

TESIS

ANALISIS PRODUKTIVITAS PEKERJA PADA PROYEK KONSTRUKSI DENGAN METODE *PRODUCTIVITY DELAY MODEL*

Disusun dalam Rangka Memenuhi Salah Satu Persyaratan
Guna Mencapai Gelar Magister Teknik (MT)



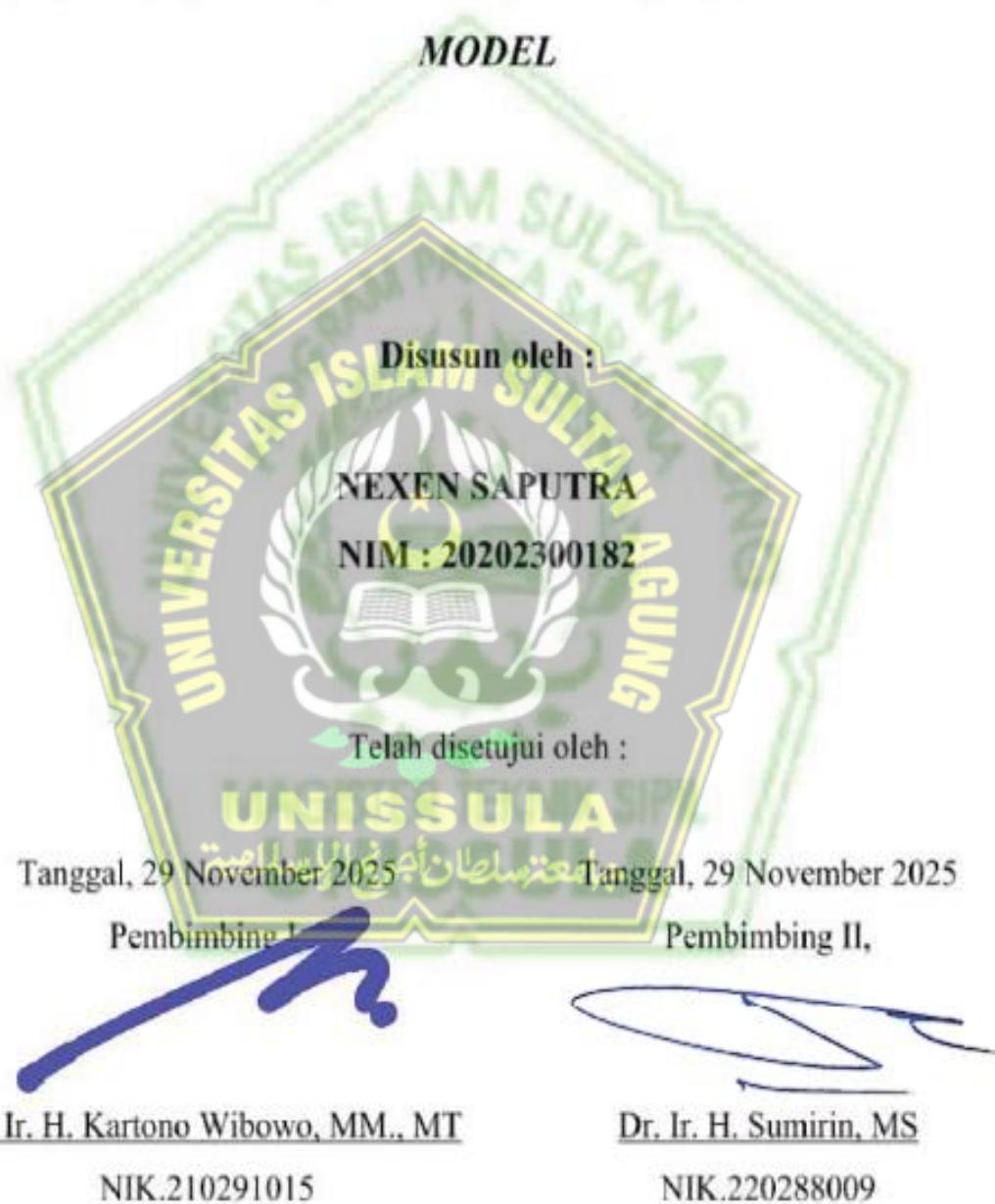
Oleh :

NEXEN SAPUTRA
NIM : 20202300182

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
2025

LEMBAR PERSETUJUAN TESIS

ANALISIS PRODUKTIVITAS PEKERJA PADA PROYEK KONSTRUKSI DENGAN METODE *PRODUCTIVITY DELAY*



LEMBAR PENGESAHAN TESIS

ANALISIS PRODUKTIVITAS PEKERJA PADA PROYEK KONSTRUKSI DENGAN METODE *PRODUCTIVITY DELAY MODEL*

Disusun oleh :

NEXEN SAPUTRA
NIM : 20202300182

Dipertahankan di Depan Tim Pengaji Tanggal :
(20 November 2025)

Tim Pengaji

1. Ketua

(Dr. Ir. H. Kartono Wibowo, MM, MT)

2. Anggota

(Dr. Ir. Sumirjo, MS)

3. Anggota

(Dr. Mulya Taqwa Ni'am, MT, Ph.D)

Tesis ini diterima sebagai salah satu persyaratan untuk

memperoleh gelar **Magister Teknik (MT)**

Semarang, 4 November 2025

Magister

Kesesuaian

Karya Program Studi

Prof. Dr. Ir. Antonius, MT

UNISSULA NIK. 210202033

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Teknik

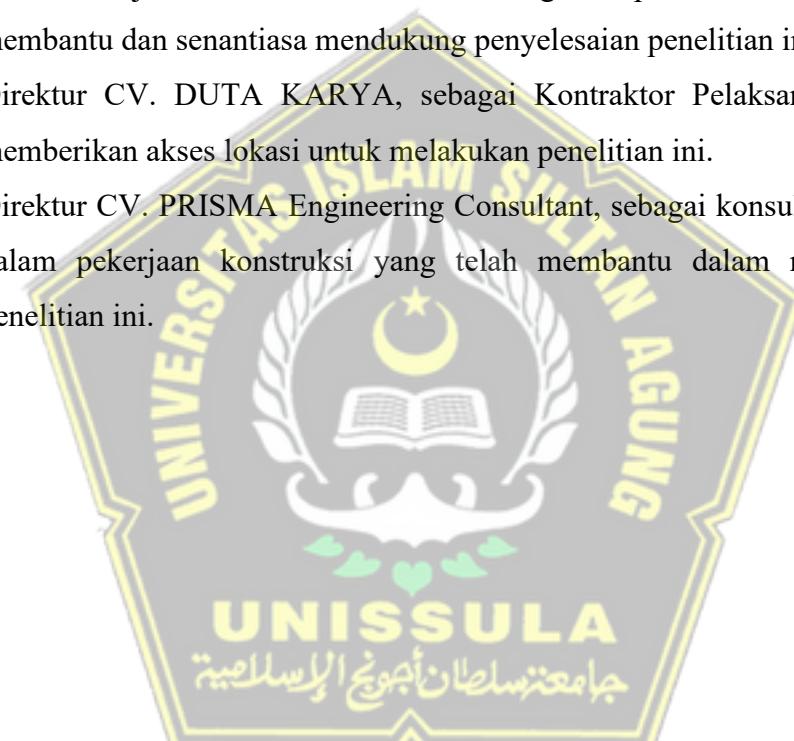
Dr. Abdur Rochim, ST, MT

NIK. 210200031

HALAMAN PERSEMBAHAN

Penelitian ini di persembahkan untuk:

1. Ayah tercinta, Bapak Syafruddin yang telah dengan tulus mendoakan dan memberi semangat serta tidak pernah berhenti mengingatkan untuk selalu meminta pertolongan Allah SWT.
2. Istri dan anak-anakku tersayang yang selalu mendoakan dan memberikan semangat agar dapat menyelesaikan penelitian ini.
3. Segenap teman-teman Bidang Jasa Konstruksi, Cipta Karya dan Tata Ruang Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Pemalang yang telah membantu dan senantiasa mendukung penyelesaian penelitian ini.
4. Direktur CV. DUTA KARYA, sebagai Kontraktor Pelaksana yang telah memberikan akses lokasi untuk melakukan penelitian ini.
5. Direktur CV. PRISMA Engineering Consultant, sebagai konsultan perencana dalam pekerjaan konstruksi yang telah membantu dalam menyelesaikan penelitian ini.



ABSTRAK

Produktivitas tenaga kerja didefinisikan sebagai kapasitas setiap pekerja dalam melaksanakan pekerjaan yang menghasilkan barang atau jasa. Tenaga kerja sendiri merujuk pada individu yang memiliki kemampuan dan energi untuk melaksanakan tugas pekerjaan. Pada penelitian ini, perhitungan produktivitas difokuskan pada pekerja yang terlibat dalam pekerjaan pemasangan bata merah, pemasangan struktur atap, pembesian balok dan ring balok, serta pemasangan struktur atap.

Penelitian ini dilakukan secara observasi lapangan dengan pendekatan deskriptif kuantitatif. Pendekatan ini menggunakan sumber data berupa durasi pelaksanaan pekerjaan yang tercatat selama proses pengamatan. Selanjutnya, data hasil observasi dianalisis menggunakan *Method Productivity Delay Model* (MPDM), dan hasil analisis tersebut kemudian dibandingkan dengan standar acuan yang tercantum dalam Permen PUPR Nomor 8 Tahun 2023.

Penelitian ini menganalisis produktivitas tenaga kerja pada empat jenis pekerjaan konstruksi, yaitu pembesian kolom struktur, pemasangan bata merah, pembesian balok dan ring balok, serta pemasangan struktur atap. Hasil analisis menunjukkan variasi signifikan antara produktivitas aktual dan produktivitas ideal. Pada pembesian kolom struktur, produktivitas aktual berkisar 14–272,29 kg/jam, sementara nilai ideal 17–356,8 kg/jam, dipengaruhi oleh faktor tenaga kerja. Pemasangan bata merah memiliki produktivitas 2,41–3,59 m²/jam, sedikit di bawah ideal 2,65–5,06 m²/jam, terkait metode kerja. Pembesian balok dan ring balok menunjukkan produktivitas 12–29 kg/jam, namun beberapa tukang mencapai 167,62–261,77 kg/jam mendekati nilai ideal 179,85–312,32 kg/jam, menandakan pengaruh koordinasi dan efektivitas alat bantu. Pemasangan struktur atap berkisar 10,45–13,18 m²/jam, lebih rendah dari standar 13,58–17,09 m²/jam, dipengaruhi metode kerja dan koordinasi. Perbandingan koefisien produktivitas aktual dengan standar Permen PUPR Nomor 8 Tahun 2023 menunjukkan perbedaan 10–78% tergantung jenis pekerjaan. Temuan ini menegaskan perlunya penyesuaian standar normatif agar mencerminkan praktik kerja nyata di lapangan.

Kata Kunci: Produktivitas, Tenaga Kerja, *Method Productivity Delay Model*



ABSTRACT

Labor productivity is defined as the capacity of each worker to perform tasks that produce goods or services. Labor refers to individuals who possess the ability and energy to carry out job duties. In this study, productivity calculations focus on workers involved in column reinforcement, red brick masonry, beam and ring beam reinforcement, and roof structure installation.

This research was conducted through field observations using a quantitative descriptive approach. The approach utilized data sources consisting of the duration of work recorded during the observation process. The observational data were subsequently analyzed using the Method Productivity Delay Model (MPDM), and the results were compared with the reference standards outlined in the Ministry of Public Works Regulation No. 8 of 2023.

The study analyzed labor productivity across four types of construction work: column reinforcement, red brick masonry, beam and ring beam reinforcement, and roof structure installation. The results indicate significant variations between actual and ideal productivity. For column reinforcement, actual productivity ranged from 14–272.29 kg/h, while the ideal value ranged from 17–356.8 kg/h, influenced by labor-related factors. Red brick masonry productivity ranged from 2.41–3.59 m²/h, slightly below the ideal of 2.65–5.06 m²/h, related to work methods. Beam and ring beam reinforcement productivity ranged from 12–29 kg/h, though some workers achieved 167.62–261.77 kg/h, approaching the ideal of 179.85–312.32 kg/h, indicating the impact of coordination and effective use of tools. Roof structure installation productivity ranged from 10.45–13.18 m²/h, lower than the standard 13.58–17.09 m²/h, influenced by work methods and coordination. A comparison of actual productivity coefficients with the Ministry of Public Works Regulation No. 8 of 2023 standards revealed differences of 10–78% depending on the type of work. These findings highlight the need to adjust normative standards to better reflect actual field practices.

Keywords: Productivity, Labor, *Method Productivity Delay Model*



SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

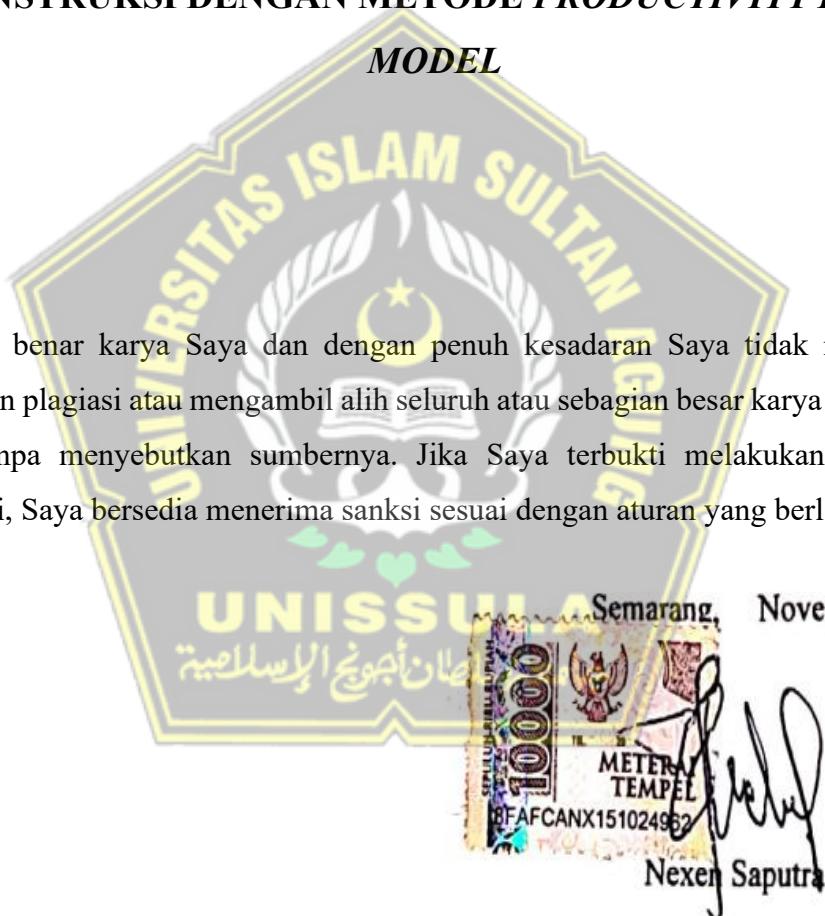
Nama : Nexen Saputra

NIM : 20202300182

Dengan ini menyatakan bahwa Tesis yang berjudul:

ANALISIS PRODUKTIVITAS PEKERJA PADA PROYEK KONSTRUKSI DENGAN METODE *PRODUCTIVITY DELAY* *MODEL*

Adalah benar karya Saya dan dengan penuh kesadaran Saya tidak melakukan tindakan plagiasi atau mengambil alih seluruh atau sebagian besar karya tulis orang lain tanpa menyebutkan sumbernya. Jika Saya terbukti melakukan Tindakan plagiasi, Saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan aturan yang berlaku.



Nexen Saputra

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum wr.wb.

Segala puji dan syukur senantiasa penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan kasih sayang, rahmat, dan hidayah-Nya. Shalawat serta salam tak lupa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, sebagai teladan umat. Berkat ridha Allah SWT, penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul *Analisis Produktivitas Pekerja pada Proyek Konstruksi dengan Metode Productivity Delay Model (Studi Kasus Proyek Lanjutan Rehabilitasi Gedung 2 Lantai Kantor Barang Buktı Rampasan dan Tilang Kejaksaan Negeri Pemalang)*. Tesis ini disusun sebagai bagian dari pemenuhan syarat akademik untuk meraih gelar Magister Teknik Sipil, Konsentrasi Manajemen Konstruksi, di Program Pascasarjana Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Penulis menyadari bahwa dalam proses penyusunan tesis ini terdapat berbagai tantangan dan kendala. Namun, berkat bimbingan, arahan, bantuan, serta dukungan semangat dari berbagai pihak, alhamdulillah karya ini dapat terselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya dan setulus-tulusnya kepada:

1. Bapak Dr. Abdul Rochim, ST., MT., selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil Program Magister Universitas Islam Sultan Agung (UNISSULA), atas segala bantuan yang diberikan selama penulis menempuh pendidikan
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Antonius, MT., selaku Ketua Program Magister Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung (UNISSULA), atas segala bantuan yang diberikan selama penulis menempuh pendidikan
3. Bapak Dr. Ir. H. Kartono Wibowo, MM., MT., selaku Dosen Pembimbing I, yang dengan penuh kesabaran, ketelitian, dan dedikasi telah membimbing serta memberikan arahan berharga dalam proses penyelesaian penelitian ini.
4. Bapak Dr. Ir. H. Sumirin, MS., selaku Dosen Pembimbing II, yang dengan penuh kesabaran, ketelitian, dan dedikasi telah membimbing serta memberikan arahan berharga dalam proses penyelesaian penelitian ini.
5. Seluruh dosen pengajar Program Magister Teknik Sipil UNISSULA. Terima kasih atas segala ilmu yang diberikan selama penulis menempuh pendidikan

6. Pengurus Admin Program Magister Teknik Sipil UNISSULA Bapak Imam Buwono, ST, Ibu Indamardi Handayani, S.S dan Ibu Tista Yachinta, ST.MT. yang telah menyediakan fasilitas serta informasi-informasi yang diperlukan dalam proses perkuliahan dan menyelesaikan tesis ini.
7. Segenap teman-teman Bidang Jasa Konstruksi, Cipta Karya dan Tara Ruang Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Pemalang yang telah membantu dan mensuport dalam menyelesaikan penelitian ini.
8. Direktur CV. DUTA KARYA, Sebagai Kontraktor Pelaksana yang telah memberikan akses untuk melakukan penelitian ini.
9. Direktur CV. PRISMA Engineering Consultant, sebagai konsultan perencana dalam pekerjaan konstruksi yang telah membantu dalam menyelesaikan penelitian ini.

Penulis menyadari sepenuhnya berbagai keterbatasan yang dimiliki, serta menyampaikan rasa terima kasih yang mendalam atas segala bentuk dukungan yang telah diberikan. Dengan penuh rasa hormat, penulis membuka diri terhadap saran dan kritik yang konstruktif demi perbaikan karya ini. Semoga segala bantuan yang telah diberikan menjadi amal ibadah yang bernilai di sisi Allah SWT. Akhir kata, semoga tulisan ini memberikan manfaat, baik bagi penulis secara pribadi maupun bagi kalangan mahasiswa secara umum.

Wassalamu 'alaikum wr.wb.



Semarang, 20 November 2025

Yang menyatakan,



(Nexen Saputra)

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN TESIS.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN TESIS.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vi
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Proyek Konstruksi.....	5
2.2 Produktivitas dan Tenaga Kerja.....	5
2.3 <i>Method Productivity Delay Model (MPDM)</i>	10
2.4 Dinding Bangunan	14
2.5 Pekerjaan Pembesian	14
2.6 Struktur Atap.....	16
2.7 Koefisien Tenaga Kerja pada Permen PUPR Nomor 8 Tahun 2023 dan Koefisien Tenaga Kerja pada Aktivitas Faktual di Lapangan	17
2.8 Penelitian Terdahulu	18
BAB III METODE PENELITIAN.....	32
3.1 Umum	32
3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian	32
3.2 Obyek Penelitian	33
3.3 Data Penelitian	33

3.3.1 Data Primer	33
3.3.2 Data Sekunder	34
3.4 Alat Penelitian.....	34
3.5 Metode Analisis Pengolahan Data	35
3.5.1 Menghitung Waktu Aktivitas Tukang	35
3.5.2 Menghitung Penundaan Siklus Produksi.....	36
3.5.3 Menganalisa Data Menggunakan MPDM	36
3.5.3.1 Menghitung Nilai Produktivitas Aktual	39
3.5.3.2 Menghitung Koefisien Tenaga Kerja	39
3.6 Bagan Alir Penelitian	40
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	42
4.1 Produktivitas Aktual	42
4.1.1 Analisa Waktu Pekerjaan Tukang	42
4.1.2 Analisa Data Perhitungan Penundaan Siklus Produksi.....	53
4.1.3 Analisa Data Menggunakan MPDM.....	73
4.1.3.1 Perhitungan Nilai Produktivitas Aktual Pekerja.....	98
4.1.3.2 Perhitungan Koefesian Tenaga Kerja (OH)	105
4.2 Pembahasan	111
4.2.1 Hasil Analisa Produktivitas.....	111
4.2.2 Hasil Analisa Jumlah Pekerja	113
4.2.3 Hasil Analisa Perbandingan dengan Permen PUPR Nomor 8 Tahun 2023	115
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	119
5.1 Kesimpulan.....	119
5.2 Saran	120
DAFTAR PUSTAKA	122
LAMPIRAN	125

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Ukuran Baja Tulangan Beton Polos.....	15
Tabel 2.2 Ukuran Baja Tulangan Beton Sirip/Ulir	15
Tabel 2.3 Nilai Koefisien Tukang Membuat Pembesian 1 kg	18
Tabel 2.4 Nilai Koefisien Tukang Pasangan Dinding Bata Merah 1 m ²	18
Tabel 2.5 Nilai Koefisien Tukang Pemasangan Rangka Atap 1 m ²	18
Tabel 2.6 Penelitian Terdahulu yang Pernah Dilakukan.....	24
Tabel 3.1 Perhitungan Aktivitas Tukang Melalui MPDM.....	36
Tabel 3.2 Analisa Penyebab Penundaan pada Setiap Jenis Aktivitas Tukang.....	38
Tabel 4.1 Perhitungan Waktu Untuk setiap Aktivitas Tukang Memotong Besi Kolom Struktur	42
Tabel 4.2 Perhitungan Waktu Untuk 4 Siklus Pekerjaan Pemotongan Besi Pada Struktur Kolom	43
Tabel 4.3 Perhitungan Waktu Untuk 4 Siklus Pekerjaan Pembengkokan Besi Pada Struktur Kolom	44
Tabel 4.4 Perhitungan Waktu Untuk 4 Siklus Pekerjaan Merangkai Besi Pada Struktur Kolom	45
Tabel 4. 5 Perhitungan Waktu Untuk 4 Siklus Pekerjaan Mendirikan Besi Kolom	45
Tabel 4.6 Perhitungan Waktu Untuk setiap Aktivitas Tukang Memotong Besi Struktur Balok dan Ring balok.....	45
Tabel 4. 7 Perhitungan Waktu Untuk 4 Siklus Pekerjaan Pemotongan Besi Pada Balok Struktur dan Ring Balok	47
Tabel 4.8 Perhitungan Waktu Untuk 4 Siklus Pekerjaan Pembengkokan Besi Pada Balok Struktur dan Ring Balok	47
Tabel 4.9 Perhitungan Waktu Untuk 4 Siklus Pekerjaan Merangkai Besi Pada Balok Struktur dan Ring Balok	48
Tabel 4. 10 Perhitungan Waktu Untuk 4 Siklus Pekerjaan Pemasangan Balok Struktur dan Ring Balok	49
Tabel 4.11 Perhitungan Waktu Untuk setiap Aktivitas Tukang Pekerjaan Pemasangan Bata Merah Pada Dinding	50

Tabel 4.12 Perhitungan Waktu Untuk 4 Siklus Pekerjaan Pemasangan Bata Merah	51
.....	
Tabel 4.13 Perhitungan Waktu Untuk setiap Aktivitas Tukang Pekerjaan Struktur Atap	52
Tabel 4.14 Perhitungan Waktu Untuk 4 Siklus Pekerjaan Struktur Atap	53
Tabel 4.15 Penundaan Siklus Produksi Pekerjaan Pemotongan Besi Pada Kolom Struktur Tukang 1	54
Tabel 4.16 Penundaan Siklus Produksi Pekerjaan Pembengkokan Besi Pada Kolom Struktur Tukang 1	54
Tabel 4.17 Penundaan Siklus Produksi Pekerjaan Merangkai Besi Pada Kolom Struktur Tukang 1	54
Tabel 4.18 Penundaan Siklus Produksi Pekerjaan Mendirikan Besi Pada Kolom Struktur Tukang 1	55
Tabel 4.19 Penundaan Siklus Produksi Pekerjaan Pemotongan Besi Pada Struktur Balok Struktur dan Ring Balok Tukang 1	55
Tabel 4.20 Penundaan Siklus Produksi Pekerjaan Pembengkokan Besi Pada Balok Struktur dan Ring Balok Tukang 1	55
Tabel 4.21 Penundaan Siklus Produksi Pekerjaan Merangkai Besi Pada Balok Struktur dan Ring Balok Tukang 1	56
Tabel 4.22 Penundaan Siklus Produksi Pekerjaan Pemasangan Besi Pada Balok Struktur dan Ring Balok Tukang 1	56
Tabel 4.23 Penundaan Siklus Produksi Pekerjaan Pemasangan Bata Merah Tukang 1.....	56
Tabel 4.24 Penundaan Siklus Produksi Pekerjaan Pemasangan Rangka Atap Tukang 1.....	57
Tabel 4.25 Sampel Penundaan Tukang Secara Keseluruhan Untuk Pekerjaan Pembesian Pada Kolom Struktur	58
Tabel 4.26 Sampel Penundaan Tukang Secara Keseluruhan Untuk Pekerjaan Pemasangan Bata Merah Untuk Dinding	60
Tabel 4.27 Sampel Penundaan Tukang Secara Keseluruhan Untuk Pekerjaan Pembesian Balok dan Ring Balok.....	65

Tabel 4.28 Sampel Penundaan Tukang Secara Keseluruhan Untuk Pekerjaan Pemasangan Struktur Atap.....	71
Tabel 4.29 Perhitungan Lembar kerja Proses MPDM Tukang 1 Pemotongan Besi Kolom Struktur	73
Tabel 4.30 Perhitungan Lembar kerja Proses MPDM Keseluruhan Tukang.....	75
Tabel 4.31 Perhitungan Lembar kerja Proses MPDM Tukang 1 Pemasangan Bata Merah	76
Tabel 4.32 Perhitungan Lembar kerja Proses MPDM Keseluruhan Tukang.....	77
Tabel 4.33 Perhitungan Lembar kerja Proses MPDM Tukang 1 Pemotongan Besi Balok dan Ring Balok	78
Tabel 4.34 Perhitungan Lembar kerja Proses MPDM Keseluruhan Tukang.....	79
Tabel 4.35 Perhitungan Lembar kerja Proses MPDM Tukang 1 Pemasangan Struktur Atap.....	81
Tabel 4.36 Perhitungan Lembar kerja Proses MPDM Keseluruhan Tukang.....	82
Tabel 4.37 Perhitungan Informasi Penundaan Tukang 1 Pekerjaan Pemotongan Besi Kolom Struktur	83
Tabel 4.38 Perhitungan Informasi Penundaan Tukang 1 Pekerjaan Pemasangan Bata Merah	84
Tabel 4.39 Perhitungan Informasi Penundaan Tukang 1 Pekerjaan Pemotongan Besi Balok Dan Ring Balok	84
Tabel 4.40 Perhitungan Informasi Penundaan Tukang 1 Pekerjaan Pemasangan Struktur Atap.....	85
Tabel 4. 41 Perhitungan Informasi Penundaan Tukang Pekerjaan Besi Kolom Struktur.....	86
Tabel 4.42 Perhitungan Informasi Penundaan Tukang Pekerjaan Pemasangan Bata Merah	89
Tabel 4.43 Perhitungan Informasi Penundaan Tukang Pekerjaan Besi Balok dan Ring Balok	93
Tabel 4.44 Perhitungan Informasi Penundaan Tukang Pekerjaan Pemasangan Struktur Atap.....	97
Tabel 4.45 Nilai Produktivitas Tukang Untuk Pekerjaan Pembesian Kolom Struktur.....	101

Tabel 4.46 Nilai Produktivitas Tukang Untuk Pekerjaan Pembesian Balok Dan Ring Balok	101
Tabel 4.47 Nilai Produktivitas Tukang Untuk Pekerjaan Pemasangan Bata Merah	102
Tabel 4.48 Nilai Produktivitas Tukang Untuk Pekerjaan Pemasangan Struktur Atap	102
Tabel 4.49 Perbandingan Koefisien Empat Pekerjaan Antara Permen PUPR Nomor 8 Tahun 2023 dan Observasi Lapanangan.....	110



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Peta Lokasi Proyek.....	32
Gambar 3.2 Bagan Alir Penelitian	41
Gambar 4.1 Perbandingan Koefisien Tenaga Kerja pada Pekerjaan Pembesian Kolom per 1 kg antara Standar Permen PUPR Nomor 8 Tahun 2023 dengan Hasil Observasi Lapangan	116
Gambar 4.2 Perbandingan Koefisien Tenaga Kerja pada Pekerjaan Pemasangan Dinding Bata Merah Tebal $\frac{1}{2}$ Batu per 1 m^2 antara Standar Permen PUPR Nomor 8 Tahun 2023 dengan Hasil Observasi Lapangan.....	117
Gambar 4.3 Perbandingan Koefisien Tenaga Kerja pada Pekerjaan Pembesian Balok dan Ring Balok per 1 kg antara Standar Permen PUPR Nomor 8 Tahun 2023 dengan Hasil Observasi Lapangan	117
Gambar 4.4 Perbandingan Koefisien Tenaga Kerja pada Pekerjaan Pemasangan Atap Pelana Rangka Baja Ringan per 1 m^2 antara Standar Permen PUPR Nomor 8 Tahun 2023 dengan Hasil Observasi Lapangan.....	118



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Produktivitas pekerja merupakan salah satu aspek krusial dalam menentukan keberhasilan proyek konstruksi. Tingkat produktivitas yang dicapai tenaga kerja berpengaruh langsung terhadap efisiensi waktu, biaya, dan kualitas hasil pekerjaan (Anditiaman dkk, 2022). Namun, dalam praktiknya, produktivitas sering kali mengalami penurunan akibat berbagai faktor keterlambatan, seperti keterbatasan material, kondisi cuaca, koordinasi antar pihak, maupun kendala teknis di lapangan (Jian dkk, 2024). Situasi tersebut menimbulkan kebutuhan akan suatu pendekatan analitis yang mampu mengidentifikasi penyebab keterlambatan secara sistematis, sehingga dapat memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai dampaknya terhadap produktivitas tenaga kerja.

Metode *Productivity Delay Model (PDM)* hadir sebagai salah satu pendekatan yang relevan untuk menganalisis keterlambatan produktivitas pekerja pada proyek konstruksi. Model ini memungkinkan peneliti untuk mengukur dan memetakan pengaruh berbagai jenis keterlambatan terhadap kinerja tenaga kerja, baik yang bersifat internal maupun eksternal (Pratama & Nugraheni, 2023). Dengan menggunakan PDM, analisis tidak hanya terbatas pada pencatatan waktu kerja, tetapi juga mencakup identifikasi faktor-faktor yang menghambat produktivitas, sehingga hasil kajian lebih komprehensif dan aplikatif (Irawan, 2025).

Melalui penerapan metode Productivity Delay Model (PDM), penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam memahami pola keterlambatan yang terjadi pada proyek konstruksi serta menawarkan strategi peningkatan produktivitas tenaga kerja (Pratama & Nugraheni, 2023). Kajian ini tidak hanya memperkaya literatur akademik di bidang manajemen konstruksi, tetapi juga memberikan manfaat praktis bagi pelaksana proyek dalam merumuskan kebijakan dan langkah perbaikan (Irawan, 2025). Dengan demikian, analisa produktivitas pekerja menggunakan Productivity Delay

Model dapat menjadi acuan penting dalam upaya meningkatkan efisiensi dan keberhasilan proyek konstruksi secara menyeluruh (Anditiaman dkk, 2022).

Berdasarkan uraian sebelumnya, peneliti berkesempatan melakukan pengujian serupa pada Proyek Konstruksi Pekerjaan Lanjutan Rehabilitasi Gedung Dua Lantai Kantor Barang Bukti Rampasan dan Tilang Kejaksaan Negeri Pemalang. Penelitian ini difokuskan pada analisis produktivitas tenaga kerja dalam salah satu kegiatan yang dilaksanakan oleh Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Pemalang pada Tahun nggaran 2025. Kajian produktivitas diarahkan pada pekerjaan spesifik, yaitu pasangan bata untuk dinding, pemasian kolom struktur, pemasian balok, pemasian ring balok, serta pekerjaan struktur atap.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan Latar Belakang Penelitian yang telah dijelaskan sebelumnya, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berapakah Produktivitas Aktual Pekerja untuk pekerjaan pasangan bata, pemasian kolom struktur, balok, ring balok dan struktur atap pada Proyek Lanjutan Rehabilitasi Gedung 2 Lantai Kantor Barang Bukti Rampasan dan Tilang Kejaksaan Negeri Pemalang?
2. Apakah jumlah Tenaga Kerja yang dilibatkan dalam pelaksanaan Proyek Lanjutan Rehabilitasi Gedung Dua Lantai Kantor Barang Bukti Rampasan dan Tilang Kejaksaan Negeri Pemalang dapat mencapai tingkat produktivitas ideal apabila dianalisis menggunakan pendekatan Productivity Delay Model (MPDM)?
3. Berapa selisih Nilai Produktivitas Pekerja antara standar yang ditetapkan dalam Permen PUPR Nomor 8 Tahun 2023 Tentang Pedoman Penyusunan Perkiraan Biaya Pekerjaan Konstruksi dengan produktivitas aktual yang terjadi di lapangan?

1.3 Tujuan Penelitian

Secara ringkas maka tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui nilai Produktivitas Tenaga Kerja dengan ruang lingkup pada pekerjaan pemasian kolom struktur, balok, ring balok

pekerjaan pemasangan bata dan pekerjaan struktur atap pada Proyek Lanjutan Rehabilitasi Gedung 2 Lantai Kantor Barang Bukti Rampasan dan Tilang Kejaksaan Negeri Pemalang.

2. Melakukan pengujian dengan membandingkan nilai Produktivitas faktual terhadap Produktivitas Ideal/ standar acuan koefisien Tenaga Kerja yang tersaji pada Permen PUPR Nomor 8 Tahun 2023 Tentang Pedoman Penyusunan Perkiraan Biaya Pekerjaan Konstruksi.
3. Melakukan pengujian dengan membandingkan nilai koefisien Tenaga Kerja yang dibutuhkan pada aktivitas jenis pekerjaan faktual dilapangan dengan standar acuan koefisien Tenaga Kerja yang tersaji pada Permen PUPR Nomor 8 Tahun 2023 Tentang Pedoman Penyusunan Perkiraan Biaya Pekerjaan Konstruksi dengan praktik Pekerja dilapangan.

1.4 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, batasan masalah ditetapkan sebagai berikut:

1. Penelitian dilaksanakan pada proyek lanjutan rehabilitasi gedung dua lantai Kantor Barang Bukti Rampasan dan Tilang Kejaksaan Negeri Pemalang sebagai lokasi studi kasus.
2. Analisis produktivitas tenaga kerja dilakukan dengan menggunakan pendekatan *Productivity Delay Model* (MPDM) sebagai metode utama dalam pengolahan dan interpretasi data Observasi penelitian difokuskan hanya pada perhitungan produktivitas pekerja
3. Obyek yang dianalisis produktivitasnya adalah tenaga kerja (pekerja) yang terlibat dalam proyek.
4. Perbandingan nilai produktivitas pekerja dilakukan berdasarkan standar yang tercantum dalam Permen PUPR Nomor 8 Tahun 2023.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Menyediakan informasi yang relevan bagi pelaksana proyek atau pihak kontraktor terkait tingkat produktivitas tenaga kerja pada pekerjaan pasangan bata, pemasangan kolom struktur, balok, ring balok, dan struktur

atap, sehingga dapat dijadikan acuan dalam pengambilan keputusan teknis dan manajerial.

2. Memberikan data kuantitatif mengenai nilai produktivitas tenaga kerja pada jenis pekerjaan tertentu dalam proyek konstruksi, yang dapat digunakan sebagai dasar evaluasi kinerja serta perencanaan sumber daya manusia secara lebih efektif dan efisien.
3. Menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya yang membahas produktivitas tenaga kerja..
4. Memperluas wawasan, pengetahuan, dan pengalaman dalam penerapan teori ke praktik nyata di lapangan.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Proyek Konstruksi

Proyek Konstruksi merupakan serangkaian kegiatan yang bersifat sekali pelaksanaan dan umumnya memiliki durasi waktu yang relatif singkat (Norjana and Zulfiati, 2020). Proyek Konstruksi dapat diklasifikasikan menjadi dua kelompok bangunan, yaitu :

1. Bangunan gedung, seperti rumah tinggal, kantor, hotel, dan bangunan sejenis lainnya.
2. Bangunan sipil, meliputi jembatan, jalan, bendungan, serta infrastruktur lainnya.

Secara umum, Proyek Konstruksi lebih dikenal dalam konteks pekerjaan utama di bidang Teknik Sipil dan Arsitektur. Pelaksanaan Proyek konstruksi tidak terlepas dari pengelolaan sumber daya, termasuk tenaga kerja, peralatan, biaya, dan metode pelaksanaan, yang diperlukan untuk menentukan langkah-langkah pembangunan dalam jangka waktu tertentu. Keberhasilan sebuah proyek konstruksi sangat bergantung pada kualitas perancangan, tanggung jawab terhadap lingkungan, manajemen yang efektif, serta pencapaian target waktu, biaya, dan mutu hasil pekerjaan

2.2 Produktivitas dan Tenaga Kerja

Kata Produktivitas berasal dari serapan bahasa Inggris *productivity*, yang merupakan gabungan dari dua kata, yaitu *product* dan *activity* (Jefferson and Andi, 2023).

Produktivitas merupakan perbandingan antara output dengan input, atau antara hasil produksi dengan jumlah sumber daya yang digunakan. Dalam proyek konstruksi, Produktivitas diukur selama proses pelaksanaan proyek dan dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti biaya tenaga kerja, material, waktu, metode, serta peralatan (Reza, 2023). Tingkat Produktivitas sangat bergantung pada kemauan kerja, keterampilan, dan ketersediaan tenaga kerja.

Tenaga Kerja merupakan individu yang memiliki kemampuan atau tenaga untuk melaksanakan suatu pekerjaan. Dalam bidang konstruksi, Tenaga Kerja dapat dikelompokkan sebagai berikut:

1. Pekerja (kuli)

Pekerja merupakan tenaga kerja yang berperan sebagai pembantu tukang dalam pelaksanaan pekerjaan di lapangan. Tugas utama pekerja meliputi kegiatan fisik seperti pengangkutan material, persiapan alat, serta mendukung kelancaran proses kerja sesuai arahan tukang.

2. Tukang/Kepala Tukang

Tukang adalah tenaga kerja yang memiliki keterampilan teknis khusus sesuai bidangnya, seperti tukang batu, tukang kayu, tukang besi, dan lainnya. Kepala tukang biasanya memiliki tanggung jawab tambahan dalam mengoordinasikan pekerjaan tukang lain, serta memastikan bahwa pekerjaan dilakukan sesuai dengan standar mutu dan metode pelaksanaan yang telah ditentukan.

3. Mandor

Mandor merupakan tenaga kerja yang bertugas memimpin dan mengawasi langsung pelaksanaan kegiatan konstruksi di lapangan. Seorang mandor harus memiliki kemampuan teknis yang memadai, termasuk keterampilan membaca gambar kerja, menghitung volume pekerjaan, serta memahami metode pelaksanaan konstruksi. Mandor juga berperan sebagai penghubung antara pelaksana lapangan dan manajemen proyek.

Produktivitas Tenaga Kerja adalah kemampuan setiap tenaga kerja dalam melaksanakan pekerjaan yang menghasilkan barang atau jasa (Norjana dan Zulfiati, 2020). Produktivitas Tenaga Kerja menunjukkan hubungan antara output (hasil kerja) dan waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan produk oleh seorang pekerja. Untuk menghitung produktivitas tenaga kerja, dapat digunakan persamaan 2.1 (Mustahyun dkk, 2021).

Produktivitas juga dapat dipahami sebagai upaya menghasilkan produk secara maksimal melalui pemanfaatan sumber daya secara efisien. Dengan demikian, Produktivitas memiliki dua dimensi utama, yaitu efektivitas dan efisiensi, yang dapat dihitung menggunakan rumus berikut. (Mali, 1978)

$$\text{Produktivitas Kerja} = \frac{\text{Output yang dihasilkan}}{\text{Input yang digunakan}} \quad (2.1)$$

$$\text{Koefisien Produktivitas Kerja} = \frac{\text{Jumlah Pekerja}}{\text{Produktivitas} \left(\frac{\text{Unit}}{\text{Hari}} \right)} \quad (2.2)$$

Menurut (Handoko, 1984) Tenaga Kerja merupakan sumber daya manusia yang mencangkup:

1. Individu yang bekerja dalam organisasi, yang disebut juga dengan karyawan, pekerja, atau personil.
2. Potensi manusia sebagai penggerak organisasi untuk mencapai suatu tujuan.
3. Potensi manusia sebagai modal nonfinasial (non-material) yang berperan penting dalam pencapaian tujuan organisasi.

2.2.1 Metode Pengukuran Produktivitas

Pengukuran produktivitas secara berkelanjutan mengalami pengembangan dengan tujuan utama untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas dalam proses produksi. Hal ini sejalan dengan tujuan pengukuran produktivitas, yaitu untuk memungkinkan perbandingan hasil dari ketiga aspek tersebut (Syarif, 1991).

Penilaian terhadap nilai produktivitas tenaga kerja dalam proyek konstruksi gedung perlu dilakukan sejak awal pelaksanaan proyek serta pada saat dimulainya setiap jenis pekerjaan yang telah direncanakan. Tujuan dari pengukuran ini adalah untuk memperoleh gambaran yang jelas mengenai kesenjangan antara jadwal pelaksanaan yang telah disusun dalam tahap perencanaan dengan kondisi aktual di lapangan. Dengan mengetahui perbedaan tersebut, pelaksana proyek dapat melakukan evaluasi dan penyesuaian strategi agar target waktu, mutu, dan biaya proyek tetap tercapai secara optimal. Beberapa metode yang umum digunakan dalam perhitungan produktivitas pekerja antara lain:

1. *Work Sampling*

Work Sampling merupakan metode kuantitatif yang digunakan untuk mengukur dan menganalisis tingkat produktivitas tenaga kerja berdasarkan prinsip-prinsip statistik. Teknik ini dilakukan dengan cara melakukan

observasi secara acak dan berkala terhadap aktivitas pekerja selama periode waktu tertentu. Tujuannya adalah untuk menentukan proporsi waktu yang digunakan untuk aktivitas yang bersifat produktif (efektif) maupun tidak produktif (tidak efektif). Metode ini dilakukan dengan mengambil sekitar 18 sampel secara acak, yang harus representatif terhadap keseluruhan populasi, kemudian dianalisis lebih lanjut untuk memperoleh gambaran produktivitas secara menyeluruh. (Pilcher, 1992).

2. *Metode Productivity Delay Model (MPDM)*

Metode Productivity Delay Model (MPDM) merupakan pendekatan analitis yang digunakan untuk mengukur, memprediksi, dan meningkatkan produktivitas tenaga kerja dalam pelaksanaan proyek konstruksi. MPDM merupakan modifikasi dari waktu pelaksanaan dan konsep penelitian yang diterapkan pada seluruh aktivitas pekerjaan, dengan tujuan untuk menghilangkan gerakan yang tidak perlu serta meningkatkan efisiensi dan efektivitas pekerjaan. (Halpin dan Riggs, 1992).

3. *Questionnaire/Interviews*

Metode ini merupakan teknik pengumpulan data dengan menggunakan formulir berisi pertanyaan tertulis yang diberikan kepada individu atau kelompok, dengan tujuan memperoleh tanggapan, jawaban, atau informasi yang dibutuhkan oleh peneliti.

4. *Rated Activity Sampling*

Merupakan metode pengamatan untuk mengumpulkan informasi mengenai penggunaan mesin, proses, dan tenaga kerja selama periode tertentu dalam suatu proyek. Pelaksanaan metode ini dilakukan dengan mencatat setiap kegiatan yang berlangsung di proyek, sehingga persentase pengamatan yang tercatat pada suatu aktivitas dapat digunakan untuk memperkirakan total waktu yang dibutuhkan selama kegiatan tersebut berlangsung.

5. *Time Lapse and Video Films*

Merupakan metode yang digunakan untuk merekam perubahan atau perkembangan suatu objek selama periode waktu yang relatif panjang,

kemudian mempersingkat durasi rekaman tersebut agar dapat diamati dengan lebih cepat.

6. *Time Studies*

Merupakan metode pengukuran pekerjaan yang bertujuan menentukan nilai waktu standar dengan cara mengumpulkan data mengenai waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan (Pawiro, 2015).

2.2.2 Hubungan Produktivitas dengan Efisiensi dan Efektivitas

Dalam pelaksanaan proses konstruksi bangunan, produktivitas tenaga kerja merupakan indikator penting yang mencerminkan kinerja sistem produksi. Produktivitas memiliki dua aspek utama, yaitu efisiensi dan efektivitas, yang sering digunakan secara bersamaan namun memiliki makna yang berbeda.

- Efektivitas berfokus pada pencapaian hasil atau keluaran (output) yang lebih baik. Menurut Pribadiyono (2007), efektivitas merupakan tingkat pencapaian output yang dihasilkan oleh suatu sistem produksi.
- Efisiensi berkaitan dengan penggunaan input secara optimal. Pribadiyono (2007), mendefinisikan efisiensi sebagai ukuran yang menunjukkan sejauh mana sumber daya digunakan secara optimal dalam proses produksi untuk menghasilkan output.

Kedua konsep ini saling melengkapi dalam pengukuran produktivitas. Efektivitas menilai seberapa baik hasil yang dicapai, sedangkan efisiensi menilai seberapa hemat sumber daya yang digunakan. Produktivitas menggabungkan kedua aspek tersebut, yaitu menilai sejauh mana hasil yang dicapai sebanding dengan sumber daya yang digunakan. Dengan kata lain, produktivitas mencerminkan keseimbangan antara pencapaian output dan optimalisasi input dalam suatu proses kerja.

2.2.3 Faktor yang Mempengaruhi Produktivitas

Menurut (Soeharto, 1995) terdapat beberapa faktor yang memengaruhi produktivitas dalam proyek, antara lain:

1. Kondisi nyata di lapangan serta ketersediaan sarana dan fasilitas pendukung.
2. Pengawasan, koordinasi, dan perencanaan yang dilakukan selama proyek.
3. Komposisi atau susunan kelompok kerja.
4. Penerapan kerja lembur (overtime).
5. Skala atau ukuran proyek.
6. Kurva pengalaman (*learning curve*) yang dimiliki pekerja
7. Interaksi pekerja lapangan dengan subkontraktor.
8. Padatan tenaga kerja (*labor density*) pada lokasi proyek.

1.2.4 Pengukuran Waktu Kerja

Pengukuran waktu merupakan upaya untuk mengetahui lama waktu yang dibutuhkan operator atau perencana dalam menyelesaikan suatu pekerjaan secara wajar, dengan mempertimbangkan rancangan sistem kerja yang optimal (Dharmawan, 2020). Secara umum Teknik Pengukuran Waktu Kerja dibagi menjadi dua, yaitu:

1. Pengukuran waktu kerja secara langsung
Dilakukan dengan mengamati pekerjaan secara langsung di lokasi atau tempat pekerjaan yang menjadi objek penelitian.
2. Pengukuran waktu kerja tidak langsung
Dilakukan tanpa kehadiran pengamat di lokasi pekerjaan, sehingga pengamatan dilakukan tanpa harus berada di tempat pekerjaan yang sedang berlangsung.

2.3 Method Productivity Delay Model (MPDM)

MPDM ialah salah satu tata cara dalam bidang konstruksi yang digunakan buat menghitung produktivitas kerja. Tata cara ini dibesarkan dengan tujuan menolong industri jasa konstruksi dalam perhitungan, ditaksir serta kenaikan Produktivitas kerja. Fungsi utama dari metode ini adalah untuk menentukan nilai atau tingkat produktivitas suatu pekerjaan dengan mempertimbangkan durasi keterlambatan yang terjadi selama jam kerja.

Menurut (Halpin dan Riggs, 1992) MPDM ialah sesuatu modifikasi dari tata cara riset Gerak serta waktu. Pengembangan metode MPDM bertujuan buat memperhitungkan estimasi produktivitas kerja, serta perencanaan dalam perusahaan konstruksi. MPDM juga terkait dengan metode lain seperti *balancing models, time study, statistical analysis, production function analysis*, serta *work sampling*, di mana masing-masing metode memiliki keunggulan tersendiri dalam menghitung tingkat produktivitas kerja serta penerapannya di lapangan.

2.3.1 Konsep MPDM

Dalam dunia konstruksi, MPDM terus dikembangkan untuk membantu perusahaan dalam melakukan estimasi, perhitungan, dan peningkatan produktivitas kerja. Metode ini dilakukan dengan mengambil sampel siklus dari suatu pekerjaan yang berkelanjutan, kemudian mencatat jenis dan jumlah penundaan yang terjadi di lapangan. Selanjutnya, data tersebut dijumlahkan buat memastikan tingkatan efisiensi dari pekerjaan yang lagi diukur. Tujuan dari perhitungan ini adalah untuk meminimalkan keterlambatan sehingga produktivitas pekerjaan dapat ditingkatkan.

Dalam metode MPDM, terdapat empat tahap utama, yaitu: pengambilan data, penganalisa data, penyusunan data, dan implementasi data. Pada tahap pengumpulan data, MPDM memiliki tiga konsep dasar, yakni:

1. Unit produksi

Mengacu pada model pengukuran, prediksi, serta perbaikan produktivitas pekerjaan pada masing-masing unit produksi.

2. Siklus produksi

Merupakan waktu peristiwa yang berurutan pada setiap proses produksi. Siklus ini mewakili tingkat produktivitas dan dirancang agar mudah dikendalikan.

3. Sumber daya utama

Konsep ini menjadi dasar dalam metode konstruksi. Meskipun tidak digunakan pada tahap awal pengumpulan data, sumber daya utama

digunakan apabila terdapat pertanyaan mengenai validitas data produksi yang terkait dengan perubahan sumber daya.

2.3.2 Faktor Penundaan

Penundaan dalam pelaksanaan proyek konstruksi merupakan fenomena yang dipengaruhi oleh beragam faktor. Melalui pendekatan Metode Multi Parameter Delay Model (MPDM), sejumlah determinan utama dapat diidentifikasi sebagai berikut:

1. Faktor lingkungan, meliputi dinamika kondisi meteorologis, perubahan batas jalan, modifikasi karakteristik tanah, serta gangguan alam yang bersifat tidak terduga dan sulit dikendalikan.
2. Faktor peralatan, mencakup keterbatasan kapasitas operasional alat berat yang digunakan serta potensi kerusakan teknis yang dapat menghambat kelancaran proses konstruksi.
3. Faktor tenaga kerja, meliputi situasi di mana pekerja menunggu rekan kerja lainnya, kurangnya produktivitas akibat minimnya pengalaman, pemborosan waktu karena istirahat di luar jadwal, atau kebiasaan merokok saat bekerja
4. Faktor material, seperti keterbatasan ketersediaan bahan bangunan yang diperlukan atau mutu material yang tidak sesuai dengan standar.
5. Faktor manajemen, termasuk ketidaksempurnaan dalam perencanaan proyek.

2.3.3 Langkah Perhitungan Produktivitas Menggunakan MPDM

Dalam mencari Produktivitas pekerja pada suatu proyek konstruksi dapat dilakukan melalui MPDM sebagai berikut :

1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui teknik observasi langsung dengan memanfaatkan perangkat kamera video selama berlangsungnya aktivitas konstruksi. Metode ini bertujuan untuk mendokumentasikan secara sistematis setiap bentuk keterlambatan yang terjadi dalam proses pelaksanaan pekerjaan. Apabila dalam satu siklus produksi ditemukan

lebih dari satu jenis penundaan, klasifikasi terhadap tipe penundaan dilakukan berdasarkan justifikasi yang diperoleh dari hasil pengumpulan data. Seluruh data hasil observasi lapangan dicatat secara terstruktur dalam formulir yang disajikan pada Tabel 4.1.

2. Pengolahan Data

Setelah seluruh data hasil observasi lapangan berhasil dihimpun, tahapan selanjutnya adalah proses pengolahan data. Langkah ini mencakup kegiatan sistematis dalam mengelola dan menata data agar siap untuk dianalisis secara mendalam. Hasil dari proses pengolahan tersebut disajikan secara terstruktur dalam Tabel 4.2 hingga Tabel 4.4.

3. Penyusunan Data

Setelah tahap pengolahan data diselesaikan, proses selanjutnya adalah penyusunan data sebagai bagian dari implementasi Metode Multi Parameter Delay Model (MPDM). Tahapan ini bertujuan untuk merumuskan struktur data yang diperlukan dalam analisis produktivitas konstruksi. Menurut Wijaya (2021), estimasi produktivitas dalam konteks MPDM dapat dihitung melalui penerapan formula matematis yang tercantum dalam persamaan 2.2 sampai 2.6. Persamaan tersebut digunakan untuk mengkuantifikasi tingkat produktivitas dari setiap aktivitas kerja yang telah diamati secara sistematis dan terukur.

$$\text{Produktivitas Keseluruhan} = \frac{1}{\text{Jumlah tenaga rata-rata waktu siklus keseluruhan}} \quad (2.2)$$

$$\text{Produktivitas Ideal} = \frac{1}{\text{rata-rata waktu siklus tak terduga}} \quad (2.3)$$

$$\text{Siklus Produksi Tak terduga} = \frac{\text{waktu siklus produksi} - \text{rerata waktu tak terduga}}{n} \quad (2.4)$$

$$\text{Siklus Produksi Keseluruhan} = \frac{\text{waktu siklus produksi} - \text{rerata waktu keseluruhan}}{n} \quad (2.5)$$

$$\text{Produktivitas Keseluruhan} = \text{Produktivitas Ideal} (1 - E_{en} - E_{eq} - E_{la} - E_{mt} - E_{mm}) \quad (2.6)$$

Dimana: E_{en} = perkiraan penundaan akibat lingkungan

E_{eq} = perkiraan penundaan akibat peralatan

E_{la} = perkiraan penundaan akibat tenaga kerja

E_{mt} = perkiraan penundaan akibat material

E_{mm} = perkiraan penundaan akibat manajemen

Semua satuan produktivitas dalam kg/jam atau m²/jam.

2.4 Dinding Bangunan

Dinding Bangunan merupakan elemen struktural padat yang berfungsi sebagai pembatas, pelindung, serta penyokong pada suatu bangunan. Secara umum, dinding memiliki peran penting dalam membatasi area bangunan, menopang elemen struktural lain, serta membagi ruang dalam bangunan menjadi beberapa bagian yang terorganisasi. Selain itu, dinding juga berfungsi sebagai pelindung terhadap pengaruh lingkungan luar, seperti kondisi cuaca maupun potensi intrusi.

Secara konstruktif, Dinding umumnya didirikan di atas struktur *sloof* atau balok yang berperan sebagai penopang utama terhadap beban atap dan langit-langit. Dinding tidak dapat berdiri secara mandiri tanpa adanya dukungan elemen struktural lain, seperti kolom utama maupun kolom praktis.

Menurut Mahdy dan Abma, (2024) fungsi utama dari dinding sebagai berikut:

1. Sebagai pemisah antar ruang dalam bangunan..
2. Sebagai pelindung terhadap pengaruh alam, seperti cahaya matahari, angin, hujan, dan banjir.
3. Sebagai elemen pembatas sekaligus penahan struktur, khususnya pada fungsi-fungsi tertentu seperti dinding ruang *lift*, *reservoir*, dan sejenisnya.
4. Sebagai peredam atau penahan kebisingan pada ruang yang memerlukan tingkat kekedapan suara tertentu, misalnya studio siaran atau ruang rekaman.
5. Sebagai pelindung terhadap radiasi atau zat-zat tertentu, seperti pada ruang radiologi, ruang operasi, maupun laboratorium.
6. Sebagai elemen artistik yang memiliki nilai estetika tertentu, serta dapat difungsikan untuk kebutuhan keamanan, seperti pada dinding brankas di bank atau ruang penyimpanan dokumen penting lainnya.

2.5 Pekerjaan Pembesian

Pekerjaan Pembesian merupakan proses pembuatan serta pemasangan tulangan pada elemen-elemen struktural bangunan. Pekerjaan ini umumnya berkaitan erat dengan komponen struktur beton, seperti kolom utama, balok, *sloof*, plat lantai, dan elemen struktural lainnya. Pembesian memiliki peranan

yang sangat penting dalam meningkatkan kekuatan tarik pada struktur bangunan, sehingga struktur menjadi lebih kokoh, stabil, dan tidak mudah mengalami keruntuhan.

Dalam pelaksanaan konstruksi, pekerjaan pembesian meliputi beberapa tahapan, antara lain pemotongan, pembengkokan, serta perakitan tulangan sesuai dengan gambar kerja yang telah direncanakan. Penggunaan baja tulangan beton pada pekerjaan konstruksi telah diatur dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) 2052:2017, yang bertujuan untuk menjamin mutu, kekuatan, serta keamanan hasil pekerjaan struktur beton bertulang

Spesifikasi ukuran dan jenis pembesian yang digunakan pada proyek konstruksi dapat dilihat pada Tabel 2.1 dan Tabel 2.2, yang memuat ketentuan teknis sesuai dengan standar yang berlaku

Tabel 2.1 Ukuran Baja Tulangan Beton Polos
(Sumber: SNI 2052:2017)

No	Diameter nominal		Luas penampang nominal mm ²	Berat nominal per meter Kg/m
	mm			
1	6		28	0,222
2	8		50	0,395
3	10		79	0,617
4	12		113	0,888
5	14		154	1,208
6	16		201	1,578
7	19		284	2,226
8	22		380	2,984
9	25		491	3,853
10	28		616	4,834

Tabel 2.2 Ukuran Baja Tulangan Beton Sirip/Ulir
(Sumber: SNI 2052:2017)

No	Diameter nominal	Luas penampang nominal	Tinggi sirip		Jarak sirip melintang Maks	Lebar sirip membujur Maks	Berat nominal per meter Kg/m
			min	maks			
mm	mm	mm ²	mm	mm	mm	mm	
1	6	28	0,3	0,6	4,2	4,7	0,222
2	8	50	0,4	0,8	5,6	6,3	0,395
3	10	79	0,5	1	7	7,9	0,617
4	13	113	0,7	1,3	9,1	10,2	1,042
5	16	201	0,8	1,6	11,2	12,6	1,578
6	19	284	1	1,9	13,3	14,9	2,226
7	22	380	1,1	2,2	15,4	17,3	2,984
8	25	491	1,3	2,5	17,5	19,7	3,853
9	29	661	1,5	2,9	20,3	22,8	5,185
10	32	804	1,6	3,2	22,4	25,1	6,313

2.6 Struktur Atap

Struktur Atap merupakan salah satu komponen utama dalam sistem struktur bangunan yang berfungsi menahan serta menyalurkan beban dari elemen atap ke bagian struktur di bawahnya. Secara umum, struktur atap terdiri atas dua bagian utama, yaitu rangka atap dan penopang rangka atap

Rangka atap berfungsi sebagai elemen penyangga yang menyalurkan beban atap ke elemen penahan beban, seperti dinding atau kolom. Komponen rangka atap umumnya terdiri atas *gording*, *kasau*, dan *reng*, yang secara bersama-sama membentuk kerangka penopang penutup atap. Kombinasi susunan komponen tersebut dapat menghasilkan lekukan atau pertemuan bidang atap seperti jurai dalam dan jurai luar, yang berperan dalam membentuk karakter serta bentuk geometris atap bangunan

Sementara itu, penopang rangka atap biasanya berupa elemen kayu atau baja ringan yang disusun membentuk rangka segitiga, dikenal dengan istilah kuda-kuda. Kuda-kuda berfungsi untuk menopang beban rangka atap dan menjaga kestabilan struktur secara keseluruhan. Sebagai elemen pengaku, bagian atas kuda-kuda dihubungkan dengan balok bubungan (*ridge beam*), sedangkan kedua ujung bawahnya diikat pada kolom struktur atau balok pengikat agar beban dapat dialirkan dengan baik ke pondasi dan akhirnya ke tanah.

Dalam bidang konstruksi, terdapat beberapa jenis struktur atap yang umum digunakan, antara lain struktur dinding (sopi-sopi) dengan rangka kayu, struktur kuda-kuda dan rangka kayu, struktur baja konvensional, serta struktur baja ringan. Masing-masing jenis struktur tersebut memiliki karakteristik, keunggulan, dan penerapan yang disesuaikan dengan kebutuhan serta jenis bangunan yang dirancang.

Salah satu bentuk inovasi dalam perkembangan teknologi material bangunan adalah rangka atap baja ringan. Rangka ini merupakan hasil pengembangan material baja yang memiliki kekuatan tinggi namun dengan berat yang relatif ringan. Material yang digunakan pada rangka baja ringan berasal dari jenis baja Cold Rolled Coil (CRC), yaitu baja yang diproses melalui metode *cold forming* untuk meningkatkan kekuatan tarik, ketahanan

terhadap deformasi, serta kestabilan bentuknya. Penggunaan rangka atap baja ringan banyak dipilih karena efisien dalam pemasangan, memiliki ketahanan yang baik terhadap korosi, dan mampu mengurangi beban total struktur bangunan.

2.7 Koefisien Tenaga Kerja pada Permen PUPR Nomor 8 Tahun 2023 dan Koefisien Tenaga Kerja pada Aktivitas Faktual di Lapangan

Koefisien Tenaga Kerja Konstruksi merepresentasikan suatu indeks yang menunjukkan jumlah kebutuhan tenaga kerja untuk menyelesaikan setiap satuan volume pekerjaan konstruksi. Mengacu pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (Permen PUPR) Nomor 8 Tahun 2023, indeks tersebut menetapkan bahwa waktu kerja efektif dalam satu hari adalah selama 7 jam, dengan tambahan 1 jam untuk istirahat. Sementara itu, indeks tenaga kerja aktual di lapangan dapat diperoleh melalui pengumpulan data empiris, yang mencakup volume pekerjaan, durasi pelaksanaan, serta jumlah tenaga kerja yang terlibat dalam penyelesaian pekerjaan tersebut. Nilai produktivitas aktual yang diperoleh dari kondisi lapangan selanjutnya perlu dikonversi menjadi indeks faktual sebagai dasar analisis kebutuhan tenaga kerja.

Dalam penelitian ini, nilai produktivitas tenaga kerja dikonversi menjadi indeks per 7 jam kerja agar selaras dengan standar waktu kerja efektif yang tercantum dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (Permen PUPR) Nomor 8 Tahun 2023. Penyesuaian ini bertujuan agar hasil perhitungan produktivitas lapangan dapat dibandingkan secara langsung dengan nilai indeks tenaga kerja standar yang telah ditetapkan dalam peraturan tersebut.

Nilai koefisien tenaga kerja untuk beberapa jenis pekerjaan konstruksi, seperti pekerjaan pemasangan bata merah, dan pekerjaan pemasangan rangka atap, disajikan pada Tabel 2.3 hingga Tabel 2.5. Untuk menghitung nilai indeks tenaga kerja aktual di lapangan, perhitungan dilakukan dengan menggunakan rumus sebagaimana dikemukakan oleh Messah, dkk (2013).

$$Koefisien Man Hour = \frac{\text{Jumlah tenaga kerja} \times \text{standar time}}{\text{volume pekerjaan}} \quad 2.7$$

$$Koefisien Man Day = \frac{\text{Koefisien man hour}}{\text{jumlah jam kerja dalam 1 hari}} \quad 2.8$$

Tabel 2.3 Nilai Koefisien Tukang Membuat Pembesian 1 kg

(Sumber: Permen PUPR Nomor 8 tahun 2023)

Kebutuhan		Satuan	Koefisien
Bahan	BjTP atau BjTS	kg	1,02
	Kawat	kg	0,015
Tenaga Kerja	Pekerja	OH	0,0016
	Tukang Besi	OH	0,0016
	Kepala Tukang	OH	0,00016
	Mandor	OH	0,00016

Tabel 2.4 Nilai Koefisien Tukang Pasangan Dinding Bata Merah 1 m²

(Sumber: Permen PUPR nomor 8 tahun 2023)

Kebutuhan		Satuan	Koefisien
Bahan	Bata merah	buah	71,91
	Semen	kg	9,68
	Pasir	M ³	005
Tenaga Kerja	Pekerja	OH	0,2
	Tukang Batu	OH	0,1
	Kepala Tukang Batu	OH	0,01
	Mandor	OH	0,0033

Tabel 2.5 Nilai Koefisien Tukang Pemasangan Rangka Atap 1 m²

(Sumber: Permen PUPR nomor 8 tahun 2023)

Kebutuhan		Satuan	Koefisien
Bahan	Baja ringan	batang	0,9603
	Pekerja	OH	0,734
Tenaga Kerja	Tukang besi	OH	0,734
	Kepala Tukang	OH	0,073
	Mandor	OH	0,024

2.8 Penelitian Terdahulu

Dalam penyusunan dan perancangan studi ini, penulis melakukan kajian komparatif terhadap beberapa penelitian terdahulu yang memiliki keterkaitan dengan topik penelitian sebagai dasar acuan teoritis dan empiris. Melalui analisis terhadap hasil-hasil penelitian sebelumnya, diperoleh sejumlah kesamaan maupun perbedaan yang menjadi landasan dalam pengembangan penelitian ini.

Kajian terhadap penelitian terdahulu tersebut bertujuan untuk memperkuat landasan teoritis, mengidentifikasi celah penelitian (*research gap*), serta memastikan relevansi topik yang diangkat dengan kondisi aktual di lapangan. Adapun beberapa penelitian terdahulu yang dinilai relevan dengan topik penelitian ini disajikan sebagai berikut:

1. Penelitian yang dilakukan oleh (Mahdy, 2019) berjudul “*Produktivitas Tukang pada Pekerjaan Pemasangan Bata Merah dengan Method Productivity Delay Model dan Field Rating*” bertujuan untuk mengetahui perbandingan rata-rata produktivitas tenaga kerja pada pekerjaan pemasangan keramik berdasarkan standar Permen PU/28/PRT/M/2016 dan hasil pengukuran di lapangan menggunakan metode Method Productivity Delay Model (MPDM).

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode *work sampling* yang dilakukan pada proyek pembangunan rumah kost di daerah Sleman, Yogyakarta. Data dikumpulkan melalui pengamatan langsung menggunakan kamera video serta wawancara terhadap pekerja terkait aktivitas pekerjaan di lapangan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata produktivitas tukang berdasarkan Permen PU 28/PRT/M/2016 adalah $1,143 \text{ m}^2/\text{jam}$, sedangkan menurut metode MPDM sebesar $3,409 \text{ m}^2/\text{jam}$, dengan selisih $2,27 \text{ m}^2/\text{jam}$ atau sekitar 33,53%. Dari sisi biaya, terdapat perbedaan antara hasil perhitungan berdasarkan Permen PU sebesar Rp $28,44/\text{m}^2$ dan hasil MPDM sebesar Rp $9,64/\text{m}^2$, dengan selisih Rp $18,8/\text{m}^2$. Hasil ini menunjukkan bahwa metode MPDM dapat memberikan representasi yang lebih akurat terhadap produktivitas tenaga kerja aktual di lapangan.

2. Penelitian yang dilakukan oleh (Purwanto dkk, 2019), berjudul “*Analisa Produktivitas Tenaga Kerja terhadap Biaya dan Waktu Pelaksanaan pada Pekerjaan Pembangunan Masjid Al-Istiqfar di Sindang Panon, Kabupaten Tangerang*” bertujuan untuk memperkirakan hubungan antara produktivitas tenaga kerja dengan efisiensi waktu dan biaya pelaksanaan proyek, sehingga dapat mendukung pengendalian pekerjaan di lapangan secara efektif.

Metode yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif dengan metode *work sampling*, yang melibatkan pengumpulan data primer melalui pengamatan

langsung terhadap jumlah tenaga kerja, volume pekerjaan, dan waktu pelaksanaan, serta data sekunder berupa dokumen proyek.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat produktivitas tenaga kerja mencapai 64,20%, yang berarti produktivitas di lapangan lebih baik dibandingkan produktivitas yang direncanakan. Berdasarkan hasil analisis, pembangunan Masjid Al-Istiqfar dapat diselesaikan dalam waktu 378 hari, lebih cepat 44 hari dari rencana semula (422 hari). Selain itu, terjadi penghematan biaya pekerjaan sebesar Rp 37.131.148, dari Rp 362.022.692 menjadi Rp 324.891.544. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan produktivitas tenaga kerja secara langsung berkontribusi terhadap efisiensi biaya dan waktu pelaksanaan proyek konstruksi.

3. Penelitian yang dilakukan oleh (Darma, 2020) berjudul "*Analisis Produktivitas Pekerjaan Pemasangan Keramik dengan MPDM (Method Productivity Delay Model) yang Berkaitan dengan RAP dan Realisasi Anggaran Pelaksanaan*" bertujuan untuk mengetahui besarnya perbandingan antara produktivitas menyeluruh dan produktivitas ideal yang dikerjakan oleh satu tukang pada pekerjaan pemasangan keramik rumah tinggal satu lantai di daerah umum dan daerah khusus.

Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif dengan metode *work sampling*, yang dilaksanakan pada proyek pembangunan rumah tinggal Grand Permata Hijau Kav. A3B, Godean, Sleman, Yogyakarta.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada pekerjaan pemasangan keramik dinding berukuran 60x120 cm, produktivitas keseluruhan mencapai 2,2502 m²/jam, sedangkan produktivitas ideal sebesar 2,5129 m²/jam. Dengan demikian, produktivitas keseluruhan lebih rendah dibandingkan produktivitas ideal dengan selisih sebesar 10,45%. Temuan ini menunjukkan bahwa kondisi pelaksanaan di lapangan belum sepenuhnya optimal dan masih terdapat faktor keterlambatan yang memengaruhi tingkat produktivitas tenaga kerja.

4. Penelitian yang dilakukan oleh (Wijaya, 2022) berjudul "*Analisis Produktivitas Tenaga Kerja Konstruksi pada Pekerjaan Pemasangan Keramik Menggunakan MPDM (Method Productivity Delay Model) (Studi Kasus Proyek Pembangunan Masjid Muhammadiyah Boarding School Kabupaten*

Lombok Barat, Narmada, NTB)” bertujuan untuk menganalisis tingkat produktivitas tenaga kerja pada pekerjaan pemasangan keramik di proyek pembangunan Masjid Muhammadiyah Boarding School, yang berlokasi di Kabupaten Lombok Barat, Narmada, Nusa Tenggara Barat.

Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif dengan metode *work sampling*, yang dilakukan terhadap tukang pada pekerjaan pemasangan keramik di lokasi proyek tersebut.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada pekerjaan pemasangan keramik berukuran 60x60 cm, diperoleh nilai produktivitas lapangan sebesar 4,771 m²/jam, sedangkan produktivitas ideal sebesar 6,255 m²/jam. Hal ini menunjukkan adanya selisih produktivitas antara kondisi aktual di lapangan dan kondisi ideal, yang dapat disebabkan oleh faktor keterlambatan kerja serta kondisi lingkungan proyek yang memengaruhi efisiensi tenaga kerja

5. Penelitian yang dilakukan oleh (Jefferson and Andi, 2023) berjudul “*Analisa Produktivitas Pekerjaan Bata Ringan Menggunakan Method Productivity Delay Model (MPDM) pada Proyek Apartemen di Surabaya*” bertujuan untuk menganalisis produktivitas pekerjaan pasangan bata ringan di lapangan dengan menerapkan metode MPDM (Method Productivity Delay Model). Penelitian ini juga bertujuan untuk membandingkan produktivitas aktual di lapangan dengan produktivitas ideal, serta mengidentifikasi faktor keterlambatan yang paling berpengaruh terhadap produktivitas kerja.

Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif dengan metode *work sampling*, yang dilakukan melalui pengamatan langsung dan pencatatan durasi setiap siklus pekerjaan pasangan bata ringan. Pengamatan dilaksanakan selama jam kerja proyek, yaitu pukul 09.00 hingga 17.00, dengan waktu istirahat selama satu jam pada pukul 12.00 hingga 13.00.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa berdasarkan perhitungan menggunakan metode MPDM, faktor pekerja (manpower) merupakan penyebab keterlambatan yang paling dominan dan memiliki pengaruh terbesar terhadap penurunan produktivitas pada pekerjaan pasangan bata ringan di proyek tersebut

6. Penelitian yang dilakukan oleh (Reza, 2023) berjudul “*Perbandingan Produktivitas Tukang Saat dan Setelah Pandemi Covid-19 pada Pekerjaan Pemasangan Penutup Lantai dengan Metode MPDM (Method Productivity Delay Model) (Studi Kasus Proyek Renovasi Penutup Lantai Gedung Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia)*” bertujuan untuk menganalisis perbandingan antara produktivitas keseluruhan dan produktivitas ideal pada pekerjaan pemasangan penutup lantai, serta mengetahui pengaruh kondisi sebelum dan setelah pandemi terhadap tingkat produktivitas tenaga kerja.

Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif dengan metode *work sampling*, di mana pengamatan dilakukan terhadap tiga orang tukang menggunakan alat bantu berupa kamera video untuk merekam aktivitas kerja secara detail. Data hasil pengamatan kemudian dianalisis menggunakan metode MPDM (Method Productivity Delay Model) untuk menghitung tingkat produktivitas aktual dan ideal.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata produktivitas keseluruhan tukang sebesar $5,313 \text{ m}^2/\text{jam}$, sedangkan produktivitas ideal sebesar $6,818 \text{ m}^2/\text{jam}$. Selisih antara keduanya adalah $1,505 \text{ m}^2/\text{jam}$, dengan persentase perbandingan **sebesar 78,104%**. Temuan ini menunjukkan adanya penurunan produktivitas pasca pandemi, yang mengindikasikan perlunya peningkatan efisiensi kerja serta manajemen tenaga kerja yang lebih adaptif terhadap perubahan kondisi di lapangan.

7. Penelitian yang dilakukan oleh (Wenas dkk, 2023) berjudul “*Analisis Produktivitas Tenaga Kerja pada Pekerjaan Pemasangan Rangka Atap Baja Menggunakan Metode MPDM (Method Productivity Delay Model)*” bertujuan untuk mengetahui tingkat produktivitas tenaga kerja pada pekerjaan pemasangan rangka atap baja dengan menggunakan metode MPDM (Method Productivity Delay Model) sebagai alat analisis.

Metode penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan teknik observasi langsung (*work sampling*) yang dilaksanakan selama dua minggu terhadap sembilan orang tukang. Pengamatan dilakukan pada dua jenis

pekerjaan, yaitu pemasangan balok kuda-kuda dan gording dengan menggunakan baja tipe kanal C (CNP) di area hanggar seluas 1.693,734 m². Hasil penelitian menunjukkan bahwa produktivitas keseluruhan dan produktivitas ideal bervariasi antar pekerja, dengan nilai produktivitas keseluruhan berkisar antara 40,175 m²/jam hingga 42,343 m²/jam. Nilai produktivitas tertinggi diperoleh oleh tukang ke-4 dengan capaian 42,343 m²/jam, sedangkan produktivitas terendah dicapai oleh tukang ke-6 sebesar 40,175 m²/jam. Secara keseluruhan, rata-rata produktivitas tenaga kerja adalah 41,313 m²/jam.

Temuan ini mengindikasikan bahwa perbedaan tingkat produktivitas antar pekerja dipengaruhi oleh pengalaman kerja, usia, serta kemampuan teknis masing-masing tukang. Selain itu, penerapan metode MPDM terbukti efektif dalam mengidentifikasi variasi produktivitas tenaga kerja serta faktor-faktor keterlambatan yang memengaruhi efisiensi pelaksanaan pekerjaan struktur atap baja.



Tabel 2.6 Penelitian Terdahulu yang Pernah Dilakukan

No	Judul Artikel	Peneliti & Tahun	Tujuan	Hasil
1	Produktivitas Tukang pada Pekerjaan Bata Merah dengan <i>Method Productivity Delay Model</i> dan fiel rating	Abdul Hamid Mahdy, 2019)	Mengetahui perbandingan rata-rata produktivitas tenaga kerja tukang pada pekerjaan pemasangan keramik menurut Permen PU No.28/PRT/M/2016 dan metode MPDM di lapangan.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata produktivitas tukang berdasarkan Permen PU 28/PRT/M/2016 adalah $1,143 \text{ m}^2/\text{jam}$, sedangkan menurut metode MPDM sebesar $3,409 \text{ m}^2/\text{jam}$, dengan selisih $2,27 \text{ m}^2/\text{jam}$ atau sekitar 33,53%. Dari sisi biaya, terdapat perbedaan antara hasil perhitungan berdasarkan Permen PU sebesar Rp $28,44/\text{m}^2$ dan hasil MPDM sebesar Rp $9,64/\text{m}^2$, dengan selisih Rp $18,8/\text{m}^2$. Hasil ini menunjukkan bahwa metode MPDM dapat memberikan representasi yang lebih akurat terhadap produktivitas tenaga kerja aktual di lapangan

Lanjutan Tabel 2.6 Penelitian Terdahulu yang Pernah Dilakukan

No	Judul Artikel	Peneliti & Tahun	Tujuan	Hasil
2	Analisa Produktivitas Tenaga Kerja Terhadap Biaya dan Waktu Pelaksanaan Pada Pekerjaan Pembangunan Masjid Al-Istiqfar di Sindang Panon. Kab.Tangerang	Purwanto dkk, 2019	Untuk memperkirakan biaya dan waktu pekerjaan sehingga mampu mengontrol dengan baik pekerjaan di lapangan	Produktivitas tenaga kerja pembangunan Masjid Al-Istiqfar sebesar 64,20%, sehingga produktivitas di lapangan lebih menguntungkan dibanding produktivitas berdasarkan perencanaan. Berdasarkan analisis, waktu penyelesaian proyek berdasarkan perencanaan adalah 422 hari dengan anggaran biaya sebesar Rp 362.022.692, sedangkan realisasi di lapangan adalah 378 hari dengan biaya Rp 324.891.544. Dengan demikian, pelaksanaan proyek lebih cepat 44 hari dari rencana dan menghemat biaya sebesar Rp 37.131.148.

Lanjutan Tabel 2.6 Penelitian Terdahulu yang Pernah Dilakukan

No	Judul Artikel	Peneliti & Tahun	Tujuan	Hasil
3	Analisis Produktivitas Pekerjaan Pemasangan Keramik dengan MPDM (<i>Method Productivity Delay Model</i>) yang Berkaitan dengan RAP dan Realisasi Anggaran Pelaksanaan	Darma, 2020	Mengetahui besarnya perbandingan produktivitas menyeluruh dan produktivitas ideal yang dikerjakan oleh satu tukang pada pekerjaan pemasangan keramik rumah tinggal satu lantai di daerah umum dan daerah khusus.	Pada daerah khusus, pekerjaan pemasangan keramik dinding ukuran 60x120 cm dan lantai 60x60 cm memiliki produktivitas keseluruhan sebesar $2,2502 \text{ m}^2/\text{jam}$ dan produktivitas ideal sebesar $2,5129 \text{ m}^2/\text{jam}$. Produktivitas keseluruhan lebih kecil dari produktivitas ideal dengan selisih sebesar 10,45%.



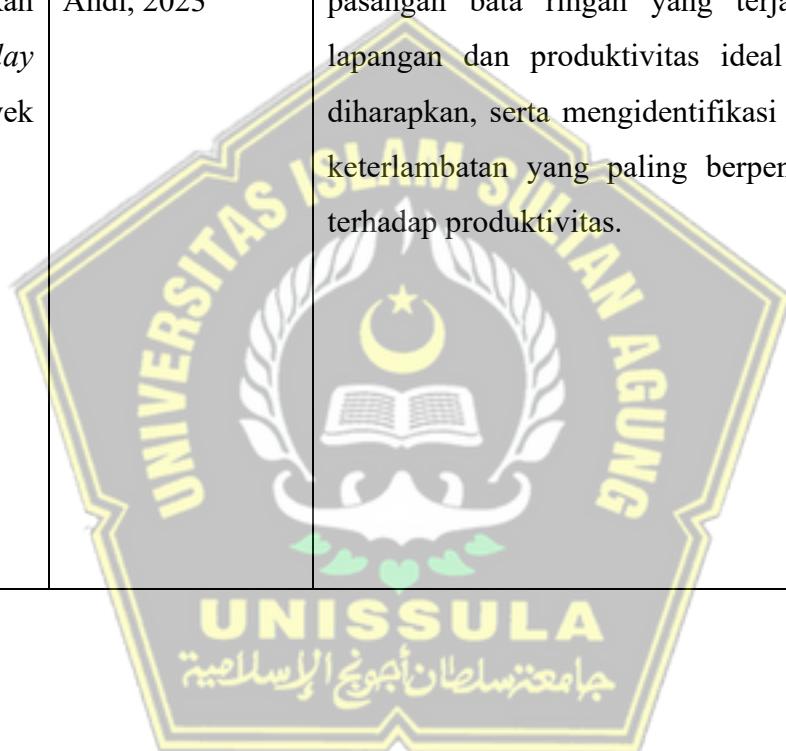
Lanjutan Tabel 2.6 Penelitian Terdahulu yang Pernah Dilakukan

No	Judul Artikel	Peneliti & Tahun	Tujuan	Hasil
4	Analisis Produktivitas Tenaga Kerja Konstruksi pada Pekerjaan Pemasangan Keramik Menggunakan MPDM (Method Productivity Delay Model) (Studi Kasus Proyek Pembangunan Masjid Muhammadiyah Boarding School Kabupaten Lombok Barat, Narmada, NTB)	Wijaya, 2022	Menganalisis produktivitas tenaga kerja pada pekerjaan pemasangan keramik di proyek pembangunan Masjid Muhammadiyah Boarding School di Kabupaten Lombok Barat, NTB.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada pekerjaan pemasangan keramik berukuran 60x60 cm, produktivitas lapangan untuk seluruh tukang sebesar 4,771 m²/jam , sedangkan produktivitas ideal untuk seluruh tukang sebesar 6,255 m ² /jam. Hal ini menunjukkan adanya selisih antara kondisi aktual dan kondisi ideal di lapangan.



Lanjutan Tabel 2.6 Penelitian Terdahulu yang Pernah Dilakukan

No	Judul Artikel	Peneliti & Tahun	Tujuan	Hasil
5	Analisa Produktivitas Pekerjaan Bata Ringan Menggunakan <i>Method Productivity Delay Model</i> (MPDM) pada Proyek Apartemen di Surabaya	Jefferson dan Andi, 2023	Mengetahui produktivitas pekerjaan pasangan bata ringan yang terjadi di lapangan dan produktivitas ideal yang diharapkan, serta mengidentifikasi faktor keterlambatan yang paling berpengaruh terhadap produktivitas.	Berdasarkan perhitungan menggunakan rumus MPDM, diperoleh bahwa faktor keterlambatan terbesar yang memengaruhi produktivitas pekerjaan pasangan bata ringan adalah faktor pekerja (tenaga kerja). Hal ini menunjukkan bahwa efektivitas tenaga kerja memiliki peran penting dalam pencapaian produktivitas optimal di lapangan.



Lanjutan Tabel 2.6 Penelitian Terdahulu yang Pernah Dilakukan

No	Judul Artikel	Peneliti & Tahun	Tujuan	Hasil
6	Perbandingan Produktivitas Tukang Saat dan Setelah Pandemi Covid-19 pada Pekerjaan Pemasangan Penutup Lantai dengan Metode MPDM (Method Productivity Delay Model) (Studi Kasus Proyek Renovasi Penutup Lantai Gedung Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia)	Reza, 2023	Mengetahui angka perbandingan produktivitas keseluruhan dengan produktivitas ideal pada pekerjaan pemasangan penutup lantai di proyek renovasi penutup lantai Gedung Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata produktivitas keseluruhan tukang sebesar $5,313 \text{ m}^2/\text{jam}$, sedangkan produktivitas ideal sebesar $6,818 \text{ m}^2/\text{jam}$, dengan selisih $1,505 \text{ m}^2/\text{jam}$ dan persentase perbandingan sebesar 78,10%. Hal ini menunjukkan adanya penurunan produktivitas pasca pandemi Covid-19 dibandingkan dengan kondisi ideal di lapangan.

Lanjutan Tabel 2.6 Penelitian Terdahulu yang Pernah Dilakukan

No	Judul Artikel	Peneliti & Tahun	Tujuan	Hasil
7	Analisis Produktivitas Tenaga Kerja Pada Pekerjaan Pemasangan Rangka Atap Baja Menggunakan Metode MPDM (<i>Method Productivity Delay Model</i>)	Wenas dkk, 2023	Untuk mengetahui besarnya angka produktivitas tenaga kerja pada pekerjaan pemasangan rangka atap baja dengan menggunakan metode MPDM (<i>Method Productivity Delay Model</i>).	Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai produktivitas keseluruhan dan produktivitas ideal tukang bervariasi, yaitu antara $40,175 \text{ m}^2/\text{jam}$ hingga $42,343 \text{ m}^2/\text{jam}$. Produktivitas tertinggi diperoleh oleh tukang 4, 7, dan 9 dengan nilai $42,343 \text{ m}^2/\text{jam}$, sedangkan produktivitas terendah diperoleh oleh tukang 6 dengan nilai $40,175 \text{ m}^2/\text{jam}$. Rata-rata produktivitas keseluruhan tukang adalah $41,313 \text{ m}^2/\text{jam}$, yang menunjukkan adanya variasi produktivitas berdasarkan pengalaman dan usia pekerja.

Dalam pelaksanaan penelitian ini terdapat kesamaan dengan beberapa penelitian terdahulu, yaitu sama-sama menggunakan metode MPDM (*Method Productivity Delay Model*) sebagai pendekatan dalam menganalisis produktivitas tenaga kerja. Namun demikian, penelitian ini juga memiliki sejumlah perbedaan, terutama pada standar perhitungan nilai koefisien, jumlah objek penelitian, jumlah pekerja yang diamati, serta lokasi pekerjaan. Adapun ruang lingkup penelitian ini dilakukan pada Proyek Lanjutan Rehabilitasi Gedung 2 Lantai Kantor Barang Bukti Rampasan dan Tilang Kejaksaan Negeri Pemalang.



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Umum

Untuk mendukung pencapaian tujuan penelitian, peneliti merumuskan metode penelitian yang dijelaskan dalam bab ini. Metode penelitian yang digunakan adalah *Method Productivity Delay Model* (MPDM), yaitu salah satu metode yang dapat digunakan untuk menghitung tingkat produktivitas tenaga kerja (Jefferson dan Andi, 2023). Dalam penelitian ini, metode tersebut diterapkan melalui penelitian lapangan (*field research*), di mana peneliti secara langsung melakukan pengamatan di lokasi proyek guna memperoleh data yang akurat dan dapat dipercaya sebagai dasar analisis produktivitas tenaga kerja.

3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini direncanakan dilaksanakan pada periode Juli 2025 hingga Oktober 2025. Lokasi penelitian berada di Proyek Lanjutan Rehabilitasi Gedung 2 Lantai Kantor Barang Bukti Rampasan dan Tilang Kejaksaan Negeri Pemalang, yang terletak pada koordinat $6^{\circ}53'47''$ Lintang Selatan dan $109^{\circ}23'16''$ Bujur Timur. Adapun area lokasi penelitian dapat dilihat pada peta berikut ini.:



Gambar 3.1 Peta Lokasi Proyek

3.2 Obyek Penelitian

Data yang diperlukan dalam penelitian ini difokuskan pada produktivitas tenaga kerja pada beberapa jenis pekerjaan, yaitu pekerjaan pemasangan bata, pekerjaan pembesian kolom, balok, ring balok, serta struktur atap pada lantai dua. Obyek penelitian ini berlokasi pada Proyek Lanjutan Rehabilitasi Gedung 2 Lantai Kantor Barang Bukti Rampasan dan Tilang Kejaksaan Negeri Pemalang, dengan luas bangunan sebesar 262,08 m².

Dalam pelaksanaan penelitian ini, peneliti akan bekerja sama dengan pihak pemilik proyek (owner) serta pihak pelaksana (kontraktor) guna memperoleh data yang valid, akurat, dan relevan dengan tujuan penelitian. Kolaborasi ini diharapkan dapat memastikan bahwa proses pengumpulan data di lapangan berjalan sesuai dengan kondisi aktual proyek dan mendukung tercapainya hasil penelitian yang dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

3.3 Data Penelitian

Pada tahap ini dilakukan proses pengumpulan data yang diperlukan sebagai dasar dalam mendukung pelaksanaan dan analisis penelitian. Data yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari dua sumber utama, yaitu data primer dan data sekunder.

3.3.1 Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh melalui pengamatan langsung di lapangan (Manik dkk, 2024). Data ini digunakan untuk menganalisis produktivitas tenaga kerja, sehingga dapat diketahui durasi waktu aktual yang dibutuhkan dalam pelaksanaan pekerjaan serta potensi percepatan yang dapat dilakukan.

Dalam pengolahan data primer, jenis data yang harus dikumpulkan pada penelitian ini meliputi:

1. Volume pekerjaan yang dikerjakan pada setiap jenis pekerjaan.
2. Durasi waktu pelaksanaan yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu siklus pekerjaan, yang terdiri atas:

- Pekerjaan pembesian kolom struktur, balok, dan ring balok (durasi pemotongan besi, pembuatan begel, dan perakitan besi).
 - Pekerjaan dinding (durasi pelaksanaan pemasangan bata).
 - Pekerjaan rangka atap (durasi pemotongan, merakit, dan pemasangan).
3. Jumlah tenaga kerja yang terlibat dalam pelaksanaan setiap jenis pekerjaan.
 4. Waktu keterlambatan (delay time) yang terjadi selama proses pelaksanaan pekerjaan, baik disebabkan oleh faktor internal maupun eksternal.
 5. Dokumentasi lapangan berupa foto, video, atau catatan kegiatan sebagai bukti visual dan pendukung hasil observasi

3.3.2 Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh secara tidak langsung dari objek penelitian, melainkan berasal dari sumber lain yang relevan, seperti pihak kontraktor (Safitri dan Soedarto, 2017). Pada penelitian proyek *Lanjutan Rehabilitasi Gedung Dua Lantai Kantor Barang Bukti Rampasan dan Tilang Kejaksaan Negeri Pemalang*, data sekunder yang digunakan meliputi:

1. Gambar detail kolom struktur, dinding lantai dua, balok, ring balok, serta struktur atap.
2. Data kebutuhan material penyusun dinding, tulangan untuk pekerjaan pembesian kolom, balok, ring balok, dan rangka baja atap.
3. Jadwal pelaksanaan pekerjaan (*time schedule*).
4. Metode pelaksanaan pekerjaan.

3.4 Alat Penelitian

Dalam penelitian ini, peneliti berperan sebagai instrumen utama dalam proses pengumpulan data. Peneliti secara langsung melaksanakan kegiatan observasi dan wawancara guna memperoleh data yang sesuai dengan kondisi aktual di lapangan. Peran manusia sebagai instrumen utama sangat penting, karena apabila alat pengumpul data yang digunakan bukan manusia, maka akan

sulit melakukan penyesuaian terhadap dinamika dan kenyataan yang terjadi selama penelitian berlangsung (Yasin dkk., 2024).

Selain itu, untuk mendukung kelancaran proses pengumpulan data, digunakan beberapa instrumen pendukung penelitian sebagai berikut:

1. Formulir observasi dengan metode MPDM, yang berfungsi sebagai sarana pencatatan data selama kegiatan observasi. Format formulir tersebut disusun sesuai dengan rancangan yang ditampilkan pada Tabel 3.1.
2. Kamera video atau cctv, digunakan sebagai media dokumentasi sekaligus untuk merekam seluruh aktivitas pelaksanaan pekerjaan di lapangan yang relevan dengan objek penelitian.
3. Papan tatakan tulis, berperan sebagai alas dalam pengisian formulir observasi secara manual sehingga memudahkan proses pencatatan data oleh peneliti.
4. Alat tulis, digunakan untuk mencatat hasil observasi secara sistematis sebagai bagian dari dokumentasi data penelitian.

3.5 Metode Analisis Pengolahan Data

Berdasarkan judul penelitian ini, fokus utama observasi lapangan diarahkan pada analisis produktivitas tenaga kerja dalam pelaksanaan pekerjaan pemasangan bata dinding, pembesian pada kolom, balok, ring balok, serta struktur atap. Analisis dilakukan dengan menggunakan metode *Multiple Productivity Delay Model* (MPDM). Metode MPDM mencakup perhitungan produktivitas ideal dan produktivitas aktual secara keseluruhan. Sebelum analisis MPDM diterapkan, data lapangan harus melalui tahap pengolahan sesuai prosedur yang ditetapkan dalam metode tersebut.

3.5.1 Menghitung Waktu Aktivitas Tukang

Langkah awal dalam mendapatkan Data Primer, peneliti wajib mengobservasi dan merekam aktivitas pekerja atau tukang dilapangan. Tujuan dari observasi atau rekaman ini untuk melihat adakah waktu *delay* atau *non delay* setiap pekerja. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pengambilan data ini yaitu:

- a. Mencatat waktu mulai dan akhir pekerjaan.
- b. Menentukan volume dan waktu setiap siklus dari jenis pekerjaan yang diteliti.

3.5.2 Menghitung Penundaan Siklus Produksi

Seluruh data hasil pencatatan maupun pengolahan dari waktu aktivitas tukang digunakan sebagai dasar untuk menghitung penundaan siklus produksi pada setiap jenis pekerjaan. Melalui data tersebut dapat diidentifikasi faktor-faktor penyebab keterlambatan, seperti aktivitas makan, minum, merokok, dan lainnya. Selanjutnya, dilakukan perhitungan waktu siklus produksi rata-rata tanpa penundaan pada seluruh siklus untuk masing-masing pekerjaan.

3.5.3 Menganalisa Data Menggunakan MPDM

Pada tahap ini, peneliti akan melakukan analisis berdasarkan pendekatan *Multiple Productivity Delay Model* (MPDM), dengan mengidentifikasi Siklus Produksi tak tertunda dan Siklus Produksi Keseluruhan melalui penerapan rumus berikut:

$$\text{Siklus Produksi Tak Tertunda} = \frac{\text{waktu siklus produksi} - \text{rata-rata waktu tak tertunda}}{n} \quad (3.3)$$

$$\text{Siklus Produksi Keseluruhan} = \frac{\text{waktu siklus produksi} - \text{rata-rata waktu keseluruhan}}{n} \quad (3.4)$$

"Seluruh data terkait durasi aktivitas tenaga kerja dianalisis menggunakan Persamaan (3.3) dan Persamaan (3.4), kemudian hasil perhitungannya didokumentasikan dalam Tabel 3.1 berikut:

Tabel 3.1 Perhitungan Aktivitas Pekerja Menggunakan Metode MPDM secara Keseluruhan
(Sumber: Mahdy, A. H. (2019))

Tukang	Unit	Waktu Produksi Total (menit)	Jumlah Siklus	Rata-rata Waktu Siklus (menit)	$\sum [(\text{waktu siklus produksi} - \text{waktu siklus tak tertunda})]/n$
1	Siklus Produksi Tak Tertunda				
	Siklus Produksi Keseluruhan				
2	Siklus Produksi Tak Tertunda				
	Siklus Produksi Keseluruhan				

Proses perhitungan:

- a. Siklus Produksi Tak Tertunda

- Waktu produksi total dihitung dari penjumlahan seluruh siklus yang tidak mengalami penundaan.
 - Jumlah siklus adalah banyaknya siklus yang tak tertunda
 - Rata-rata waktu siklus adalah produksi total dibagi jumlah siklus
 - Selisih rata-rata siklus produksi terhadap siklus tak tertunda per siklus:
- b. Siklus Produksi Keseluruhan
- Waktu produksi total = jumlah seluruh siklus produksi
 - Jumlah siklus adalah banyaknya siklus keseluruhan
 - Rata-rata waktu siklus = total waktu produksi \div jumlah siklus
 - Selisih rata-rata siklus produksi keseluruhan terhadap siklus tak tertunda
- Selanjutnya, peneliti menganalisis penyebab penundaan pekerjaan berdasarkan data yang disajikan pada Tabel 3.2. Dalam proses analisis waktu penyebab penundaan, hal-hal yang perlu diperhatikan adalah sebagai berikut:
- a. Kejadian (*Occurrence*) merupakan jumlah penundaan yang terjadi akibat berbagai faktor penundaan pada setiap siklus aktivitas pekerjaan sejenis.
 - b. Total Waktu Penundaan diperoleh dengan menjumlahkan durasi waktu yang digunakan dari setiap tipe penundaan pada seluruh siklus yang mengalami penundaan.
 - c. Kemungkinan Kejadian (*Probability of Occurrence*) dihitung dengan membagi jumlah kejadian penundaan pada setiap aktivitas tenaga kerja dengan jumlah seluruh siklus yang diamati.
 - d. *Relative Severity* diperoleh dengan membagi total tambahan waktu yang terjadi dengan jumlah kejadian penundaan pada setiap siklus, kemudian dibagi lagi dengan rata-rata waktu yang digunakan pada siklus produksi keseluruhan..
 - e. Perkiraan Persentase Waktu Penundaan per Siklus Produksi dihitung dengan mengalikan nilai kemungkinan kejadian dengan *relative severity*, kemudian dikalikan 100%.

Tabel 3.2 Analisis Waktu Penundaan pada Setiap Jenis Aktivitas Pekerja
 (Sumber: Mahdy, A. H. (2019)

Tukang		Penyebab Penundaan				
		Lingkungan	Peralatan	Tenaga Kerja	material	manajemen
1	Kejadian					
	Total waktu penambahan					
	Kemungkinan kejadian					
	<i>Relative severity</i>					
	Perkiraan % waktu penundaan persiklus produksi					
dst	Kejadian					
	Total waktu penambahan					
	Kemungkinan kejadian					
	<i>Relative severity</i>					
	Perkiraan % waktu penundaan persiklus produksi					

Proses perhitungan

a. Kejadian

Kejadian adalah jumlah siklus yang mengalami penundaan pada satu atau lebih faktor, seperti faktor lingkungan, peralatan, tenaga kerja, material, maupun manajemen.

b. Total penambahan waktu

Total penambahan waktu merupakan akumulasi seluruh durasi penundaan pada setiap siklus untuk semua tipe penundaan:

c. Kemungkinan kejadian

Kemungkinan Kejadian

$$= \frac{\text{Jumlah Siklus Kejadian}}{\text{Jumlah Siklus Keseluruhan}}$$

d. Tingkat kerumitan (*Relative severity*)

$$\text{Relative Severity} = \frac{\text{Total Penambahan Waktu}}{\text{Jumlah Kejadian}} / \text{Rata-rata Waktu Siklus}$$

e. Perkiraan Persentase Waktu Penundaan per Siklus Produksi

$$= \text{kemungkinan kejadian} \times \text{relative severity} \times 100.$$

3.5.3.1 Menghitung Nilai Produktivitas Aktual

Perhitungan nilai produktivitas masing-masing pekerja diperoleh setelah dilakukan proses perekaman aktivitas di lapangan. Data yang terkumpul mencakup setiap aktivitas yang dilakukan oleh tenaga kerja, yang selanjutnya dianalisis menggunakan persamaan (3.1). Analisis tersebut dilakukan dengan memperhatikan beberapa hal sebagai berikut:

- a. Mengidentifikasi waktu total setiap siklus pekerjaan yang dilakukan oleh tenaga kerja.
- b. Mengidentifikasi waktu penundaan yang terjadi pada setiap siklus pekerjaan oleh tenaga kerja.

$$\text{Produktivitas Keseluruhan} = \frac{1}{\text{Jumlah tenaga rata-rata waktu siklus keseluruhan}} \quad (3.1)$$

Selanjutnya dilakukan perhitungan sesuai persamaan (3.2).

$$\text{Produktivitas Ideal} = \frac{\text{Produktivitas Keseluruhan}}{1 - E_{en} - E_{eq} - E_{la} - E_{mt} - E_{mm}} \quad (3.2)$$

Selanjutnya dilakukan perhitungan rata-rata waktu untuk satu siklus pekerjaan dengan cara membagi total waktu yang digunakan dalam penyelesaian suatu jenis pekerjaan dengan jumlah siklus yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut. Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, kemudian diperoleh nilai produktivitas masing-masing pekerja untuk setiap jenis pekerjaan. Dengan metode perhitungan yang sama, nilai produktivitas dihitung pula secara keseluruhan untuk seluruh jenis pekerjaan yang diamati.

3.5.3.2 Menghitung Koefisien Tenaga Kerja

Setelah diperoleh rata-rata waktu produktivitas yang dibutuhkan oleh tenaga kerja pada masing-masing jenis aktivitas pekerjaan, selanjutnya dilakukan perhitungan koefisien waktu untuk setiap jenis pekerjaan, meliputi pekerjaan pembesian kolom struktur, balok, ring balok, pemasangan bata, serta pekerjaan struktur atap.

Perhitungan koefisien waktu dilakukan dengan cara mengalikan nilai koefisien dalam acuan pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (Permen PUPR) Nomor 8 Tahun 2023 dengan waktu rata-rata produksi, kemudian dibagi dengan waktu efektif kerja, yaitu selama 7 jam per hari atau setara dengan 420 menit.

Adapun penjelasan rinci mengenai langkah-langkah perhitungan tersebut adalah sebagai berikut:

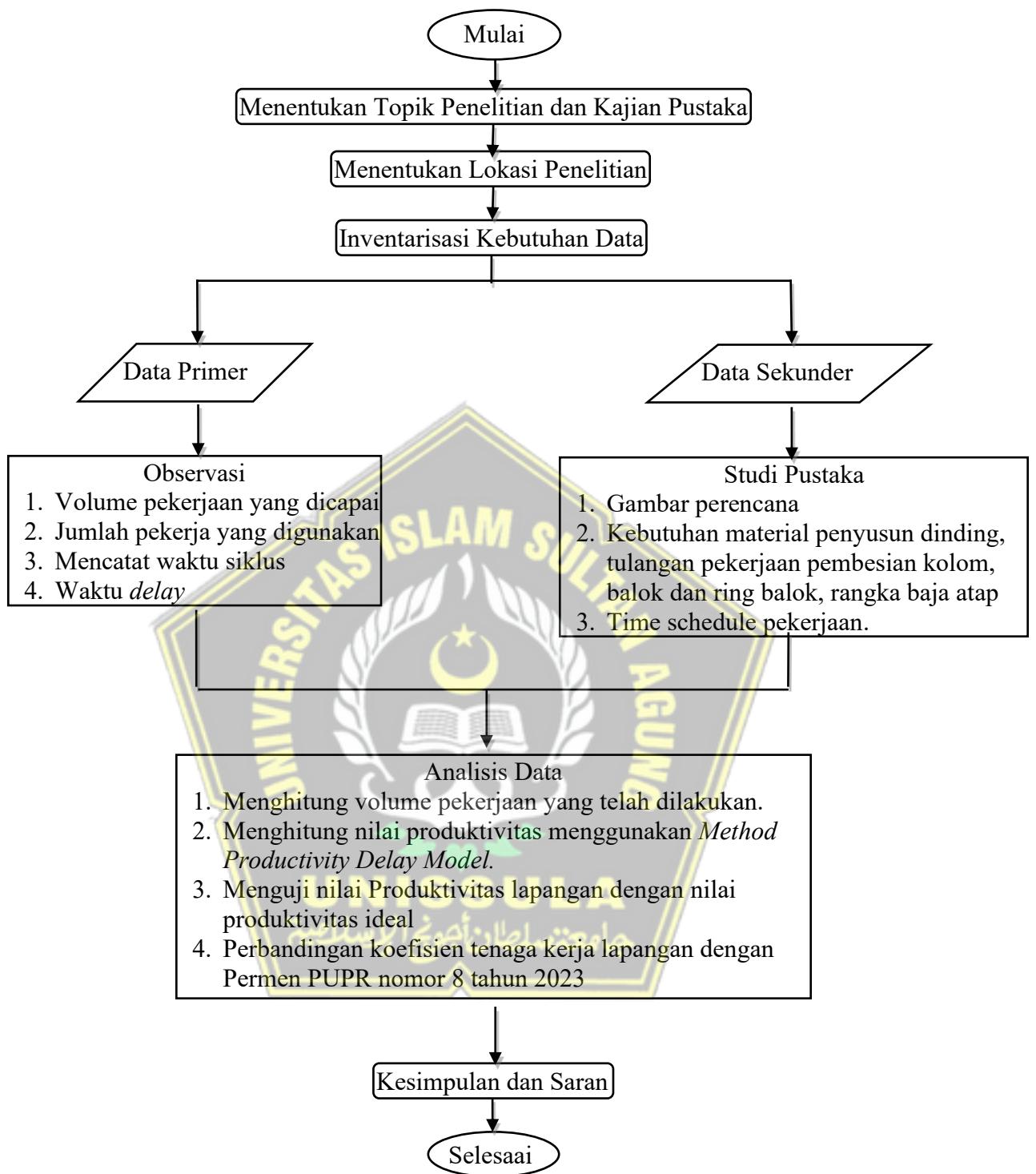
- a. Waktu efektif yang digunakan sebagai acuan dalam pelaksanaan aktivitas pekerjaan berdasarkan Permen PUPR Nomor 8 Tahun 2023 adalah selama 7 jam atau 420 menit per hari.
- b. Mengetahui waktu rata-rata produksi yang dibutuhkan oleh setiap tenaga kerja pada masing-masing jenis pekerjaan, yaitu pekerjaan pemasangan bata, serta pekerjaan struktur atap.

Selanjutnya dilakukan perhitungan koefisien waktu per satuan hasil kerja, yaitu dalam satuan kilogram (kg) untuk pekerjaan pemasangan bata dan meter persegi (m^2) untuk pekerjaan pemasangan bata serta pekerjaan struktur atap. Perhitungan ini dilakukan dengan cara mengalikan nilai produktivitas masing-masing tenaga kerja pada pekerjaan pemasangan bata, serta pekerjaan pemasangan struktur atap dengan koefisien acuan yang tercantum dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (Permen PUPR) Nomor 8 Tahun 2023.

Hasil perkalian tersebut selanjutnya dibagi dengan waktu efektif kerja, yaitu selama 7 jam per hari atau setara dengan 420 menit, sehingga diperoleh nilai koefisien waktu yang merepresentasikan tingkat produktivitas tenaga kerja pada masing-masing jenis pekerjaan berdasarkan standar acuan yang berlaku.

3.6 Bagan Alir Penelitian

Bagan Alir Penelitian menggambarkan tahapan-tahapan yang dilakukan dalam proses penelitian secara sistematis, sehingga dapat memberikan arah, solusi, serta gambaran yang jelas dalam upaya menjawab rumusan masalah dan mencapai tujuan penelitian. Bagan alir ini berfungsi sebagai panduan umum dalam pelaksanaan penelitian agar setiap langkah dapat dilakukan secara terstruktur dan terukur. Adapun Diagram Alir Penelitian tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.2 (Mahdy and Abma, 2016).



Gambar 3.2 Bagan Alir Penelitian

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini disajikan data hasil penelitian yang diperoleh melalui observasi langsung di lapangan, kemudian disusun dalam bentuk tabel sesuai dengan metode *Multiple Productivity Delay Model* (MPDM). Kegiatan observasi dilakukan terhadap aktivitas tenaga kerja pada beberapa jenis pekerjaan, yaitu: pekerjaan pembesian kolom struktur selama 6 hari, pekerjaan pemasangan bata selama 5 hari, pekerjaan pembesian balok dan ring balok selama 11 hari, serta pekerjaan struktur atap selama 6 hari. Jumlah tenaga kerja yang terlibat dalam kegiatan observasi pada proyek ini sebanyak 24 orang tukang.

Data yang diperoleh dari hasil observasi tersebut selanjutnya dianalisis untuk memperoleh gambaran tingkat produktivitas tenaga kerja dan hasil yang sesuai dengan tujuan penelitian ini.

4.1 Produktivitas Aktual

4.1.1 Analisa Waktu Pekerjaan Tukang

1. Pekerjaan Pembesian Pada Kolom Struktur

Perhitungan durasi setiap aktivitas tukang disajikan pada Tabel 4.1. Data tersebut diperoleh melalui hasil observasi terhadap seorang tukang bernama **Sepon**, berusia 42 tahun (lihat Lampiran 1), dengan jadwal pengamatan yang dilaksanakan pada hari Kamis, 31 Juli 2025, pukul 08.00 hingga 10.32 WIB

Tabel 4.1 Perhitungan Durasi Setiap Aktivitas Pekerja dalam proses
Pekerjaan Pemotongan Besi Kolom Struktur
(Data Primer hasil Penelitian)

No	Waktu Pengamatan		Aktivitas	Siklus	Durasi (menit)
1	08:00	08:02	Persiapan Alat	1	2
2	08:02	08:10	Mengambil Besi		8
3	08:10	08:21	Pemotongan Besi Ø 8		11
4	08:21	08:22	Mengambil Besi		1
5	08:22	08:34	Pemotongan Besi Ø 8		12
6	08:34	08:46	Pemotongan Besi Ø 8	2	12
7	08:46	09:00	Pemotongan Besi Ø 8		14
8	09:00	09:12	Pemotongan Besi Ø 8		12
9	09:12	09:21	Berhenti		9

Lanjutan Tabel 4.1 Perhitungan Durasi Setiap Aktivitas Pekerja dalam Proses Pekerjaan Pemotongan Besi Kolom Struktur

No	Waktu Pengamatan		Aktivitas	Siklus	Durasi (menit)
10	09:21	09:31	Mengambil Besi	3	10
11	09:31	09:47	Pemotongan Besi D 13		16
12	09:47	09:55	Pemotongan Besi D 13		8
13	09:55	10:03	Pemotongan Besi D 13	4	8
14	10:03	10:32	Pemotongan Besi D 13		29

Proses Data Tukang 1

Waktu siklus produksi merupakan total durasi yang dibutuhkan oleh Tukang 1 untuk menyelesaikan satu siklus pekerjaan secara lengkap. Berdasarkan pengamatan, waktu produksi masing-masing siklus adalah sebagai berikut:

- Siklus 1: $2 + 8 + 11 + 1 + 12 = 34$ menit
- Siklus 2: $12 + 14 + 12 + 9 = 47$ menit
- Siklus 3: $10 + 16 + 8 = 34$ menit
- Siklus 4: $8 + 29 = 37$ menit

1. Pemotongan Besi pada Struktur Kolom

Ringkasan hasil observasi terhadap aktivitas pemotongan besi disajikan pada Tabel 4.2. Tabel ini memuat durasi waktu yang diperlukan tenaga kerja untuk menyelesaikan setiap siklus pekerjaan, sekaligus informasi yang digunakan untuk menganalisis produktivitas serta faktor-faktor penundaan sesuai metode MPDM.

Tabel 4.2 Analisis Waktu pada Empat Siklus Pekerjaan Pemotongan Besi pada Struktur Kolom
(Data Primer Hasil Penelitian yang diolah)

Tukang		Siklus				Jumlah (menit)
		1	2	3	4	
1	Waktu (menit)	34	47	34	37	152,00
	Keterangan	non delay	delay	non delay	non delay	

Keterangan:

- *Delay*

Hambatan kerja terjadi ketika proses tidak berjalan sesuai rencana, baik karena faktor eksternal seperti material, peralatan, atau kondisi lingkungan, maupun faktor internal seperti koordinasi dan keterampilan tenaga kerja. Pada siklus 2 (08:34 – 09:21) tercatat adanya penundaan pekerjaan selama

9 menit (09:12 – 09:21), sehingga durasi siklus menjadi lebih panjang dibandingkan siklus lainnya.

- *Non delay*

Aktivitas yang berlangsung tanpa hambatan disebut *non delay*. Pekerjaan berjalan lancar, konsisten, dan efisien karena tidak ada penundaan. Hal ini terlihat pada siklus 1, 3, dan 4, di mana proses pemotongan besi berlangsung sesuai rencana tanpa gangguan.

2. Pembengkokan Besi pada Struktur Kolom

Perhitungan durasi setiap aktivitas pekerja dalam proses pekerjaan pembengkokan besi untuk kolom struktur (lampiran 1). Ringkasan hasil pengamatan aktivitas pembengkokan besi disajikan pada Tabel 4.3. Tabel ini memuat durasi waktu yang diperlukan tenaga kerja untuk menyelesaikan setiap siklus pekerjaan, sekaligus informasi yang digunakan untuk menganalisis produktivitas serta faktor-faktor penundaan sesuai metode MPDM.

Tabel 4.3 Analisis Waktu pada Empat Siklus Pekerjaan Pembengkokan Besi pada Struktur Kolom
(Data Primer Hasil Penelitian yang diolah)

Tukang		Siklus				Jumlah (menit)
		1	2	3	4	
1	Waktu (menit)	139	96	93	84	413,25
	Keterangan	<i>delay</i>	<i>delay</i>	<i>non delay</i>	<i>delay</i>	
2	Waktu (menit)	103	132	28	48	311,17
	Keterangan	<i>non delay</i>	<i>delay</i>	<i>non delay</i>	<i>non delay</i>	

3. Merangkai Besi pada Struktur Kolom

Perhitungan durasi setiap aktivitas pekerja dalam proses pekerjaan merangkai besi untuk kolom struktur (lampiran 1) Ringkasan aktivitas merangkai besi disajikan pada Tabel 4.4. Tabel ini memuat durasi waktu yang diperlukan tenaga kerja untuk menyelesaikan setiap siklus pekerjaan, sekaligus informasi yang digunakan untuk menganalisis produktivitas serta faktor-faktor penundaan sesuai metode MPDM.

Tabel 4.4 Analisis Waktu pada Empat Siklus Pekerjaan Merangkai Besi pada Struktur Kolom

Tukang		Siklus				Jumlah (menit)
		1	2	3	4	
1	Waktu (menit)	144	87	87	96	414
	Keterangan	non delay	delay	non delay	non delay	
2	Waktu (menit)	130	115	80	103	428
	Keterangan	non delay	delay	non delay	delay	
3	Waktu (menit)	117	120	86	94	417
	Keterangan	non delay	delay	non delay	delay	
4	Waktu (menit)	125	120	81	106	432
	Keterangan	non delay	delay	non delay	delay	

4. Mendirikan Besi Kolom pada Struktur Kolom

Perhitungan durasi setiap aktivitas pekerja dalam proses pekerjaan mendirikan besi untuk kolom struktur (lampiran 1). Ringkasan aktivitas pendirikan besi kolom disajikan pada Tabel 4.5. Tabel ini memuat durasi waktu yang diperlukan tenaga kerja untuk menyelesaikan setiap siklus pekerjaan, sekaligus informasi yang digunakan untuk menganalisis produktivitas serta faktor-faktor penundaan sesuai MPDM.

Tabel 4. 5 Analisis Waktu pada Empat Siklus Pekerjaan Mendirikan Besi Kolom

Tukang		Siklus				Jumlah (menit)
		1	2	3	4	
1	Waktu (menit)	138	102	90	92	422
	Keterangan	delay	delay	non delay	delay	

2. Pekerjaan Pembesian Pada Struktur Balok dan Ring Balok

Perhitungan durasi masing-masing aktivitas tukang disajikan pada Tabel 4.6. Data hasil observasi diperoleh dari seorang tukang bernama Yanto, berusia 43 tahun (lihat Lampiran 1), dengan jadwal pengamatan yang dilaksanakan pada hari Jumat, 22 Agustus 2025, pukul 08.00 hingga 11.11 WIB.

Tabel 4.6 Perhitungan Durasi Setiap Aktivitas Pekerja dalam proses Pemotongan Besi pada Struktur Balok dan Ring Balok
(Data Primer hasil Penelitian)

No	Waktu Pengamatan		Aktivitas	Siklus	Durasi (menit)
1	08:00	08:02	Persiapan Alat	1	2
2	08:02	08:06	Mengambil Besi		4

Lanjutan Tabel 4.6 Perhitungan Durasi Setiap Aktivitas Pekerja dalam proses Pemotongan Besi pada Struktur Balok dan Ring Balok

No	Waktu Pengamatan		Aktivitas	Siklus	Durasi (menit)
3	08:06	08:25	Pemotongan Besi Ø 8	1	19
4	08:25	08:29	Mengambil Besi		4
5	08:29	08:47	Pemotongan Besi Ø 8		18
6	08:47	08:50	Mengambil Besi		3
7	08:50	09:09	Pemotongan Besi Ø 8	2	19
8	09:09	09:12	Mengambil Besi		3
9	09:12	09:31	Pemotongan Besi Ø 8		19
10	09:31	09:46	Berhenti		15
11	09:46	10:06	Pemotongan Besi Ø 8	3	20
12	10:06	10:09	Mengambil Besi		3
13	10:09	10:28	Pemotongan Besi Ø 8		19
14	10:28	10:32	Mengambil Besi		4
15	10:32	10:51	Pemotongan Besi Ø 8	4	19
16	10:51	10:54	Mengambil Besi		3
17	10:54	11:11	Pemotongan Besi Ø 8		17

Proses Data Tukang 1:

Waktu produksi per siklus didefinisikan sebagai total durasi yang dibutuhkan oleh Tukang 1 untuk menyelesaikan satu siklus pekerjaan secara lengkap. Berdasarkan pengamatan, waktu produksi pada masing-masing siklus untuk pekerjaan struktur balok dan ring balok adalah sebagai berikut:

- Siklus 1: $2 + 4 + 19 + 4 + 18 + 3 = 50$ menit
- Siklus 2: $19 + 3 + 19 + 15 + 20 = 76$ menit
- Siklus 3: $3 + 19 + 4 = 26$ menit
- Siklus 4: $19 + 3 + 17 = 39$ menit

1. Pemotongan Besi pada Balok Struktur dan Ring Balok

Ringkasan hasil observasi aktivitas pemotongan besi disajikan pada Tabel 4.7. Tabel ini memuat durasi waktu yang diperlukan tenaga kerja untuk menyelesaikan setiap siklus pekerjaan, sekaligus informasi yang digunakan untuk menganalisis produktivitas serta faktor-faktor penundaan sesuai metode MPDM.

Tabel 4. 7 Analisis Waktu pada Empat Siklus Pekerjaan Pemotongan Besi Pada Balok Struktur dan Ring Balok
(Data Primer Hasil Penelitian yang diolah)

Tukang		Siklus				Jumlah (menit)
		1	2	3	4	
1	Waktu (menit)	50	76	26	39	191,00
	Keterangan	<i>non delay</i>	<i>delay</i>	<i>non delay</i>	<i>non delay</i>	

Keterangan:

- *Delay* menunjukkan adanya hambatan dalam proses kerja, baik karena faktor eksternal (material, alat, lingkungan) maupun internal (koordinasi, keterampilan).
- *Non delay* menunjukkan aktivitas berjalan lancar sesuai rencana, dengan durasi yang lebih konsisten dan efisien.

Berdasarkan Tabel 4.7, total waktu pemotongan besi mencapai 191 menit, dengan hambatan hanya terjadi pada siklus kedua yang termasuk kategori delay. Siklus lainnya berjalan tanpa gangguan (non-delay). Durasi tertinggi terdapat pada siklus kedua (76 menit), sedangkan yang terendah pada siklus ketiga (26 menit), sehingga terlihat bahwa gangguan utama berada pada tahap siklus kedua.

2. Pembengkokan Besi pada Balok Struktur dan Ring Balok

Perhitungan durasi setiap aktivitas pekerja dalam proses pekerjaan pembengkokan besi untuk balok dan ring balok (lampiran 1). Hasil pengamatan aktivitas pembengkokan besi disajikan pada Tabel 4.8. Tabel ini memuat durasi waktu yang diperlukan tenaga kerja untuk menyelesaikan setiap siklus pekerjaan, sekaligus informasi yang digunakan untuk menganalisis produktivitas serta faktor-faktor penundaan sesuai metode MPDM.

Tabel 4.8 Analisis Waktu pada Empat Siklus Pekerjaan Pembengkokan Besi Pada Balok Struktur dan Ring Balok
(Data Primer Hasil Penelitian yang diolah)

Tukang		Siklus				Jumlah (menit)
		1	2	3	4	
1	Waktu (menit)	109	120	95	66	390,00
	Keterangan	<i>non delay</i>	<i>delay</i>	<i>delay</i>	<i>non delay</i>	
2	Waktu (menit)	107	118	94	65	384,00
	Keterangan	<i>non delay</i>	<i>delay</i>	<i>delay</i>	<i>non delay</i>	
3	Waktu (menit)	109	118	95	66	388,00
	Keterangan	<i>non delay</i>	<i>delay</i>	<i>delay</i>	<i>non delay</i>	

Lanjutan Tabel 4.8 Analisis Waktu pada Empat Siklus Pekerjaan Pembengkokan Besi Pada Balok Struktur dan Ring Balok

Tukang		Siklus				Jumlah (menit)
		1	2	3	4	
	Keterangan	non delay	delay	delay	non delay	
4	Waktu (menit)	112	114	95	77	398,00
	Keterangan	non delay	delay	delay	non delay	
5	Waktu (menit)	108	95	100	79	382,00
	Keterangan	non delay	delay	delay	non delay	

Berdasarkan Tabel 4.8, waktu pembengkokan besi pada balok struktur dan ring balok menunjukkan total durasi antara 382 hingga 398 menit untuk lima tukang yang diamati. Pola waktu kerja relatif konsisten, di mana siklus pertama dan keempat termasuk aktivitas non-delay, sedangkan siklus kedua dan ketiga tergolong delay, yang menandakan adanya hambatan dalam proses. Durasi tertinggi umumnya muncul pada siklus kedua, sedangkan durasi terendah terdapat pada tukang kelima. Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa gangguan kerja paling sering terjadi pada siklus tengah, sehingga perlu evaluasi untuk meningkatkan efisiensi pekerjaan.

3. Merangkai Besi pada Balok Struktur dan Ring Balok

Perhitungan durasi setiap aktivitas pekerja dalam proses pekerjaan merangkai besi untuk balok dan ring balok (lampiran 1). Ringkasan aktivitas merangkai besi disajikan pada Tabel 4.9. Tabel ini memuat durasi waktu yang diperlukan tenaga kerja untuk menyelesaikan setiap siklus pekerjaan, sekaligus informasi yang digunakan untuk menganalisis produktivitas serta faktor-faktor penundaan sesuai metode MPDM.

Tabel 4.9 Analisis Waktu pada Empat Siklus Pekerjaan Merangkai Besi Pada Balok Struktur dan Ring Balok
(Data Primer Hasil Penelitian yang diolah)

Tukang		Siklus				Jumlah (menit)
		1	2	3	4	
1	Waktu (menit)	135	97	89	91	412,00
	Keterangan	delay	non delay	non delay	non delay	
2	Waktu (menit)	120	94	88	90	392,00
	Keterangan	delay	non delay	non delay	non delay	
3	Waktu (menit)	132	95	90	89	406,00
	Keterangan	non delay	non delay	non delay	delay	
4	Waktu (menit)	121	88	90	90	389,00
	Keterangan	non delay	non delay	non delay	delay	
	Keterangan	non delay	non delay	non delay	non delay	

Lanjutan Tabel 4.9 Analisis Waktu pada Empat Siklus Pekerjaan Merangkai Besi Pada Balok Struktur dan Ring Balok

Tukang		Siklus				Jumlah (menit)
		1	2	3	4	
5	Waktu (menit)	125	90	91	88	394,00
	Keterangan	non delay	non delay	non delay	delay	
6	Waktu (menit)	123	92	90	89	394,00
	Keterangan	non delay	non delay	non delay	delay	
7	Waktu (menit)	125	88	91	88	392,00
	Keterangan	non delay	non delay	non delay	delay	
8	Waktu (menit)	122	89	88	91	390,00
	Keterangan	non delay	non delay	non delay	delay	
9	Waktu (menit)	126	88	90	90	394,00
	Keterangan	non delay	non delay	non delay	delay	
10	Waktu (menit)	51	28	27	26	132,00
	Keterangan	non delay	non delay	non delay	non delay	

4. Pemasangan Besi pada Balok Struktur dan Ring Balok

Perhitungan durasi setiap aktivitas pekerja dalam proses pekerjaan pemasangan besi untuk balok dan ring balok (lampiran 1). Ringkasan aktivitas pemasangan besi disajikan pada Tabel 4.10. Tabel ini memuat durasi waktu yang diperlukan tenaga kerja untuk menyelesaikan setiap siklus pekerjaan, sekaligus informasi yang digunakan untuk menganalisis produktivitas serta faktor-faktor penundaan sesuai metode MPDM.

Tabel 4. 10 Analisis Waktu pada Empat Siklus Pekerjaan Pemasangan Balok Struktur dan Ring Balok
(Data Primer Hasil Penelitian yang diolah)

Tukang		Siklus				Jumlah (menit)
		1	2	3	4	
1	Waktu (menit)	140	82	60	71	353,00
	Keterangan	delay	non delay	non delay	non delay	
2	Waktu (menit)	37	33	63	40	173,00
	Keterangan	non delay	non delay	delay	non delay	

3. Pekerjaan Pemasangan Bata Pada Dinding

Perhitungan durasi setiap aktivitas tukang disajikan pada Tabel 4.11. Observasi dilakukan terhadap seorang tukang bernama **Sobri**, berusia 42 tahun (lihat Lampiran 1), dengan jadwal pengamatan yang dilaksanakan pada hari Kamis, 14 Agustus 2025, pukul 08.00 hingga 15.51 WIB.

**Tabel 4.11 Perhitungan Durasi Setiap Aktivitas Pekerja dalam proses
Pekerjaan Pemasangan Bata Merah Pada Dinding
(Data Primer hasil Penelitian)**

No	Waktu Pengamatan		Aktivitas	Siklus	Durasi (menit)
1	08:00	08:04	Membuat tali alur	1	4
2	08:04	08:29	Meletakan adukan dan memasang bata		25
3	08:29	08:30	Menaikan tali garis		1
4	08:30	09:00	Meletakan adukan dan memasang bata		30
5	09:00	09:01	Menaikan tali alur		1
6	09:01	09:32	Meletakan adukan dan memasang bata		31
7	09:32	09:39	Berhenti		7
8	09:39	09:42	Membuat tali alur	2	3
9	09:42	10:08	Meletakan adukan dan memasang bata		26
10	10:08	10:09	Menaikan tali alur		1
11	10:09	10:38	Meletakan adukan dan memasang bata		29
12	10:38	10:39	Menaikan tali alur		1
13	10:39	11:09	Meletakan adukan dan memasang bata		30
14	11:09	11:10	Menaikan tali alur		1
15	11:10	11:32	Meletakan adukan dan memasang bata	3	21
16	11:32	11:33	Menaikan tali alur		1
17	11:33	11:55	Meletakan adukan dan memasang bata		23
18	13:00	13:04	Membuat tali alur		4
19	13:04	13:31	Meletakan adukan dan memasang bata		27
20	13:31	13:32	Menaikan tali alur		1
21	13:32	14:03	Meletakan adukan dan memasang bata		31
22	14:03	14:03	Menaikan tali alur	4	1
23	14:03	14:34	Meletakan adukan dan memasang bata		31
24	14:34	14:41	Berhenti		7
25	14:41	14:42	Menaikan tali alur		1
26	14:42	15:05	Meletakan adukan dan memasang bata		23
27	15:05	15:06	Menaikan tali alur		1
28	15:06	15:29	Meletakan adukan dan memasang bata		23
29	15:29	15:30	Menaikan tali alur		1
30	15:30	15:51	Meletakan adukan dan memasang bata		21

Proses Data Tukang 1:

Waktu produksi per siklus didefinisikan sebagai total durasi yang diperlukan oleh Tukang 1 untuk menyelesaikan satu siklus pekerjaan secara lengkap. Berdasarkan pengamatan terhadap pekerjaan pemasangan bata, waktu produksi masing-masing siklus adalah sebagai berikut:

- Siklus 1: $4 + 25 + 1 + 30 + 1 + 31 + 7 = 99$ menit
- Siklus 2: $3 + 26 + 1 + 29 + 1 + 30 + 1 + 21 + 1 + 23 = 137$ menit
- Siklus 3: $4 + 27 + 1 + 31 + 1 + 31 + 7 = 102$ menit

- Siklus 4: $1 + 23 + 1 + 23 + 21 = 70$ menit

Ringkasan hasil pengamatan untuk pekerjaan pemasangan bata disajikan pada Tabel 4.12. Tabel ini memuat durasi waktu yang diperlukan tenaga kerja untuk menyelesaikan setiap siklus pekerjaan, sekaligus informasi yang digunakan untuk menganalisis produktivitas serta faktor-faktor penundaan sesuai metode MPDM.

Tabel 4.12 Analisis Waktu pada Empat Siklus Pekerjaan Pemasangan Bata
(Data Primer Hasil Penelitian yang diolah)

Tukang		Siklus				Jumlah (menit)
		1	2	3	4	
1	Waktu (menit)	99	137	102	70	407,71
	Keterangan	non delay	delay	delay	non delay	
2	Waktu (menit)	103	113	70	68	353,78
	Keterangan	delay	non delay	non delay	delay	
3	Waktu (menit)	67	93	68	73	300,83
	Keterangan	non delay	delay	non delay	delay	
4	Waktu (menit)	126	94	93	86	399,82
	Keterangan	delay	delay	delay	non delay	
5	Waktu (menit)	163	69	73	48	351,93
	Keterangan	delay	non delay	delay	non delay	
6	Waktu (menit)	51	81	76	73	281,00
	Keterangan	non delay	non delay	delay	non delay	
7	Waktu (menit)	76	157	25	127	385,00
	Keterangan	non delay	delay	non delay	delay	
8	Waktu (menit)	54	116	114	93	376,70
	Keterangan	non delay	delay	non delay	non delay	
9	Waktu (menit)	94	107	67	110	378,00
	Keterangan	non delay	delay	non delay	delay	
10	Waktu (menit)	130	32	66	37	265,40
	Keterangan	delay	non delay	non delay	non delay	
11	Waktu (menit)	99	97	127	40	363,00
	Keterangan	delay	non delay	delay	non delay	
12	Waktu (menit)	90	112	128	45	374,90
	Keterangan	non delay	delay	delay	non delay	
13	Waktu (menit)	48	75	69	111	303,00
	Keterangan	non delay	delay	non delay	delay	
14	Waktu (menit)	98	110	33	61	302,00
	Keterangan	non delay	delay	non delay	non delay	
15	Waktu (menit)	112	121	103	36	372,10
	Keterangan	non delay	delay	non delay	non delay	

Keterangan:

- *Delay* menunjukkan adanya hambatan dalam proses kerja, baik karena faktor eksternal (material, alat, lingkungan) maupun internal (koordinasi, keterampilan).
- *Non delay* menunjukkan aktivitas berjalan lancar sesuai rencana, dengan durasi yang lebih konsisten dan efisien.

4. Pekerjaan Pemasangan Struktur Atap

Perhitungan durasi setiap aktivitas tukang disajikan pada Tabel 4.13. Observasi dilaksanakan terhadap seorang tukang bernama **Wirno**, berusia 38 tahun (lihat Lampiran 1), dengan jadwal pengamatan yang dilakukan pada hari Kamis, 14 Agustus 2025, pukul 08.00 hingga 15.06 WIB.

**Tabel 4.13 Perhitungan Durasi Setiap Aktivitas Pekerja dalam Proses Pekerjaan Struktur Atap
(Data Primer hasil Penelitian)**

No	Waktu Pengamatan		Aktivitas	Siklus	Durasi (menit)
1	08:00	08:01	Persiapan	1	1
2	08:01	08:03	Melangsir baja ringan		2
3	08:03	08:24	Mengukur dan memotong bracket L		22
4	08:24	08:35	Mengukur dan memotong profil C75		11
5	08:35	08:46	Mengukur dan memotong profil C75		11
6	08:46	08:59	Mengukur dan memotong profil C75		13
7	08:59	09:09	Mengukur dan memotong profil C75		10
8	09:09	09:27	Berhenti		18
9	09:27	09:39	Mengukur dan memotong profil C75		12
10	09:39	09:50	Mengukur dan memotong profil C75		11
11	09:50	10:15	Mengukur dan memotong kuda-kuda C C75		25
12	10:15	10:37	Mengukur dan memotong profil C75	2	22
13	10:37	11:01	Berhenti		24
14	11:01	11:04	Melangsir potongan baja ringan		3
15	11:04	12:00	Merakit rangka kuda-kuda baja ringan		56
16	13:00	14:15	Merakit rangka kuda-kuda baja ringan	3	75
17	14:15	15:06	Merakit rangka kuda-kuda baja ringan	4	51

Proses Data Tukang 1:

Waktu produksi per siklus didefinisikan sebagai total durasi yang dibutuhkan oleh Tukang 1 untuk menyelesaikan satu siklus pekerjaan secara lengkap. Berdasarkan pengamatan terhadap pekerjaan struktur atap, waktu produksi masing-masing siklus adalah sebagai berikut:

- Siklus 1: $1 + 2 + 22 + 11 + 11 + 13 + 10 + 18 + 12 + 11 + 25 = 135$ menit
- Siklus 2: $22 + 24 + 3 + 56 + 1 + 30 + 1 + 21 + 1 + 23 = 105$ menit
- Siklus 3: $75 = 75$ menit
- Siklus 4: $51 = 51$ menit

Ringkasan hasil pengamatan pekerjaan struktur atap disajikan pada Tabel 4.14. Tabel ini memuat durasi waktu yang diperlukan tenaga kerja untuk menyelesaikan setiap siklus pekerjaan, sekaligus informasi yang digunakan untuk menganalisis produktivitas serta faktor-faktor penundaan sesuai metode MPDM.

Tabel 4.14 Analisis Waktu pada Empat Siklus Pekerjaan Struktur Atap
(Data Primer Hasil Penelitian yang diolah)

Tukang		Siklus				Jumlah (menit)
		1	2	3	4	
1	Waktu (menit)	135	105	75	51	366,73
	Keterangan	delay	delay	non delay	non delay	
2	Waktu (menit)	181	71	64	86	402,00
	Keterangan	delay	non delay	non delay	delay	
3	Waktu (menit)	110	124	91	89	413,97
	Keterangan	non delay	delay	delay	non delay	
4	Waktu (menit)	121	116	65	108	410,00
	Keterangan	non delay	delay	non delay	delay	
5	Waktu (menit)	177	63	80	45	364,73
	Keterangan	delay	non delay	non delay	non delay	
6	Waktu (menit)	130	63	43	78	314,17
	Keterangan	non delay	delay	non delay	non delay	

Keterangan:

- *Delay* menunjukkan adanya hambatan dalam proses kerja, baik karena faktor eksternal (material, alat, lingkungan) maupun internal (koordinasi, keterampilan).
- *Non delay* menunjukkan aktivitas berjalan lancar sesuai rencana, dengan durasi yang lebih konsisten dan efisien.

4.1.2 Analisa Data Perhitungan Penundaan Siklus Produksi

Berdasarkan hasil pengamatan, terjadi penundaan waktu pada beberapa aktivitas, yaitu pekerjaan pembesian, pemasangan bata, dan pekerjaan struktur atap, pada setiap siklus produksi untuk masing-masing tukang. Data penundaan waktu untuk satu tukang disajikan pada Tabel 4.15 s/d Tabel 4.24.

Tabel 4.15 Analisis Penundaan Siklus Produksi Pekerjaan Pemotongan Besi pada Kolom Struktur oleh Tukang 1
(Data Primer Hasil Penelitian yang diolah)

Tukang	Siklus	Waktu Produksi (menit)	Penundaan(menit)			Ket	Waktu suklus produksi rata-rata waktu tak tertunda (menit)
			manajemen	material	Lingkungan		
1	1	34	-	-	-	non delay	-
	2	47	-	-	9	-	delay 12
	3	34	-	-	-	-	non delay -
	4	37	-	-	-	-	non delay -
Jumlah		152					12
Rata-rata		38					3

Tabel 4.16 Analisis Penundaan Siklus Produksi Pekerjaan Pembengkokan Besi Pada Kolom Struktur oleh Tukang 1
(Data Primer Hasil Penelitian yang diolah)

Tukang	Siklus	Waktu Produksi (menit)	Penundaan(menit)			Ket	Waktu suklus produksi rata-rata waktu tak tertunda (menit)
			manajemen	material	Lingkungan		
1	1	139	-	5	-	delay	46,12
	2	96	-	-	12	-	delay 2,93
	3	93	-	-	-	-	non delay -
	4	84	-	-	15	-	delay -9,27
Jumlah		413,25					39,78
Rata-rata		103,31					9,95

Tabel 4.17 Analisis Penundaan Siklus Produksi Pekerjaan Merangkai Besi Pada Kolom Struktur oleh Tukang 1
(Data Primer Hasil Penelitian yang diolah)

Tukang	Siklus	Waktu Produksi (menit)	Penundaan(menit)			Ket	Waktu suklus produksi rata-rata waktu tak tertunda (menit)
			manajemen	material	Lingkungan		
1	1	144	-	-	10	-	delay 57
	2	87	-	-	-	-	non delay -
	3	87	-	-	-	-	non delay -
	4	96	-	-	11	-	delay 9
Jumlah		414					66
Rata-rata		103,50					16,5

Tabel 4.18 Analisis Penundaan Siklus Produksi Pekerjaan Mendirikan Besi
 Pada Kolom Struktur oleh Tukang 1
 (Data Primer Hasil Penelitian yang diolah)

Tukang	Siklus	Waktu Produksi (menit)	Penundaan(menit)				Ket	Waktu suklus produksi rata-rata waktu tak tertunda (menit)
			manajemen	material	tenaga kerja	peralatan		
1	1	138	-	-	5	15	-	delay 48
	2	102	-	-	7	-	-	delay 12
	3	90	-	-	-	-	-	non delay -
	4	92	-	-	15	-	-	delay 2
Jumlah		422						62
Rata-rata		105,5						16

Tabel 4.19 Analisis Penundaan Siklus Produksi Pekerjaan Pemotongan Besi
 Pada Struktur Balok Struktur dan Ring Balok oleh Tukang 1
 (Data Primer Hasil Penelitian yang diolah)

Tukang	Siklus	Waktu Produksi (menit)	Penundaan(menit)				Ket	Waktu suklus produksi rata-rata waktu tak tertunda (menit)
			manajemen	material	tenaga kerja	peralatan		
1	1	50	-	-	-	-	non delay	-
	2	76	-	-	15	-	delay	37,67
	3	26	-	-	-	-	non delay	-
	4	39	-	-	-	-	non delay	-
Jumlah		191						37,7
Rata-rata		47,75						9,42

Tabel 4.20 Analisis Penundaan Siklus Produksi Pekerjaan Pembengkokan Besi Pada Balok Struktur dan Ring Balok oleh Tukang 1
 (Data Primer Hasil Penelitian yang diolah)

Tukang	Siklus	Waktu Produksi (menit)	Penundaan(menit)				Ket	Waktu suklus produksi rata-rata waktu tak tertunda (menit)
			manajemen	material	tenaga kerja	peralatan		
1	1	109	-	-	-	-	non delay	
	2	120	-	-	11	-	delay	32,5
	3	95	-	-	8	-	delay	7,5
	4	66	-	-	-	-	non delay	
Jumlah		390						40
Rata-rata		97,50						10

Tabel 4.21 Analisis Penundaan Siklus Produksi Pekerjaan Merangkai Besi Pada Balok Struktur dan Ring Balok oleh Tukang 1
 (Data Primer Hasil Penelitian yang diolah)

Tukang	Siklus	Waktu Produksi (menit)	Penundaan(menit)			Ket	Waktu suklus produksi rata-rata waktu tak tertunda (menit)
			manajemen	material	tenaga kerja		
1	1	135	-	-	-	delay	42,67
	2	97	-	-	-	non delay	-
	3	89	-	-	-	non delay	-
	4	91	-	-	-	non delay	-
Jumlah		412					42,7
Rata-rata		103					10,67

Tabel 4.22 Analisis Penundaan Siklus Produksi Pekerjaan Pemasangan Besi Pada Balok Struktur dan Ring Balok oleh Tukang 1
 (Data Primer Hasil Penelitian yang diolah)

Tukang	Siklus	Waktu Produksi (menit)	Penundaan(menit)			Ket	Waktu suklus produksi rata-rata waktu tak tertunda (menit)
			manajemen	material	tenaga kerja		
1	1	140	-	-	6	delay	69
	2	82	-	-	-	non delay	-
	3	60	-	-	-	non delay	-
	4	71	-	-	-	non delay	-
Jumlah		353					69
Rata-rata		88,25					17,25

Tabel 4.23 Analisis Penundaan Siklus Produksi Pekerjaan Pemasangan Bata oleh Tukang 1
 (Data Primer Hasil Penelitian yang diolah)

Tukang	Siklus	Waktu Produksi (menit)	Penundaan(menit)			Ket	Waktu suklus produksi rata-rata waktu tak tertunda (menit)
			manajemen	material	tenaga kerja		
1	1	99	-	-	-	non delay	-
	2	137	-	-	7	delay	51,88
	3	102	-	-	7	delay	17,33
	4	70	-	-	-	non delay	-
Jumlah		407,71					69,2
Rata-rata		101,93					17,30

Tabel 4.24 Analisis Penundaan Siklus Produksi Pekerjaan Pemasangan Struktur Atap oleh Tukang 1
(Data Primer Hasil Penelitian yang diolah)

Tukang	Siklus	Waktu Produksi (menit)	Penundaan(menit)				Ket	Waktu suklus produksi rata-rata waktu tak tertunda (menit)
			Lingkungan	Peralatan	Tenaga kerja	material		
1	1	135	-	-	18	-	-	delay 72,33
	2	105	-	-	24	-	-	delay 42,40
	3	75	-	-	-	-	-	non delay -
	4	51	-	-	-	-	-	non delay -
Jumlah		366,73						114,7
Rata-rata		91,68						28,68

Proses data Tukang 1 untuk pekerjaan pemotongan besi pada kolom struktur adalah sebagai berikut ini.

- Penundaan ini terjadi karena pekerja melakukan aktivitas di luar pekerjaan utamanya, seperti makan, minum, merokok, atau mengobrol. Besaran penundaan pada siklus kedua tercatat sebesar 9 menit. Faktor tenaga kerja = 9 menit (siklus 2)
- Waktu siklus produksi – rata-rata waktu tak tertunda (Tukang 1)

$$= 47 - \left(\frac{34 + 34 + 37}{3} \right)$$

$$= 47 - 35$$

$$= 12 \text{ menit}$$

Berdasarkan perhitungan secara keseluruhan, sampel penundaan tukang pada seluruh pekerjaan disajikan pada Tabel 4.25 hingga Tabel 4.28. Tabel-tabel tersebut memuat informasi mengenai waktu siklus produksi, faktor-faktor penyebab penundaan yang meliputi lingkungan, peralatan, tenaga kerja, material, dan manajemen, selisih antara waktu siklus produksi dengan rata-rata waktu tak tertunda, serta keterangan mengenai status siklus apakah mengalami *delay* atau *non delay*.

Tabel 4.25 Sampel Penundaan Tukang secara Keseluruhan pada Pekerjaan
 Pembesian Kolom Struktur
 (Data Primer Hasil Penelitian yang diolah)

Tukang		Siklus			
		1	2	3	4
1	Waktu siklus produksi (menit)	34	47	34	37
	Lingkungan (menit)	-	-	-	-
	Peralatan (menit)	-	-	-	-
	Tenaga kerja (menit)	-	9	-	-
	Material (menit)	-	-	-	-
	Manajemen (menit)	-	-	-	-
	Waktu siklus produksi - rata-rata waktu tak tertunda	-	12	-	-
	Keterangan	non delay	delay	non delay	non delay
Tukang		Siklus			
		1	2	3	4
2	Waktu siklus produksi (menit)	139	96	93	84
	Lingkungan (menit)	-	-	-	-
	Peralatan (menit)	5	-	-	-
	Tenaga kerja (menit)	-	12	-	15
	Material (menit)	-	-	-	-
	Manajemen (menit)	-	-	-	-
	Waktu siklus produksi - rata-rata waktu tak tertunda	46,12	2,93	-	-9,27
	Keterangan	delay	delay	non delay	delay
Tukang		Siklus			
		1	2	3	4
3	Waktu siklus produksi (menit)	103	132	28	48
	Lingkungan (menit)	-	-	-	-
	Peralatan (menit)	-	-	-	-
	Tenaga kerja (menit)	-	18	-	-
	Material (menit)	-	-	-	-
	Manajemen (menit)	-	-	-	-
	Waktu siklus produksi - rata-rata waktu tak tertunda	-	71,9	-	-
	Keterangan	non delay	delay	non delay	non delay

Lanjutan Tabel 4.25 Sampel Penundaan Tukang secara Keseluruhan pada Pekerjaan Pembesian Kolom Struktur

Tukang		Siklus			
		1	2	3	4
4	Waktu siklus produksi (menit)	144	87	87	96
	Lingkungan (menit)	-	-	-	-
	Peralatan (menit)	-	-	-	-
	Tenaga kerja (menit)	10	-	-	11
	Material (menit)	-	-	-	-
	Manajemen (menit)	-	-	-	-
	Waktu siklus produksi - rata-rata waktu tak tertunda	57	-	-	9
	Keterangan	delay	non delay	non delay	delay
5	Tukang	Siklus			
		1	2	3	4
	Waktu siklus produksi (menit)	130	115	80	103
	Lingkungan (menit)	-	-	-	-
	Peralatan (menit)	-	-	-	-
	Tenaga kerja (menit)	-	8	-	10
	Material (menit)	-	-	-	-
	Manajemen (menit)	-	-	-	-
6	Waktu siklus produksi - rata-rata waktu tak tertunda	-	10	-	-2
	Keterangan	non delay	delay	non delay	delay
Tukang		Siklus			
		1	2	3	4
	Waktu siklus produksi (menit)	117	120	86	94
	Lingkungan (menit)	-	-	-	-
	Peralatan (menit)	-	-	-	-
	Tenaga kerja (menit)	-	10	-	10
	Material (menit)	-	-	-	-
	Manajemen (menit)	-	-	-	-
	Waktu siklus produksi - rata-rata waktu tak tertunda	-	18,5	-	-7,5
	Keterangan	non delay	delay	non delay	delay

Lanjutan Tabel 4.25 Sampel Penundaan Tukang secara Keseluruhan pada Pekerjaan Pembesian Kolom Struktur

Tukang		Siklus			
		1	2	3	4
7	Waktu siklus produksi (menit)	125	120	81	106
	Lingkungan (menit)	-	-	-	-
	Peralatan (menit)	-	-	-	-
	Tenaga kerja (menit)	-	8	-	8
	Material (menit)	-	-	-	-
	Manajemen (menit)	-	-	-	-
	Waktu siklus produksi - rata-rata waktu tak tertunda	-	17	-	3
	Keterangan	<i>Non delay</i>	<i>delay</i>	<i>non delay</i>	<i>Non delay</i>
		Siklus			
Tukang		1	2	3	4
	Waktu siklus produksi (menit)	138	102	90	92
	Lingkungan (menit)	-	-	-	-
	Peralatan (menit)	-	-	-	-
	Tenaga kerja (menit)	5	7	-	15
	Material (menit)	-	-	-	-
	Manajemen (menit)	-	-	-	-
	Waktu siklus produksi - rata-rata waktu tak tertunda	48	12	-	2
	Keterangan	<i>delay</i>	<i>delay</i>	<i>non delay</i>	<i>delay</i>

Tabel 4.26 Sampel Penundaan Tukang secara Keseluruhan pada Pekerjaan Pemasangan Bata Dinding
(Data Primer Hasil Penelitian yang diolah)

Tukang		Siklus			
		1	2	3	4
1	Waktu siklus produksi (menit)	99	137	102	70
	Lingkungan (menit)	-	-	-	-
	Peralatan (menit)	-	-	-	-
	Tenaga kerja (menit)	-	7	7	-
	Material (menit)	-	-	-	-
	Manajemen (menit)	-	-	-	-
	Waktu siklus produksi - rata-rata waktu tak tertunda	-	52	17,33	-
	Keterangan	<i>non delay</i>	<i>delay</i>	<i>delay</i>	<i>non delay</i>

Lanjutan Tabel 4.26 Sampel Penundaan Tukang secara Keseluruhan pada Pekerjaan Pemasangan Batu Dinding

Tukang		Siklus			
		1	2	3	4
2	Waktu siklus produksi (menit)	103	113	70	68
	Lingkungan (menit)	-	-	-	-
	Peralatan (menit)	-	-	-	-
	Tenaga kerja (menit)	6	-	-	6
	Material (menit)	-	-	-	-
	Manajemen (menit)	-	-	-	-
	Waktu siklus produksi - rata-rata waktu tak tertunda	11,54	-	-	11,30
	Keterangan	delay	non delay	non delay	delay
Tukang		Siklus			
		1	2	3	4
3	Waktu siklus produksi (menit)	67	93	68	73
	Lingkungan (menit)	-	-	-	-
	Peralatan (menit)	-	-	-	-
	Tenaga kerja (menit)	-	7	-	6
	Material (menit)	-	-	-	-
	Manajemen (menit)	-	-	-	-
	Waktu siklus produksi - rata-rata waktu tak tertunda	-	25,1	-	5,41
	Keterangan	delay	non delay	non delay	delay
Tukang		Siklus			
		1	2	3	4
4	Waktu siklus produksi (menit)	126	94	93	86
	Lingkungan (menit)	-	-	-	-
	Peralatan (menit)	-	-	-	-
	Tenaga kerja (menit)	6	7	5	-
	Material (menit)	-	-	-	-
	Manajemen (menit)	-	-	-	-
	Waktu siklus produksi - rata-rata waktu tak tertunda	40	7,7	6,6	-
	Keterangan	delay	delay	delay	non delay

Lanjutan Tabel 4.26 Sampel Penundaan Tukang secara Keseluruhan pada Pekerjaan Pemasangan Batu Dinding

Tukang		Siklus			
		1	2	3	4
5	Waktu siklus produksi (menit)	163	69	73	48
	Lingkungan (menit)	-	-	-	-
	Peralatan (menit)	-	-	-	-
	Tenaga kerja (menit)	8	-	5	-
	Material (menit)	-	-	-	-
	Manajemen (menit)	-	-	-	-
	Waktu siklus produksi - rata-rata waktu tak tertunda	105,16	-	14,68	-
	Keterangan	delay	non delay	delay	non delay
Tukang		Siklus			
		1	2	3	4
6	Waktu siklus produksi (menit)	51	81	76	73
	Lingkungan (menit)	-	-	-	-
	Peralatan (menit)	-	-	-	-
	Tenaga kerja (menit)	-	-	7	-
	Material (menit)	-	-	-	-
	Manajemen (menit)	-	-	-	-
	Waktu siklus produksi - rata-rata waktu tak tertunda	-	-	7,667	-
	Keterangan	non delay	non delay	delay	non delay
7	Waktu siklus produksi (menit)	76	157	25	127
	Lingkungan (menit)	-	-	-	-
	Peralatan (menit)	-	-	-	-
	Tenaga kerja (menit)	-	8	-	6
	Material (menit)	-	-	-	-
	Manajemen (menit)	-	-	-	-
	Waktu siklus produksi - rata-rata waktu tak tertunda	-	107	-	77
	Keterangan	non delay	delay	non delay	delay

Lanjutan Tabel 4.26 Sampel Penundaan Tukang secara Keseluruhan pada Pekerjaan Pemasangan Batu Dinding

Tukang		Siklus			
		1	2	3	4
8	Waktu siklus produksi (menit)	54	116	114	93
	Lingkungan (menit)	-	-	-	-
	Peralatan (menit)	-	-	-	-
	Tenaga kerja (menit)	-	7	-	-
	Material (menit)	-	-	-	-
	Manajemen (menit)	-	-	-	-
	Waktu siklus produksi - rata-rata waktu tak tertunda	-	29,1	-	-
	Keterangan	non delay	delay	non delay	non delay
9	Tukang	Siklus			
		1	2	3	4
	Waktu siklus produksi (menit)	94	107	67	110
	Lingkungan (menit)	-	-	-	-
	Peralatan (menit)	-	-	-	-
	Tenaga kerja (menit)	-	7	-	7
	Material (menit)	-	-	-	-
	Manajemen (menit)	-	-	-	-
10	Waktu siklus produksi - rata-rata waktu tak tertunda	-	26,5	-	29,5
	Keterangan	non delay	delay	non delay	delay
10	Tukang	Siklus			
		1	2	3	4
	Waktu siklus produksi (menit)	130	32	66	37
	Lingkungan (menit)	-	-	-	-
	Peralatan (menit)	-	-	-	-
	Tenaga kerja (menit)	7	-	-	-
	Material (menit)	-	-	-	-
	Manajemen (menit)	-	-	-	-
	Waktu siklus produksi - rata-rata waktu tak tertunda	84,86667	-	-	-
	Keterangan	delay	non delay	non delay	non delay

Lanjutan Tabel 4.26 Sampel Penundaan Tukang secara Keseluruhan pada Pekerjaan Pemasangan Batu Dinding

Tukang		Siklus			
		1	2	3	4
11	Waktu siklus produksi (menit)	99	97	127	40
	Lingkungan (menit)	-	-	20	-
	Peralatan (menit)	-	-	-	-
	Tenaga kerja (menit)	7	-	6	-
	Material (menit)	-	-	-	-
	Manajemen (menit)	-	-	-	-
	Waktu siklus produksi - rata-rata waktu tak tertunda	30,5	-	58,5	-
	Keterangan	<i>delay</i>	<i>non delay</i>	<i>delay</i>	<i>non delay</i>
		1	2	3	4
12	Waktu siklus produksi (menit)	90	112	128	45
	Lingkungan (menit)	-	-	20	-
	Peralatan (menit)	-	-	-	-
	Tenaga kerja (menit)	-	6	-	-
	Material (menit)	-	-	-	-
	Manajemen (menit)	-	-	-	-
	Waktu siklus produksi - rata-rata waktu tak tertunda	-	44,55	60,55	-
	Keterangan	<i>non delay</i>	<i>delay</i>	<i>delay</i>	<i>non delay</i>
		1	2	3	4
13	Tukang	Siklus			
		1	2	3	4
	Waktu siklus produksi (menit)	48	75	69	111
	Lingkungan (menit)	-	-	-	20
	Peralatan (menit)	-	-	-	-
	Tenaga kerja (menit)	-	5	-	-
	Material (menit)	-	-	-	-
	Manajemen (menit)	-	-	-	-
	Waktu siklus produksi - rata-rata waktu tak tertunda	-	16,5	-	52,5
	Keterangan	<i>non delay</i>	<i>delay</i>	<i>non delay</i>	<i>delay</i>

Lanjutan Tabel 4.26 Sampel Penundaan Tukang secara Keseluruhan pada Pekerjaan Pemasangan Bata Dinding

Tukang		Siklus			
		1	2	3	4
14	Waktu siklus produksi (menit)	98	110	33	61
	Lingkungan (menit)	-	-	-	-
	Peralatan (menit)	-	-	-	-
	Tenaga kerja (menit)	-	6	-	-
	Material (menit)	-	-	-	-
	Manajemen (menit)	-	-	-	-
	Waktu siklus produksi - rata-rata waktu tak tertunda	-	46	-	-
	Keterangan	<i>delay</i>	<i>non delay</i>	<i>delay</i>	<i>non delay</i>
		1	2	3	4
15	Waktu siklus produksi (menit)	112	121	103	36
	Lingkungan (menit)	-	-	-	-
	Peralatan (menit)	-	-	-	-
	Tenaga kerja (menit)	-	6	-	-
	Material (menit)	-	-	-	-
	Manajemen (menit)	-	-	-	-
	Waktu siklus produksi - rata-rata waktu tak tertunda	-	36,9	-	-
	Keterangan	<i>non delay</i>	<i>delay</i>	<i>delay</i>	<i>non delay</i>

Tabel 4.27 Sampel Penundaan Tukang secara Keseluruhan pada Pekerjaan Pembesian Balok dan Ring Balok
(Data Primer Hasil Penelitian yang diolah)

Tukang		Siklus			
		1	2	3	4
1	Waktu siklus produksi (menit)	50	76	26	39
	Lingkungan (menit)	-	-	-	-
	Peralatan (menit)	-	-	-	-
	Tenaga kerja (menit)	-	15	-	-
	Material (menit)	-	-	-	-
	Manajemen (menit)	-	-	-	-
	Waktu siklus produksi - rata-rata waktu tak tertunda	-	38	-	-
	Keterangan	<i>non delay</i>	<i>delay</i>	<i>non delay</i>	<i>non delay</i>

Lanjutan Tabel 4.27 Sampel Penundaan Tukang secara Keseluruhan pada Pekerjaan Pembesian Balok dan Ring Balok

Tukang		Siklus				
		1	2	3	4	
2	Waktu siklus produksi (menit)	109	120	95	66	
	Lingkungan (menit)	-	-	-	-	
	Peralatan (menit)	-	-	-	-	
	Tenaga kerja (menit)	-	11	8	-	
	Material (menit)	-	-	-	-	
	Manajemen (menit)	-	-	-	-	
	Waktu siklus produksi - rata-rata waktu tak tertunda	-	32,5	7,5	-	
	Keterangan	non delay	delay	delay	non delay	
3		Siklus				
		1	2	3	4	
		Waktu siklus produksi (menit)	107	118	94	65
		Lingkungan (menit)	-	-	-	-
		Peralatan (menit)	-	-	-	-
		Tenaga kerja (menit)	-	10	8	-
		Material (menit)	-	-	-	-
		Manajemen (menit)	-	-	-	-
4		Waktu siklus produksi - rata-rata waktu tak tertunda	-	32	8	-
		Keterangan	non delay	delay	delay	non delay
		Siklus				
		1	2	3	4	
		Waktu siklus produksi (menit)	109	118	95	66
		Lingkungan (menit)	-	-	-	-
		Peralatan (menit)	-	-	-	-
		Tenaga kerja (menit)	-	10	7	-
		Material (menit)	-	-	-	-
		Manajemen (menit)	-	-	-	-
		Waktu siklus produksi - rata-rata waktu tak tertunda	-	30,5	7,5	-
		Keterangan	non delay	delay	delay	non delay

Lanjutan Tabel 4.27 Sampel Penundaan Tukang secara Keseluruhan pada Pekerjaan Pembesian Balok dan Ring Balok

Tukang		Siklus			
		1	2	3	4
5	Waktu siklus produksi (menit)	112	114	95	77
	Lingkungan (menit)	-	-	-	-
	Peralatan (menit)	-	-	-	-
	Tenaga kerja (menit)	-	6	8	-
	Material (menit)	-	-	-	-
	Manajemen (menit)	-	-	-	-
	Waktu siklus produksi - rata-rata waktu tak tertunda	-	19,5	0,5	-
	Keterangan	non delay	delay	delay	non delay
6	Tukang	Siklus			
		1	2	3	4
		Waktu siklus produksi (menit)	108	95	100
		Lingkungan (menit)	-	-	-
		Peralatan (menit)	-	-	-
		Tenaga kerja (menit)	-	6	5
		Material (menit)	-	-	-
		Manajemen (menit)	-	-	-
7	Tukang	Waktu siklus produksi - rata-rata waktu tak tertunda	-	2	6,5
		Keterangan	non delay	delay	delay
		Siklus			
		1	2	3	4
		Waktu siklus produksi (menit)	135	97	89
		Lingkungan (menit)	-	-	-
		Peralatan (menit)	-	-	-
		Tenaga kerja (menit)	6	-	-
		Material (menit)	-	-	-
		Manajemen (menit)	-	-	-
		Waktu siklus produksi - rata-rata waktu tak tertunda	42,67	-	-
		Keterangan	delay	non delay	non delay

Lanjutan Tabel 4.27 Sampel Penundaan Tukang secara Keseluruhan pada Pekerjaan Pembesian Balok dan Ring Balok

Tukang		Siklus			
		1	2	3	4
8	Waktu siklus produksi (menit)	120	94	88	90
	Lingkungan (menit)	-	-	-	-
	Peralatan (menit)	-	-	-	-
	Tenaga kerja (menit)	6	-	-	-
	Material (menit)	7	-	-	-
	Manajemen (menit)	-	-	-	-
	Waktu siklus produksi - rata-rata waktu tak tertunda	29,33	-	-	-
	Keterangan	non delay	delay	delay	non delay
9	Tukang	Siklus			
		1	2	3	4
	Waktu siklus produksi (menit)	132	95	90	89
	Lingkungan (menit)	-	-	-	-
	Peralatan (menit)	-	-	-	-
	Tenaga kerja (menit)	6	-	-	-
	Material (menit)	16	-	-	-
	Manajemen (menit)	-	-	-	-
10	Waktu siklus produksi - rata-rata waktu tak tertunda	40,67	-	-	-
	Keterangan	non delay	delay	delay	non delay
10	Tukang	Siklus			
		1	2	3	4
	Waktu siklus produksi (menit)	121	88	90	90
	Lingkungan (menit)	-	-	-	-
	Peralatan (menit)	-	-	-	-
	Tenaga kerja (menit)	8	-	-	-
	Material (menit)	8	-	-	-
	Manajemen (menit)	-	-	-	-
	Waktu siklus produksi - rata-rata waktu tak tertunda	31,67	-	-	-
	Keterangan	delay	non delay	non delay	non delay

Lanjutan Tabel 4.27 Sampel Penundaan Tukang secara Keseluruhan pada Pekerjaan Pembesian Balok dan Ring Balok

Tukang		Siklus				
		1	2	3	4	
11	Waktu siklus produksi (menit)	125	90	91	88	
	Lingkungan (menit)	-	-	-	-	
	Peralatan (menit)	-	-	-	-	
	Tenaga kerja (menit)	6	-	-	-	
	Material (menit)	13	-	-	-	
	Manajemen (menit)	-	-	-	-	
	Waktu siklus produksi - rata-rata waktu tak tertunda	35,33	-	-	-	
	Keterangan	non delay	delay	delay	non delay	
12	Tukang	Siklus				
		1	2	3	4	
		Waktu siklus produksi (menit)	123	92	90	89
		Lingkungan (menit)	-	-	-	-
		Peralatan (menit)	-	-	-	-
		Tenaga kerja (menit)	8	-	-	-
		Material (menit)	8	-	-	-
		Manajemen (menit)	-	-	-	-
13	Tukang	Waktu siklus produksi - rata-rata waktu tak tertunda	32,67	-	-	-
		Keterangan	non delay	delay	delay	non delay
		Siklus				
		1	2	3	4	
		Waktu siklus produksi (menit)	125	88	91	88
		Lingkungan (menit)	-	-	-	-
		Peralatan (menit)	-	-	-	-
		Tenaga kerja (menit)	9	-	-	-
		Material (menit)	11	-	-	-
		Manajemen (menit)	-	-	-	-
		Waktu siklus produksi - rata-rata waktu tak tertunda	36	-	-	-
		Keterangan	delay	non delay	non delay	non delay

Lanjutan Tabel 4.27 Sampel Penundaan Tukang secara Keseluruhan pada Pekerjaan Pembesian Balok dan Ring Balok

Tukang		Siklus			
		1	2	3	4
14	Waktu siklus produksi (menit)	122	89	88	91
	Lingkungan (menit)	-	-	-	-
	Peralatan (menit)	-	-	-	-
	Tenaga kerja (menit)	9	-	-	-
	Material (menit)	8	-	-	-
	Manajemen (menit)	-	-	-	-
	Waktu siklus produksi - rata-rata waktu tak tertunda	32,67	-	-	-
	Keterangan	delay	non delay	non delay	non delay
Tukang		Siklus			
		1	2	3	4
15	Waktu siklus produksi (menit)	126	88	90	90
	Lingkungan (menit)	-	-	-	-
	Peralatan (menit)	-	-	-	-
	Tenaga kerja (menit)	7	-	-	-
	Material (menit)	13	-	-	-
	Manajemen (menit)	-	-	-	-
	Waktu siklus produksi - rata-rata waktu tak tertunda	36,67	-	-	-
	Keterangan	delay	non delay	non delay	non delay
Tukang		Siklus			
16	Waktu siklus produksi (menit)	51	28	27	26
	Lingkungan (menit)	-	-	-	-
	Peralatan (menit)	-	-	-	-
	Tenaga kerja (menit)	-	-	-	-
	Material (menit)	7	-	-	-
	Manajemen (menit)	-	-	-	-
	Keterangan	delay	non delay	non delay	non delay

Lanjutan Tabel 4.27 Sampel Penundaan Tukang secara Keseluruhan pada Pekerjaan Pembesian Balok dan Ring Balok

Tukang		Siklus			
		1	2	3	4
17	Waktu siklus produksi (menit)	140	82	60	71
	Lingkungan (menit)	-	-	-	-
	Peralatan (menit)	-	-	-	-
	Tenaga kerja (menit)	6	-	-	-
	Material (menit)	-	-	-	-
	Manajemen (menit)	-	-	-	-
	Waktu siklus produksi - rata-rata waktu tak tertunda	69	-	-	-
	Keterangan	delay	non delay	non delay	non delay
Tukang		Siklus			
		1	2	3	4
18	Waktu siklus produksi (menit)	37	33	63	40
	Lingkungan (menit)	-	-	-	-
	Peralatan (menit)	-	-	-	-
	Tenaga kerja (menit)	-	-	7	-
	Material (menit)	-	-	-	-
	Manajemen (menit)	-	-	-	-
	Waktu siklus produksi - rata-rata waktu tak tertunda	-	-	26,33	-
	Keterangan	non delay	non delay	delay	non delay

Tabel 4.28 Sampel Penundaan Tukang secara Keseluruhan pada Pekerjaan Pemasangan Struktur Atap
(Data Primer Hasil Penelitian yang diolah)

Tukang		Siklus			
		1	2	3	4
1	Waktu siklus produksi (menit)	135	105	75	51
	Lingkungan (menit)	-	-	-	-
	Peralatan (menit)	-	-	-	-
	Tenaga kerja (menit)	18	24	-	-
	Material (menit)	-	-	-	-
	Manajemen (menit)	-	-	-	-
	Waktu siklus produksi - rata-rata waktu tak tertunda	72,33	42	-	-
	Keterangan	delay	delay	non delay	non delay

Lanjutan Tabel 4.28 Sampel Penundaan Tukang secara Keseluruhan pada Pekerjaan Pemasangan Struktur Atap

Tukang		Siklus			
		1	2	3	4
2	Waktu siklus produksi (menit)	181	71	64	86
	Lingkungan (menit)	-	-	-	-
	Peralatan (menit)	-	-	-	-
	Tenaga kerja (menit)	25	-	-	20
	Material (menit)	-	-	-	-
	Manajemen (menit)	-	-	-	-
	Waktu siklus produksi - rata-rata waktu tak tertunda	113,50	-	-	18,50
	Keterangan	delay	non delay	non delay	delay
Tukang		Siklus			
		1	2	3	4
3	Waktu siklus produksi (menit)	110	124	91	89
	Lingkungan (menit)	-	-	-	-
	Peralatan (menit)	-	-	-	-
	Tenaga kerja (menit)	-	15	17	-
	Material (menit)	-	-	-	-
	Manajemen (menit)	-	-	-	-
	Waktu siklus produksi - rata-rata waktu tak tertunda	-	23,2	-8,6	-
	Keterangan	non delay	delay	delay	non delay
Tukang		Siklus			
		1	2	3	4
4	Waktu siklus produksi (menit)	121	116	65	108
	Lingkungan (menit)	-	-	-	-
	Peralatan (menit)	-	-	-	-
	Tenaga kerja (menit)	-	17	-	21
	Material (menit)	-	-	-	-
	Manajemen (menit)	-	-	-	-
	Waktu siklus produksi - rata-rata waktu tak tertunda	-	23	-	15
	Keterangan	non delay	delay	non delay	delay

Lanjutan Tabel 4.28 Sampel Penundaan Tukang secara Keseluruhan pada Pekerjaan Pemasangan Struktur Atap

Tukang		Siklus			
		1	2	3	4
5	Waktu siklus produksi (menit)	177	63	80	45
	Lingkungan (menit)	-	-	-	-
	Peralatan (menit)	-	-	-	-
	Tenaga kerja (menit)	20	-	-	-
	Material (menit)	-	-	-	-
	Manajemen (menit)	-	-	-	-
	Waktu siklus produksi - rata-rata waktu tak tertunda	114,07	-	-	-
	Keterangan	delay	non delay	non delay	non delay
Tukang		Siklus			
		1	2	3	4
6	Waktu siklus produksi (menit)	130	96	43	78
	Lingkungan (menit)	-	-	-	-
	Peralatan (menit)	-	-	-	-
	Tenaga kerja (menit)	-	20	-	-
	Material (menit)	-	-	-	-
	Manajemen (menit)	-	-	-	-
	Waktu siklus produksi - rata-rata waktu tak tertunda	-	12,28	-	-
	Keterangan	non delay	delay	non delay	non delay

4.1.3 Analisa Data Menggunakan MPDM

Proses analisis data pada lembar kerja MPDM untuk Tukang 1 dilakukan berdasarkan hasil observasi yang disajikan pada Tabel 4.29, Tabel 4.31, Tabel 4.33, dan Tabel 4.35. Tabel-tabel tersebut memuat hasil perhitungan waktu produksi, jumlah siklus, rata-rata waktu setiap siklus, serta deviasi rata-rata antara waktu siklus produksi dan waktu siklus tanpa penundaan.

Tabel 4.29 Perhitungan Lembar Kerja Proses MPDM Tukang 1 Pemotongan Besi Kolom Struktur
(Data Primer Hasil Penelitian yang diolah)

Unit	Waktu Produksi Total (menit)	Jumlah siklus	Rata-rata waktu siklus (menit)	$\sum [(waktu siklus produksi-waktu siklus tak tertunda)] / n$
Siklus Produksi Tak Tertunda	105	3	35	23,33
Siklus Produksi Keseluruhan	152	4	38	3

Proses perhitungan:

a. Siklus Produksi Tak Tertunda

Siklus produksi tak tertunda merupakan jumlah waktu yang dibutuhkan tukang untuk menyelesaikan pekerjaan tanpa adanya penundaan.

- Waktu produksi total dihitung dari penjumlahan seluruh siklus yang tidak mengalami penundaan:

$$34 + 34 + 37 = 105 \text{ menit.}$$

- Jumlah siklus: 3 siklus (siklus 1, 3, dan 4).

- Rata-rata waktu siklus = total waktu produksi ÷ jumlah siklus

$$105/3 = 35 \text{ menit.}$$

- Selisih rata-rata siklus produksi terhadap siklus tak tertunda per siklus:

$$\frac{105 - 35}{3} = 23,33 \text{ menit}$$

b. Siklus produksi keseluruhan

Siklus produksi keseluruhan mencakup seluruh waktu yang digunakan termasuk penundaan akibat faktor tenaga kerja, peralatan, material, lingkungan, dan manajemen.

- Waktu produksi total = jumlah seluruh siklus produksi

$$34 + 47 + 34 + 37 = 152 \text{ menit.}$$

- Jumlah siklus: 4 siklus.

- Rata-rata waktu siklus = total waktu produksi ÷ jumlah siklus

$$152/4 = 38 \text{ menit.}$$

- Selisih rata-rata siklus produksi keseluruhan terhadap siklus tak tertunda:

$$\frac{12}{4} = 3 \text{ menit (sesuai Tabel 4.15)}$$

Selanjutnya, hasil analisis lembar kerja MPDM untuk seluruh tukang pada aktivitas pemasian kolom struktur disajikan pada Tabel 4.30.

Tabel 4.30 Perhitungan Lembar Kerja Proses MPDM untuk Keseluruhan Aktivitas Tukang
(Data Primer Hasil Penelitian yang diolah)

Tukang	Unit	Waktu Produksi Total (menit)	Jumlah siklus	Rata-rata waktu siklus (menit)	$\sum [(waktu siklus produksi-waktu siklus tak tertunda)] / n$
1	Siklus Produksi Tak Tertunda	105	3	35,000	23,333
	Siklus Produksi Keseluruhan	152,00	4	38,000	3,000
2	Siklus Produksi Tak Tertunda	93	3	31,12	20,75
	Siklus Produksi Keseluruhan	413,25	4	103,31	9,95
3	Siklus Produksi Tak Tertunda	179	1	179,43	0,00
	Siklus Produksi Keseluruhan	311,17	4	77,79	17,98
4	Siklus Produksi Tak Tertunda	174	2	87,000	43,500
	Siklus Produksi Keseluruhan	414,00	4	103,500	16,500
5	Siklus Produksi Tak Tertunda	210	2	105,000	52,500
	Siklus Produksi Keseluruhan	428,00	4	107,000	0,881
6	Siklus Produksi Tak Tertunda	203	2	101,500	50,750
	Siklus Produksi Keseluruhan	417,00	4	104,250	0,089
7	Siklus Produksi Tak Tertunda	206	2	103,000	51,500
	Siklus Produksi Keseluruhan	432,00	4	108,000	0,667
8	Siklus Produksi Tak Tertunda	90	1	90,0	0,0
	Siklus Produksi Keseluruhan	422	4	105,5	15,5

Tabel 4.31 Perhitungan Lembar Kerja Proses MPDM Tukang 1
Pemasangan Bata
(Data Primer Hasil Penelitian yang diolah)

Unit	Waktu Produksi Total (menit)	Jumlah siklus	Rata-rata waktu siklus (menit)	$\sum [(waktu siklus produksi-waktu siklus tak tertunda)] / n$
Siklus Produksi Tak Tertunda	169	2	84,63	42,31
Siklus Produksi Keseluruhan	408	4	101,93	17,3

Proses perhitungan:

a. Siklus Produksi Tak Tertunda

Siklus produksi tak tertunda merupakan jumlah waktu yang dibutuhkan tukang untuk menyelesaikan pekerjaan tanpa adanya penundaan.

- Waktu produksi total dihitung dari penjumlahan seluruh siklus yang tidak mengalami penundaan:

$$99 + 70 = 169 \text{ menit}$$

- Jumlah siklus adalah banyaknya siklus yang tak tertunda
Jumlah siklus: 2 siklus (siklus 1 dan 4)
- Rata-rata waktu siklus adalah produksi total dibagi jumlah siklus
 $169 / 2 = 84,63 \text{ menit}$
- Selisih rata-rata siklus produksi terhadap siklus tak tertunda per siklus:

$$(169 - 84,63) / 2 = 42,31 \text{ menit}$$

b. Siklus Produksi Keseluruhan

Siklus produksi keseluruhan mencakup seluruh waktu yang digunakan termasuk penundaan akibat faktor tenaga kerja, peralatan, material, lingkungan, dan manajemen.

- Waktu produksi total = jumlah seluruh siklus produksi

$$99 + 137 + 102 + 70 = 408 \text{ menit}$$

- Jumlah siklus adalah banyaknya siklus keseluruhan = 4 siklus
- Rata-rata waktu siklus = total waktu produksi ÷ jumlah siklus

$$408 / 4 = 101,9 \text{ menit}$$

- Selisih rata-rata siklus produksi keseluruhan terhadap siklus tak tertunda = $69,2$ (Tabel 4.23) / $4 = 17,3$ menit.

Selanjutnya, hasil analisis lembar kerja MPDM untuk seluruh tukang pada pemasangan bata merah untuk dinding yang diamati akan ditampilkan dalam Tabel 4.32.

Tabel 4.32 Perhitungan Lembar Kerja Proses MPDM untuk Keseluruhan Aktivitas Tukang
(Data Primer Hasil Penelitian yang diolah)

Tukang	Unit	Waktu Produksi Total (menit)	Jumlah siklus	Rata-rata waktu siklus (menit)	$\sum [(\text{waktu siklus produksi-waktu siklus tak tertunda})]/n$
1	Siklus Produksi Tak Tertunda	169	2	84,6	42,3
	Siklus Produksi Keseluruhan	408	4	101,9	17,3
2	Siklus Produksi Tak Tertunda	183	2	91,5	45,7
	Siklus Produksi Keseluruhan	353,8	4	88,4	5,7
3	Siklus Produksi Tak Tertunda	135	2	67,6	33,8
	Siklus Produksi Keseluruhan	300,8	4	75,2	7,6
4	Siklus Produksi Tak Tertunda	86	1	86,4	0,0
	Siklus Produksi Keseluruhan	399,8	4	100,0	13,6
5	Siklus Produksi Tak Tertunda	116	2	58,0	29,0
	Siklus Produksi Keseluruhan	351,9	4	88,0	30,0
6	Siklus Produksi Tak Tertunda	205	3	68,3	45,6
	Siklus Produksi Keseluruhan	281	4	70,3	1,9
7	Siklus Produksi Tak Tertunda	101	2	50,5	25,3
	Siklus Produksi Keseluruhan	385	4	96,3	45,8
8	Siklus Produksi Tak Tertunda	261	3	86,9	57,9
	Siklus Produksi Keseluruhan	376,7	4	94,2	7,3
9	Siklus Produksi Tak Tertunda	161	2	80,5	40,3
	Siklus Produksi Keseluruhan	378	4	94,5	14,0
10	Siklus Produksi Tak Tertunda	135	3	45,1	30,1
	Siklus Produksi Keseluruhan	265,4	4	66,4	21,2

Lanjutan Tabel 4.32 Perhitungan Lembar Kerja Proses MPDM untuk Keseluruhan Aktivitas Tukang

Tukang	Unit	Waktu Produksi Total (menit)	Jumlah siklus	Rata-rata waktu siklus (menit)	$\sum [(\text{waktu siklus produksi-waktu siklus tak tertunda})] / n$
11	Siklus Produksi Tak Tertunda	137	2	68,5	34,3
	Siklus Produksi Keseluruhan	363	4	90,8	22,3
12	Siklus Produksi Tak Tertunda	135	2	67,5	33,7
	Siklus Produksi Keseluruhan	363	4	90,8	22,3
13	Siklus Produksi Tak Tertunda	117	2	58,5	29,3
	Siklus Produksi Keseluruhan	303	4	75,8	17,3
14	Siklus Produksi Keseluruhan	192	3	64,0	42,7
	Siklus Produksi Keseluruhan	302	4	75,5	11,5
15	Siklus Produksi Tak Tertunda	251	2	125,7	62,9
	Siklus Produksi Keseluruhan	372,1	4	93,0	9,2

Tabel 4.33 Perhitungan Lembar Kerja Proses MPDM Tukang 1 Pemotongan Besi Balok dan Ring Balok
(Data Primer Hasil Penelitian yang diolah)

Unit	Waktu Produksi Total (menit)	Jumlah siklus	Rata-rata waktu siklus (menit)	$\sum [(\text{waktu siklus produksi-waktu siklus tak tertunda})] / n$
Siklus Produksi Tak Tertunda	115	3	38,3	25,6
Siklus Produksi Keseluruhan	191	4	47,8	9,42

Proses perhitungan:

a. Siklus Produksi Tak Tertunda

Siklus produksi tak tertunda merupakan jumlah waktu yang dibutuhkan tukang untuk menyelesaikan pekerjaan tanpa adanya penundaan.

- Waktu produksi total dihitung dari penjumlahan seluruh siklus yang tidak mengalami penundaan:

$$50 + 26 + 39 = 115 \text{ menit}$$

- Jumlah siklus adalah banyaknya siklus yang tak tertunda
Jumlah siklus: 3 siklus (siklus 1, 3, dan 4)
- Rata-rata waktu siklus adalah produksi total dibagi jumlah siklus
 $115 / 3 = 38,3$ menit.
- Selisih rata-rata siklus produksi terhadap siklus tak tertunda per siklus:
 $(115 - 38,3) / 3 = 25,6$ menit

b. Siklus Produksi Keseluruhan

Siklus produksi keseluruhan mencakup seluruh waktu yang digunakan termasuk penundaan akibat faktor tenaga kerja, peralatan, material, lingkungan, dan manajemen.

- Waktu produksi total = jumlah seluruh siklus produksi
 $50 + 76 + 26 + 39 = 191$ menit
- Jumlah siklus adalah banyaknya siklus keseluruhan = 4 siklus
- Rata-rata waktu siklus = total waktu produksi ÷ jumlah siklus
 $191 / 4 = 47,8$ menit
- Selisih rata-rata siklus produksi keseluruhan terhadap siklus tak tertunda:
 $37,7$ (Tabel 4.23) / 4 = 9,42 menit

Selanjutnya, hasil analisis lembar kerja MPDM untuk seluruh tukang pada pemotongan besi balok dan ring balok yang diamati akan ditampilkan dalam Tabel 4.34.

Tabel 4.34 Perhitungan Lembar Kerja Proses MPDM untuk Keseluruhan Aktivitas Tukang
(Data Primer Hasil Penelitian yang diolah)

Tukang	Unit	Waktu Produksi Total (menit)	Jumlah siklus	Rata-rata waktu siklus (menit)	$\sum [(\text{waktu siklus produksi-waktu siklus tak tertunda})] / n$
1	Siklus Produksi Tak Tertunda	115	3	38,33	25,56
	Siklus Produksi Keseluruhan	191	4	47,75	9,42
2	Siklus Produksi Tak Tertunda	175	2	87,50	43,75
	Siklus Produksi Keseluruhan	390	4	97,50	10,00

Lanjutan Tabel 4.34 Perhitungan Lembar Kerja Proses MPDM untuk Keseluruhan Aktivitas Tukang

Tukang	Unit	Waktu Produksi Total (menit)	Jumlah siklus	Rata-rata waktu siklus (menit)	$\sum [(\text{waktu siklus produksi} - \text{waktu siklus tak tertunda})]/n$
3	Siklus Produksi Tak Tertunda	172	2	86,00	43,00
	Siklus Produksi Keseluruhan	384	4	96,00	10,00
4	Siklus Produksi Tak Tertunda	175	2	87,50	43,75
	Siklus Produksi Keseluruhan	388	4	97,00	9,50
5	Siklus Produksi Tak Tertunda	189	2	94,50	47,25
	Siklus Produksi Keseluruhan	398	4	99,50	5,00
6	Siklus Produksi Tak Tertunda	187	2	93,50	46,75
	Siklus Produksi Keseluruhan	382	4	95,50	2,00
7	Siklus Produksi Tak Tertunda	277	3	92,33	61,56
	Siklus Produksi Keseluruhan	412	4	103,00	10,67
8	Siklus Produksi Tak Tertunda	272	3	90,67	60,44
	Siklus Produksi Keseluruhan	392	4	98,00	7,33
9	Siklus Produksi Tak Tertunda	274	3	91,33	60,89
	Siklus Produksi Keseluruhan	406	4	101,50	10,17
10	Siklus Produksi Tak Tertunda	268	3	89,33	59,56
	Siklus Produksi Keseluruhan	389	4	97,25	7,92
11	Siklus Produksi Tak Tertunda	269	3	89,67	59,78
	Siklus Produksi Keseluruhan	394	4	98,50	8,83
12	Siklus Produksi Tak Tertunda	271	3	90,33	60,22
	Siklus Produksi Keseluruhan	394	4	98,50	8,17

Lanjutan Tabel 4.34 Perhitungan Lembar Kerja Proses MPDM untuk Keseluruhan Aktivitas Tukang

Tukang	Unit	Waktu Produksi Total (menit)	Jumlah siklus	Rata-rata waktu siklus (menit)	$\sum [(waktu siklus produksi-waktu siklus tak tertunda)] / n$
13	Siklus Produksi Keseluruhan	394	4	98,50	8,17
	Siklus Produksi Keseluruhan	392	4	98,00	9,00
14	Siklus Produksi Tak Tertunda	268	3	89,33	59,56
	Siklus Produksi Keseluruhan	390	4	97,50	8,17
15	Siklus Produksi Tak Tertunda	268	3	89,33	59,56
	Siklus Produksi Keseluruhan	394	4	98,50	9,17
16	Siklus Produksi Tak Tertunda	81	4	20,25	15,19
	Siklus Produksi Keseluruhan	132	4	33,00	6,00
17	Siklus Produksi Tak Tertunda	213	3	71,00	47,33
	Siklus Produksi Keseluruhan	353	4	88,25	17,25
18	Siklus Produksi Tak Tertunda	110	3	36,67	24,44
	Siklus Produksi Keseluruhan	173	4	43,25	6,58

Tabel 4.35 Perhitungan Lembar kerja Proses MPDM Tukang 1 Pemasangan Struktur Atap
(Data Primer Hasil Penelitian yang diolah)

Unit	Waktu Produksi Total (menit)	Jumlah siklus	Rata-rata waktu siklus (menit)	$\sum [(waktu siklus produksi-waktu siklus tak tertunda)] / n$
Siklus Produksi Tak Tertunda	126	2	63	31,5
Siklus Produksi Keseluruhan	366,7	4	91,7	28,7

Proses perhitungan:

c. Siklus Produksi Tak Tertunda

Siklus produksi tak tertunda merupakan jumlah waktu yang dibutuhkan tukang untuk menyelesaikan pekerjaan tanpa adanya penundaan.

- Waktu produksi total dihitung dari penjumlahan seluruh siklus yang tidak mengalami penundaan: $75 + 51 = 126$ menit
- Jumlah siklus adalah banyaknya siklus yang tak tertunda
Jumlah siklus: 2 siklus (siklus 3 dan 4)
- Rata-rata waktu siklus adalah produksi total dibagi jumlah siklus
 $126 / 2 = 63$ menit.
- Selisih rata-rata siklus produksi terhadap siklus tak tertunda per siklus:
 $(126 - 63) / 2 = 31,5$ menit

d. Siklus Produksi Keseluruhan

Siklus produksi keseluruhan mencakup seluruh waktu yang digunakan termasuk penundaan akibat faktor tenaga kerja, peralatan, material, lingkungan, dan manajemen.

- Waktu produksi total = jumlah seluruh siklus produksi
 $135 + 105 + 75 + 51 = 366,7$ menit
- Jumlah siklus adalah banyaknya siklus keseluruhan = 4 siklus
- Rata-rata waktu siklus = total waktu produksi ÷ jumlah siklus
 $366,7 / 4 = 91,7$ menit
- Selisih rata-rata siklus produksi keseluruhan terhadap siklus tak tertunda: $144,7$ (Tabel 4.24) / 4 = 28,7 menit

Selanjutnya, hasil analisis lembar kerja MPDM untuk seluruh tukang pada pemasangan struktur atap yang diamati akan ditampilkan dalam Tabel 4.36.

Tabel 4.36 Perhitungan Lembar Kerja Proses MPDM untuk Keseluruhan Aktivitas Tukang
(Data Primer Hasil Penelitian yang diolah)

Tukang	Unit	Waktu Produksi Total (menit)	Jumlah siklus	Rata-rata waktu siklus (menit)	$\sum [(waktu siklus produksi-waktu siklus tak tertunda)] / n$
1	Siklus Produksi Tak Tertunda	126	2	63,0	31,5
	Siklus Produksi Keseluruhan	366,7	4	91,7	28,7
2	Siklus Produksi Tak Tertunda	135,0	2	67,5	33,8
	Siklus Produksi Keseluruhan	402,0	4	100,5	33,0

Lanjutan Tabel 4.36 Perhitungan Lembar Kerja Proses MPDM untuk Keseluruhan Aktivitas Tukang

Tukang	Unit	Waktu Produksi Total (menit)	Jumlah siklus	Rata-rata waktu siklus (menit)	$\sum [(\text{waktu siklus produksi-waktu siklus tak tertunda})] / n$
3	Siklus Produksi Tak Tertunda	199,2	2	99,6	49,8
	Siklus Produksi Keseluruhan	414,0	4	103,5	3,7
4	Siklus Produksi Tak Tertunda	186,0	2	93,0	46,5
	Siklus Produksi Keseluruhan	410,0	4	102,5	9,5
5	Siklus Produksi Tak Tertunda	188,0	1	188,0	0,0
	Siklus Produksi Keseluruhan	364,7	4	91,2	28,5
6	Siklus Produksi Tak Tertunda	251,2	3	83,7	55,8
	Siklus Produksi Keseluruhan	347,2	4	86,8	3,1

Hasil perhitungan informasi penundaan pada Tukang 1 untuk pekerjaan pemotongan besi kolom struktur, pemasangan bata dinding, pemotongan besi pada balok dan ring balok, serta pekerjaan pemasangan struktur atap baja ringan disajikan dalam Tabel 4.37 hingga Tabel 4.40. Tabel ini menunjukkan kejadian penundaan, total penambahan waktu, kemungkinan kejadian, *relative severity*, dan perkiraan persentase waktu penundaan per siklus produksi untuk setiap faktor penyebab penundaan.

Tabel 4.37 Analisis Waktu Penundaan pada Tukang 1 Pekerjaan Pemotongan Besi Kolom Struktur

(Data Primer Hasil Penelitian yang diolah)

Tukang		Informasi Penundaan				
		Lingkungan	Peralatan	Tenaga Kerja	Material	Manajemen
1	Kejadian	-	-	1	-	-
	Total Penambahan Waktu	-	-	9	-	-
	Kemungkinan Kejadian	-	-	0,25	-	-
	<i>Relative severity</i>	-	-	0,23684	-	-
	Perkiraan % waktu Penundaan Persiklus Produksi	-	-	5,92%	-	-

Tabel 4.38 Analisis Waktu Penundaan pada Tukang 1 dalam Pekerjaan Pemasangan Bata
 (Data Primer Hasil Penelitian yang diolah)

Tukang		Informasi Penundaan				
		Lingku- ngan	Pera- latan	Tenaga Kerja	Material	Mana- jemen
1	Kejadian	-	-	2	-	-
	Total Penambahan Waktu	-	-	14	-	-
	Kemungkinan Kejadian	-	-	0,5	-	-
	<i>Relative severity</i>	-	-	0,0686768	-	-
	Perkiraan % waktu Penundaan Persiklus Produksi	-	-	3,434%	-	-

Tabel 4.39 Analisis Waktu Penundaan pada Tukang 1 Pekerjaan Pemotongan Besi Balok Dan Ring Balok
 (Data Primer Hasil Penelitian yang diolah)

Tukang		Informasi Penundaan				
		Lingku- ngan	Pera- latan	Tenaga Kerja	Material	Mana- jemen
1	Kejadian	-	-	1	-	-
	Total Penambahan Waktu	-	-	15	-	-
	Kemungkinan Kejadian	-	-	0,25	-	-
	<i>Relative severity</i>	-	-	0,3141361	-	-
	Perkiraan % waktu Penundaan Persiklus Produksi	-	-	7,853%	-	-

Tabel 4.40 Analisis Waktu Penundaan pada Tukang 1 Pekerjaan Pemasangan Struktur Atap
 (Data Primer Hasil Penelitian yang diolah)

Tukang		Informasi Penundaan				
		Lingku- ngan	Pera- latan	Tenaga Kerja	Material	Manajemen
1	Kejadian	-	-	2	-	-
	Total Penambahan Waktu	-	-	42	-	-
	Kemungkinan Kejadian	-	-	0,5	-	-
	<i>Relative severity</i>	-	-	0,229	-	-
	Perkiraan % waktu Penundaan Persiklus Produksi	-	-	11,45%	-	-

Proses data Tukang 1 pekerjaan pemasangan struktur atap:

a. Kejadian

Kejadian adalah jumlah siklus yang mengalami penundaan pada satu atau lebih faktor, seperti faktor lingkungan, peralatan, tenaga kerja, material, maupun manajemen.

- Pada pekerjaan ini, penundaan terjadi pada faktor tenaga kerja sebanyak 2 siklus.

b. Total penambahan waktu

Total penambahan waktu merupakan akumulasi seluruh durasi penundaan pada setiap siklus untuk semua tipe penundaan:

- Siklus 1: penundaan tenaga kerja = 18 menit
- Siklus 2: penundaan tenaga kerja = 24 menit
- Total penundaan = $18 + 24 = 42$ menit

c. Kemungkinan kejadian

Kemungkinan kejadian dihitung sebagai rasio jumlah siklus dengan penundaan terhadap jumlah siklus keseluruhan:

$$\text{Kemungkinan Kejadian} = \frac{\text{Jumlah Siklus Kejadian}}{\text{Jumlah Siklus Keseluruhan}} \\ = 2 / 4 = 0,5$$

d. Tingkat kerumitan (*Relative severity*)

Relative severity dihitung dengan membagi total penambahan waktu dengan jumlah kejadian, lalu dibagi rata-rata waktu siklus produksi keseluruhan:

$$\begin{aligned} \text{Relative Severity} &= \frac{\text{Total Penambahan Waktu}}{\text{Jumlah Kejadian}} / \text{Rata - rata Waktu Siklus} \\ &= (42 / 2) / 91,7 = 0,229 \end{aligned}$$

e. Perkiraan Persentase Waktu Penundaan per Siklus Produksi

Persentase waktu penundaan per siklus produksi dihitung sebagai produk dari kemungkinan kejadian, relative severity, dan 100%.

$$= \text{Persentase Waktu Penundaan} = 0,5 \times 0,229 \times 100\% = 11,45\%$$

Selanjutnya, ringkasan hasil perhitungan informasi penundaan untuk seluruh tukang pada berbagai pekerjaan konstruksi disajikan. Analisis ini mencakup pekerjaan pemotongan besi kolom struktur, pemasangan bata merah untuk dinding, pemotongan besi balok dan ring balok, serta pemasangan struktur atap baja ringan. Tabel-tabel 4.41 hingga 4.44 menampilkan informasi penundaan berdasarkan lima faktor penyebab, yaitu lingkungan, peralatan, tenaga kerja, material, dan manajemen.

Tabel 4. 41 Analisis Waktu Penundaan pada Tukang Pekerjaan Besi
Kolom Struktur
(Data Primer Hasil Penelitian yang diolah)

Tukang		Informasi Penundaan				
		Lingku- ngan	Peralat- tan	Tenaga Kerja	Material	Manajemen
1	Kejadian	-	-	1	-	-
	Total Penambahan Waktu	-	-	9	-	-
	Kemungkinan Kejadian	-	-	0,25	-	-
	<i>Relative severity</i>	-	-	0,24	-	-
	Perkiraan % waktu Penundaan Persiklus Produksi	-	-	5,92	-	-

Lanjutan Tabel 4.41 Analisis Waktu Penundaan pada Tukang Pekerjaan Besi Kolom Struktur

Tukang		Informasi Penundaan				
		Lingku-nan	Peralat-an	Tenaga Kerja	Material	Manajemen
2	Kejadian	-	2	2	-	-
	Total Penambahan Waktu	-	5	12	-	-
	Kemungkinan Kejadian	-	0,5	0,5	-	-
	<i>Relative severity</i>	-	0,05	0,12	-	-
	Perkiraan % waktu Penundaan Persiklus Produksi	-	2,42	5,81	-	-
3	Kejadian	-	-	1	-	-
	Total Penambahan Waktu	-	-	18	-	-
	Kemungkinan Kejadian	-	-	0,25	-	-
	<i>Relative severity</i>	-	-	0,23	-	-
	Perkiraan % waktu Penundaan Persiklus Produksi	-	-	5,78	-	-
4	Kejadian	-	-	2	-	-
	Total Penambahan Waktu	-	-	21	-	-
	Kemungkinan Kejadian	-	-	0,5	-	-
	<i>Relative severity</i>	-	-	0,20	-	-
	Perkiraan % waktu Penundaan Persiklus Produksi	-	-	10,14	-	-
5	Kejadian	-	-	2	-	-
	Total Penambahan Waktu	-	-	18	-	-
	Kemungkinan Kejadian	-	-	0,5	-	-
	<i>Relative severity</i>	-	-	0,17	-	-
	Perkiraan % waktu Penundaan Persiklus Produksi	-	-	8,41	-	-

Lanjutan Tabel 4.41 Analisis Waktu Penundaan pada Tukang Pekerjaan Besi Kolom Struktur

Tukang		Informasi Penundaan				
		Lingku-nan	Peralat-an	Tenaga Kerja	Material	Manajemen
6	Kejadian	-	-	2	-	-
	Total Penambahan Waktu	-	-	20	-	-
	Kemungkinan Kejadian	-	-	0,5	-	-
	<i>Relative severity</i>	-	-	0,19	-	-
	Perkiraan % waktu Penundaan Persiklus Produksi	-	-	9,59	-	-
7	Kejadian	-	-	2	-	-
	Total Penambahan Waktu	-	-	16	-	-
	Kemungkinan Kejadian	-	-	0,5	-	-
	<i>Relative severity</i>	-	-	0,15	-	-
	Perkiraan % waktu Penundaan Persiklus Produksi	-	-	7,41	-	-
8	Kejadian	-	-	3	1	-
	Total Penambahan Waktu	-	-	27	15	-
	Kemungkinan Kejadian	-	-	0,75	0,25	-
	<i>Relative severity</i>	-	-	0,26	0,14	-
	Perkiraan % waktu Penundaan Persiklus Produksi	-	-	19,19	3,55	-

Tabel 4.42 Analisis Waktu Penundaan pada Tukang Pekerjaan Pemasangan Bata
 (Data Primer Hasil Penelitian yang diolah)

Tukang		Informasi Penundaan				
		Lingku- ngan	Peralat- an	Tenaga Kerja	Material	Mana- jemen
1	Kejadian	-	-	2	-	-
	Total Penambahan Waktu	-	-	14	-	-
	Kemungkinan Kejadian	-	-	0,5	-	-
	<i>Relative severity</i>	-	-	0,07	-	-
	Perkiraan % waktu Penundaan Persiklus Produksi	-	-	3,43	-	-
2	Kejadian	-	-	2	-	-
	Total Penambahan Waktu	-	-	12	-	-
	Kemungkinan Kejadian	-	-	0,5	-	-
	<i>Relative severity</i>	-	-	0,07	-	-
	Perkiraan % waktu Penundaan Persiklus Produksi	-	-	3,39	-	-
3	Kejadian	-	-	2	-	-
	Total Penambahan Waktu	-	-	13	-	-
	Kemungkinan Kejadian	-	-	0,5	-	-
	<i>Relative severity</i>	-	-	0,09	-	-
	Perkiraan % waktu Penundaan Persiklus Produksi	-	-	4,32	-	-
4	Kejadian	-	-	3	-	-
	Total Penambahan Waktu	-	-	18	-	-
	Kemungkinan Kejadian	-	-	0,75	-	-
	<i>Relative severity</i>	-	-	0,06	-	-
	Perkiraan % waktu Penundaan Persiklus Produksi	-	-	4,50	-	-

Lanjutan Tabel 4.42 Analisis Waktu Penundaan pada Tukang Pekerjaan Pemasangan Bata

Tukang		Informasi Penundaan				
		Lingku-nan	Peralata-n	Tenaga Kerja	Material	Manajemen
5	Kejadian	-	-	2	-	-
	Total Penambahan Waktu	-	-	13	-	-
	Kemungkinan Kejadian	-	-	0,5	-	-
	<i>Relative severity</i>	-	-	0,07	-	-
	Perkiraan % waktu Penundaan Persiklus Produksi	-	-	3,69	-	-
6	Kejadian	-	-	1	-	-
	Total Penambahan Waktu	-	-	7	-	-
	Kemungkinan Kejadian	-	-	0,25	-	-
	<i>Relative severity</i>	-	-	0,10	-	-
	Perkiraan % waktu Penundaan Persiklus Produksi	-	-	2,49	-	-
7	Kejadian	-	-	2	-	-
	Total Penambahan Waktu	-	-	14	-	-
	Kemungkinan Kejadian	-	-	0,5	-	-
	<i>Relative severity</i>	-	-	0,07	-	-
	Perkiraan % waktu Penundaan Persiklus Produksi	-	-	3,64	-	-
8	Kejadian	-	-	1	-	-
	Total Penambahan Waktu	-	-	7	-	-
	Kemungkinan Kejadian	-	-	0,25	-	-
	<i>Relative severity</i>	-	-	0,074	-	-
	Perkiraan % waktu Penundaan Persiklus Produksi	-	-	1,858	-	-

Lanjutan Tabel 4.42 Analisis Waktu Penundaan pada Tukang Pekerjaan Pemasangan Bata

Tukang		Informasi Penundaan				
		Lingku-ngan	Perala-tan	Tenaga Kerja	Material	Mana-jemen
9	Kejadian	-	-	2	-	-
	Total Penambahan Waktu	-	-	14	-	-
	Kemungkinan Kejadian	-	-	0,5	-	-
	<i>Relative severity</i>	-	-	0,074	-	-
	Perkiraan % waktu Penundaan Persiklus Produksi	-	-	3,704	-	-
10	Kejadian	-	-	1	-	-
	Total Penambahan Waktu	-	-	7	-	-
	Kemungkinan Kejadian	-	-	0,25	-	-
	<i>Relative severity</i>	-	-	0,11	-	-
	Perkiraan % waktu Penundaan Persiklus Produksi	-	-	2,64	-	-
11	Kejadian	1	-	2	-	-
	Total Penambahan Waktu	20	-	13	-	-
	Kemungkinan Kejadian	0,25	-	0,5	-	-
	<i>Relative severity</i>	0,22	-	0,07	-	-
	Perkiraan % waktu Penundaan Persiklus Produksi	5,51	-	3,58	-	-
12	Kejadian	1	-	1	-	-
	Total Penambahan Waktu	20	-	6	-	-
	Kemungkinan Kejadian	0,25	-	0,25	-	-
	<i>Relative severity</i>	0,21	-	0,06	-	-
	Perkiraan % waktu Penundaan Persiklus Produksi	5,33	-	1,60	-	-

Lanjutan Tabel 4.42 Analisis Waktu Penundaan pada Tukang Pekerjaan Pemasangan Bata

Tukang		Informasi Penundaan				
		Lingku- ngan	Peral- tan	Tenaga Kerja	Material	Mana- jemen
13	Kejadian	1	-	1	-	-
	Total Penambahan Waktu	20	-	5	-	-
	Kemungkinan Kejadian	0,25	-	0,25	-	-
	<i>Relative severity</i>	0,26	-	0,07	-	-
	Perkiraan % waktu Penundaan Persiklus Produksi	6,60	-	1,65	-	-
14	Kejadian	-	-	1	-	-
	Total Penambahan Waktu	-	-	6	-	-
	Kemungkinan Kejadian	-	-	0,25	-	-
	<i>Relative severity</i>	-	-	0,08	-	-
	Perkiraan % waktu Penundaan Persiklus Produksi	-	-	1,99	-	-
15	Kejadian	-	-	1	-	-
	Total Penambahan Waktu	-	-	6	-	-
	Kemungkinan Kejadian	-	-	0,25	-	-
	<i>Relative severity</i>	-	-	0,06	-	-
	Perkiraan % waktu Penundaan Persiklus Produksi	-	-	1,61	-	-

**Tabel 4.43 Analisis Waktu Penundaan pada Tukang
Pekerjaan Besi Balok dan Ring Balok
(Data Primer Hasil Penelitian yang diolah)**

Tukang		Informasi Penundaan				
		Lingku- ngan	Peralat- an	Tenaga Kerja	Material	Mana- jemen
1	Kejadian	-	-	1	-	-
	Total Penambahan Waktu	-	-	15	-	-
	Kemungkinan Kejadian	-	-	0,25	-	-
	<i>Relative severity</i>	-	-	0,314	-	-
	Perkiraan % waktu Penundaan Persiklus Produksi	-	-	7,853	-	-
2	Kejadian	-	-	1	-	-
	Total Penambahan Waktu	-	-	19	-	-
	Kemungkinan Kejadian	-	-	0,25	-	-
	<i>Relative severity</i>	-	-	0,1949	-	-
	Perkiraan % waktu Penundaan Persiklus Produksi	-	-	4,872	-	-
3	Kejadian	-	-	1	-	-
	Total Penambahan Waktu	-	-	18	-	-
	Kemungkinan Kejadian	-	-	0,25	-	-
	<i>Relative severity</i>	-	-	0,1925	-	-
	Perkiraan % waktu Penundaan Persiklus Produksi	-	-	4,8128	-	-
4	Kejadian	-	-	1	-	-
	Total Penambahan Waktu	-	-	17	-	-
	Kemungkinan Kejadian	-	-	0,25	-	-
	<i>Relative severity</i>	-	-	0,175	-	-
	Perkiraan % waktu Penundaan Persiklus Produksi	-	-	4,381	-	-

Lanjutan Tabel 4.43 Analisis Waktu Penundaan pada Tukang Pekerjaan Besi Balok dan Ring Balok

Tukang		Informasi Penundaan				
		Lingku- ngan	Peralan- tan	Tenaga Kerja	Material	Mana- jemen
5	Kejadian	-	-	1	-	-
	Total Penambahan Waktu	-	-	14	-	-
	Kemungkinan Kejadian					
	<i>Relative severity</i>	-	-	0,1407	-	-
	Perkiraan % waktu Penundaan Persiklus Produksi	-	-	3,516	-	-
6	Kejadian	-	-	1	-	-
	Total Penambahan Waktu	-	-	11	-	-
	Kemungkinan Kejadian	-	-	0,25	-	-
	<i>Relative severity</i>	-	-	0,115	-	-
	Perkiraan % waktu Penundaan Persiklus Produksi	-	-	2,8796	-	-
7	Kejadian	-	-	1	2	-
	Total Penambahan Waktu	-	-	6	13	-
	Kemungkinan Kejadian	-	-	0,25	0,5	-
	<i>Relative severity</i>	-	-	0,058	0,063	-
	Perkiraan % waktu Penundaan Persiklus Produksi	-	-	1,456	3,155	-
8	Kejadian	-	-	1	1	-
	Total Penambahan Waktu	-	-	6	7	-
	Kemungkinan Kejadian	-	-	0,25	0,25	-
	<i>Relative severity</i>	-	-	0,061	0,071	-
	Perkiraan % waktu Penundaan Persiklus Produksi	-	-	1,530	1,786	-

Lanjutan Tabel 4.43 Analisis Waktu Penundaan pada Tukang Pekerjaan Besi Balok dan Ring Balok

Tukang		Informasi Penundaan				
		Lingku- ngan	Peralan- tan	Tenaga Kerja	Material	Manajemen
9	Kejadian	-	-	1	2	-
	Total Penambahan Waktu	-	-	6	16	-
	Kemungkinan Kejadian	-	-	0,25	0,25	-
	<i>Relative severity</i>	-	-	0,059	0,079	-
	Perkiraan % waktu Penundaan Persiklus Produksi	-	-	1,478	3,941	-
10	Kejadian	-	-	1	1	-
	Total Penambahan Waktu	-	-	8	8	-
	Kemungkinan Kejadian	-	-	0,25	0,25	-
	<i>Relative severity</i>	-	-	0,08	0,0823	-
	Perkiraan % waktu Penundaan Persiklus Produksi	-	-	2,057	2,057	-
11	Kejadian	-	-	1	2	-
	Total Penambahan Waktu	-	-	6	13	-
	Kemungkinan Kejadian	-	-	0,25	0,5	-
	<i>Relative severity</i>	-	-	0,0609	0,066	-
	Perkiraan % waktu Penundaan Persiklus Produksi	-	-	1,523	3,299	-
12	Kejadian	-	-	1	1	-
	Total Penambahan Waktu	-	-	8	8	-
	Kemungkinan Kejadian	-	-	0,25	0,25	-
	<i>Relative severity</i>	-	-	0,0812	0,081	-
	Perkiraan % waktu Penundaan Persiklus Produksi	-	-	2,0304	2,030	-
13	Kejadian	-	-	1	2	-
	Total Penambahan Waktu	-	-	9	11	-
	Kemungkinan Kejadian	-	-	0,25	0,5	-
	<i>Relative severity</i>	-	-	0,092	0,056	-
	Perkiraan % waktu Penundaan Persiklus Produksi	-	-	2,29592	2,806	-

Lanjutan Tabel 4.43 Analisis Waktu Penundaan pada Tukang Pekerjaan Besi Balok dan Ring Balok

Tukang		Informasi Penundaan				
		Lingku- ngan	Perala- tan	Tenaga Kerja	Material	Mana- jemen
14	Kejadian	-	-	1	1	-
	Total Penambahan Waktu	-	-	9	8	-
	Kemungkinan Kejadian	-	-	0,25	0,25	-
	<i>Relative severity</i>	-	-	0,0923	0,0821	-
	Perkiraan % waktu Penundaan Persiklus Produksi	-	-	2,3077	2,0513	-
15	Kejadian	-	-	1	2	-
	Total Penambahan Waktu	-	-	7	13	-
	Kemungkinan Kejadian	-	-	0,25	0,5	-
	<i>Relative severity</i>	-	-	0,0711	0,066	-
	Perkiraan % waktu Penundaan Persiklus Produksi	-	-	1,777	3,2995	-
16	Kejadian	-	-	-	1	-
	Total Penambahan Waktu	-	-	-	7	-
	Kemungkinan Kejadian	-	-	-	0,25	-
	<i>Relative severity</i>	-	-	-	0,212	-
	Perkiraan % waktu Penundaan Persiklus Produksi	-	-	-	5,30	-
17	Kejadian	-	-	1	-	-
	Total Penambahan Waktu	-	-	6	-	-
	Kemungkinan Kejadian	-	-	0,25	-	-
	<i>Relative severity</i>	-	-	0,066	-	-
	Perkiraan % waktu Penundaan Persiklus Produksi	-	-	1,6997	-	-

Lanjutan Tabel 4.43 Analisis Waktu Penundaan pada Tukang Pekerjaan Besi Balok dan Ring Balok

Tukang		Informasi Penundaan				
		Lingku-ngan	Peralat-an	Tenaga Kerja	Material	Mana-jemen
18	Kejadian	-	-	1	-	-
	Total Penambahan Waktu	-	-	7	-	-
	Kemungkinan Kejadian	-	-	0,25	-	-
	Relative severity	-	-	0,1618	-	-
	Perkiraan % waktu Penundaan Persiklus Produksi	-	-	4,046	-	-

Tabel 4.44 Analisis Waktu Penundaan pada Tukang Pekerjaan Pemasangan Struktur Atap
(Data Primer Hasil Penelitian yang diolah)

Tukang		Informasi Penundaan				
		Lingku-ngan	Peralat-an	Tenaga Kerja	Material	Mana-jemen
1	Kejadian	-	-	2	-	-
	Total Penambahan Waktu	-	-	42	-	-
	Kemungkinan Kejadian	-	-	0,5	-	-
	Relative severity	-	-	0,23	-	-
	Perkiraan % waktu Penundaan Persiklus Produksi	-	-	11,45	-	-
2	Kejadian	-	-	2	-	-
	Total Penambahan Waktu	-	-	45	-	-
	Kemungkinan Kejadian	-	-	0,5	-	-
	Relative severity	-	-	0,22	-	-
	Perkiraan % waktu Penundaan Persiklus Produksi	-	-	11,19	-	-
3	Kejadian	-	-	2	-	-
	Total Penambahan Waktu	-	-	32	-	-

Lanjutan Tabel 4.44 Analisis Waktu Penundaan pada Tukang Pekerjaan Pemasangan Struktur Atap

Tukang		Informasi Penundaan				
		Lingku- ngan	Perala- tan	Tenaga Kerja	Material	Mana- jemen
4	Kemungkinan Kejadian	-	-	0,5	-	-
	<i>Relative severity</i>	-	-	0,15	-	-
	Perkiraan % waktu Penundaan Persiklus Produksi	-	-	7,73	-	-
	Kejadian	-	-	2	-	-
5	Total Penambahan Waktu	-	-	38	-	-
	Kemungkinan Kejadian	-	-	0,5	-	-
	<i>Relative severity</i>	-	-	0,19	-	-
	Perkiraan % waktu Penundaan Persiklus Produksi	-	-	9,27	-	-
6	Kejadian	-	-	1	-	-
	Total Penambahan Waktu	-	-	20	-	-
	Kemungkinan Kejadian	-	-	0,25	-	-
	<i>Relative severity</i>	-	-	0,22	-	-
	Perkiraan % waktu Penundaan Persiklus Produksi	-	-	5,48	-	-

4.1.3.1 Perhitungan Nilai Produktivitas Aktual Pekerja

Perhitungan produktivitas tenaga kerja dilakukan pada empat jenis pekerjaan, yaitu pemasangan struktur, pemasangan bata, pembesian balok dan ring balok, serta pemasangan struktur atap. Produktivitas dihitung dengan mempertimbangkan waktu total, waktu non efektif (delay), waktu efektif (*non*

delay), dan volume atau luas pekerjaan yang diselesaikan. Hasil perhitungan untuk Tukang 1 adalah sebagai berikut:

- a. Perhitungan Produktivitas Pembesian Kolom Struktur pada Tukang 1:

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu total 4 siklus} &= 152 \text{ menit} \\
 \text{Waktu non efektif (*delay*)} &= 9 \text{ menit} \\
 \text{Waktu efektif (*non delay*)} &= 152 - 9 = 143 \text{ menit} \\
 \text{Luas untuk 4 siklus} &= 648,97 \text{ kg/m berat besi} \\
 \text{Produktivitas Keseluruhan} &= \frac{1 \text{ jam}}{\text{jam efektif}} \times \text{produksi} \\
 &= \frac{1 \times 60 \text{ menit}}{143 \text{ menit}} \times 648,97 \text{ kg} \\
 &= 272,29 \text{ kg/jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Produktivitas Ideal} &= \frac{\text{Produktivitas Keseluruhan}}{1-Een-Eeq-Ela-Emt-Emm} \\
 &= \frac{272,29 \text{ kg/jam}}{1-0-0-0,24-0-0} \\
 &= 356,80 \text{ kg/jam}
 \end{aligned}$$

$$\text{Rata-rata 1 siklus} = 152 / 4 = 38 \text{ menit}$$

- b. Perhitungan Produktivitas Pemasangan Bata pada Tukang 1:

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu total 4 siklus} &= 408 \text{ menit} \\
 \text{Waktu non efektif (*delay*)} &= 14 \text{ menit} \\
 \text{Waktu efektif (*non delay*)} &= 407,7 - 14 = 393,7 \text{ menit} \\
 \text{Luas untuk 4 siklus} &= 18 \text{ m}^2 \\
 \text{Produktivitas Keseluruhan} &= \frac{1 \text{ jam}}{\text{jam efektif}} \times \text{produksi} \\
 &= \frac{1 \times 60 \text{ menit}}{393,7 \text{ menit}} \times 18 \text{ m}^2 \\
 &= 2,74 \text{ m}^2/\text{jam} \\
 \text{Produktivitas Ideal} &= \frac{\text{Produktivitas Keseluruhan}}{1-Een-Eeq-Ela-Emt-Emm} \\
 &= \frac{2,74 \text{ m}^2/\text{jam}}{1-0-0-0,07-0-0} \\
 &= 2,95 \text{ m}^2/\text{jam}
 \end{aligned}$$

$$\text{Rata-rata 1 siklus} = 408 / 4 = 101,9 \text{ menit}$$

- c. Perhitungan Produktivitas Pekerjaan Pembesian Balok dan Ring Balok pada Tukang 1:

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu total 4 siklus} &= 191 \text{ menit} \\
 \text{Waktu non efektif (delay)} &= 15 \text{ menit} \\
 \text{Waktu efektif (non delay)} &= 191 - 15 = 176 \text{ menit} \\
 \text{Luas untuk 4 siklus} &= 387,99 \text{ kg} \\
 \text{Produktivitas Keseluruhan} &= \frac{1 \text{ jam}}{\text{jam efektif}} \times \text{produksi} \\
 &= \frac{1 \times 60 \text{ menit}}{176 \text{ menit}} \times 387,99 \text{ kg} \\
 &= 132,27 \text{ kg/jam} \\
 \text{Produktivitas Ideal} &= \frac{\text{Produktivitas Keseluruhan}}{1-Een-Eeq-Ela-Emt-Emm} \\
 &= \frac{132,27 \text{ kg/jam}}{1-0-0-0,31-0-0} \\
 &= 192,85 \text{ kg/jam} \\
 \text{Rata-rata 1 siklus} &= 191 / 4 = 47,8 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

- d. Perhitungan Produktivitas Pekerjaan Pemasangan Struktur Atap pada Tukang 1:

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu total 4 siklus} &= 366,7 \text{ menit} \\
 \text{Waktu non efektif (delay)} &= 42 \text{ menit} \\
 \text{Waktu efektif (non delay)} &= 366,7 - 42 = 324,7 \text{ menit} \\
 \text{Luas untuk 4 siklus} &= 71,31 \text{ m}^2 \\
 \text{Produktivitas Keseluruhan} &= \frac{1 \text{ jam}}{\text{jam efektif}} \times \text{produksi} \\
 &= \frac{1 \times 60 \text{ menit}}{324,7 \text{ menit}} \times 71,31 \text{ m}^2 \\
 &= 13,18 \text{ m}^2/\text{jam} \\
 \text{Produktivitas Ideal} &= \frac{\text{Produktivitas Keseluruhan}}{1-Een-Eeq-Ela-Emt-Emm} \\
 &= \frac{13,18 \text{ m}^2/\text{jam}}{1-0-0-0,23-0-0} \\
 &= 17,09 \text{ m}^2/\text{jam} \\
 \text{Rata-rata 1 siklus} &= 366,7 / 4 = 91,68 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Selanjutnya, dengan menggunakan metode perhitungan yang sama, diperoleh nilai produktivitas untuk masing-masing tukang pada pekerjaan pembesian

kolom struktur, pekerjaan pemasangan bata, pekerjaan pembesian balok dan ring balok, serta pekerjaan pemasangan struktur atap. Hasil perhitungan produktivitas tersebut disajikan secara rinci dalam Tabel 4.45 sampai dengan Tabel 4.48.

Tabel 4.45 Nilai Produktivitas Tukang Untuk Pekerjaan Pembesian Kolom Struktur
(Data Primer Hasil Penelitian yang diolah)

Tukang	Waktu Total (menit)	Delay (menit)	Efektif (menit)	Luas 4 Siklus (Kg)	Produktivitas Keseluruhan (Kg/jam)	Produktivitas Ideal (kg/jam)	Rata-rata waktu per tukang (menit)
1	152	9	143	648,97	272,29	356,8	38
2	413	17	396	93	14	17	103
3	311,17	18	293,17	75	15,35	19,97	77,79
4	414	21	393	148,75	22,71	28,49	103,5
5	428	18	410	159,11	23,28	27,99	107
6	417	20	397	159,17	24,06	128,07	104,25
7	432	16	416	181,94	26,24	30,81	108
8	422	42	380	648,97	102,47	170,24	105,5

Tabel 4.46 Nilai Produktivitas Tukang Untuk Pekerjaan Pemasangan Bata
(Data Primer Hasil Penelitian yang diolah)

Tukang	Waktu Total (menit)	Delay (menit)	Efektif (menit)	Luas 4 Siklus (m ²)	Produktivitas Keseluruhan m ² /jam	Produktivitas Ideal (m ² /jam)	Rata-rata waktu per tukang (menit)
1	407,7	14	393,7	18,00	2,74	2,95	101,9
2	353,8	12	341,8	14,49	2,54	2,73	88,4
3	300,8	13	287,8	12,66	2,64	2,89	75,2
4	399,8	18	381,8	17,80	2,80	2,98	100
5	351,93	13	338,93	14,59	2,58	2,79	87,983
6	281	7	274	11,02	2,41	2,68	70,25
7	385	14	371	17,83	2,88	3,11	96,25
8	376,7	7	369,7	17,40	2,82	3,05	94,18
9	378	14	364	14,89	2,45	2,65	94,5
10	265,4	7	258,4	12,78	2,97	3,32	66,35
11	363	33	330	19,72	3,59	5,06	40
12	374,9	26	348,9	18,37	3,16	4,37	374,9
13	303	25	278	11,37	2,45	3,66	75,75
14	302	6	296	14,80	3,00	3,26	75,5
15	372,1	6	366,10	17,65	2,89	3,09	93,03

**Tabel 4.47 Nilai Produktivitas Tukang Untuk
Pekerjaan Pembesian Balok dan Ring Balok
(Data Primer Hasil Penelitian yang diolah)**

Tukang	Waktu Total (menit)	Delay (menit)	Efektif (menit)	Luas 4 Siklus (Kg)	Produktivitas Keseluruhan (Kg/jam)	Produktivitas Ideal (kg/jam)	Rata-rata waktu per tukang (menit)
1	191	15	176	387,99	132,27	192,85	47,8
2	390	19	371	76	12	15	98
3	384	18	366	75,56	12,39	15,34	96
4	388	17	371	75,56	12,22	14,82	97
5	398	14	384	80	12,5	14,55	99,5
6	382	11	371	81,31	13,15	14,86	95,5
7	412	19	393	182,05	27,79	31,63	103
8	392	13	379	182,05	28,82	33,23	98
9	406	22	384	182,05	28,45	119,48	101,5
10	389	16	373	182,05	29,28	35,05	97,25
11	394	19	375	182,05	29,13	33,36	98,5
12	394	16	378	182,05	28,9	34,5	98,5
13	392	20	372	182,05	29,36	34,46	98
14	390	17	373	182,05	29,28	35,47	97,5
15	394	20	374	182,05	29,21	33,84	98,5
16	132	7	125	55,2	26,5	33,63	33
17	353	6	347	969,41	167,62	179,85	88,25
18	173	7	166	724,23	261,77	312,32	43,25

**Tabel 4.48 Nilai Produktivitas Tukang Untuk
Pekerjaan Pemasangan Struktur Atap
(Data Primer Hasil Penelitian yang diolah)**

Tukang	Waktu Total (menit)	Delay (menit)	Efektif (menit)	Luas 4 Siklus (m ²)	Produktivitas Keseluruhan (m ²)	Produktivitas Ideal (m ²)	Rata-rata waktu per tukang (menit)
1	366,7	42	324,7	71,31	13,18	17,09	91,68
2	402,0	45	357,0	71,31	11,99	15,44	100,50
3	414,0	32	382,0	71,31	11,20	108,45	103,49
4	410,0	38	372,0	71,31	11,50	14,12	102,50
5	364,7	20	344,7	68,40	11,90	15,25	91,18
6	347,2	20	327,2	57,00	10,45	13,58	86,79

Berdasarkan hasil analisis kuantitatif pada empat jenis pekerjaan yang diamati—pembesian kolom, pemasangan bata, pembesian balok dan ring balok, serta pemasangan struktur atap—yang disajikan pada Tabel 4.45 hingga Tabel 4.48, diperoleh gambaran komprehensif mengenai variasi produktivitas aktual tenaga kerja di lapangan. Analisis ini dilakukan untuk mengidentifikasi

pola kinerja, tingkat efisiensi kerja, serta faktor-faktor yang berpotensi memengaruhi capaian produktivitas pada masing-masing jenis pekerjaan.

1. Produktivitas Aktual Pekerjaan Pembesian Kolom Struktur

Hasil analisis pada Tabel 4.45 menunjukkan bahwa produktivitas aktual pekerjaan pembesian kolom struktur memiliki tingkat variasi yang sangat tinggi, yaitu antara 14 hingga 272,29 kg/jam. Rentang variasi ini mengindikasikan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan dalam performa tukang, yang dipengaruhi oleh besaran volume besi yang dikerjakan, kompleksitas pekerjaan pada tiap kolom, serta durasi waktu efektif yang tersedia. Tukang 1 menunjukkan produktivitas tertinggi, yaitu 272,29 kg/jam, yang dipengaruhi oleh volume pekerjaan yang relatif besar dan minimnya hambatan selama proses pelaksanaan. Sebaliknya, Tukang 2 dan Tukang 3 masing-masing mencatat produktivitas sebesar 14 kg/jam dan 15,35 kg/jam, yang menunjukkan bahwa terdapat perlambatan ritme kerja akibat durasi kerja efektif yang lebih panjang maupun hambatan teknis di lapangan. Secara keseluruhan, variasi yang terjadi mencerminkan adanya perbedaan keterampilan teknis, tingkat pengalaman, serta kondisi pekerjaan antar lokasi kolom yang diamati.

2. Produktivitas Aktual Pekerjaan Pemasangan Bata

Berdasarkan Tabel 4.46, produktivitas aktual pekerjaan pemasangan bata menunjukkan pola yang relatif lebih stabil dibandingkan dengan pekerjaan pembesian kolom. Sebagian besar tukang berada pada rentang produktivitas 2,41 hingga 3,00 m²/jam, dengan variasi yang tidak terlalu mencolok. Tukang 11 memperoleh produktivitas tertinggi sebesar 3,59 m²/jam, sedangkan nilai terendah sebesar 2,41 m²/jam dicapai oleh Tukang 6. Rentang yang relatif sempit tersebut mencerminkan bahwa kegiatan pemasangan bata merupakan pekerjaan dengan tingkat standarisasi prosedural yang tinggi. Proses kerja yang cenderung repetitif, penggunaan material yang seragam, serta tahapan kerja yang terstruktur menyebabkan variasi produktivitas antar pekerja tidak terlalu besar. *Delay* yang teridentifikasi umumnya berupa pengambilan material atau jeda singkat,

namun tidak memberikan dampak signifikan terhadap produktivitas keseluruhan.

3. Produktivitas Aktual Pekerjaan Pembesian Balok dan Ring Balok

Analisis berdasarkan Tabel 4.47 menunjukkan bahwa pekerjaan pembesian balok dan ring balok memiliki perbedaan produktivitas yang cukup mencolok antar tenaga kerja. Sebagian besar pekerja berada pada kategori produktivitas rendah, yaitu pada kisaran 12 hingga 29 kg/jam, yang dipengaruhi oleh kompleksitas pekerjaan seperti pemotongan besi berdiameter besar, pemasangan kekangan (begel), serta keterbatasan ruang gerak pada area balok. Namun demikian, terdapat tiga tukang yang menunjukkan produktivitas sangat tinggi, yaitu Tukang 17 (167,62 kg/jam), Tukang 18 (261,77 kg/jam), dan Tukang 16 (26,5 kg/jam, kategori menengah). Nilai produktivitas yang tinggi pada Tukang 17 dan 18 terutama dipengaruhi oleh volume besi yang besar dan waktu efektif kerja yang lebih optimal. Temuan ini menegaskan adanya perbedaan kondisi lokasi kerja, tingkat kesulitan pekerjaan, dan kompetensi tenaga kerja yang berdampak langsung terhadap variasi produktivitas aktual.

4. Produktivitas Aktual Pekerjaan Pemasangan Struktur Atap

Berdasarkan Tabel 4.48, produktivitas aktual pekerjaan pemasangan struktur atap memiliki rentang yang relatif stabil, yaitu antara 10,45 hingga 13,18 m²/jam. Tukang 1 mencatat produktivitas tertinggi sebesar 13,18 m²/jam, sedangkan Tukang 6 memiliki produktivitas terendah sebesar 10,45 m²/jam. Rentang variasi yang kecil ini menunjukkan bahwa pekerjaan pemasangan atap baja ringan memiliki standar operasional yang jelas, dengan tahapan pemasangan yang repetitif dan penggunaan sistem konstruksi yang seragam. Delay yang terjadi umumnya berkaitan dengan proses pengukuran ulang, pemotongan material, dan koordinasi antar pekerja, namun durasinya tidak cukup signifikan untuk menimbulkan disparitas besar dalam produktivitas tenaga kerja.

4.1.3.2 Perhitungan Koefesian Tenaga Kerja (OH)

Berdasarkan data hasil observasi, dilakukan penghitungan menggunakan metode MPDM sehingga diperoleh Nilai Koefisien Tenaga Kerja (OH) dalam menyelesaikan suatu pekerjaan sesuai objek yang diteliti. Perhitungan Koefisien Tenaga Kerja (OH) dilakukan dengan mengalikan nilai produktivitas masing-masing tukang pada pekerjaan Pembesian Kolom Struktur, Pemasangan Bata, Pembesian Balok dan Ring Balok, serta Pemasangan Struktur Atap dengan koefisien yang mengacu pada Permen PUPR Nomor 8 Tahun 2023, kemudian dibagi dengan waktu efektif harian, yaitu 7 jam per hari atau setara dengan 420 menit.

1. Waktu rata-rata total produksi yang digunakan oleh tenaga kerja pada pekerjaan pembesian kolom struktur adalah sebesar 747,4 menit, sehingga diperoleh hasil untuk perhitungan berikut:

a. Perhitungan koefisien nilai indeks Pekerja untuk pekerjaan pembesian dengan besi berdiameter < 12 mm maupun ≥ 12 mm, berdasarkan Permen PUPR Nomor 8 Tahun 2023, adalah sebesar 0,0016 OH. Dengan demikian, perhitungan koefisien waktu untuk setiap 1 kg pekerjaan pembesian kolom struktur yang dilaksanakan oleh Pekerja di lapangan dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Perhitungan Koefisien waktu 1 kg} &= \frac{0,0016 \times 747,4 \text{ menit}}{420 \text{ menit}} \\ &= 0,00285 \text{ OH} \end{aligned}$$

b. Perhitungan koefisien nilai indeks Tukang besi untuk pekerjaan pembesian dengan besi berdiameter < 12 mm maupun ≥ 12 mm, berdasarkan Permen PUPR Nomor 8 Tahun 2023, adalah sebesar 0,0016 OH. Dengan demikian, perhitungan koefisien waktu untuk setiap 1 kg pekerjaan pembesian kolom struktur yang dilaksanakan oleh Tukang besi di lapangan dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Perhitungan Koefisien waktu 1 kg} &= \frac{0,0016 \times 747,4 \text{ menit}}{420 \text{ menit}} \\ &= 0,00285 \text{ OH} \end{aligned}$$

c. Perhitungan koefisien nilai indeks Kepala Tukang untuk pekerjaan pembesian dengan besi berdiameter < 12 mm maupun ≥ 12 mm, berdasarkan Permen PUPR Nomor 8 Tahun 2023, adalah sebesar

0,00016 OH. Dengan demikian, perhitungan koefisien waktu untuk setiap 1 kg pekerjaan pemasangan kolom struktur yang dilaksanakan oleh Kepala Tukang di lapangan dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Perhitungan Koefisien waktu 1 kg} &= \frac{0,00016 \times 747,4 \text{ menit}}{420 \text{ menit}} \\ &= 0,00028 \text{ OH}\end{aligned}$$

d. Perhitungan koefisien nilai indeks Mandor untuk pekerjaan pemasangan dengan besi berdiameter < 12 mm maupun ≥ 12 mm, berdasarkan Permen PUPR Nomor 8 Tahun 2023, adalah sebesar 0,00016 OH. Dengan demikian, perhitungan koefisien waktu untuk setiap 1 kg pekerjaan pemasangan kolom struktur yang dilaksanakan oleh Kepala Tukang di lapangan dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Perhitungan Koefisien waktu 1 kg} &= \frac{0,00016 \times 747,4 \text{ menit}}{420 \text{ menit}} \\ &= 0,00028 \text{ OH}\end{aligned}$$

2. Waktu rata-rata total produksi yang digunakan Tenaga Kerja untuk pekerjaan pemasangan bata merah sebesar 365,5 menit, sehingga diperoleh hasil untuk perhitungan berikut:

a. Perhitungan koefisien nilai indeks Pekerja untuk pekerjaan pemasangan 1 m^2 dinding bata merah berdasarkan Permen PUPR Nomor 8 Tahun 2023 adalah sebesar 0,2 OH. Dengan demikian, perhitungan koefisien waktu untuk setiap 1 m^2 pekerjaan pemasangan bata merah yang dilakukan oleh Pekerja di lapangan dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Perhitungan Koefisien waktu } 1 \text{ m}^2 &= \frac{0,2 \times 365,5 \text{ menit}}{420 \text{ menit}} \\ &= 0,174 \text{ OH}\end{aligned}$$

b. Perhitungan koefisien nilai indeks Tukang untuk pekerjaan pemasangan 1 m^2 dinding bata merah berdasarkan Permen PUPR Nomor 8 Tahun 2023 adalah sebesar 0,1 OH. Dengan demikian, perhitungan koefisien waktu untuk setiap 1 m^2 pekerjaan pemasangan bata merah yang dilakukan oleh Tukang di lapangan dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Perhitungan Koefisien waktu } 1 \text{ m}^2 &= \frac{0,1 \times 365,5 \text{ menit}}{420 \text{ menit}} \\ &= 0,087 \text{ OH}\end{aligned}$$

c. Perhitungan koefisien nilai indeks Kepala Tukang untuk pekerjaan pemasangan 1 m^2 dinding bata merah berdasarkan Permen PUPR Nomor

8 Tahun 2023 adalah sebesar 0,01 OH. Dengan demikian, perhitungan koefisien waktu untuk setiap 1 m² pekerjaan pemasangan bata merah yang dilakukan oleh Kepala Tukang di lapangan dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Perhitungan Koefisien waktu } 1 \text{ m}^2 &= \frac{0,01 \times 365,5 \text{ menit}}{420 \text{ menit}} \\ &= 0,009 \text{ OH}\end{aligned}$$

- d. Perhitungan koefisien nilai indeks Mandor untuk pekerjaan pemasangan 1 m² dinding bata merah berdasarkan Permen PUPR Nomor 8 Tahun 2023 adalah sebesar 0,0033 OH. Dengan demikian, perhitungan koefisien waktu untuk setiap 1 m² pekerjaan pemasangan bata merah yang dilakukan oleh Mandor di lapangan dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Perhitungan Koefisien waktu } 1 \text{ m}^2 &= \frac{0,0033 \times 365,5 \text{ menit}}{420 \text{ menit}} \\ &= 0,003 \text{ OH}\end{aligned}$$

3. Waktu rata-rata total produksi yang digunakan tenaga kerja untuk pekerjaan pemasian balok dan ring balok sebesar 1588,5 menit, sehingga diperoleh hasil untuk perhitungan berikut:

- a. Perhitungan koefisien nilai indeks Pekerja untuk pekerjaan pemasian dengan besi berdiameter < 12 mm maupun ≥ 12 mm, berdasarkan Permen PUPR Nomor 8 Tahun 2023, adalah sebesar 0,0016 OH. Dengan demikian, perhitungan koefisien waktu untuk setiap 1 kg pekerjaan pemasian kolom struktur yang dilaksanakan oleh Pekerja di lapangan dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Perhitungan Koefisien waktu } 1 \text{ kg} &= \frac{0,0016 \times 1588,5 \text{ menit}}{420 \text{ menit}} \\ &= 0,0061 \text{ OH}\end{aligned}$$

- b. Perhitungan koefisien nilai indeks Tukang untuk pekerjaan pemasian dengan besi berdiameter < 12 mm maupun ≥ 12 mm, berdasarkan Permen PUPR Nomor 8 Tahun 2023, adalah sebesar 0,0016 OH. Dengan demikian, perhitungan koefisien waktu untuk setiap 1 kg pekerjaan pemasian kolom struktur yang dilaksanakan oleh Tukang di lapangan dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Perhitungan Koefisien waktu 1 kg} &= \frac{0,0016 \times 1588,5 \text{ menit}}{420 \text{ menit}} \\
 &= 0,0061 \text{ OH}
 \end{aligned}$$

- c. Perhitungan koefisien nilai indeks Kepala Tukang untuk pekerjaan pemasian dengan besi berdiameter < 12 mm maupun ≥ 12 mm, berdasarkan Permen PUPR Nomor 8 Tahun 2023, adalah sebesar 0,00016 OH. Dengan demikian, perhitungan koefisien waktu untuk setiap 1 kg pekerjaan pemasian kolom struktur yang dilaksanakan oleh Kepala Tukang di lapangan dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Perhitungan Koefisien waktu 1 kg} &= \frac{0,00016 \times 1588,5 \text{ menit}}{420 \text{ menit}} \\
 &= 0,00061 \text{ OH}
 \end{aligned}$$

- d. Perhitungan koefisien nilai indeks Mandor untuk pekerjaan pemasian dengan besi berdiameter < 12 mm maupun ≥ 12 mm, berdasarkan Permen PUPR Nomor 8 Tahun 2023, adalah sebesar 0,0016 OH. Dengan demikian, perhitungan koefisien waktu untuk setiap 1 kg pekerjaan pemasian kolom struktur yang dilaksanakan oleh Mandor di lapangan dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Perhitungan Koefisien waktu 1 kg} &= \frac{0,00016 \times 1588,5 \text{ menit}}{420 \text{ menit}} \\
 &= 0,00061 \text{ OH}
 \end{aligned}$$

4. Waktu rata-rata total produksi yang digunakan tenaga kerja untuk pekerjaan pemasangan struktur atap sebesar 576,15 menit, sehingga diperoleh hasil untuk perhitungan berikut:

- a. Perhitungan koefisien nilai indeks Pekerja untuk pekerjaan pemasangan 1 m^2 rangka atap baja ringan berdasarkan Permen PUPR Nomor 8 Tahun 2023 adalah sebesar 0,734 OH. Dengan demikian, perhitungan koefisien waktu untuk setiap 1 m^2 pekerjaan pemasangan struktur atap yang dilaksanakan oleh Pekerja di lapangan dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Perhitungan Koefisien waktu } 1 \text{ m}^2 &= \frac{0,734 \times 576,15 \text{ menit}}{420 \text{ menit}} \\
 &= 1,007 \text{ OH}
 \end{aligned}$$

- b. Perhitungan Perhitungan koefisien nilai indeks Tukang Besi untuk pekerjaan pemasangan 1 m^2 rangka atap baja ringan berdasarkan Permen PUPR Nomor 8 Tahun 2023 adalah sebesar 0,734 OH. Dengan demikian,

perhitungan koefisien waktu untuk setiap 1 m² pekerjaan pemasangan struktur atap yang dilaksanakan oleh Tukang besi di lapangan dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Perhitungan Koefisien waktu } 1 \text{ m}^2 &= \frac{0,734 \times 576,15 \text{ menit}}{420 \text{ menit}} \\ &= 1,007 \text{ OH}\end{aligned}$$

c. Perhitungan koefisien nilai indeks Kepala tukang untuk pekerjaan pemasangan 1 m² rangka atap baja ringan berdasarkan Permen PUPR Nomor 8 Tahun 2023 adalah sebesar 0,073 OH. Dengan demikian, perhitungan koefisien waktu untuk setiap 1 m² pekerjaan pemasangan struktur atap yang dilaksanakan oleh Kepala tukang di lapangan dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Perhitungan Koefisien waktu } 1 \text{ m}^2 &= \frac{0,073 \times 576,15 \text{ menit}}{420 \text{ menit}} \\ &= 0,1 \text{ OH}\end{aligned}$$

d. Perhitungan koefisien nilai indeks Mandor untuk pekerjaan pemasangan 1 m² rangka atap baja ringan berdasarkan Permen PUPR Nomor 8 Tahun 2023 adalah sebesar 0,024 OH. Dengan demikian, perhitungan koefisien waktu untuk setiap 1 m² pekerjaan pemasangan struktur atap yang dilaksanakan oleh Mandor di lapangan dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Perhitungan Koefisien waktu } 1 \text{ m}^2 &= \frac{0,024 \times 576,15 \text{ menit}}{420 \text{ menit}} \\ &= 0,033 \text{ OH}\end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan pada keempat jenis pekerjaan tersebut, ditemukan adanya perbedaan antara koefisien yang tercantum dalam *Permen PUPR Nomor 8 Tahun 2023* (sebagai acuan) dengan koefisien hasil observasi lapangan. Perbandingan nilai-nilai koefisien ini disusun secara sistematis pada Tabel 4.49.

Tabel 4.49 Perbandingan Koefisien Empat Pekerjaan dengan Acuan dari Permen PUPR Nomor 8 Tahun 2023 dengan Hasil Observasi Lapangan
(Data Primer Hasil Penelitian yang diolah)

Pekerjaan	Tenaga Kerja	Nilai Koefisien Produktivitas (OH)	
		Permen PUPR Nomor 8 Tahun 2023	Hasil Observasi
Pembesian Kolom Struktur	Pekerja	0,0016	0,00285
	Tukang Besi	0,0016	0,00285
	Kepala Tukang	0,00016	0,00028
	Mandor	0,00016	0,00028
Pemasangan Batu Merah	Pekerja	0,2	0,174
	Tukang	0,1	0,087
	Kepala Tukang	0,01	0,009
	Mandor	0,0033	0,0029
Pembesian Balok/Ring Balok	Pekerja	0,0016	0,0023
	Tukang Besi	0,0016	0,0023
	Kepala Tukang	0,00016	0,0002
	Mandor	0,00016	0,0002
Pemasangan Rangka Atap Baja Ringan	Pekerja	0,734	1,007
	Tukang Besi	0,734	1,007
	Kepala Tukang	0,073	0,1
	Mandor	0,024	0,033

Perbandingan koefisien produktivitas antara Permen PUPR No. 8 Tahun 2023 dan hasil observasi lapangan dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Nilai koefisien produktivitas pekerja dan tukang besi menurut Permen PUPR adalah 0,0016 OH, sedangkan hasil observasi menunjukkan 0,00285 OH. Begitu pula kepala tukang dan mandor, masing-masing 0,00016 OH dalam acuan, namun hasil observasi mencapai 0,00028 OH. Produktivitas aktual di lapangan lebih tinggi sekitar 75–78% dibanding standar acuan menandakan intensitas kerja yang lebih besar dan efisiensi metode pelaksanaan.
2. Nilai koefisien produktivitas pekerja menurut Permen PUPR adalah 0,200 OH, sedangkan hasil observasi hanya 0,174 OH. Tukang (0,100 vs 0,087 OH), kepala tukang (0,010 vs 0,009 OH), dan mandor (0,0033 vs 0,0029 OH) juga menunjukkan penurunan. Produktivitas aktual lebih rendah sekitar 10–13% dibanding acuan, mengindikasikan adanya inefisiensi yang dapat disebabkan oleh kualitas material, metode kerja yang kurang optimal, atau faktor lingkungan proyek.

3. Nilai koefisien produktivitas pekerja dan tukang besi menurut Permen PUPR adalah 0,0016 OH, sedangkan hasil observasi mencapai 0,0023 OH. Kepala tukang dan mandor juga lebih tinggi (0,00020 OH vs 0,00016 OH). Produktivitas aktual meningkat sekitar 25–44% dibanding standar, menunjukkan bahwa pekerjaan pemasangan balok/ring balok di lapangan dilakukan dengan intensitas kerja lebih besar, meskipun peningkatannya tidak setinggi pada pemasangan kolom.
4. Nilai koefisien produktivitas pekerja dan tukang besi menurut Permen PUPR adalah 0,734 OH, sedangkan hasil observasi mencapai 1,007 OH. Kepala tukang (0,073 vs 0,100 OH) dan mandor (0,024 vs 0,033 OH) juga lebih tinggi. Produktivitas aktual lebih tinggi sekitar 37% dibanding acuan, menandakan adanya efisiensi metode pemasangan di lapangan, kemungkinan karena penerapan teknologi konstruksi modular atau kondisi kerja yang mendukung percepatan.

4.2 Pembahasan

4.2.1 Hasil Analisa Produktivitas

Dilakukan analisa dari data hasil observasi lapangan dengan perolehan Tingkat Produktivitas yang berbeda-beda pada setiap jenis pekerjaan dengan penjelasan sebagai berikut:

a. Pekerjaan Pembesian Kolom Struktur

Pekerjaan pembesian kolom struktur dilaksanakan selama empat hari kerja, di mana setiap pekerja dibagi menjadi empat (4) siklus kegiatan. Dari hasil pengamatan, diperoleh rata-rata produktivitas untuk setiap jenis aktivitas sebagai berikut:

- Pemotongan besi sebesar 272,29 kg/jam,
- Pembuatan begel sebesar 14,71 kg/jam,
- Perangkaian kolom sebesar 24,07 kg/jam, dan
- Pendirian kolom sebesar 170,24 kg/jam.

Kegiatan ini dikerjakan oleh delapan (8) orang tukang. Berdasarkan hasil analisis terhadap masing-masing tukang, diperoleh bahwa tukang 1, yang berusia 42 tahun, memiliki tingkat produktivitas tertinggi pada pekerjaan pemotongan besi, yaitu sebesar 272,3 kg/jam, dibandingkan dengan nilai

produktivitas ideal sebesar 356,8 kg/jam. Sementara itu, tukang 2 dengan usia 47 tahun menunjukkan tingkat produktivitas terendah, yaitu 14 kg/jam, lebih rendah dibandingkan dengan produktivitas ideal sebesar 17 kg/jam. Perbedaan nilai produktivitas antarpekerja ini menunjukkan adanya pengaruh faktor individu seperti keterampilan, pengalaman, dan kondisi fisik, serta faktor eksternal seperti ketersediaan alat dan material selama proses pekerjaan berlangsung

b. Pekerjaan Pemasangan Bata Merah

Pekerjaan pemasangan bata merah dilaksanakan selama lima hari kerja, dengan setiap pekerja menjalankan empat (4) siklus aktivitas. Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan, diperoleh rata-rata produktivitas sebesar 2,8 m²/jam. Kegiatan ini dikerjakan oleh empat (4) orang tukang. Hasil analisis menunjukkan bahwa Tukang 1 dengan usia 40 tahun memiliki tingkat produktivitas tertinggi, yaitu sebesar 14,4 m²/jam selama lima hari kerja, mendekati produktivitas ideal sebesar 16,7 m²/jam. Sementara itu, Tukang 4 dengan usia 43 tahun menunjukkan produktivitas terendah sebesar 5,6 m²/jam selama dua hari kerja, dengan nilai produktivitas ideal sebesar 6 m²/jam. Perbedaan produktivitas antarpekerja ini disebabkan oleh variasi keterampilan individu dalam proses pemasangan bata, kecepatan dan ketelitian dalam penyusunan pasangan bata serta efisiensi penggunaan adukan semen. Selain itu, faktor eksternal seperti ketersediaan material dan kondisi lingkungan kerja juga turut memengaruhi tingkat produktivitas yang dicapai.

c. Pekerjaan Pembesian Balok dan Ring Balok

Pekerjaan pembesian pada elemen balok dan ring balok dilaksanakan selama tujuh hari kerja, di mana setiap pekerja melaksanakan empat (4) siklus aktivitas. Berdasarkan hasil pengamatan lapangan dan perhitungan produktivitas, diperoleh hasil bahwa pada kegiatan pemotongan besi, tingkat produktivitas rata-rata mencapai 132,27 kg/jam, sedangkan nilai produktivitas idealnya adalah 192,85 kg/jam. Selanjutnya, pada kegiatan pembuatan begel, rata-rata produktivitas yang dicapai sebesar 12,5 kg/jam, dibandingkan dengan produktivitas ideal sebesar 14,95 kg/jam. Untuk

kegiatan merangkai balok dan ring balok, diperoleh produktivitas rata-rata sebesar 28,67 kg/jam, sedangkan nilai produktivitas idealnya mencapai 42,47 kg/jam. Pada kegiatan penyatuan balok, produktivitas rata-rata sebesar 167,62 kg/jam, sedikit lebih rendah dibandingkan produktivitas ideal yaitu 179,85 kg/jam. Sementara itu, untuk kegiatan penyatuan ring balok, produktivitas rata-rata mencapai 261,77 kg/jam, dengan produktivitas ideal sebesar 312,32 kg/jam.

Perbedaan antara produktivitas aktual dan ideal tersebut menunjukkan adanya faktor-faktor yang memengaruhi efisiensi kerja di lapangan, seperti keterampilan tenaga kerja, efektivitas penggunaan alat bantu kerja, serta tingkat koordinasi antarpekerja selama proses pembesian berlangsung.

d. Pekerjaan pemasangan Struktur Atap

Pekerjaan pemasangan struktur atap dilaksanakan selama enam hari kerja, dengan pembagian setiap pekerja ke dalam empat (4) siklus kegiatan. Berdasarkan hasil pengamatan lapangan, diperoleh produktivitas rata-rata sebesar 11,70 m^2/jam , sedangkan nilai produktivitas ideal adalah 14,79 m^2/jam . Dari hasil observasi terhadap empat orang tukang yang terlibat dalam pekerjaan ini, diketahui bahwa produktivitas harian tertinggi terjadi pada hari pertama, yaitu sebesar 13,18 m^2/jam , lebih rendah dibandingkan produktivitas ideal sebesar 17,09 m^2/jam . Sebaliknya, produktivitas harian terendah terjadi pada hari keenam, yaitu 10,70 m^2/jam , jika dibandingkan dengan produktivitas ideal sebesar 13,58 m^2/jam . Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa faktor kelelahan pekerja, kondisi cuaca, serta efektivitas koordinasi kerja memiliki pengaruh terhadap fluktuasi tingkat produktivitas selama proses pemasangan struktur atap berlangsung.

4.2.2 Hasil Analisa Jumlah Pekerja

Perhitungan nilai produktivitas merupakan hasil dari kegiatan observasi langsung di lapangan terhadap setiap pekerja pada masing-masing aktivitas pekerjaan. Nilai produktivitas tersebut digunakan untuk menentukan koefisien tenaga kerja (OH) atau kebutuhan jumlah tenaga kerja yang menggambarkan kondisi aktual di lapangan. Adapun hasil analisis terhadap aktivitas pekerja pada setiap jenis pekerjaan dijelaskan sebagai berikut:

a. Pekerjaan Pembesian Kolom Struktur

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan, pekerjaan pembesian kolom struktur dilaksanakan melalui beberapa tahapan kegiatan, yaitu pemotongan besi, pembuatan begel, perakitan (merangkai) kolom, serta pendirian kolom. Jumlah tenaga kerja dan rata-rata nilai produktivitas pada masing-masing tahapan dapat dijelaskan sebagai berikut:

- Pemotongan besi dilakukan oleh 1 (satu) orang tukang selama 1 (satu) hari kerja dengan produktivitas sebesar 272,29 kg/jam.
- Pembuatan begel dilaksanakan oleh 1 (satu) orang tukang selama 2 (dua) hari kerja dengan rata-rata produktivitas sebesar 14,07 kg/jam.
- Perakitan kolom struktur dilakukan oleh 4 (empat) orang tukang selama 2 (dua) hari kerja, di mana setiap 1 (satu) kolom dikerjakan oleh 2 (dua) orang tukang dengan rata-rata produktivitas sebesar 24,07 kg/jam.
- Pendirian kolom dikerjakan oleh 8 (delapan) orang tukang selama 1 (satu) hari kerja dengan rata-rata produktivitas sebesar 102,47 kg/jam.

Tahapan-tahapan tersebut menunjukkan bahwa setiap proses pekerjaan memiliki tingkat produktivitas yang berbeda-beda, dipengaruhi oleh jumlah pekerja, durasi pelaksanaan, serta tingkat kesulitan pekerjaan pada masing-masing tahapan.

b. Pekerjaan Pemasangan Bata Merah

Pekerjaan pemasangan bata merah di lapangan dilaksanakan oleh 4 (empat) orang tukang dan dapat diselesaikan dalam waktu 5 (lima) hari kerja melalui tahapan pelaksanaan yang dilakukan secara bertahap. Berdasarkan hasil observasi, tingkat produktivitas harian yang dihasilkan oleh para tukang menunjukkan variasi pada setiap hari pelaksanaan. Pada hari pertama, rata-rata produktivitas yang dicapai sebesar $2,680 \text{ m}^2/\text{jam}$; pada hari kedua sebesar $2,676 \text{ m}^2/\text{jam}$; pada hari ketiga sebesar $2,710 \text{ m}^2/\text{jam}$; pada hari keempat meningkat menjadi $3,070 \text{ m}^2/\text{jam}$; dan pada hari kelima mencapai $2,950 \text{ m}^2/\text{jam}$.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa produktivitas tertinggi terjadi pada hari keempat, sedangkan hari kedua menjadi hari dengan produktivitas terendah. Variasi ini dipengaruhi oleh faktor kondisi kerja di lapangan,

kelelahan tenaga kerja, serta tingkat penyesuaian terhadap pola kerja yang diterapkan selama proses pemasangan bata.

- c. Serupa dengan tahapan pada pekerjaan pemasangan kolom struktur, pekerjaan pembesian balok dan ring balok juga terdiri atas beberapa tahap kegiatan, yaitu pemotongan besi, pembuatan begel, perakitan balok atau ring balok, serta penyatuan balok atau ring balok. Jumlah tenaga kerja serta rata-rata nilai produktivitas pada setiap tahapan pekerjaan dapat dijelaskan sebagai berikut:
- Pekerjaan pemotongan besi dilakukan oleh 1 (satu) orang tukang selama 1 (satu) hari kerja dengan nilai produktivitas sebesar 132,27 kg/jam.
 - Pekerjaan pembuatan begel dilaksanakan oleh 2 (dua) orang tukang selama 3 (tiga) hari kerja dengan rata-rata produktivitas sebesar 12,49 kg/jam.
 - Pekerjaan perakitan balok atau ring balok dilakukan oleh 4 (empat) orang tukang selama 5 (lima) hari kerja dengan rata-rata produktivitas sebesar 31,54 kg/jam.
 - Pekerjaan penyatuan balok dilaksanakan oleh 7 (tujuh) orang tukang selama 1 (satu) hari kerja dengan rata-rata produktivitas sebesar 167,62 kg/jam, sedangkan penyatuan ring balok memiliki nilai produktivitas rata-rata sebesar 261,77 kg/jam.
- d. Pekerjaan pemasangan struktur atap dilaksanakan oleh 4 (empat) orang tukang dan dapat diselesaikan dalam jangka waktu 6 (enam) hari kerja. Proses pekerjaan ini memiliki perlakuan yang berbeda dibandingkan dengan metode pelaksanaan pada pekerjaan lainnya, karena tingkat kompleksitas dan karakteristik pekerjaan yang memerlukan ketelitian tinggi dalam setiap tahap pengerjaannya.

4.2.3 Hasil Analisa Perbandingan dengan Permen PUPR Nomor 8 Tahun 2023

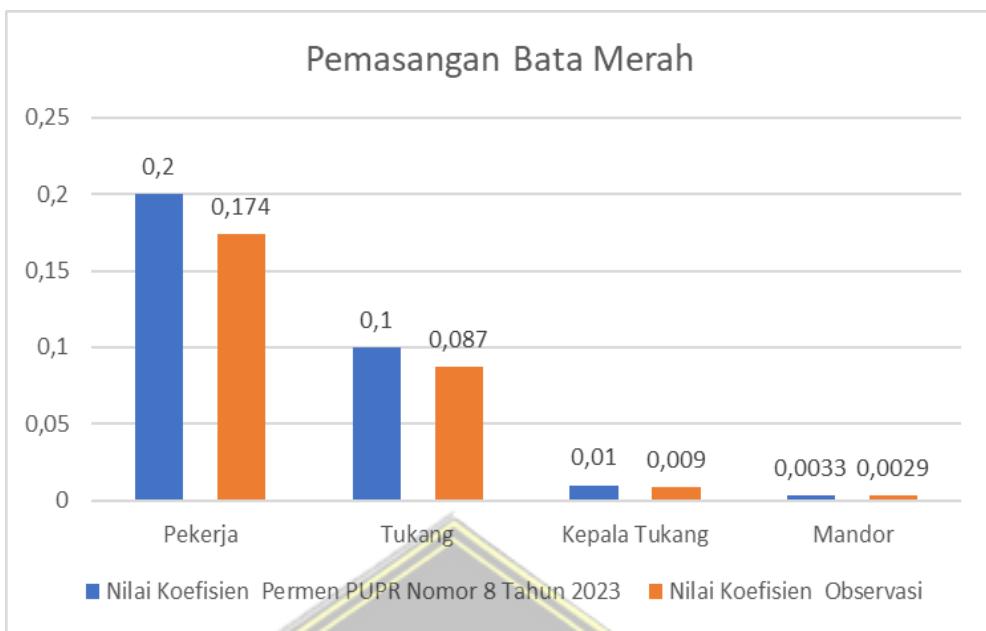
Berdasarkan hasil penghitungan produktivitas tenaga kerja pada empat jenis aktivitas pekerjaan serta analisis jumlah pekerja di lapangan, diperoleh

perbandingan antara koefisien tenaga kerja aktual dengan koefisien standar yang tercantum dalam Permen PUPR Nomor 8 Tahun 2023, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4.49 mengenai perbandingan koefisien empat pekerjaan dengan acuan regulasi tersebut dan hasil observasi lapangan.

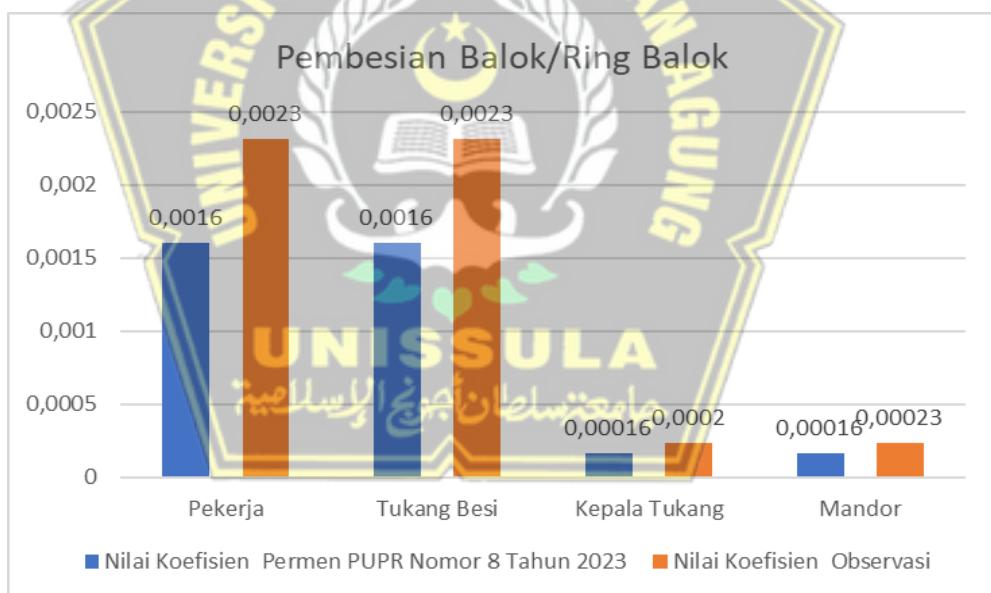
Perbandingan tersebut menunjukkan sejauh mana kondisi produktivitas dan efisiensi tenaga kerja di lapangan berbeda dari standar yang telah ditetapkan oleh pemerintah. Hasil perbandingan koefisien untuk masing-masing jenis pekerjaan ditampilkan secara visual pada Gambar 4.1 sampai dengan Gambar 4.4.



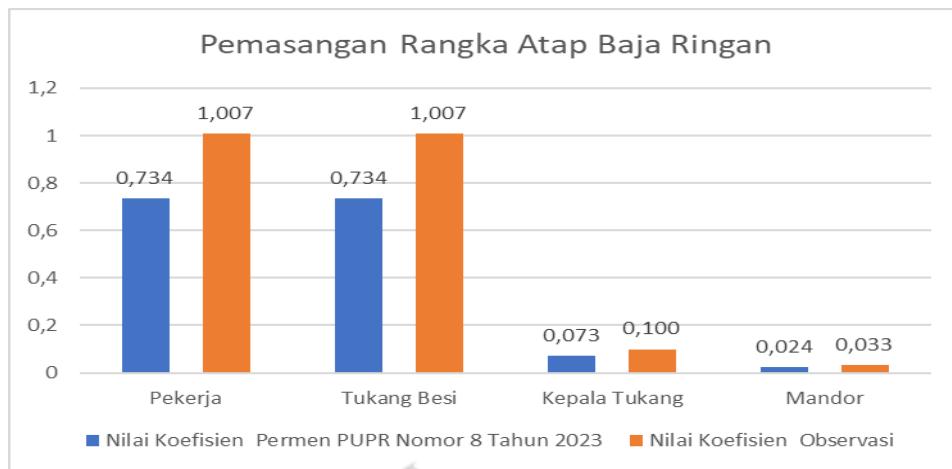
Gambar 4.1 Perbandingan Koefisien Tenaga Kerja pada Pekerjaan Pembesian Kolom per 1 kg antara Standar Permen PUPR Nomor 8 Tahun 2023 dengan Hasil Observasi Lapangan



Gambar 4.2 Perbandingan Koefisien Tenaga Kerja pada Pekerjaan Pemasangan Dinding Bata Merah Tebal $\frac{1}{2}$ Batu per 1 m^2 antara Standar Permen PUPR Nomor 8 Tahun 2023 dengan Hasil Observasi Lapangan



Gambar 4.3 Perbandingan Koefisien Tenaga Kerja pada Pekerjaan Pembesian Balok dan Ring Balok per 1 kg antara Standar Permen PUPR Nomor 8 Tahun 2023 dengan Hasil Observasi Lapangan



Gambar 4.4 Perbandingan Koefisien Tenaga Kerja pada Pekerjaan Pemasangan Atap Pelana Rangka Baja Ringan per 1 m² antara Standar Permen PUPR Nomor 8 Tahun 2023 dengan Hasil Observasi Lapangan

Dari hasil perbandingan yang disajikan pada Gambar 4.1 sampai dengan Gambar 4.4 terlihat adanya perbedaan yang cukup signifikan pada beberapa kategori pekerjaan. Pada pekerjaan pemasangan rangka atap baja ringan, seluruh kategori tenaga kerja, mulai dari pekerja, tukang besi, kepala tukang, hingga mandor menunjukkan nilai koefisien aktual yang lebih tinggi dibandingkan standar regulasi, dengan selisih paling besar terdapat pada pekerja dan tukang besi. Pola serupa juga terlihat pada pekerjaan pemasangan bata merah, di mana koefisien observasi untuk pekerja, tukang, kepala tukang, dan mandor berada jauh di bawah ketentuan Permen PUPR, mengindikasikan bahwa kebutuhan tenaga kerja aktual di lapangan lebih efisien daripada standar acuan.

Pada pekerjaan pembesian balok dan ring balok, nilai koefisien observasi untuk semua kategori tenaga kerja juga berada di atas standar. Sementara itu, pada pekerjaan pemasangan rangka atap baja ringan, meskipun koefisien observasi masih lebih rendah dibandingkan koefisien regulasi, gap yang muncul tetap menunjukkan efisiensi tenaga kerja aktual yang lebih tinggi di lapangan, terutama pada kategori kepala tukang dan mandor.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan hasil analisa pada bab sebelumnya, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil analisis produktivitas pada empat jenis pekerjaan konstruksi, dapat disimpulkan bahwa Hasil analisis menunjukkan bahwa tingkat produktivitas tenaga kerja pada keempat jenis pekerjaan memiliki variasi yang cukup besar dibandingkan nilai produktivitas ideal. Pada pekerjaan pemasangan bata merah, produktivitas tukang berada di kisaran 2,41–3,59 m^2/jam , sedikit di bawah standar ideal 2,65–5,06 m^2/jam , yang dipengaruhi keterampilan teknis, ketelitian, serta efisiensi penggunaan adukan. Pada pembesian balok dan ring balok, sebagian besar tukang menghasilkan produktivitas 12–29 kg/jam dibandingkan standar 14–35 kg/jam , namun terdapat capaian jauh lebih tinggi hingga 167,62–261,77 kg/jam yang mendekati nilai ideal 179,85–312,32 kg/jam , menandakan adanya perbedaan signifikan akibat efektivitas penggunaan alat bantu dan koordinasi kerja. Sementara itu, pada pemasangan struktur atap, produktivitas tukang berkisar 10,45–13,18 m^2/jam , lebih rendah dari standar 13,58–17,09 m^2/jam , dengan fluktuasi harian yang dipengaruhi kelelahan, kondisi cuaca, serta koordinasi kerja.
2. Berdasarkan hasil pengamatan jumlah tenaga kerja dan capaian produktivitas pada seluruh tahapan pekerjaan, dapat disimpulkan bahwa Analisis jumlah pekerja menunjukkan bahwa setiap jenis pekerjaan konstruksi memiliki kebutuhan tenaga kerja dan tingkat produktivitas yang berbeda sesuai dengan tahapan aktivitasnya. Pada pembesian kolom struktur, jumlah pekerja bervariasi dari 1 hingga 8 orang dengan produktivitas yang berbeda pada tiap tahapan, dipengaruhi oleh durasi dan

tingkat kesulitan pekerjaan. Pada pemasangan bata merah, empat orang tukang menyelesaikan pekerjaan dalam lima hari dengan produktivitas harian yang fluktuatif, dipengaruhi oleh kondisi kerja, kelelahan, dan penyesuaian pola kerja. Pada pembesian balok dan ring balok, jumlah pekerja berkisar 1–7 orang dengan produktivitas yang beragam pada setiap tahapan, menunjukkan pengaruh keterampilan, koordinasi, dan efektivitas penggunaan alat bantu. Sementara itu, pemasangan struktur atap melibatkan empat orang tukang dalam enam hari kerja, dengan tingkat kompleksitas yang lebih tinggi sehingga memerlukan ketelitian dan koordinasi yang lebih intensif.

3. Berdasarkan hasil analisis perbandingan antara koefisien tenaga kerja faktual di lapangan dan koefisien standar yang tercantum dalam Permen PUPR Nomor 8 Tahun 2023, dapat hasil perbandingan menunjukkan adanya variasi produktivitas tenaga kerja antara standar normatif dan kondisi aktual di lapangan. Pada pembesian kolom struktur, produktivitas aktual lebih tinggi sekitar 75–78% dibanding acuan, menandakan intensitas kerja yang lebih besar dan efisiensi metode pelaksanaan. Sebaliknya, pada pemasangan bata merah, produktivitas aktual lebih rendah sekitar 10–13% dari standar, mengindikasikan adanya inefisiensi yang dipengaruhi kualitas material, metode kerja, maupun faktor lingkungan. Pada pembesian balok dan ring balok, produktivitas meningkat 25–44% dibanding acuan, menunjukkan intensitas kerja lebih tinggi meskipun tidak sebesar pada pembesian kolom. Sementara itu, pada pemasangan rangka atap baja ringan, produktivitas aktual lebih tinggi sekitar 37% dibanding standar, menandakan adanya efisiensi pelaksanaan yang didukung teknologi modular dan kondisi kerja yang lebih baik.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan yang telah disampaikan sebelumnya, maka dapat diberikan beberapa saran sebagai upaya perbaikan dan peningkatan produktivitas tenaga kerja, yaitu sebagai berikut:

- a. Diperlukan peningkatan pengawasan terhadap aktivitas tenaga kerja di lapangan agar pemanfaatan waktu kerja dapat lebih optimal, sehingga nilai

produktivitas tenaga kerja meningkat dan waktu keterlambatan (*delay time*) dapat diminimalkan.

- b. Disarankan untuk melakukan penambahan jumlah tenaga kerja dengan tujuan mencapai tingkat produktivitas yang mendekati kondisi ideal.
- c. Perlu dilakukan pengujian dengan jumlah sampel yang lebih banyak guna memperoleh hasil analisis dan kesimpulan yang lebih akurat serta representatif.



DAFTAR PUSTAKA

- Anditiaman, dkk (2022). *Productivity Model of Labour on Construction Projects in Indonesia*. International Journal of Engineering Trends and Technology, 70(11), 211–218. <https://doi.org/10.14445/22315381/IJETT-V70I11P223>
- Darma, D. A. M. (2020). *Analisis produktivitas pekerjaan pemasangan keramik dengan MPDM (Method Productivity Delay Model) yang berkaitan dengan RAP dan realisasi anggaran pelaksanaan*. Universitas Islam Indonesia. Retrieved from <https://dspace.uii.ac.id/handle/123456789/29983>
- Dharmawan, H. I. (2020). *Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia*.
- Halpin, D., & Riggs, L. (1992). *Planning and analysis of construction*. California: John Wiley and Sons.
- Handoko, T. H. (1984). *Dasar-dasar manajemen produksi dan operasi*. Yogyakarta: BPFE.
- Irawan, J. (2025). *Analisa Produktivitas Pekerja pada Pekerjaan Beton Bertulang Menggunakan Method Productivity Delay Model*. Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia, 10(6). <https://doi.org/10.36418/syntax-literate.v10i6.59920>
- Jian dkk (2024). *Critical Factors Affecting Construction Labor Productivity: A Systematic Review and Meta-Analysis*. Buildings, 15(14), 2463. <https://doi.org/10.3390/buildings15142463>
- Jefferson, W., & Andi, A. (2023). Analisis produktivitas pekerjaan pasangan bata ringan menggunakan Method Productivity Delay Model (MPDM) pada proyek apartemen di Surabaya. *Dimensi Utama Teknik Sipil*, 10(1), 120–136. <https://doi.org/10.9744/duts.10.1.120-136>
- Mahdy, A. H. (2019). *Produktivitas tukang pada pekerjaan dinding bata merah dengan Method Productivity Delay Model dan Field Rating (Labor Productivity on Brick Installation Using Method Productivity Delay Model and Field Rating)*. Universitas Islam Indonesia.
- Mahdy, A. H., & Abma, V. (2016). *Analisis produktivitas tukang batu bata pada pekerjaan dinding bata merah*. Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Manik, I. P. M., Ardana, P. D. H., & Astariani, N. K. (2024). Analisis produktivitas tenaga kerja terhadap keterlambatan proyek dengan metode crashing.

- Messah, Y. A., Sina, D. A. T., & Manubulu, C. C. (2013). Analisa indeks biaya untuk pekerjaan beton bertulang dengan menggunakan metode SNI 7394-2008 dan lapangan (Studi kasus pada proyek pembangunan asrama STIKES CHMK tahap III). *Jurnal Teknik Sipil*.
- Mustahyun, A., et al. (2021). Analisis produktivitas tukang batu bata pada proyek pembangunan asrama puteri Mandala Wangi 2 di Kota Kendari. *Sultra Civil Engineering Journal*, 2(1).
- Norjana, N., & Zulfiati, R. (2020). Analisa produktivitas tenaga kerja terhadap pekerjaan kolom dan balok beton bertulang. *Jurnal Talenta Sipil*, 3(2), 82.
- Pawiro, S. (2015). *Optimalisasi produktivitas tenaga kerja dalam proyek konstruksi* (Skripsi). Fakultas Teknik, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Pilcher, R. (1992). *Principles of construction management* (3rd ed.). Singapore: McGraw-Hill, Inc.
- Pratama, R. A. Z., & Nugraheni, F. (2023). *Analisis Produktivitas Tenaga Kerja pada Pekerjaan Bata Ringan dengan Menggunakan Method Productivity Delay Model*. Universitas Islam Indonesia.
- Pribadiyono, P. (2007). Aplikasi sistem pengukuran produktivitas kaitannya dengan pengupahan. *Jurnal Teknik Industri*, 8(2), 114–121. <https://doi.org/10.9744/jti.8.2.114-121>
- Purwanto, S., dkk. (2019). Analisa produktivitas tenaga kerja terhadap biaya dan waktu pelaksanaan pada pekerjaan pembangunan proyek Masjid Al-Istighfar di Sindang Panon, Kab. Tangerang. *Jurnal Teknik Sipil*, 1(1).
- Reza, A. (2023a). *(Method Productivity Delay Model)*.
- Reza, A. (2023b). *Perbandingan produktivitas tukang saat dan setelah pandemi Covid-19 pada pekerjaan pemasangan penutup lantai dengan metode MPDM (Method Productivity Delay Model)* (Studi kasus proyek renovasi penutup lantai Gedung Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia). Thesis. Universitas Islam Indonesia. Retrieved from <https://dspace.uii.ac.id/handle/123456789/48588>
- Safitri, P., & Soedarto, J. (2017). Studi pustaka: Analisa pengaruh desain terhadap direct waste dan indirect waste yang terjadi pada tahap konstruksi. *Jurnal Teknik Sipil*, 6.
- Soeharto, I. (1995). *Manajemen proyek: Dari konseptual sampai operasional*. Jakarta: Erlangga.
- Sugiyono. (2018). *Metode penelitian kuantitatif*. Bandung: Alfabeta.

- Syarif. (1991). *Produktivitas*. Jakarta: Depdikbud.
- Wenas, V. T., Tjakra, J., & Sumanti, F. P. Y. (2023). Analisis produktivitas tenaga kerja pada pekerjaan pemasangan rangka atap baja menggunakan metode MPDM (Method Productivity Delay Model). *TEKNO*, 21(85), 815–823. <https://doi.org/10.35793/jts.v21i85.49250>
- Wijaya, A. E. (2021). *Analysis labor productivity on lightweight brick installation using Method Productivity Delay Model*. Universitas Islam Indonesia.
- Wijaya, F. A. (2022). Analisis produktivitas tenaga kerja konstruksi pada pekerjaan pemasangan keramik menggunakan MPDM (Method Productivity Delay Model) (Studi kasus proyek pembangunan Masjid Muhammadiyah Boarding School Kabupaten Lombok Barat, Narmada, NTB). Universitas Islam Indonesia. Retrieved from <https://dspace.uii.ac.id/handle/123456789/38176>
- Yasin, M., Garancang, S., & Hamzah, A. A. (2024). Metode dan instrumen pengumpulan data (kualitatif dan kuantitatif). *Jurnal Ilmiah*, 2(3).

