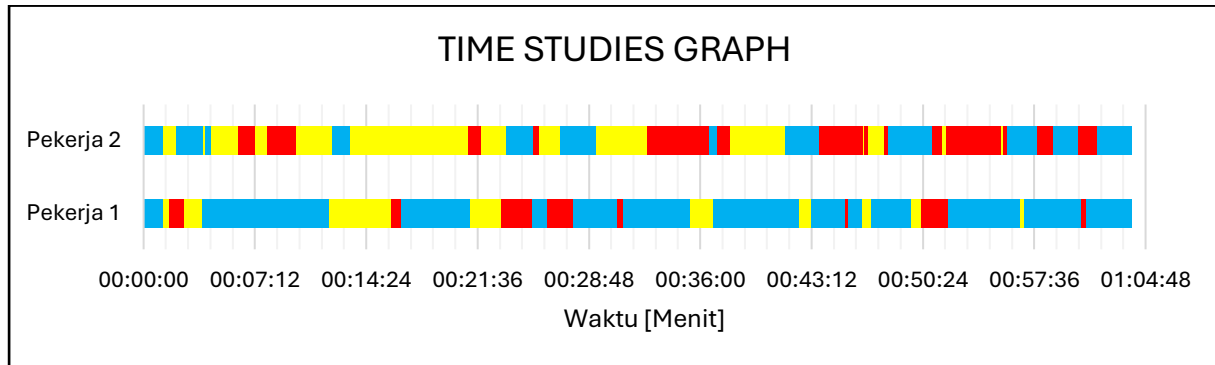
Gambar 1. Workflow satu siklus pengerjaan pemasangan dinding bata ringan

3. PENGOLAHAN DATA

3.1. Hasil Tabulasi *Time Studies*

Setelah dilakukan pengumpulan data dengan penggambaran denah layout serta penentuan satu siklus, kamera diletakkan di dekat lokasi pengerjaan untuk merekam pekerjaan pemasangan dinding bata ringan. Dari rekaman video tersebut dilakukan pencatatan waktu berdasarkan pembagian urutan pekerjaan. Setelah tabulasi data, maka diperoleh grafik *time studies* seperti yang tertera pada **Gambar 2**.

*Analisis Perbaikan Produktivitas Pemasangan Dinding Bata Ringan dengan MPDM pada
Proyek Pembangunan Apartemen X Kota Bandung*



Gambar 2. Grafik hasil tabulasi *time studies*

Dari tahapan pekerjaan yang telah dicatat, diklasifikasikan menjadi 3 jenis pekerjaan yaitu: *effective work* (warna biru), *contributory work* (warna kuning), *idle* (warna merah). Proses pengamatan juga dibedakan tiap pekerja, dimana pada pekerjaan pemasangan dinding bata ringan ini terdapat 2 pekerja yang kami bedakan menjadi pekerja 1 dan pekerja 2 (laden). Aktivitas pekerja diamati hingga ketelitian detik untuk kemudian mengetahui komposisi aktivitas yang dilakukan pada setiap pekerjaan. Komposisi ini akan tergambarkan di *Crew Balance Chart*.

Dari hasil pengamatan dengan *Time Studies* yang dilakukan selama kurang lebih 1 jam, diperoleh 6 siklus dimana setiap siklusnya terdapat waktu *delay* masing-masing. Siklus yang ditetapkan pada waktu pengamatan adalah setiap pemasangan bata ringan dalam satu baris. Pengambilan siklus ini dimaksudkan agar memudahkan pengamat dalam mengamati dan menganalisa pekerjaan. Untuk analisa *delay*, peneliti membaginya menjadi ke dalam 5 jenis *delay*, yaitu *Environment delay*, *Equipment Delay*, *Labor delay*, *Material delay* dan *Management delay*. adalah *delay* karena faktor manajemen, namun pada saat pengamatan tidak ditemukan *delay* akibat manajemen. Dan untuk hasil pengamatan ditunjukkan pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Tabulasi Siklus Produksi dari iterasi pertama hingga ke-6

<i>Production Cycle</i>	<i>Cycle Time [sec]</i>	<i>Environ. Delay [sec]</i>	<i>Equip. Delay [sec]</i>	<i>Labor Delay [sec]</i>	<i>Material Delay [sec]</i>	<i>Manage. Delay [sec]</i>	<i>Minus Mean Non-Delay [sec]</i>	<i>Remarks</i>
1	998			57	35		906	
							448	
							356	
2	1.038		123		158		757	
							488	
							207	
3	468				24		444	
							82	
							106	
4	749	14			104		631	
							199	
							81	
5	324						324	
							226	NDC
							226	
6	259	22					237	
							291	
							313	

*Semua data dalam satuan detik.

Dari data tersebut, dapat dilakukan perhitungan terhadap nilai dari *mean non-delayed cycle time* yaitu sebagai berikut:

$$\text{Mean NDC} = \frac{906 + 757 + 444 + 631 + 324 + 237}{6} = 550 \text{ detik/siklus}$$

3.3 Tabulasi *Five Minutes Rating*

Pengamatan dilakukan dengan mengobservasi semua pekerja atau aktivitas yang ingin diamati tanpa mengganggu kinerja pekerja baik secara langsung maupun tidak langsung. Pengamatan di tiap grup dilakukan dalam rentang waktu 30 detik sampai beberapa menit setiap pekerja, dengan waktu pengamatan minimum sebanding dengan jumlah pekerja yang diawasi, dan total pengamatan tiap pekerja tidak boleh kurang dari 5 menit. Setelah dilakukan proses tabulasi, hasil pengamatan pekerja dengan menggunakan metode *five minutes rating* dalam rentang waktu 30 detik dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Hasil Tabulasi Pengumpulan Data Metode *Five-Minutes Rating*

	Tukang 1	Tukang 2	Keseluruhan
<i>Effective (EF)</i>	15	15	30
<i>Delay / Ineffective (IEF)</i>	6	6	12
Total	21	21	42
%EF	71,43%	71,43%	71,43%
% IEF	28,57%	28,57%	28,57%
Total %	100%	100%	100%

Dari hasil pengamatan *five minutes rating* diperoleh persenan pekerjaan *effective* dan *ineffective* yang dilakukan oleh 2 tukang pemasangan bata ringan. Untuk tukang satu dan dua bekerja *effective* sebesar 71,43% dan *ineffective* sebesar 28,57%.

3.4 *Process Chart Eksisting*

Process chart dibuat dengan memindahkan data dari *video recorder* (data *time studies*) yang bersifat *chronological* untuk pekerjaan yang diamati. Dari data tersebut kemudian diperkirakan siklus pekerjaan yang terjadi untuk kemudian diurutkan dalam daftar *process chart*. Durasi untuk setiap urutan aktivitas yang terdapat pada *process chart* diketahui melalui total waktu yang digunakan untuk aktivitas tersebut seperti terlihat pada *event list time studies*. Presentase aktivitas tersebut diketahui dengan membandingkan durasi aktivitas tersebut dibandingkan terhadap total waktu yang digunakan dalam satuan menit-orang. Hasil tabulasi dan analisis data produktivitas dengan menggunakan metode *Process Chart* ditunjukkan pada **Tabel 3**.

Tabel 3. *Process Chart* Hasil Observasi Pemasangan Bata Ringan Eksisting

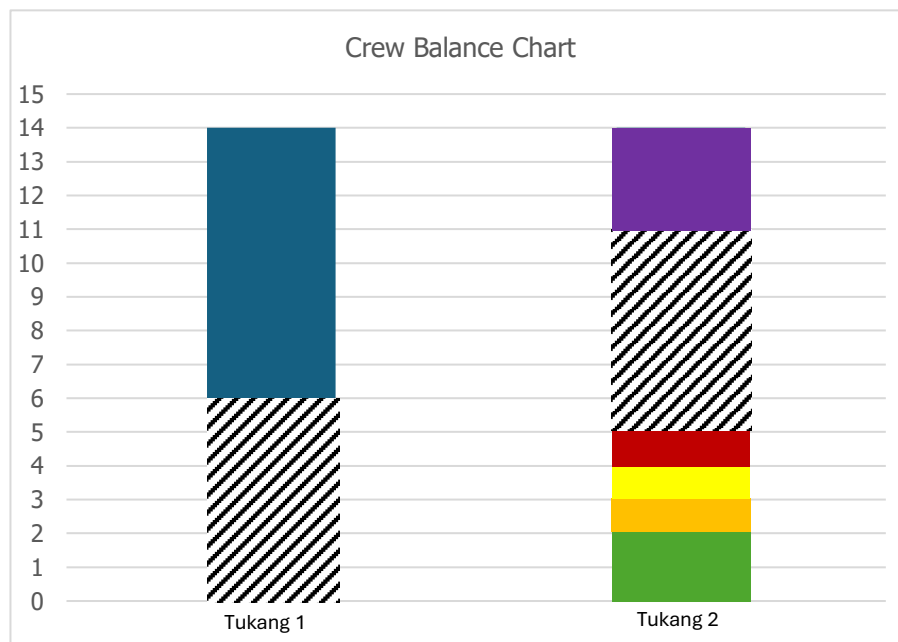
No.	Flow Sequence	Operation	Transport	Inspection	Delay	Storage	Quantity	Distance [m]	Time	Notes
1.	Mengambil dan mengangkat hebel						10	14	2	14,29%
2.	Mengangkut hebel ke atas						10	3	1	7,14%
3.	Membuat pasta semen								1	7,14%
4.	Mengantar pasta semen ke atas							3	1	7,14%

Tabel 3. *Process Chart* Hasil Observasi Pemasangan Bata Ringan Eksisting lanjutan

No.	Flow Sequence	Operation	Transport	Inspection	Delay	Storage	Quantity	Distance [m]	Time	Notes
5.	Pengolesan Pasta	●	➡	□	⌒	▽			9	64,29%
6.	Pemotongan Hebel	●	➡	□	⌒	▽			3	
TOTAL									14	100%

3.5 *Crew Balance Chart* Eksisting

Data durasi *Crew balance chart* yang digunakan adalah data rata-rata semua siklus selama observasi (**Gambar 3**). Untuk menyelesaikan pekerjaan pemasangan bata ringan dibutuhkan 2 tukang.



Gambar 3. *Crew balance chart* hasil observasi kondisi eksisting

Keterangan gambar:

- = Mengambil dan mengangkut hebel ke area kerja
- = Mengangkut hebel ke atas
- = Membuat pasta semen
- = Mengantar pasta semen ke atas
- = Pengolesan Pasta dan Pemasangan Bata
- = Pemotongan Hebel

3.6 *Labour Utilization Factor (LUF)* Eksisting

Analisis selanjutnya untuk mengetahui seberapa produktif pekerja atau tukang yang melaksanakan pekerjaan pemasangan dinding bata ringan, dan disajikan dalam bentuk persentase. Berdasarkan hasil existing terhadap *crew balance chart*, maka dapat dilihat tingkat efektivitas dari masing-masing pekerja sebagai berikut:

$$\text{Pekerja 1} = \frac{(8 \text{ menit}) + (0,5 \times 0 \text{ menit})}{14 \text{ menit}} = 57,14\%$$

$$Pekerja\ 2 = \frac{(4\ \text{menit}) + (0,5 \times 4\ \text{menit})}{14\ \text{menit}} = 42,85\%$$

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil tabulasi sebelumnya, angka LUF berada dibawah 60%, maka pekerja 1 (tukang) dan pekerja 2 (laden) masih dapat meningkatkan persentase efektivitasnya, dengan kajian sebagai berikut.

4.1 Analisis Berdasarkan Proses *Method Productivity Delay Model (MPDM)*

Pengolahan terhadap data MPDM dapat dilihat pada **Tabel 4** berikut.

Tabel 4. MPDM Processing

<i>Units</i>	<i>Total Production Time</i>	<i>Number of Cycles</i>	<i>Mean Cycle Time</i>	$\Sigma(\text{Cycle Time} - (\text{Non-delay Cycle Time}))/n$
A. Non-delayed Production Cycles	3.299	6	550	215
B. Overall Production Cycles	3.836	6	639	289

Tabel 5. MPDM Delay Information

<i>DELAY INFORMATION</i>					
	<i>Environ.</i>	<i>Equip.</i>	<i>Labor</i>	<i>Material</i>	<i>Manage.</i>
<i>C. Occurrences</i>	2	1	1	4	0
<i>D. Total Added Time</i>	36	123	57	321	0
<i>E. Probability of Occurrences</i>	0,333	0,167	0,167	0,667	0,000
<i>F. Relative Severity</i>	0,028	0,192	0,089	0,126	0,000
<i>G. Expected % Delay Time per Production Cycle</i>	0,94%	3,21%	1,49%	8,37%	0,00%

<i>Ideal Productivity</i>	<i>6.547</i>	<i>units/hr</i>
<i>Overall Productivity</i>	<i>5.687</i>	<i>units/hr</i>
<i>Overall Method Productivity</i>	<i>5.631</i>	<i>units/hr</i>

Dari hasil pengolahan terhadap data MPDM tersebut (**Tabel 5**), dapat ditentukan tingkat produktivitas dari pekerjaan pemasangan dinding bata ringan, yaitu sebagai berikut:

- Produktivitas ideal = $\frac{1}{\text{Mean non delay cycle time}} = \frac{60 \times 60}{550} = 6.547\ \text{unit / jam}$
- Produktivitas overall = dipengaruhi dari *delay delay* yang terjadi pada pengamatan
= Produktivitas ideal $(1 - E_{Ev} - E_{Eq} - E_L - E_M - E_M)$
= $6.547 (1 - 0,0094 - 0,032 - 0,0149 - 0,0837 - 0)$
= $5.687\ \text{unit/jam}$
- *Overall method productivity* = $\frac{1}{\text{Mean overall cycle time}} = \frac{60 \times 60}{639} = 5.631\ \text{unit / jam}$

Adapun perhitungan terhadap variabilitas dari siklus produksi adalah sebagai berikut:

- *Ideal cycle variability* = $\frac{215}{550} = 0,39$
- *Overall cycle variability* = $\frac{289}{639} = 0,452$

4.2 Perbaikan Peningkatan Produktivitas Hasil *Process Chart*

Dari hasil perbaikan pada proses *chart*, dilakukan perbaikan pada pekerjaan mengambil dan mengangkut bata ringan ke lokasi pekerjaan (**Tabel 6**). Dimana perbaikan yang dilakukan

adalah dengan menghilangkan adanya transport tersebut dengan menjadikan *stock material* sudah berada di lokasi pekerjaan, sehingga pekerja 2 (laden) dapat langsung melakukan pekerjaan mengangkut bata ringan ke atas. Kemudian untuk pekerjaan lainnya masih dengan percepatan yang sama seperti siklus sebelumnya. Dan untuk waktu pekerjaan dalam 1 siklus ini menjadi 8 menit dari sebelumnya untuk waktu pekerjaan 1 siklus adalah 14 menit.

Tabel 6. Rangkuman *Process Chart* Pemasangan Bata Ringan Hasil *Improvement*

SUMMARY FUNCTIONS	EVALUATION		PROPOSED		DIFFERENCE	
	No	Time	No	Time	No	Time
 Operation	2	3				
 Transport	3	8				
 Inspection						
 Delay						
 Storage						

4.3 Perbaikan peningkatan produktivitas hasil *Crew Balance Chart* dan LUF

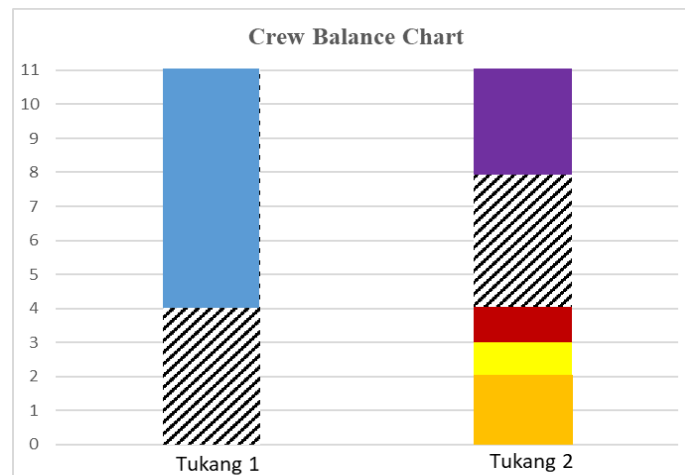
Dari analisis data *cycle chart* aktual di atas dapat dilihat total waktu yang diperlukan untuk satu siklus adalah selama 14 menit dengan 2 orang pekerja. Hal ini masih dapat diperbaiki dengan mengurangi pekerjaan yang dapat diminimalisir dan lama waktu pengerjaan yang dapat direduksi.

Tabel 7. *Cycle Chart* Hasil Perbaikan

No.	Kegiatan	Waktu [menit]							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Mengambil dan mengangkut bata ringan ke area kerja								
2.	Mengangkut bata ringan ke atas								
3.	Membuat pasta semen								
4.	Mengantar pasta semen ke atas								
5.	Pengolesan Pasta dan Pemasangan Bata								
6.	Pemotongan Bata ringan								

Improvement yang dilakukan adalah dengan menghilangkan pekerjaan mengambil dan mengangkut bata ringan ke area kerja. Dan pekerja 2 (Laden) langsung dapat mengerjakan pekerjaan pengangkutan bata ringan ke atas. Kemudian dikarenakan bata ringan yang tersisa di atas (tempat kerja Pekerja 1) masih dapat digunakan, maka pekerja 1 juga dapat langsung mengerjakan pengolesan pasta dan pemasangan bata pada menit ke-2 hingga menit ke-8 sehingga untuk total waktu yang diperlukan menjadi 8 menit untuk 2 pekerja (**Tabel 7**).

Hasil perbaikan dari *Crew Balance Chart* dapat dilihat pada **Gambar 4**. Setelah melihat hasil *existing* dari *crew balance*, didapat bahwa untuk pekerja 1 dalam 1 siklus memiliki *idle time* sebesar 6 menit dan untuk pekerja 2 memiliki *idle time* sebesar 6 menit. Maka untuk meminimalisir banyaknya *idle time* yang terjadi pada kedua pekerja, *improvement* dilakukan dengan mengurangi *idle* dari masing-masing pekerja seperti yang tersaji pada **Gambar 4**.



Gambar 4. Crew balance chart perbaikan

Setelah dilakukan perbaikan, dapat dilakukan perhitungan terhadap tingkat efektivitas dari masing-masing pekerja sebagai berikut:

$$\text{Pekerja 1} = \frac{(7 \text{ menit}) + (0,5 \times 0 \text{ menit})}{8 \text{ menit}} = 87,5\%$$

$$\text{Pekerja 2} = \frac{(4 \text{ menit}) + (0,5 \times 3 \text{ menit})}{8 \text{ menit}} = 68,75\%$$

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Perhitungan terhadap tingkat LUF dari operasi konstruksi ini dapat dilakukan terhadap data yang didapatkan melalui pengamatan *work sampling*, *five minutes ratings*, dan *time studies*. Rekapitulasi dari perhitungan LUF untuk masing-masing metoda, baik untuk pengamatan baik pagi maupun siang. Nilai LUF yang didapatkan dari ketiga metode tersebut bernilai di atas 60%; dimana dengan menggunakan metode *works sampling* didapatkan LUF sebesar 67,4%; *five minutes ratings* sebesar 71,43%; dan *time studies* sebesar 65,1%; hal ini menunjukkan jika produktivitas pekerjaan pemasangan bata ringan ini sudah cukup baik.

Tingkat produktivitas *overall* dari pekerjaan pemasangan dinding bata ringan berdasarkan perhitungan MPDM adalah sebesar 5.687 unit/ jam dengan tingkat produktivitas ideal sebesar 6.547 unit/ jam; artinya 86,86% dari produktivitas optimum yang bisa dicapai oleh tim kerja perakitan tulangan tersebut.

Adapun *improvement* yang dapat dilakukan adalah dengan menghemat waktu selama 6 menit/siklusnya dan untuk total waktu yang diperlukan menjadi 8 menit dari total waktu sebelum *improvement* selama 14 menit. Improvement dilakukan dengan menghilangkan pekerjaan mengambil dan mengangkut bata ringan ke area kerja. Oleh karena itu, pekerja 2 (Laden) langsung dapat mengerjakan pekerjaan pengangkutan bata ringan ke atas. Kemudian dikarenakan bata ringan yang tersisa di atas (tempat kerja Pekerja 1) masih dapat digunakan, maka pekerja 1 juga dapat langsung mengerjakan pengolesan pasta dan pemasangan bata pada menit ke-2 hingga menit ke-8.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. F. Sihite and S. H. Siwi, "Redesain Pemukiman Kumuh Gang Marlina Berbasis Karakteristik Mbr," *Jurnal Sains, Teknologi, Urban, Perancangan, Arsitektur (Stupa)*, vol. 3, no. 2, p. 2809, 2022, doi: 10.24912/stupa.v3i2.12357.
- [2] R. D. Shima, I. Mahani, K. S. Pribadi, and K. A. Hartono, "Study of COVID-19 Health Protocol Standards in Construction Industry of Indonesia.," *Journal of Engineering & Technological Sciences*, vol. 54, no. 6, 2022, [Online]. Available: https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=yDduVKcAAAAJ&pagesize=100&citation_for_view=yDduVKcAAAAJ:Y0pCki6q_DkC
- [3] N. A. Pratama and E. Desimaliana, "Pengaruh Substitusi Parsial Limbah Bata Ringan terhadap Kuat Tekan Mortar Geopolimer," *RekaRacana: Jurnal Teknil Sipil*, 2024, [Online]. Available: <https://ejurnal.itenas.ac.id/index.php/rekaracana/article/view/11370>
- [4] H. D. Windayati, "Analisis Campuran Green Material Sebagai Alternatif Pembuatan Bata Ringan Untuk Pekerjaan Dinding," *Infomanpro*, vol. 12, no. 1, pp. 31–40, 2023, doi: 10.36040/infomanpro.v12i1.6499.
- [5] A. PERTIWI and E. DESIMALIANA, "Pengaruh Substitusi Parsial Serbuk Batu Gamping Terhadap Kuat Tekan Mortar Geopolimer," *Prosiding FTSP Series*, 2025, [Online]. Available: <https://eproceeding.itenas.ac.id/index.php/ftsp/article/view/4066>
- [6] H. Hazairin, E. Desimaliana, and ..., "KAJIAN NUMERIK DINDING BETON RINGAN DENGAN AGREGAT KASAR BATU APUNG," 2023, *konteks17.uniba-bpn.ac.id*. [Online]. Available: <https://konteks17.uniba-bpn.ac.id/index.php/konteks/article/download/46/50>
- [7] R. Sedrian Putra, R. Suryanita, and H. Maizir, "Analisis Kuat Tekan Dan Workability Bata Ringan Cellular Lightweight Concrete Dengan Bahan Tambah Substitusi Semen," *Journal of Infrastructure and Civil Engineering*, vol. 2, no. 01, pp. 34–46, 2022, doi: 10.35583/jice.v2i01.13.
- [8] A. Eppendie and W. Kushartomo, "Analisis Efektifitas Penggunaan Bata Ringan Sebagai Pengganti Bata Merah Pada Konstruksi Gedung Bertingkat," *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, pp. 595–600, 2023, doi: 10.24912/jmts.v6i3.23033.
- [9] L. N. S. SUGIANA and R. D. SHIMA, "Studi Dampak Sosial Ekonomi yang Ditimbulkan oleh Adanya Pembangunan Rusunawa Sadang Serang Kota Bandung," *Prosiding FTSP Series*, pp. 652–657, 2023, [Online]. Available: https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=yDduVKcAAAAJ&pagesize=100&citation_for_view=yDduVKcAAAAJ:qjMakFHDy7sC
- [10] T. Trauner, C. Kay, and B. Furniss, "Productivity in Construction," *Productivity in Construction Projects*, pp. 9–18, 2022, doi: 10.1002/9781119910831.ch2.
- [11] K. J. Kim and G. E. Gibson, "A New Approach to Simulation of Heavy Construction Operations," in *Proceedings of the 14th IAARC/IFAC/IEEE International Symposium on Automation and Robotics in Construction*, 2017. doi: 10.22260/isarc1997/0050.
- [12] F. A. Wijaya, *Analisis Produktivitas Tenaga Kerja Konstruksi Pada Pekerjaan Pemasangan Keramik Menggunakan MPDM (Method Productivity Delay Model)*, vol. 21, no. 85. dspace.uui.ac.id, 2022. [Online]. Available: <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/38176>
- [13] R. Januardi, J. P. Dewangga, and M. S. Aliim, "Penilaian efisiensi aplikasi MPDM calculator dalam pengukuran produktivitas method productivity delay model," *Journal of Applied Civil ...*, 2025, [Online]. Available: <https://journal.isas.or.id/index.php/JACEIT/article/view/1041%0Ahttps://journal.isas.or.id/index.php/JACEIT/article/download/1041/375>
- [14] D. Halpin and L. Riggs, *Planning and Analysis of Construction Operations*. United States: John Wiley & Sons, 1994. [Online]. Available: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:60862871>

- [15] Z. Triputra, M, "Analisa Produktivitas Pekerja pada Pekerjaan Pembesian Struktur Kolom dengan Metode Productivity Delay Model (Studi Kasus Proyek Renovasi Kelas C Menjadi 2 Lantai)," p. 111, 2020, [Online]. Available: <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/30460>
- [16] B. A. Senior and D. W. Halpin, "Simplified Simulation System for Construction Projects," *J Constr Eng Manag*, vol. 124, no. 1, pp. 72–81, 1998, doi: 10.1061/(asce)0733-9364(1998)124:1(72).
- [17] A. T. Pratama, *Analisis Produktivitas Biaya dan Waktu pada Pekerjaan Pengecoran Kolom (Analisis of Productivity And Cost on Column Concrete Casting Work)*. dspace.uui.ac.id, 2023. [Online]. Available: <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/46178%0Ahttps://dspace.uui.ac.id/bitstream/handle/123456789/46178/16511215.pdf?sequence=1>
- [18] K. N. R. Putri, E. Slamet, Y. A. Saputri, and M. Y. Purnawan, "Pengamatan Produktivitas Pekerjaan Pengecoran Menggunakan Concrete Pump dengan Metode Time Studies Beserta Peningkatan Produktivitasnya," 2018, *researchgate.net*. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/profile/Kartika-Putri-2/publication/343472994_PENGAMATAN_PRODUKTIVITAS_PKERJAAN_PENGEORAN_MENGGUNAKAN_CONCRETE_PUMP_DENGAN_METODA_TIME_STUDIES_BESERTA_PENINGKATAN_PRODUKTIVITASNYA/links/5f2bbf66299bf13404a5dff/PENGAMATAN-PR.