

TESIS

**ANALISA PRODUKTIVITAS PEKERJA PADA PEKERJAAN
PEMBESIAN STRUKTUR KOLOM DENGAN *METHOD PRODUCTIVITY
DELAY MODEL***

(Studi Kasus Proyek Renovasi Kelas C Menjadi 2 Lantai)

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Magister Teknik Sipil**



**Disusun Oleh:
M. ZAIN TRIPUTRA, ST.
16914021**

**KONSENTRASI MANAJEMEN KONSTRUKSI
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

2020

**HALAMAN PERSETUJUAN
TESIS**

**ANALISA PRODUKTIVITAS PEKERJA PADA PEKERJAAN
PEMBESIAN STRUKTUR KOLOM DENGAN *METHOD PRODUCTIVITY
DELAY MODEL***


(Studi Kasus Proyek Renovasi Kelas C Menjadi 2 Lantai)

**ANALYSIS OF WORKER PRODUCTIVITY IN COLUM STRUCTURE
WORK WITH *METHOD PRODUCTIVITY DELAY MODEL***
(Case Study of Class C Renovation Project Into 2 Floors)


Disusun oleh :
M. Zain Triputra, ST.
16914021

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Prof. Ir. Sarwidi, MSCE., Ph.D., A-U.
Dosen Pembimbing I


Tanggal : 28/11/2020

Fitri Nugraheni, ST., MT., Ph.D
Dosen Pembimbing II


Tanggal : 3/12/2020

HALAMAN PENGESAHAN

TESIS

ANALISA PRODUKTIVITAS PEKERJA PADA PEKERJAAN PEMBESIAN STRUKTUR KOLOM DENGAN *METHOD PRODUCTIVITY DELAY MODEL*

(Studi Kasus Proyek Renovasi Kelas C Menjadi 2 Lantai)

ANALYSIS OF WORKER PRODUCTIVITY IN COLUM STRUCTURE WORK WITH METHOD PRODUCTIVITY DELAY MODEL (Case Study of C Class Renovation Project Into 2 Floors)

Disusun oleh :
M. Zain Triputra, ST.
16914021

Telah diuji di depan Dewan Penguji
Pada Tanggal 27 Oktober 2020

dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

Susunan Dosen Penguji

Dosen Pembimbing I



(Prof. Ir. Sarwidi, MSCE., Ph.D., A-U)

Dosen Pembimbing II



(Fitri Nugraheni, ST., MT. Ph.D)

Dosen Penguji

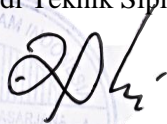


(Albani Musyafa, ST., MT., Ph.D)

Yogyakarta, 3/12/2020

Universitas Islam Indonesia

Ketua Program Studi Teknik Sipil Program Magister



(Fitri Nugraheni, ST., MT. Ph.D)



PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (magister), baik di Universitas Islam Indonesia maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Program perangkat lunak komputer yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya, bukan tanggung jawab Universitas Islam Indonesia.
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya menerima sanksi akademik dengan mencabut gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Magelang, 23 Oktober 2020

Yang membuat pernyataan,



M. Zain Triputra, ST.

NIM: 16914021

ABSTRAK

Produktivitas tenaga kerja yang rendah dapat mengakibatkan inefisiensi atau pemborosan dalam berbagai hal, dimana pada kenyataan bahwa kemampuan dalam melaksanakan suatu proyek konstruksi memiliki sumber dana dan daya yang terbatas. Nilai produktivitas pekerja merupakan nilai yang hanya dapat dilihat melalui suatu perhitungan, maka dilakukan perhitungan nilai produktivitas pekerja dari suatu studi kasus Proyek Renovasi Kelas C Menjadi 2 Lantai. Produktivitas pekerja yang akan dihitung adalah produktivitas pekerja pada pekerjaan struktur kolom, khususnya pada proses pembesian.

Penelitian bersifat *survey* lapangan dengan menggunakan metode deskriptif kuantitatif. Metode tersebut dipilih dengan berdasarkan pada sumber data berupa volume pekerjaan yang terealisasikan saat pengamatan dilakukan. Kemudian data hasil observasi akan dianalisa dengan menggunakan *method productivity delay model*. Data tersebut setelah dianalisa akan dibandingkan dengan SNI 2008.

Berdasarkan pengamatan terhadap 13 tukang yang dilakukan di lapangan, untuk produktivitas tukang pada pekerjaan *cutting* pembesian pada struktur kolom yang terbesar diperoleh dari tukang 3 dan 4 dengan nilai produktivitas 555,56 kg/jam dengan usia 45 tahun dan 35 tahun. Pekerjaan *bending* pada tukang 5 sampai tukang 8 dengan nilai produktivitas 333,33 kg/jam dan usia rata-rata 35 tahun, serta pekerjaan *setting* pada tukang 9, 12 dan 13 sebesar 107,14 kg/jam dengan usia 30 tahun, 40 tahun dan 30 tahun. Nilai produktivitas yang dihasilkan pada pekerjaan pembesian struktur kolom pada 5 siklus yang terjadi adalah untuk pekerjaan *cutting* besi sebesar 514,2325 kg/jam, untuk pekerjaan *bending* besi sebesar 333,33 kg/jam, dan untuk pekerjaan *setting* sebesar 107,032 kg/jam. Jumlah tenaga kerja saat pengamatan dilakukan yaitu pekerjaan *cutting* dilakukan oleh 4 orang tukang, pekerjaan *bending* dilakukan oleh 4 orang tukang, dan pekerjaan *setting* dilakukan oleh 5 orang tukang.

Kata Kunci : produktivitas, tenaga kerja, MPDM

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum wr.wb.

Alhamdulillah wasyukurillah, segala puji dan syukur selalu tercurahkan kehadirat Allah SWT atas Kasih Sayang-Nya serta Rahmat dan Hidayah-Nya. Shalawat beserta salam selalu terucapkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW. Karena keridhaan Allah SWT, penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul *Analisa Produktivitas Pekerja Pada Pekerjaan Pembesian Struktur Kolom Dengan Method Productivity Delay Model (Studi Kasus Proyek Renovasi Kelas C Menjadi 2 Lantai)*. Tesis ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat strata dua (S2) di Program Pascasarjana Magister Teknik Sipil, Konsentrasi Manajemen Konstruksi, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, DI Yogyakarta.

Tesis ini disusun dengan melalui banyak hambatan yang dihadapi penulis, namun berkat bimbingan, arahan, bantuan, serta dorongan semangat dari berbagai pihak, alhamdulillah tesis ini dapat diselesaikan dengan baik. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga dan sedalam-dalamnya kepada:

1. Keluarga tercinta, terutama kedua orangtua serta kedua saudaraku yang selalu memberikan segala dukungan, pengertian dan doanya sehingga penulis senantiasa mendapatkan kekuatan dan semangat dalam menghadapi berbagai permasalahan hidup hingga penelitian ini dapat terselesaikan.
2. Bapak Prof. Ir. Sarwidi, MSCE., Ph.D., A-U. selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberi bimbingan, nasihat, dan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.
3. Ibu Fitri Nugraheni, ST., MT. Ph.D. selaku Ketua Program Pascasarjana Magister Teknik Sipil, sekaligus Dosen Pembimbing II yang telah memberi bimbingan, nasihat, dan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.

4. Bapak Albani Musyafa ST., MT., Ph.D. selaku Dosen Penguji yang telah memberi bimbingan, nasihat, dan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.
5. Seluruh staf pengajar Program Pascasarjana Magister Teknik Sipil UII. Terima kasih atas segala dedikasi dan ilmu yang diberikan kepada penulis selama menempuh pendidikan.
6. Seluruh staf pengelola Program Pascasarjana Magister Teknik Sipil UII, Bapak Nur Iman Bashori, Pak Gandung, Mbak Fenska, dan Mbak Febri. Terima kasih atas segala bantuan yang diberikan selama penulis menempuh pendidikan.
7. Rekan-rekan Manajemen Konstruksi 2016 di Program Pascasarjana Magister Teknik Sipil UII khususnya kepada Rizki Julianti Ilham, S.T., Terima kasih atas semangat, doa, dan perjuangan yang kita lalui bersama.
8. Gubernur Akmil, Direktur Umum Akmil, Kepala Zeni Akmil serta para Atasan/Senior, rekan-rekan dan para anggota Zeni Akmil, terima kasih atas waktu dan bantuan yang diberikan kepada penulis dalam rangka melaksanakan dan menempuh pendidikan di UII.
9. Semua pihak yang telah banyak membantu terlaksana dan selesainya penelitian dan laporan penelitian yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu. Terima kasih.

Penulis menyadari atas segala keterbatasan yang penulis miliki, bahwa masih banyak kekurangan dalam tesis ini. Oleh karena itu, dengan penuh kerendahan hati penulis senantiasa mengharapkan saran dan kritik yang membangun. Semoga segala bantuan yang diberikan kepada penulis mendapat imbalan dari Allah SWT sebagai suatu nilai ibadah. Akhirnya semoga bermanfaat bagi penyusun khususnya dan mahasiswa pada umumnya.

Wassalamu'alaikum wr.wb.

Magelang, 23 Oktober 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG.....	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	4
1.3 TUJUAN PENELITIAN	4
1.4 MANFAAT PENELITIAN	4
1.5 BATASAN MASALAH	5
BAB II.....	6
TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 PENELITIAN YANG PERNAH DILAKUKAN	6
2.1.1 Analisis Produktivitas Tenaga Kerja Pada Pekerjaan Struktur Beton Balok Dan Pelat Lantai	6
2.1.2 Produktivitas Pekerja Pada Pekerjaan Beton Bertulang Proyek Bangunan Bertingkat	7

2.1.3 Analisis Produktivitas Tenaga Kerja Pekerjaan Pemasangan Keramik Dengan Menggunakan Metode MPDM.....	8
2.1.4 Aplikasi Method Productivity Delay Model pada Analisa Pengaruh Waste pekerja Terhadap Indeks Koefisien Produktivitas	9
2.2 KEASLIAN PENELITIAN.....	10
BAB III	11
LANDASAN TEORI.....	11
3.1 TINJAUAN UMUM	11
3.2 MANAJEMEN PROYEK.....	11
3.2.1 Manajemen Ruang Lingkup Proyek.....	13
3.2.2 Manajemen Waktu.....	14
3.2.3 Manajemen Biaya	15
3.2.4 Manajemen Kualitas.....	16
3.2.5 Manajemen Sumber Daya.....	17
3.2.6 Manajemen Tenaga Kerja	17
3.2.6 Metode Pertukaran Waktu dan Biaya	18
3.3 PRODUKTIVITAS.....	19
3.3.1 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Produktivitas.....	20
3.3.2 Klasifikasi Pekerja	22
3.3.3 Produktivitas Tenaga Kerja	22
3.3.4 Pengukuran Waktu Kerja.....	22
3.3.5 Pengukuran Produktivitas Tenaga Kerja	24
3.3.6 Manfaat Pengukuran Produktivitas.....	24
3.4 PEKERJAAN PEMBESIAN KOLOM.....	25
3.4.1 Spesifikasi Pembesian.....	26
3.4.2 Pembengkokan.....	27
3.4.3 Peralatan Pekerjaan Pembesian	27
3.4.5 Perhitungan Volume	28
3.5 <i>METHOD PRODUCTIVITY DELAY MODEL (MPDM)</i>	29
3.5.1 Konsep MPDM	29

3.5.2 Faktor Keterlambatan pada MPDM.....	30
3.5.3 Penggunaan MPDM.....	31
3.6 INDEKS SNI DAN INDEKS LAPANGAN	32
BAB IV	33
METODE PENELITIAN.....	33
4.1 LOKASI PENELITIAN.....	33
4.2 METODE PENELITIAN	34
4.3 OBJEK PENELITIAN	34
4.4. PENENTUAN SUMBER DATA	35
4.4.1 Data Primer	35
4.4.2 Data Sekunder	35
4.5 METODE PENGUMPULAN DATA.....	36
4.5.1 Observasi	36
4.5.2 Studi Pustaka.....	36
4.6 ALAT DAN INSTRUMEN PENELITIAN.....	37
4.6.1 Instrumen Penelitian	37
4.6.2 Alat Penelitian.....	38
4.7 TAHAP PENELITIAN.....	39
4.8 ANALISIS DATA.....	40
4.9 BAGAN ALIR PENELITIAN	41
BAB V.....	43
ANALISIS HASIL PENELITIAN	43
5.1 TINJAUAN UMUM	43
5.2 PELAKSANAAN PENELITIAN	43
5.2.1 Analisis Data Pekerjaan Pembesian Pekerjaan Struktur Kolom.....	43
5.2.2 Analisis Data Perhitungan Penundaan Siklus Produksi.....	46
5.3 ANALISIS DATA MENGGUNAKAN MPDM	52
5.3.1 Perhitungan Informasi Penundaan	54
5.3.2 Perhitungan Produktivitas.....	58
5.3.3 Perhitungan Koefisien Pembesian	59

BAB VI	62
PEMBAHASAN	62
6.1 HASIL ANALISIS PRODUKTIVITAS	62
6.2 HASIL ANALISIS JUMLAH PEKERJA.....	64
6.3 HASIL ANALISIS UPAYA PENCEGAHAN <i>DELAY</i> DAN PENINGKATAN PRODUKTIVITAS	65
6.4 HASIL ANALISIS PERBANDINGAN DENGAN SNI.....	65
BAB VII.....	67
KESIMPULAN DAN SARAN.....	67
7.1 KESIMPULAN	67
7.2 SARAN	68
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Spesifikasi Tulangan	26
Tabel 3.2 Nilai Indeks Tukang Untuk Membuat Pembesian 1m ³ kolom bertulang	32
Tabel 4.1 Form Pengolahan Data <i>Method Productivity Delay Model</i>	38
Tabel 5.1 Perhitungan Waktu Untuk Setiap Aktivitas Tukang Besi 1	44
Tabel 5.2 Perhitungan Waktu Untuk 5 Siklus Pekerjaan Pemotongan Besi Pada Struktur Kolom	45
Tabel 5.3 Perhitungan Waktu Untuk 5 Siklus Pekerjaan Pembengkokkan Besi Pada Struktur Kolom	45
Tabel 5.4 Perhitungan Waktu Untuk 5 Siklus Pekerjaan Setting Besi Pada Struktur Kolom	46
Tabel 5.5 Penundaan Siklus Produksi Pekerjaan Pemotongan Besi Pada Struktur Kolom Tukang 1	47
Tabel 5.6 Penundaan Siklus Produksi Pekerjaan Pembengkokkan Besi Pada Struktur Kolom Tukang 1	47
Tabel 5.7 Penundaan Siklus Produksi Pekerjaan Setting Besi Pada Struktur Kolom Tukang 1	48
Tabel 5.8 Sampel Penundaan Tukang Secara Keseluruhan Untuk Pekerjaan Pembesian Pada Struktur Kolom	49
Tabel 5.9 Perhitungan Lembar Kerja Proses MPDM Tukang 1	52
Tabel 5.10 Perhitungan Lembar Kerja Proses MPDM Secara Keseluruhan	53
Tabel 5.11 Perhitungan Informasi Penundaan Tukang 1 Pekerjaan Pemotongan Besi Struktur Kolom	54

Tabel 5.12 Perhitungan Informasi Penundaan Tukang Pekerjaan Pembesian Pada Struktur Kolom.....	55
Tabel 5.13 Nilai Produktivitas Tukang Untuk Pekerjaan Pembesian 1m ³ Pada Struktur Kolom.....	59
Tabel 5.14 Perbandingan Koefisien Tenaga Kerja Pembesian Untuk Membuat Pembesian 1m ³ Kolom Bertulang Antara SNI dan Observasi Lapangan	61



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Peta Administrasi Kabupaten Magelang.....	1
Gambar 3.1	Sasaran proyek yang juga merupakan tiga kendala (<i>triple constraint</i>).....	12
Gambar 4.1	Lokasi Proyek Penelitian	33
Gambar 4.2	Diagram Alir Penelitian	41
Gambar 6.1	Nilai Produktivitas Berdasarkan Jenis Kegiatan.....	62
Gambar 6.2	Perbandingan Hasil Pengamatan Tukang Pada Pekerjaan Pembesian Kolom	63
Gambar 6.3	Perbandingan Koefisien Tenaga Kerja Pembesian Untuk Membuat Pembesian 1m ³ Kolom Bertulang Antara SNI dan Observasi Lapangan	66



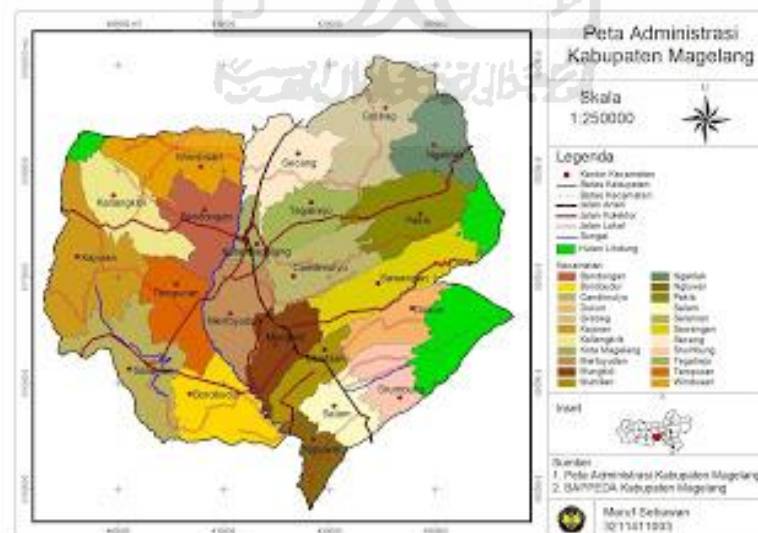
BAB I

PENDAHULUAN

Bab ini berisi mengenai hal-hal yang menjadi dasar dalam melakukan penelitian ini yang meliputi latar belakang pemilihan permasalahan penelitian, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, serta batasan-batasan penelitian yang telah ditentukan agar ruang lingkup penelitian menjadi lebih terarah dalam pelaksanaannya.

1.1 LATAR BELAKANG

Secara geografis letak Kabupaten Magelang berada pada posisi 110001'51"-110026'58" Bujur Timur dan 7019'13"- 7042'16" Lintang Selatan. Dengan posisi geografis seperti ini, Kabupaten Magelang terletak di tengah pulau Jawa, tepatnya pada persilangan lalu lintas ekonomi dan wisata antara Semarang – Magelang – Yogyakarta dan Purworejo – Temanggung, dengan peta sebagaimana ditampilkan pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Peta Administrasi Kabupaten Magelang (BAPPEDA Kabupaten Magelang, 2013)

Perkembangan, pertumbuhan dan kemajuan wilayah Kabupaten Magelang dalam beberapa tahun ini menyebabkan pembangunan infrastruktur perkotaan seperti pembangunan infrastruktur jalan, bangunan perumahan permukiman, bangunan perkantoran, perhotelan dan pusat perbelanjaan menjadi berkembang pula (Pemerintah Kabupaten Magelang, 2016).

Dalam meningkatkan perkembangan, pertumbuhan dan kemajuan suatu wilayah diperlukan pembangunan infrastruktur untuk mendukung keberhasilannya. Pembangunan infrastruktur tersebut dalam hal ini penyelenggaraan proyek konstruksi, sangat dipengaruhi oleh sumber daya manusia yang dimiliki (JASAMARGA, 2015).

Kehadiran manusia dalam melakukan kegiatan produksi pada suatu perusahaan menjadi sangat penting karena manusia tidak dapat digantikan oleh apapun termasuk kecanggihan mesin. Perusahaan yang menggunakan mesin dengan kecanggihan yang luar biasa tetap memerlukan peran manusia dalam proses pengoperasian, perawatan dan perbaikan. Untuk itu, tenaga kerja merupakan faktor penting yang perlu diperhatikan untuk meningkatkan produksi dan produktivitas (Haryanto & Sutjahjanti, 2017).

Produktivitas tenaga kerja yang rendah dapat mengakibatkan inefisiensi atau pemborosan dalam berbagai hal, dimana pada kenyataan bahwa kemampuan dalam melaksanakan suatu proyek konstruksi memiliki sumber dana dan daya yang terbatas. Produktivitas pekerja dapat mempengaruhi jadwal yang telah disesuaikan pada tahap perencanaan dengan kemajuan pekerjaan di lapangan. Jadwal konstruksi dengan progres konstruksi sangat berpengaruh pada durasi dan biaya proyek.

Produktivitas dapat dipengaruhi berbagai macam faktor, diantaranya pengalaman, pengetahuan, usia, dan lain sebagainya. Pekerja yang berpengalaman memiliki nilai produktivitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan pekerja yang masih pemula. Pengalaman kerja yang rendah juga mengakibatkan tingkat keahlian dan keterampilan juga rendah. Seseorang yang baru pertama kali kerja dan belum mempunyai pengalaman dalam bekerja, akan mengalami kesulitan dalam pekerjaannya. Biasanya pekerja tersebut perlu penyesuaian terlebih dahulu dalam pekerjaan yang dilaksanakan tersebut. Berbeda dengan pekerja yang sudah cukup

memiliki pengalaman, pekerja tersebut akan dapat langsung menyelesaikan pekerjaannya dengan baik. Hal ini tentunya sangat mempengaruhi produktivitas kerjanya. Namun pada faktor usia, produktivitas pekerja yang berusia muda dapat menjadi lebih tinggi dibandingkan dengan pekerja yang berusia lanjut, hal ini dikarenakan adanya perbedaan stamina. Selain itu, metode kerja, kesiapan material dan peralatan juga dapat mempengaruhi produktivitas kerja.

Faktor-faktor yang mempengaruhi rendahnya produktivitas tenaga kerja tersebut perlu diidentifikasi, dianalisa dan dilakukan tindakan terhadap faktor yang mempengaruhi rendahnya produktivitas tenaga kerja agar nilai produktivitas tenaga kerja menjadi lebih tinggi.

Nilai produktivitas pekerja merupakan nilai yang hanya dapat dilihat melalui suatu perhitungan, maka dilakukan perhitungan nilai produktivitas pekerja dari suatu studi kasus Proyek Renovasi Kelas C Menjadi 2 Lantai. Produktivitas pekerja yang akan dihitung adalah produktivitas pekerja pada pekerjaan struktur kolom, khususnya pada proses pembesian.

Pekerjaan struktur merupakan salah satu aktivitas kritis dalam perencanaan jadwal sebuah proyek. Oleh karena itu, diperlukan pengukuran dan peningkatan pada produktivitas pekerja konstruksi agar dapat mencapai sasaran mutu, proses, dan hasil kerja yang sesuai dengan harapan dan perencanaan, baik dari segi kualitas, durasi, maupun pembiayaan.

Selanjutnya dasar yang digunakan untuk menghitung produktivitas adalah dengan menggunakan Standar Nasional Indonesia (SNI) 2008, akan tetapi produktivitas tukang sering kali berbeda antara nilai yang terjadi di lapangan dengan nilai yang tertera dalam SNI.

Berdasarkan latar belakang di atas, akan dilakukan sebuah penelitian tentang produktivitas tenaga kerja dengan judul Analisa Produktivitas Pekerja Pada Pekerjaan Pembesian Struktur Kolom Dengan *Method Productivity Delay Model* (MPDM) dengan studi kasus pada Proyek Renovasi Kelas C Menjadi 2 Lantai.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang penelitian yang telah dijelaskan di atas, maka permasalahan yang akan diteliti dapat dirumuskan sebagai berikut ini.

1. Bagaimana produktivitas pekerja untuk pekerjaan pembesian struktur kolom pada proyek Renovasi Kelas C Menjadi 2 Lantai?
2. Berapakah jumlah pekerja yang dibutuhkan untuk melaksanakan pekerjaan pembesian struktur kolom secara optimal dengan cara MPDM?
3. Seberapa besar selisih produktivitas pekerja pada pekerjaan pembesian struktur kolom antara SNI 2008 dan praktik di lapangan?

1.3 TUJUAN PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui:

1. nilai produktivitas pekerja pada pekerjaan pembesian struktur kolom pada proyek Renovasi Kelas C Menjadi 2 Lantai,
2. jumlah pekerja yang dibutuhkan untuk melaksanakan pekerjaan pembesian struktur kolom secara optimal dengan cara MPDM, dan
3. selisih produktivitas pekerja pada pekerjaan pembesian struktur kolom antara SNI 2008 dan praktik di lapangan.

1.4 MANFAAT PENELITIAN

Manfaat penelitian pada penelitian ini adalah untuk:

1. dijadikan masukan nantinya dalam menentukan atau bahan perbandingan tentang produktivitas kerja,
2. memperluas wawasan, pengetahuan dan pengalaman kedalam bidang sesungguhnya berdasarkan teori dan praktek,
3. menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya, dan
4. memberikan sumbangan akademik untuk memperkaya khasanah kepustakaan administrasi publik, khususnya mengenai produktivitas tenaga kerja dengan menggunakan MPDM.

1.5 BATASAN MASALAH

Berdasarkan rumusan masalah dan tujuan penelitian diatas, maka berikut ini dibuat 5 (lima) batasan agar penelitian ini lebih terfokus dan terarah.

1. Penelitian dilakukan pada proyek Renovasi Kelas C Menjadi 2 Lantai yang berlokasi di Akademi Militer Magelang, Jawa Tengah.
2. Observasi Penelitian dilakukan hanya pada perhitungan produktivitas pekerja pada pekerjaan pembesian struktur kolom.
3. Objek yang akan dihitung nilai produktivitasnya adalah pekerja.
4. Perbandingan nilai produktivitas berdasarkan SNI 2008.
5. Penelitian dilakukan dengan menggunakan metoda *work sampling* dan MPDM.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini memaparkan beberapa penelitian sebelumnya yang ada kaitannya atau hampir sama dengan penelitian yang sedang dilaksanakan sehingga lebih terarah, sistematis dan penelitian yang dilakukan tidak bertentangan dengan maksud dan tujuan penelitian tersebut. Selain itu tinjauan pustaka diperlukan untuk menghindari duplikasi atau pengulangan penelitian yang sama, dan sekaligus menunjukkan keaslian penelitian.

2.1 PENELITIAN YANG PERNAH DILAKUKAN

Tinjauan pustaka pada suatu penelitian merupakan bagian penting yang dapat mengungkapkan teori-teori serta hasil-hasil penelitian terdahulu yang pernah dilakukan selain dapat dipakai sebagai sumber informasi dan bahan acuan yang sangat berguna bagi penulis pada topik yang sama atau serupa.

Penelitian tentang produktivitas tenaga kerja sebelumnya sudah pernah dilakukan pada berbagai jenis item pekerjaan yang lain. Empat di antara serangkaian penelitian terkait akan dipaparkan secara singkat dan dijadikan acuan pada penelitian ini sebagai berikut..

2.1.1 Analisis Produktivitas Tenaga Kerja Pada Pekerjaan Struktur Beton Balok Dan Pelat Lantai

Penelitian yang dilakukan oleh Ir. Gede Astawa Diputra (2015) adalah tentang proyek pembangunan gedung Unit Sekolah Baru (USB) SMP Negeri 5 Mengwi yang merupakan salah satu proyek konstruksi yang sedang berjalan di Kelurahan Sading, Mengwi Badung. Mandor adalah salah satu komponen tenaga kerja yang memiliki peran penting dalam proses realisasi pekerjaan. Dalam upaya mengatur dan manajemen penggunaan tenaga kerja, maka kontraktor harus mengetahui tingkat produktivitas mandornya. Produktivitas mandor akan sangat berpengaruh terhadap keuntungan atau kerugian suatu proyek, hal ini dikarenakan

tingkat produktivitas mandor berhubungan dengan biaya upah realisasi tenaga kerja yang diperlukan. Sehingga perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui produktivitas tenaga kerja (mandor dengan kelompok tenaga kerjanya) dan perbandingan biaya upah berdasarkan RAB dan biaya upah realisasi.

Analisis hanya dilakukan pada biaya upah pada pekerjaan struktur beton balok dan pelat lantai, lantai 2 dan 3 pada gedung D, E, dan F. Data yang diperlukan antara lain daftar analisa biaya upah, biaya upah berdasarkan RAB Kontraktor, biaya upah di lapangan, volume pekerjaan realisasi dan absensi tenaga kerja. Perhitungan dilakukan dengan menganalisis jumlah biaya upah tenaga kerja pada RAB, dan membandingkan dengan biaya upah realisasi serta menganalisis produktivitas mandor (dengan kelompok tenaga kerjanya) berdasarkan perbandingan antara volume realisasi dengan jumlah durasi penyelesaian pekerjaan.

Dari analisis didapatkan tingkat produktivitas mandor dengan kelompok tenaga kerjanya pada gedung D dan gedung F adalah $12.60 \text{ m}^2/\text{hari}$, dengan luas $516,45 \text{ m}^2$ yang dikerjakan selama 41 hari oleh 45 orang tenaga kerja. Tingkat produktivitas mandor dengan kelompok tenaga kerjanya pada gedung E adalah $18.32 \text{ m}^2/\text{hari}$ dengan luas $494,7 \text{ m}^2$, yang dikerjakan selama 27 hari oleh 60 orang tenaga kerja. Biaya upah realisasi 70% lebih murah dari biaya upah RAB sehingga Kontraktor tidak mengalami kerugian untuk pekerjaan struktur beton balok dan pelat lantai.

2.1.2 Produktivitas Pekerja Pada Pekerjaan Beton Bertulang Proyek Bangunan Bertingkat

Penelitian yang dilakukan oleh Ardi, dkk (2015) berisi tentang mayoritas pekerjaan bangunan bertingkat yang pada umumnya adalah pekerjaan struktur beton bertulang. Pekerjaan struktur beton bertulang adalah pekerjaan bekisting, penulangan, dan pengecoran. Salah satu hal yang perlu di manajemen dari pekerjaan struktur beton bertulang adalah pekerja. Hal yang perlu diketahui dalam manajemen pekerja adalah produktivitas pekerja. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghitung nilai produktivitas pekerja pekerjaan struktur beton bertulang, mengetahui faktor-faktor apa yang mempengaruhi produktivitas pekerja

pada pekerjaan struktur beton bertulang, dan membandingkan hasil produktivitas pekerja dengan SNI tahun 2008. Penelitian ditunjang dengan observasi lapangan pada proyek *condominium* TP6. Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor kondisi lapangan, ketersediaan material, faktor *relaxation allowances* dan *contingency allowances*, jumlah pekerja.

2.1.3 Analisis Produktivitas Tenaga Kerja Pekerjaan Pemasangan Keramik Dengan Menggunakan Metode MPDM

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Alfianarrochmah (2019) mengenai tenaga kerja merupakan faktor yang berpengaruh pada keberhasilan sebuah proyek. Maka diperlukan produktivitas yang tinggi untuk tenaga kerja tukang. *Method Productivity Delay Model* yaitu metode perhitungan produktivitas dengan menimbang beberapa faktor, yaitu: lingkungan, peralatan, tenaga kerja, material, dan manajemen.

Penelitian ini dilakukan pada proyek pembangunan rumah kost daerah Sleman, Yogyakarta dengan cara pengamatan (observasi) di lapangan menggunakan video camera dan wawancara mengenai beberapa hal yang berkaitan dengan pekerjaan pemasangan keramik. Mengambil data dari 4 tukang pemasang keramik yang bersumber dari 3 proyek. Unit produksi masing-masing tukang 5 siklus pekerjaan, dengan 1 siklus seluas $2,5 \text{ m}^2$ yang setara dengan 16 buah keramik ukuran $40 \times 40 \text{ cm}$. Diperhitungkan realisasi biaya upah tukang keramik per m^2 kaitannya dengan hasil produktivitas tukang. Dengan tujuan mengetahui seberapa besar perbandingan produktivitas dan biaya upah tukang keramik per m^2 menurut MPDM dan Permen PU 28/PRT/M/2016.

Diperoleh hasil penelitian yaitu perbandingan rata-rata produktivitas menurut Permen PU 28/PRT/M/2016 dengan produktivitas keseluruhan menurut MPDM sebesar $1,143 \text{ m}^2 / \text{jam}$ dibanding $3,409 \text{ m}^2 / \text{jam}$ dengan selisih hasil produktivitas sebesar 2,266 atau prosentase yang dihasilkan sebesar 33,526 %. Perbandingan rata-rata biaya menurut Permen PU 28/PRT/M/2016 dan menurut produktivitas keseluruhan MPDM tukang keramik per m^2 berdasarkan perhitungan koefisien produktivitas keseluruhan sebesar Rp 28.438 dan Rp 9.642 dengan selisih hasil

Rp 18.796. Sedangkan perbandingan dengan berdasarkan koefisien produktivitas ideal sebesar Rp 28.438 dan Rp 9.479 dengan selisih hasil Rp 18.959.

2.1.4 Aplikasi Method Productivity Delay Model pada Analisa Pengaruh Waste pekerja Terhadap Indeks Koefisien Produktivitas

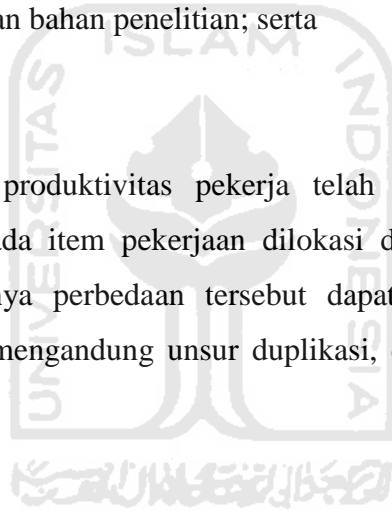
Penelitian yang dilakukan oleh Pamungkas, dkk (2017) berisi tentang permasalahan yang sering terjadi pada proyek konstruksi yang berkaitan dengan *human resources*, dimana berperan penting sebagai pelaku pembangunan proyek konstruksi. Industri konstruksi juga menghadapi masalah waste. Jenis *waste* yang diamati adalah *waste* pekerja. Maka dilakukan penelitian dengan tujuan menganalisa prosentase waste pekerja, menganalisa indeks koefisien produktivitas pekerja, dan dampaknya terhadap Rencana Anggaran Biaya. Pekerjaan yang diamati adalah pekerjaan kolom meliputi pembesian, bekisting, dan pengecoran. Penelitian dimulai dengan pengumpulan data primer menggunakan metode wawancara untuk mendapatkan profil pekerja, dan observasi untuk mendapatkan data *production cycle time*, durasi *delay* (material, teknis, perilaku). Data primer tersebut dianalisa dengan menggunakan *method productivity delay model* untuk mendapatkan produktivitas, kemudian nilai produktivitas dikalikan dengan volume pekerjaan. Dengan menggunakan rumus untuk menghitung indeks koefisien produktivitas, didapatkan masing-masing nilai indeks koefisien produktivitas. Dari hasil analisa didapatkan prosentase waste pekerja pembesian sebesar 2,357%, bekisting sebesar 2,269%, pengecoran sebesar 1,332%. Sementara hasil perhitungan indeks koefisien produktivitas didapatkan untuk pembesian (pekerja = 0,047, tukang besi = 0,021, mandor = 0,05), bekisting (pekerja = 0,063, kepala tukang = 0,008, mandor = 0,008), pengecoran (pekerja = 0,55, kepala tukang = 0,09, mandor = 0,09). Beberapa faktor yang mempengaruhi produktivitas adalah pengalaman kerja, pengawasan, layout proyek, dan training / sertifikasi yang pernah diikuti oleh pekerja.

2.2 KEASLIAN PENELITIAN

Keaslian penelitian menunjukkan beberapa penelitian sebelumnya yang digunakan sebagai pembandingan, dalam merumuskan keaslian penelitian ini dengan penelitian terdahulu. Berdasarkan pada tinjauan pustaka yang sebelumnya telah dijabarkan di atas, terdapat beberapa perbedaan yang dapat dirumuskan menjadi 5 komponen, yaitu:

1. nama peneliti, tahun penelitian dan judul penelitian;
2. tujuan penelitian;
3. metode penelitian;
4. objek penelitian;
5. teknik analisis dan bahan penelitian; serta
6. hasil penelitian.

Penelitian tentang produktivitas pekerja telah dilakukan oleh banyak penelitian sebelumnya pada item pekerjaan dilokasi dan kasus yang berbeda. Diharapkan dengan adanya perbedaan tersebut dapat menjadikan hasil dari penelitian ini asli, tidak mengandung unsur duplikasi, dan dapat dipertanggung jawabkan.



BAB III

LANDASAN TEORI

Untuk mendukung pelaksanaan penelitian ini, maka perlu dijabarkan mengenai hal-hal atau teori-teori yang berkaitan dengan permasalahan dan ruang lingkup pembahasan yang diteliti sebagai landasan dalam pembuatan penelitian ini. Adapun hal-hal yang berkaitan dengan kajian pustaka tersebut akan diuraikan dibawah ini.

3.1 TINJAUAN UMUM

Banyak faktor yang dapat mempengaruhi turunnya tingkat produktivitas pekerjaan saat diberlakukan jam kerja lembur pada suatu proyek konstruksi, faktor-faktor tersebut antara lain motivasi, kedisiplinan, etos kerja, keterampilan, dan pendidikan (Tarwaka, Bakri Solichul HA, & Sudiajeng, 2004)

Menurut Soeharto (1997) dalam Pamungkas, dkk (2017), faktor yang mempengaruhi produktivitas tenaga kerja di lapangan yaitu kondisi fisik lapangan, koordinasi/pengawasan, komposisi kelompok kerja, kerja lembur, pengalaman pekerja, ukuran besar proyek, dan kepadatan tenaga kerja. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung produktivitas menggunakan MPDM yang pada akhirnya dapat diketahui prosentase waste pekerja, indeks nilai koefisien produktivitas, dan Rencana Anggaran Biaya untuk pekerja.

3.2 MANAJEMEN PROYEK

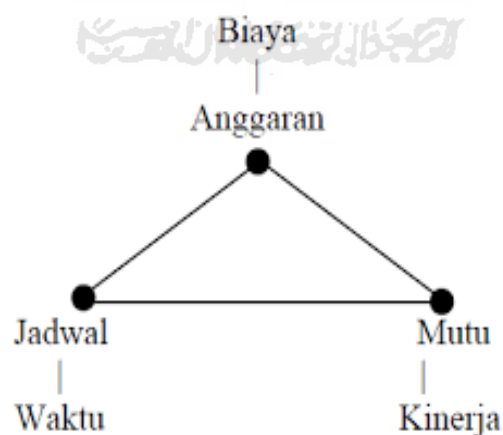
Manajemen proyek adalah sebuah bentuk disiplin keilmuan yang berfokus pada beberapa faktor yang mendukung pelaksanaan proyek, yaitu perencanaan, pengorganisasian, pengelolaan (pelaksanaan dan pengendalian), untuk dapat mencapai tujuan dari proyek itu sendiri.

Manajemen proyek konstruksi adalah merencanakan, mengorganisir, memimpin, dan mengendalikan sumberdaya untuk mencapai sasaran jangka pendek yang telah ditentukan (Soeharto, 1999).

Tujuan dari proses manajemen proyek menurut Soeharto (1999) adalah agar:

1. semua rangkaian kegiatan tersebut tepat waktu, dalam hal ini tidak terjadi keterlambatan penyelesaian suatu proyek;
2. tercapai biaya yang sesuai, maksudnya agar tidak ada biaya tambahan lagi di luar dari perencanaan biaya yang telah direncanakan;
3. kualitas sesuai dengan persyaratan; dan
4. proses kegiatan sesuai persyaratan.

Pengertian proyek dalam penelitian ini dibatasi dalam arti konstruksi, yaitu proyek yang berkaitan dengan bidang konstruksi dalam ilmu teknik sipil. Selain berbentuk bangunan, telah disebutkan bahwa tiap proyek memiliki tujuan khusus. Di dalam proses mencapai tujuan tersebut, ada batasan yang harus dipenuhi yang disebut tiga kendala (*triple constraint*) (Soeharto, 1999). Ketiga kendala tersebut dan hubungannya dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Sasaran proyek yang juga merupakan tiga kendala (*triple constraint*) (Soeharto, 1999)

Soeharto (1999) menjelaskan batasan yang harus dipenuhi untuk mencapai tujuan proyek ada 3 (tiga), yaitu:

1. anggaran proyek harus diselesaikan dengan biaya yang tidak melebihi anggaran;
2. jadwal proyek harus dikerjakan sesuai dengan kurun waktu dan tanggal akhir yang telah ditentukan. Bila hasil akhir adalah produk baru, maka penyerahannya tidak boleh melewati batas waktu yang ditentukan; dan
3. mutu produk atau hasil kegiatan proyek harus memenuhi spesifikasi dan kriteria yang dipersyaratkan. Jadi, memenuhi persyaratan mutu berarti mampu memenuhi tugas yang dimaksudkan atau sering disebut sebagai *fit for the intended use*.

3.2.1 Manajemen Ruang Lingkup Proyek

Ruang lingkup proyek adalah bagian yang mewakili semua kinerja yang terlibat dalam menciptakan produk dari proyek dan proses untuk menciptakan proyek tersebut. Sedangkan ruang lingkup proyek mencakup seluruh proses yang terdapat dalam pendefinisian dan pengaturan mengenai apa saja bagian atau komponen yang termasuk di dalam proyek. Manajemen ruang lingkup proyek adalah bidang keilmuan yang meliputi rangkaian proses yang diperlukan untuk dapat memastikan sebuah proyek yang akan dilaksanakan telah mencakup semua pekerjaan yang diperlukan, dan hanya pekerjaan yang diperlukan, untuk menghasilkan penyelesaian proyek yang sukses dan sesuai dengan tujuan proyek tersebut.

Hal ini berfungsi untuk memperjelas bahwa tim proyek dan *stakeholder* mempunyai pengertian yang sama mengenai produk yang akan diproduksi sebagai hasil dari proyek dan proses yang akan digunakan dalam pelaksanaan produksi proyek tersebut (Schwalbe, 2004).

Menurut Schwalbe (2004), kegiatan utama yang terlibat dalam manajemen ruang lingkup proyek terdiri dari 5 tahapan, yaitu:

1. inisiasi (*Initiation*), berupa tahapan pembagian jabatan, tugas, tanggungjawab, serta kewenangan dalam pelaksanaan proyek;

2. perencanaan ruang lingkup (*Scope Planning*), berupa pernyataan tertulis mengenai ruang lingkup yang dibuat sebagai dasar acuan untuk pembuatan keputusan proyek di kemudian hari;
3. pendefinisian ruang lingkup (*Scope Definition*), berupa pengelompokan penyampaian proyek besar ke dalam bagian-bagian yang lebih kecil dengan komponen yang jelas dan mudah diatur;
4. verifikasi ruang lingkup (*Scope Verification*), berupa tahap dalam meresmikan pembagian dan penerimaan ruang lingkup proyek; serta
5. pengontrolan perubahan ruang lingkup (*Scope Change Control*), berupa tahapan akhir yang berisi kegiatan untuk mengendalikan lingkup proyek jika mengalami perubahan.

3.2.2 Manajemen Waktu

Manajemen waktu adalah suatu jenis keterampilan yang berkaitan dengan segala bentuk upaya dan tindakan seseorang yang dilakukan secara terencana agar individu dapat memanfaatkan waktunya dengan sebaik-baiknya (Atkinson, 1990).

Menurut Macan (1994), manajemen waktu terdiri dari 3 aspek, yaitu:

1. menetapkan tujuan dan prioritas,
2. mekanisme (perencanaan dan penjadwalan), serta
3. preferensi untuk terorganisasi.

Macan (1994) mengemukakan bahwa manajemen waktu tiap individu berbeda dengan individu lainnya, hal tersebut dikarenakan adanya faktor-faktor yang dapat mempengaruhi manajemen waktu. Faktor-faktor tersebut antara lain yang pertama adalah usia yang dijelaskan bahwa semakin tinggi usia seseorang maka semakin baik pula kemampuan manajemen waktunya, begitupun sebaliknya. Kedua adalah jenis kelamin.

Selain kedua faktor tersebut, Hoffer (2007) berpendapat bahwa terdapat 3 faktor yang mempengaruhi manajemen waktu, yaitu:

1. pengaturan diri, dengan adanya kesadaran untuk mengatur diri, seseorang dapat mengatur waktunya dengan lebih baik;

2. motivasi, seseorang yang memiliki motivasi yang tinggi dalam dirinya berpeluang memiliki manajemen waktu yang tinggi pula; dan
3. pencapaian tujuan, seseorang yang memiliki tujuan akan lebih berusaha untuk mencapai tujuannya dan akan mengatur waktunya dengan lebih baik.

3.2.3 Manajemen Biaya

Manajemen biaya terdiri dari aktifitas untuk mempersiapkan dan mengatur anggaran keuangan untuk pelaksanaan suatu proyek. Manajemen biaya proyek melibatkan proses yang dibutuhkan untuk meyakinkan dan memperjelas bahwa proyek akan dapat diselesaikan dengan nilai anggaran yang telah dianjurkan dalam perencanaan (Schwalbe, 2004).

Menurut Soemardi (1998) terdapat 4 hal utama yang perlu diperhatikan dalam manajemen biaya suatu proyek, yaitu:

1. perencanaan sumber daya, yaitu kegiatan yang meliputi proses untuk menentukan sumber daya dalam bentuk fisik (manusia, peralatan, material) dan kuantitasnya yang dibutuhkan untuk melaksanakan dan menyelesaikan suatu aktivitas dalam proyek. Proses ini sangat berkaitan erat dengan proses estimasi biaya;
2. estimasi biaya adalah suatu proses yang dilakukan untuk menghasilkan perkiraan biaya dari sumber daya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pelaksanaan suatu aktivitas atau keseluruhan kegiatan dalam proyek. Bila proyek dilaksanakan melalui sebuah kontrak, perlu dibedakan antara estimasi biaya dengan nilai kontrak. Estimasi biaya melibatkan perhitungan kuantitatif dari biaya-biaya yang muncul untuk menyelesaikan proyek. Sedangkan nilai kontrak merupakan keputusan dari segi bisnis di mana perkiraan biaya yang didapat dari proses estimasi merupakan salah satu pertimbangan dari keputusan yang diambil;
3. penganggaran biaya adalah suatu proses dalam membuat alokasi biaya untuk masing-masing aktivitas dari nilai keseluruhan biaya yang telah didapatkan sebelumnya pada proses estimasi. Dari proses ini akan didapatkan *Cost Baseline* yang dapat digunakan untuk menilai kinerja proyek; dan

4. pengendalian biaya, berupa kegiatan yang dilakukan selama proyek berlangsung untuk mendeteksi apakah biaya *actual* pelaksanaan proyek menyimpang dari rencana atau tidak. Semua penyebab penyimpangan biaya harus terdokumentasi dengan baik sehingga langkah-langkah perbaikan dapat dilakukan.

3.2.4 Manajemen Kualitas

Manajemen kualitas adalah suatu area pengetahuan yang sulit ditentukan (Schwalbe, 2004). Manajemen kualitas adalah sebuah tindakan untuk mengawasi dan mengendalikan seluruh kegiatan yang meliputi tugas, fungsi dan tanggungjawab yang terdapat dalam pelaksanaan suatu pekerjaan sehingga dapat mempertahankan tingkat keunggulan yang diinginkan. Dengan kata lain, tujuan dari manajemen kualitas proyek adalah untuk dapat memastikan dan meyakinkan bahwa proyek dapat memenuhi kebutuhan permintaan yang sesuai dengan yang dikerjakan. Banyak teknik proyek yang gagal karena tim proyek hanya berfokus pada kebutuhan produk utama yang tertulis yang akan dihasilkan dan mengacuhkan kebutuhan *stakeholder* yang sebenarnya dan harapan atas proyek itu sendiri.

Surbakti (2013) menjelaskan bahwa manajemen kualitas suatu proyek terdiri dari 3 proses utama berikut ini.

1. *Quality Planning*. Proses mengidentifikasi standar kualitas yang relevan dengan proyek dan bagaimana cara untuk memenuhi standar tersebut;
2. *Quality Assurance*. Proses mengevaluasi (secara periodik) keseluruhan proyek untuk memastikan proyek akan memenuhi standar kualitas yang relevan. Pada proses ini meliputi pengambilan tanggung jawab selama proyek berlangsung sampai akhir proyek berjalan; dan
3. *Quality Control*. Proses ini memonitor hasil spesifik proyek untuk memastikan bahwa proyek berjalan sesuai dengan standard kualitas ketika mengidentifikasi beberapa cara untuk meningkatkan kualitas secara keseluruhan.

3.2.5 Manajemen Sumber Daya

Menurut Schwalbe (2004), manajemen sumber daya manusia melibatkan proses yang dibutuhkan untuk melakukan efektifitas dari penggunaan orang yang terlibat dengan proyek.

Terdapat 5 kegiatan yang menjadi proses utama dalam manajemen sumber daya manusia, yaitu:

1. perencanaan sumber daya manusia (*Human Resource Planning*),
2. perekrutan tim proyek (*Acquiring the Project Team*),
3. pengembangan tim proyek (*Developing the Project Team*),
4. pengaturan tim proyek (*Managing the Project Team*), dan
5. organisasi Proyek.

3.2.6 Manajemen Tenaga Kerja

Tenaga kerja perlu diatur secara efektif dan efisien secara maksimal untuk mencapai tujuan yang sesuai atau melebihi standar perusahaan. Menurut Undang-Undang No. 13 Tahun 2003 Tentang Ketenagakerjaan Pasal 1, tenaga kerja adalah setiap orang yang mampu melaksanakan pekerjaan baik di dalam maupun di luar hubungan kerja guna menghasilkan barang dan jasa untuk memenuhi kebutuhan masyarakat.

Tenaga kerja yang terlibat secara langsung dilapangan dalam pekerjaan proyek konstruksi dan memiliki peranan yang cukup dominan yang terdiri atas 11 posisi sebagai berikut.

1. *Project Manager*, bertanggung jawab penuh atas pelaksanaan proyek;
2. *Site Manager*, staf ahli untuk mewakili pekerjaan kontraktor di lapangan dan berwenang mengambil tindakan, serta bertanggung jawab atas apa yang terjadi pada pekerjaan proyek;
3. *Site Engineer*, membantu tugas manager proyek;
4. Administrasi atau Keuangan, membantu *project manager* dalam menangani masalah administrasi atau keuangan;
5. Logistik, mengurus pengadaan barang, peralatan dan material;

6. Kepala pelaksana, mengkoordinir berbagai pekerjaan di lapangan dan bertanggung jawab kepada *site manager* atas kemajuan pelaksanaan pekerjaan;
7. Pelaksana, membantu kepala pelaksana dalam mengerjakan pekerjaan fisik secara keseluruhan;
8. Mandor, orang yang dapat mengatur pekerjaan tertentu sehingga ia dapat mendatangkan sejumlah tenaga kerja sesuai dengan kualifikasi yang diperlukan;
9. Kepala Tukang, tenaga terampil yang mempunyai dasar pengetahuan teknik sampai tingkat tertentu;
10. Tukang, orang yang memiliki keahlian dan keterampilan tertentu dalam pekerjaan yang disebabkan oleh pengalaman dan kebiasaan, namun masih terbatas pada pekerjaan sederhana; dan
11. Pekerja atau Laden, orang yang tidak mempunyai keahlian sama sekali, hanya mengandalkan kemampuan fisik.

3.2.6 Metode Pertukaran Waktu dan Biaya

Di dalam perencanaan suatu proyek disamping variabel waktu dan sumber daya, variabel biaya (*cost*) mempunyai peranan yang sangat penting. Biaya merupakan salah satu aspek penting dalam manajemen, dimana biaya yang timbul harus dikendalikan seminim mungkin. Pengendalian biaya harus memperhatikan faktor waktu, karena terdapat hubungan yang erat antara waktu penyelesaian proyek dengan biaya-biaya proyek yang bersangkutan.

Sering terjadi suatu proyek harus diselesaikan lebih cepat daripada waktu normalnya. Dalam hal ini pimpinan proyek dihadapkan kepada masalah bagaimana mempercepat penyelesaian proyek dengan biaya minimum. Oleh karena itu perlu dipelajari terlebih dahulu hubungan antara waktu dan biaya. Analisis mengenai pertukaran waktu dan biaya disebut dengan *Time Cost Trade Off* (Priyo & Paridi, Studi Optimasi Waktu dan Biaya dengan Metode Time Cost Trade Off pada Proyek Konstruksi Pembangunan Gedung Olah Raga, 2018).

Menurut Priyo & Sumanto (2016), 5 macam cara yang dapat digunakan untuk melaksanakan percepatan penyelesaian waktu proyek, antara lain adalah:

1. penambahan jumlah jam kerja (kerja lembur),
2. penambahan tenaga kerja,
3. pergantian atau penambahan peralatan,
4. pemilihan sumber daya manusia yang berkualitas, dan
5. penggunaan metode konstruksi yang efektif.

Cara-cara tersebut dapat dilaksanakan secara terpisah maupun kombinasi, misalnya kombinasi penambahan jam kerja sekaligus penambahan jumlah tenaga kerja, biasa disebut giliran (*shift*), dimana unit pekerja untuk pagi sampai sore berbeda dengan unit pekerja untuk sore sampai malam.

3.3 PRODUKTIVITAS

Produktivitas dan produksi merupakan dua kata dengan pengertian yang berbeda, dimana peningkatan ‘produktivitas’ memiliki arti penggunaan yang efisiensi dari sumber-sumber daya dalam menghasilkan barang dan jasa. Atau dengan kata lain merupakan kombinasi dari efektivitas yang berkaitan dengan hasil yang diinginkan dan efisiensi yang merupakan tingkat pemanfaatan sumber-sumber daya secara minimal. Sedangkan ‘produksi’ berhubungan dengan aktivitas untuk menghasilkan produk berupa barang atau jasa. Peningkatan produksi tidak selalu disebabkan oleh peningkatan produktivitas karena produksi dapat meningkat walaupun produktivitas tetap atau mengalami penurunan (Maulida & Surya, 2018).

Sinungan (1992) menjelaskan bahwa terdapat 3 faktor yang menjadi dasar dalam membentuk produktivitas, yaitu investasi, manajemen, dan tenaga kerja dengan penjelasan berikut ini.

1. Investasi

Komponen pokok dari investasi ialah modal, karena modal merupakan landasan gerak suatu usaha, modal dapat berupa waktu, uang atau tenaga untuk mendapatkan keuntungan pada masa yang akan datang. Namun modal

saja tidaklah cukup, untuk itu harus ditambahkan dengan komponen lain seperti teknologi;

2. Manajemen

Kelompok manajemen dalam organisasi bertugas pokok menggerakkan orang-orang lain untuk bekerja sedemikian rupa sehingga tujuan dapat tercapai dengan baik; dan

3. Tenaga kerja

Hal-hal yang harus diperhatikan dalam kaitannya dengan faktor tenaga kerja adalah:

- a. motivasi pengabdian, disiplin, etos kerja produktivitas dan masa depannya dan
- b. hubungan industrial yang serasi dan harmonis dalam suasana keterbukaan.

3.3.1 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Produktivitas

Dalam upaya meningkatkan produktivitas kerja karyawan di suatu perusahaan perlu memperhatikan faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas kerja karyawan tersebut. Ada 4 faktor yang mempengaruhi produktivitas kerja karyawan menurut Sinungan (1992) adalah sebagai berikut ini.

1. Kualitas dan kemampuan fisik karyawan. Kualitas dan kemampuan fisik karyawan untuk meningkatkan produktivitas kerja karyawan dipengaruhi oleh tingkat pendidikan, latihan, motivasi kerja, etos kerja, mental dan kemampuan fisik karyawan yang bersangkutan;
2. Sarana pendukung. untuk meningkatkan produktivitas kerja karyawan perusahaan dapat dikelompokkan pada dua golongan, yaitu:
 - a. Menyangkut lingkungan kerja, termasuk teknologi dan cara produksi. Sarana dan peralatan yang digunakan, tingkat keselamatan kerja dan kesehatan kerja serta suasana dalam lingkungan itu sendiri.
 - b. Menyangkut kesejahteraan karyawan yang tercermin dalam upah dan insentif serta tunjangan kesejahteraan;

3. Supra sarana. Supra sarana untuk meningkatkan produktivitas kerja karyawan terdiri dari:
 - a. Kebijakan pemerintah baik di bidang ekspor maupun impor.
 - b. Hubungan industrial
Hubungan yang dimaksud adalah hubungan antara pengusaha dengan karyawan, hubungan antara karyawan dengan karyawan. Pembatasan-pembatasan dan pengawasan yang mempengaruhi ruang gerak karyawan perusahaan dan jalannya aktivitas perusahaan; serta
4. Manajemen. Peran manajemen sangat strategis untuk meningkatkan produktivitas, yaitu dengan mengkombinasikan dan mendayagunakan semua sarana produksi, menerapkan fungsi-fungsi manajemen, menciptakan system kerja dan pembagian kerja, menempatkan orang yang tepat pada pekerjaan yang tepat, serta menciptakan kondisi dan lingkungan kerja yang aman dan nyaman.

Selain yang telah disebutkan di atas, menurut Pamuji (2008), terdapat 10 (sepuluh) faktor yang mempengaruhi produktivitas pekerja sebagai berikut.

1. tingkat upah,
2. pengalaman dan keterampilan kerja,
3. pendidikan dan keahlian,
4. usia pekerja,
5. pengadaan barang,
6. cuaca,
7. jarak material,
8. hubungan kerjasama antar pekerja,
9. faktor manajerial, dan
10. efektivitas jam kerja.

3.3.2 Klasifikasi Pekerja

Menurut Griffis dan Farr (2000) ada 4 kelompok pekerja sebagai berikut ini.

1. Kelompok pertama adalah pekerja yang memiliki kemampuan mekanis seperti tukang listrik, tukang besi, pekerja lembaran logam, tukang pipa, tukang uap, insinyur lift, dan insinyur operasi.
2. Kelompok pekerja kedua adalah kelompok pekerja yang tidak memiliki kemampuan mekanis seperti tukang kayu, tukang batu, tukang cat, dan tukang atap.
3. Kelompok pekerja yang ketiga adalah kelompok pekerja yang tidak memiliki keahlian khusus yang memiliki tugas seperti menempatkan dan menyelesaikan pekerjaan beton, mengangkut material, membantu tukang kelompok pertama dan kedua.
4. Kelompok pekerja yang keempat adalah kelompok pekerja yang mendukung proses konstruksi secara tidak langsung, seperti supir *truck*, buruh angkut, operator *tower crane* dan alat berat lainnya.

3.3.3 Produktivitas Tenaga Kerja

Menurut Gaspersz (2000), produktivitas tenaga kerja merupakan ukuran produktivitas faktor tunggal (*single-factor productivity*) yang diukur berdasarkan tingkat efektivitas terhadap tingkat efisiensi.

Konsep produktivitas pada dasarnya dapat dilihat dari dua dimensi, yaitu dimensi individu dan dimensi organisasi. Pengkajian masalah produktivitas dari dimensi individu tidak lain melihat produktivitas terutama dalam hubungannya dengan karakteristik kepribadian individu. Dalam konteks ini esensi pengertian produktivitas adalah sikap mental yang selalu mempunyai pandangan bahwa mutu kehidupan hari ini harus lebih baik dari hari kemarin, dan hari esok harus lebih baik dari hari ini (Kusnendi, 2003).

3.3.4 Pengukuran Waktu Kerja

Menurut Ginting (2009), pengukuran waktu kerja pada dasarnya dapat digolongkan menjadi 2 bagian dengan penjelasan sebagai berikut.

1. Melakukan pengukuran waktu yang dilakukan dalam keadaan langsung dengan pengukuran dilokasi pekerjaan dengan kegiatan pekerjaan tersebut mulai dijalankan, untuk metode pengukuran pengambilan langsung bisa dibagi menjadi dua, yaitu sebagai berikut ini.
 - a. Metode sampling pekerjaan. Pengamat tidak harus terus menerus berada di lokasi kerja, tetapi melakukan kegiatan pengamatan sekali kali yang telah ditentukan dengan cara random/acak. Karena dalam satu hari kerja akan dibagi satuan waktu yang besarnya bisa ditentukan pengukur; dan
 - b. Metode waktu jam henti / *stopwatch*

Dalam pengukuran jam henti bisa dilakukan tiga cara sebagai berikut,

 - (1) Metode mengulang (*snap back method*), merupakan aktivitas pengukuran waktu dengan secara mengulang, *stopwatch* dapat dijalankan hingga akhir bagian kerja diamati dan ditulis. Untuk bagian mengukur proses lainnya *stopwatch* dikembalikan ketitik nol;
 - (2) Metode kontinue (*continious method*), pada awalnya *stopwatch* dinyalakan dan pengamatan dari awal proses kerja sampai selesai. Pengamat dan pencatatan waktu kumulatif digunakan dalam proses kerja.
 - (3) Metode akumulatif (*accumurlative method*), adalah pengukuran waktu dengan menggunakan dua *stopwatch* dengan cara digabung, apabila *stopwatch* pada awalnya disiapkan, maka *stopwatch* yang kedua terhenti dengan otomatis dan sebaliknya. Pengukuran waktu dengan cara akumulatif kemungkinan dibaca langsung dengan masing-masing bagian kerja;
2. Pengukuran waktu secara tidak langsung adalah pengukuran waktu yang telah tidak harus berada langsung dilokasi kerja. tetapi bisa dilaksanakan dengan cara melihat grafik atau tabel yang tersedia, dengan catatan harus memahami jalannya produksi yang sedang diproses dengan elemen-elemen gerakan, contohnya data waktu baku.

3.3.5 Pengukuran Produktivitas Tenaga Kerja

Produktivitas secara umum merupakan perbandingan antara *output* dan *input*. Dibidang konstruksi, *output* dapat dilihat dari kuantitas pekerjaan yang telah dilakukan. Sedangkan *input*-nya merupakan jumlah sumber daya yang dipergunakan seperti tenaga kerja, peralatan dan material. Karena peralatan dan material biasanya bersifat standar, maka tingkat keahlian tenaga kerja merupakan salah satu faktor penentu produktivitas.

Produktivitas tenaga kerja merupakan produktivitas parsial karena hanya salah satu *input* yang diukur, yaitu sumber daya manusia atau tenaga kerja. Untuk menghitung produktivitas adalah sebagaimana ditunjukkan pada persamaan 3.1 (Reksohadiprodjo, 1999).

$$\text{Produktivitas Kerja} = \frac{\text{Volume yang dihasilkan}}{\text{Jumlah tenaga kerja/jam}} \quad (3.1)$$

Dari rumus produktivitas diatas dapat dibuat suatu wujud peningkatan produktivitas, yaitu:

1. produktivitas dikatakan naik apabila input turun, outputnya tetap;
2. produktivitas dikatakan naik apabila input turun, outputnya naik;
3. produktivitas dikatakan naik apabila input tetap, outputnya naik;
4. produktivitas dikatakan naik apabila input naik, outputnya naik tetapi jumlah kenaikan output lebih besar daripada kenaikan input; dan
5. produktivitas dikatakan naik apabila input turun, outputnya turun tetapi jumlah penurunan output lebih kecil daripada turunnya input.

3.3.6 Manfaat Pengukuran Produktivitas

Produktivitas perlu diukur untuk mengetahui nilai peningkatan dari produktivitas itu sendiri. Produktivitas dapat dikatakan meningkat atau menurun dengan cara membandingkannya dengan standar produktivitas di masa lalu. Penilaian naik atau turunnya nilai produktivitas dapat dilihat pada nilai keluaran yang dihasilkan dari nilai masukan. Adapun pengukuran produktivitas memiliki beberapa manfaat, yaitu untuk:

1. memberikan informasi bagi perusahaan untuk dapat menentukan dan mengevaluasi perkembangan produktivitas pada perusahaan sebagai tahap pengendalian perusahaan dari waktu ke waktu;
2. sebagai bentuk evaluasi dari perkembangan dan efektifitas dari perbaikan yang dilakukan perusahaan secara berkelanjutan;
3. memperbaiki dan memperbaharui cara kerja dari komponen yang diukur produktivitasnya untuk dapat meningkatkan laba perusahaan;
4. memberikan informasi berupa seberapa besar nilai produktivitas tenaga kerja dengan periode tertentu; dan
5. memberikan informasi mengenai bagian-bagian maupun komponen dalam pembiayaan, kinerja, maupun hal lain yang menyangkut tenaga kerja yang dapat mempengaruhi nilai produktivitas tenaga kerja pada suatu perusahaan.

3.4 PEKERJAAN PEMBESIAN KOLOM

Pekerjaan pembesian berhubungan erat dengan pembuatan struktur beton, selain pekerjaan bekisting dan pengecoran. Pekerjaan pembesian ini akan berpengaruh besar terhadap kualitas kekuatan dan daya tahan pada bangunan yang akan dibuat. Pembesian pada kolom dilakukan dengan menghubungkan pondasi pada ujung bagian bawahnya dan balok pelat pada bagian atasnya sehingga membentuk struktur yang menyatu dan kaku.

Purwati (2018) menjelaskan dalam penelitiannya, bahwa pekerjaan pembesian kolom dibagi menjadi 2 tahap, yaitu:

1. fabrikasi, dikerjakan dengan los pekerjaan pembesian. Langkah-langkahnya adalah besi tulangan dipotong sesuai dengan ukuran dalam gambar kerja dengan *bar cutter* dan pembengkokkan tulangan dilakukan dengan menggunakan *bar bender* sesuai *shop drawing* dan *bestaat* dan
2. pemasangan besi tulangan pada kolom, dilakukan dengan menyambungkan tulangan pada kolom dengan tegak lurus dengan mengikat kawat pada tulangan utama dengan tulangan pondasi. Kemudian dilakukan pengikatan tulangan kolom, yaitu pengikatan besi utama dan sengkang dengan kawat.

3.4.1 Spesifikasi Pembesian

Pembesian memiliki spesifikasi seperti yang dapat dilihat pada Tabel 3.1 yang digunakan sesuai dengan kebutuhan dan peruntukannya, serta disesuaikan dengan standar yang telah ditentukan.

Tabel 3.1 Spesifikasi Tulangan
(Departemen Pekerjaan Umum, 2006)

Bentuk Tulangan	Bulat Berulir	Bulat Polos
Kuat tarik (kg/mm ²)	49 – 63	49 – 63
Tegangan leleh (kg/mm ²)	30 atau lebih	30 atau lebih
Perpanjangan (%)	14 atau lebih	16 atau lebih

Departemen Pekerjaan Umum (2006) menjelaskan bahwa sebagaimana tercantum pada spesifikasi, maka pelaksanaan pekerjaan penulangan beton harus mengacu kepada standar yang telah ditentukan. Standar bisa berasal dari dalam negeri misal PBI' 71 atau SNI maupun dari luar negeri. Standar tersebut bisa berbeda karena kemungkinan adanya perbedaan angka keamanan untuk perhitungan konstruksi. Bahan pembesian yang digunakan tergantung dari jenis bagian beton yang dikerjakan, bagian beton terdiri dari dua jenis, yaitu sebagai berikut ini.

1. Bagian beton polos/*plain*, ukuran 6 mm – 25 mm ($\Phi 6 - \Phi 25$) dengan mutu BJTP 24 (U24) dan BJTP 32 (U32). Digunakan untuk tulangan plat beton, angker, sambungan perkerasan jalan, sengkang, dan spiral kolom; dan
2. Baja beton *deform*/ulir, ukuran 10 mm – 38 mm / D10 – D38 dengan mutu BJTD 40 (U39) ke atas. Kedua macam ini dapat ditemui dipasar dalam bentuk batang maupun anyaman (*wire mesh*). Digunakan untuk tulangan pokok suatu struktur beton.

3.4.2 Pembengkokan

Ukuran pembengkokkan harus sesuai dengan Standar Nasional Indonesia. NI-2, PBI 1971 kecuali jika ditentukan lain. Dijelaskan dalam Cara & Struktur (2002), pekerjaan pembengkokkan harus memenuhi 3 ketentuan, yaitu:

1. bengkokan 180° ditambah perpanjangan 4db, tapi tidak kurang dari 60 mm, pada ujung bebas kait;
2. bengkokan 90° ditambah perpanjangan 12db pada ujung bebas kait; dan
3. untuk sengkang dan kait pengikat:
 - a. batang D-16 dan yang lebih kecil, bengkokan 90° ditambah perpanjangan 6db pada ujung bebas kait; atau
 - b. batang D-19, D-22, dan D-25, bengkokan 90° ditambah perpanjangan 12db pada ujung bebas kait; atau
 - c. batang D-25 dan yang lebih kecil, bengkokan 135° ditambah perpanjangan 6db pada ujung bebas kait.

3.4.3 Peralatan Pekerjaan Pembesian

Dalam pekerjaan pembesian, terdapat 2 jenis peralatan yang digunakan. Kedua jenis peralatan tersebut adalah sebagai berikut.

1. Peralatan Manual
 - a. Alat pemotong besi manual,
 - b. Gunting paralel,
 - c. Mesin potong manual,
 - d. Besi lengkung (besi lipat),
 - e. Tang anyam.
2. Peralatan Mekanik (Mesin)
 - a. Mesin potong (*bar cutter*), alat yang dapat memotong besi tulangan dengan diameter besar dengan mutu baja yang cukup tinggi dengan waktu pengerjaan yang relatif singkat; dan
 - b. Mesin bengkok (*bar bender*), alat yang digunakan untuk membengkokkan baja tulangan dalam berbagai macam sudut sesuai dengan perencanaan.

c. Mesin las

3.4.5 Perhitungan Volume

Kebutuhan material untuk membuat beton bertulang perlu disiapkan dengan baik sehingga jumlah yang dibutuhkan tepat dan tidak terjadi kendala saat pekerjaan telah berlangsung. Pekerjaan pembesian dihitung berdasarkan beratnya serta diukur panjang besi tersebut dalam pekerjaan pembengkokkan.

Dalam menghitung volume besi yang diperlukan dalam pekerjaan kolom dapat dimisalkan untuk membangun sebuah struktur bangunan yang menggunakan besi diameter 8 dengan panjang 15 meter, maka dapat dilihat berat besi dengan diameter tersebut pada tabel berat besi. Untuk besi dengan diameter 8 menurut tabel berat besi memiliki berat 0,395 kg, maka volume besi yang diperlukan adalah $V = 0,395 \text{ kg} \times 15 \text{ m} = 5,925 \text{ kg}$. Untuk mengetahui jumlah perbatang dapat dibagi dengan panjang batang besi tersebut, dimisalkan panjang besi adalah 10 m/batang maka besi yang dibutuhkan adalah $15/10 = 1,5$ batang.

Selain itu dalam Departemen Pekerjaan Umum (2006) dijelaskan untuk pekerjaan pembengkokkan dapat dihitung dengan cara mengetahui diameter besi yang digunakan, panjang pekerjaan dan berat besi yang digunakan. Dimisalkan dari daftar pembengkokkan pekerjaan besi diketahui:

Dari $\text{Ø} 25 \text{ mm} = 963 \text{ m}$, berat / m = 3,853 kg.

Dari $\text{Ø} 19 \text{ mm} = 764 \text{ m}$, berat / m = 2,226 kg.

Dari $\text{Ø} 12 \text{ mm} = 182 \text{ m}$, berat / m = 0,888 kg.

Dari $\text{Ø} 8 \text{ mm} = 1206 \text{ m}$, berat / m = 0,395 kg.

Jadi volume pekerjaan pembesian adalah:

$963 \times 3,863 \text{ kg} = 3.810,439 \text{ kg}$

$764 \times 2,226 \text{ kg} = 1.700,663 \text{ kg}$

$182 \times 0,888 \text{ kg} = 161,616 \text{ kg}$

$1206 \times 0,395 \text{ kg} = 476,370 \text{ kg}$

Jumlah = 6.049,089 kg

3.5 METHOD PRODUCTIVITY DELAY MODEL (MPDM)

Method Productivity Delay Model (MPDM) adalah teknik untuk mengukur, memprediksi dan memperbaiki nilai produktivitas suatu metoda konstruksi dengan cara melakukan identifikasi terhadap *delay* yang terjadi pada beberapa siklus suatu aktifitas kegiatan. Metode *productivity delay model* (PDM) adalah sebuah teknik yang berasal dari hasil modifikasi antara metode *traditional time* dan *motion study concepts*. Metode ini dikembangkan dengan tujuan untuk dapat membantu perusahaan di bidang jasa konstruksi khususnya dalam hal perhitungan, perkiraan, dan peningkatan metode produktivitas kerja. Metode ini terhubung langsung dengan bagian dari perhitungan analisa teknik yang lain seperti *work sampling*, *production function analysis*, *statistical analysis*, *time study*, and *balancing models* yang saling mendukung satu sama lain untuk meyakinkan dan memperjelas aplikasi dari hasil perhitungan nilai suatu produktivitas (Adrian & Boyer, 1976).

3.5.1 Konsep MPDM

Teknik *Method Productivity Delay Model* (MPDM) adalah modifikasi antara waktu tradisional dan konsep penelitian yang difokuskan untuk segala aktivitas secara menyeluruh atau semua gerakan yang termasuk dalam sebuah pelaksanaan pekerjaan tertentu agar aktivitas atau gerakan yang tidak diperlukan dapat dihilangkan dan pelaksanaan pekerjaan dapat ditingkatkan (Halpin dan Riggs, 1992).

Nugroho, Hendardi & Setiadi (2017) memaparkan bahwa dalam menganalisis produktivitas dari suatu bentuk pekerjaan dengan metode MPDM terdapat 3 konsep utama yang harus didefinisikan terlebih dahulu agar analisis yang dilakukan lebih terarah dan tepat sasaran dalam metode MPDM ini, yaitu :

1. unit produksi yang ditinjau,
2. siklus produksi yang terjadi, dan
3. metode *resource* utama yang berpengaruh besar dalam produktivitas

Setelah mengidentifikasi ketiga konsep diatas dengan jelas, langkah selanjutnya yang dilakukan untuk pengumpulan data MPDM adalah berupa catatan waktu untuk berapa lama tundaan yang terjadi didalam operasi yang ditinjau, kemudian dicatat berapa tundaan yang terjadi per satu siklus operasi. Setelah diketahui berapa lama tundaan yang terjadi lalu dilakukan klasifikasi pengelompokan pada seluruh tundaan dan menghitung persentase tundaan dari total waktu satu siklus operasi. Indikator yang digunakan dalam MPDM yaitu *Ideal cycle* atau berapa waktu ideal siklus tanpa tundaan dan *overall cycle* atau keseluruhan siklus termasuk tundaan (Nugroho, Hendardi, & Setiadi, 2017).

3.5.2 Faktor Keterlambatan pada MPDM

Halpin & Riggs (1992) mengemukakan bahwa dalam menentukan sebuah produktivitas terdapat 5 tipe penundaan yang dapat menjadi dasar pertimbangan, yaitu:

1. lingkungan (*environment*), segala bentuk penundaan yang berkaitan dengan faktor lingkungan, misalnya penundaan yang disebabkan oleh perubahan kondisi tanah dan perubahan cuaca;
2. peralatan (*equipment*), penundaan yang terjadi yang disebabkan oleh faktor peralatan misalnya pada peralatan terdapat kerusakan dan permasalahan pada proses transit;
3. tenaga kerja (*labor*), penundaan yang berkaitan dengan tenaga kerja itu sendiri, misalnya pekerja yang bermalas-malasan, pekerja dengan pengetahuan atau kemampuan yang minim, dan kelelahan;
4. material, penundaan karena material misalnya pada kondisi dimana material tidak tersedia untuk memenuhi kebutuhan peralatan atau tenaga kerja dan material yang cacat; dan
5. manajemen (*management*), penundaan akibat dari manajemen dapat berupa perencanaan penempatan dan kombinasi sumber daya yang buruk, mengintervensi produktivitas hingga perencanaan layout yang buruk.

3.5.3 Penggunaan MPDM

Berdasarkan *Method Productivity Delay Model* (MPDM) dari Halpin dan Riggs (1992), dikenal rumus untuk perhitungan produktivitas yang dapat dilihat pada persamaan 3.2 sampai persamaan 3.6 sebagai berikut ini.

$$\text{Produktivitas Keseluruhan} = \frac{1}{\text{rata-rata waktu siklus keseluruhan}} \quad (3.2)$$

$$\text{Produktivitas Ideal} = \frac{1}{\text{rata-rata waktu siklus tak tertunda}} \quad (3.3)$$

$$\text{Siklus Produksi Tak Tertunda} = \frac{\text{waktu siklus produksi} - \text{rerata waktu tak tertunda}}{n} \quad (3.4)$$

$$\text{Siklus Produksi Keseluruhan} = \frac{\text{waktu siklus produksi} - \text{rerata waktu keseluruhan}}{n} \quad (3.5)$$

$$\text{Produktivitas Keseluruhan} = \text{produktivitas ideal} (1 - E_{en} - E_{eq} - E_{la} - E_{mt} - E_{mm}) \quad (3.6)$$

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 m²/jam.

Untuk mendokumentasikan adanya penundaan dan siklus produksi, pengguna secara sederhana dan terus-menerus harus menghitung siklus produksi dari awal sampai akhir dengan menggunakan penundaan atau menghitungnya secara terpisah dari siklus produksi dan kemudian dapat membagi penundaan dengan nilai presentase yang tepat atau aktual dari dokumentasi yang dilakukan ketika lebih dari satu penundaan terjadi dalam satu siklus. Pemotretan direkomendasikan untuk kasus dimana metode sangat kompleks atau waktu siklus produksi sangat pendek yang menyebabkan pengguna MPDM tidak mampu mendapatkan semua data yang dibutuhkan.

3.6 INDEKS SNI DAN INDEKS LAPANGAN

Indeks tenaga kerja adalah indeks kuantum yang menunjukkan waktu yang diperlukan untuk mengerjakan suatu pekerjaan dengan satuan tertentu untuk suatu posisi pekerjaan tertentu yang sesuai dengan pekerjaan yang dilakukan (Badan Standarisasi Nasional, 2008).

Dalam Turangan & Saputra (2016) dijelaskan SNI 2008 merupakan Standar Nasional Indonesia yang digunakan sebagai acuan untuk menghitung harga satuan suatu pekerjaan konstruksi bangunan yang berupa revisi dari SNI 03-2835-2002. SNI 2008 berisi nilai indeks material dan tenaga kerja yang umum digunakan pada proyek-proyek di Indonesia.

Dalam SNI 2008, indeks tersebut mengatur 5 jam dalam satu hari sebagai jam kerja efektif untuk tenaga kerja. Indeks lapangan dapat dihitung dengan menggunakan data aktual yang terjadi di lapangan, data tersebut berupa volume pekerjaan, waktu yang diperlukan, dan jumlah tenaga kerja yang digunakan untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut, nilai produktivitas yang aktual yang didapatkan dilapangan perlu diubah menjadi nilai indeks aktual lapangan. Pada pengamatan ini, nilai produksi dikonversi menjadi indeks per 5 jam kerja agar sesuai dengan indeks pekerja SNI 2008. Indeks tenaga kerja berdasarkan SNI 2008 dapat dilihat pada Tabel 3.2. Untuk menghitung indeks lapangan dapat menggunakan rumus sebagai berikut (Messah, Manubulu, & Sina, 2013).

$$\text{Koefisien Man Hour} = \frac{\text{Jumlah Tenaga Kerja} \times \text{Standard Time}}{\text{Volume Pekerjaan}} \quad (3.7)$$

$$\text{Koefisien Man Day} = \frac{\text{Koefisien Man Hour}}{\text{Jumlah Jam Kerja dalam 1 hari}} \quad (3.8)$$

Tabel 3.2 Nilai Indeks Tukang Untuk Membuat Pembesian 1m³ kolom bertulang (Badan Standarisasi Nasional, 2008), dengan modifikasi

Kebutuhan		Satuan	Indeks
Bahan	Besi Beton Polos	Kg	315,000
	Kawat Beton	Kg	4,500
Tenaga Kerja	Pekerja	OH	7,050
	Tukang Besi	OH	2,100
	Kepala Tukang	OH	0,403
	Mandor	OH	0,353

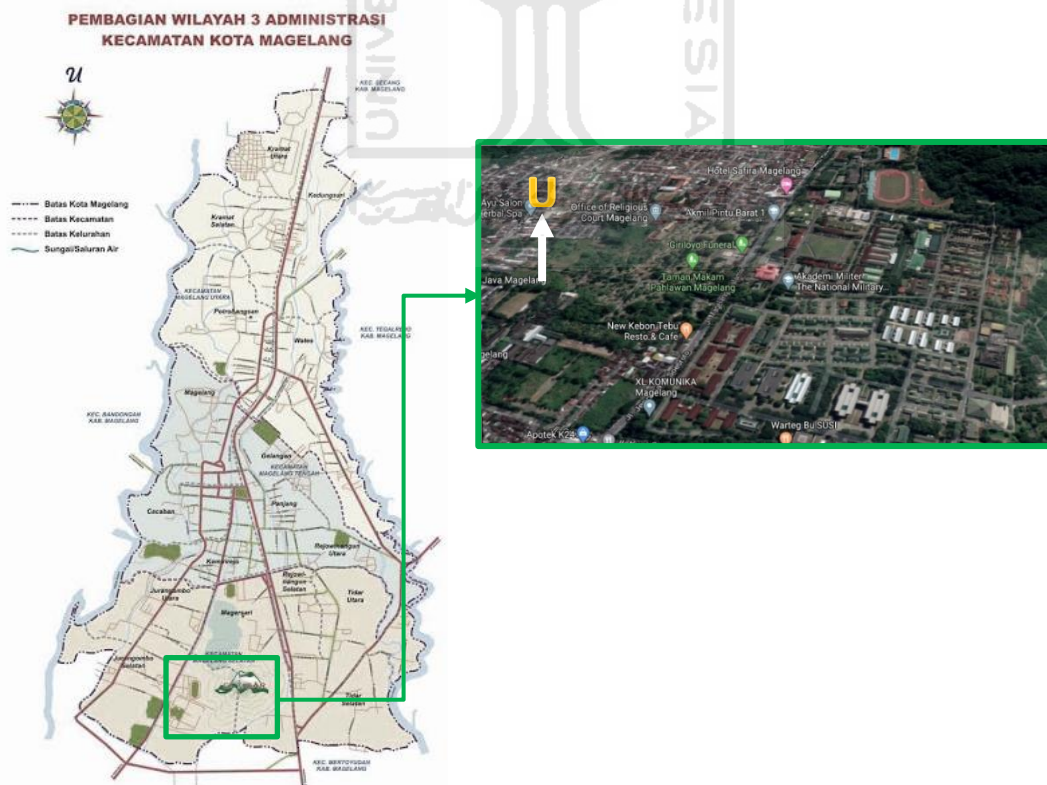
BAB IV

METODE PENELITIAN

Bab ini terdiri dari uraian tentang bahan atau materi penelitian, alat, jalan penelitian, dan data yang dikumpulkan dan dianalisis dalam penelitian yang dikemukakan dengan jelas dan terperinci.

4.1 LOKASI PENELITIAN

Lokasi penelitian merupakan tempat yang memiliki hubungan dengan permasalahan penelitian dan dapat dimanfaatkan sebagai sumber data oleh peneliti (Sugiyono, 2017). Lokasi penelitian berada dalam kompleks perkantoran Akademi Militer di Kota Magelang, Provinsi Jawa Tengah, Indonesia dengan luas area 654,4493 Ha dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Lokasi Proyek Penelitian
(bappeda.magelangkota.go.id & googlemaps)

Pemilihan lokasi penelitian menggunakan metode *purposive*, yaitu teknik untuk menentukan lokasi penelitian secara sengaja berdasarkan beberapa pertimbangan tertentu pada suatu sampel tertentu dimana sampel tersebut dapat mencerminkan populasi dari sampel itu sendiri (Sugiyono, Metode Penelitian Kuantitatif, 2018). Terdapat 3 hal yang menjadi dasar pemilihan lokasi penelitian yang perlu dipertimbangkan, yaitu:

1. penelitian tentang produktivitas pada proyek konstruksi di lingkungan militer sangat jarang dilakukan;
2. tenaga kerja pada proyek konstruksi di lingkungan militer memiliki perbedaan situasi, kondisi dan tekanan dengan proyek konstruksi selain di lingkungan militer; dan
3. lokasi penelitian yang memungkinkan peneliti melakukan penelitian sambil bertugas.

4.2 METODE PENELITIAN

Penelitian bersifat *survey* lapangan dengan menggunakan metode deskriptif kuantitatif. Metode tersebut dipilih dengan berdasarkan pada sumber data berupa volume pekerjaan yang terealisasi saat pengamatan dilakukan. Kemudian data hasil observasi akan dianalisa dengan menggunakan *method productivity delay model*. Data tersebut setelah dianalisa akan dibandingkan dengan SNI 2008.

4.3 OBJEK PENELITIAN

Objek penelitian adalah tenaga kerja untuk pekerjaan pembesian pada pekerjaan kolom pada proyek Renovasi Kelas C Menjadi 2 Lantai yang berlokasi di Akademi Militer Magelang, Jawa Tengah. Proyek Renovasi Kelas C Menjadi 2 Lantai dengan luas 5.653 m² dikerjakan selama 300 hari kalender.

Adapun yang diteliti adalah produktivitas tenaga kerja yang terfokus pada pekerjaan pembesian kolom. Tenaga kerja tersebut diantaranya adalah mandor, kepala tukang, tukang besi, dan pekerja kasar. Dengan manusia sebagai objek yang diteliti, diperlukan kerjasama yang baik antara peneliti, objek penelitian, maupun

pihak-pihak lain yang terkait dengan penelitian untuk mendapatkan data yang valid dan sesuai tujuan penelitian dilakukan.

4.4. PENENTUAN SUMBER DATA

Penelitian ini melakukan pengumpulan data dengan 2 cara, yaitu dengan pengamatan dilapangan dan studi pustaka. Pengamatan dilakukan dengan *method productivity delay model* untuk mengetahui volume dan waktu yang dibutuhkan serta jumlah tenaga kerja yang digunakan pada satu aktivitas pekerjaan. Studi kepustakaan digunakan untuk melakukan perhitungan data yang didapat dari hasil pengamatan di lapangan dengan menggunakan *method productivity delay model* yang hasil akhirnya berupa nilai produktivitas pada suatu pekerjaan yang kemudian dibandingkan dengan nilai produktivitas pada SNI 2008.

4.4.1 Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh secara langsung dari sumber data penelitian tanpa melalui adanya perantara. Data primer dapat berupa data yang bersifat kuantitatif dan kualitatif (Sugiyono, Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D, 2015).

Pada penelitian ini, data primer diperoleh dengan melakukan kegiatan pengamatan secara langsung dilapangan kepada para tenaga kerja yang merupakan dan/atau dijadikan objek penelitian pada Proyek Renovasi Kelas C Menjadi 2 Lantai. Data primer yang diperlukan pada penelitian ini adalah:

1. volume pekerjaan yang diproduksi,
2. durasi yang dibutuhkan,
3. jumlah pekerja yang digunakan, dan
4. waktu *delay*.

4.4.2 Data Sekunder

Data sekunder merupakan informasi yang berhubungan dengan penelitian yang diperoleh lewat perantara atau tidak berasal dari sumber data langsung. Data sekunder umumnya berupa laporan historis yang tersusun rapi atau catatan baik

yang menjadi perhatian pada pengelolaan serta pokok pelaksanaan penelitian (Sugiyono, Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D, 2015).

Pada penelitian ini , data sekunder diperoleh dari referensi data proyek dan literatur. Data sekunder yang diperlukan pada penelitian ini adalah:

1. gambar detail kolom,
2. kebutuhan tulangan pekerjaan pembesian kolom,
3. *time schedule* pekerjaan pembesian, dan
4. metode pelaksanaan pekerjaan pembesian kolom.

4.5 METODE PENGUMPULAN DATA

Metode pengumpulan data adalah teknik atau cara yang dilakukan oleh peneliti untuk dapat memperoleh data yang dibutuhkan dalam pelaksanaan penelitian. Menurut Sugiyono (2018), pengumpulan data secara sederhana dapat diartikan sebagai suatu proses atau kegiatan yang dilakukan oleh peneliti untuk mengungkap atau menjangkau berbagai fenomena, informasi atau kondisi lokasi penelitian sesuai dengan ruang lingkup penelitian. Berikut ini akan dijelaskan metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini.

4.5.1 Observasi

Pekerjaan yang diamati di lapangan adalah pekerjaan pembesian pada struktur kolom. Observasi dilakukan secara langsung terhadap tenaga kerja di Proyek Renovasi Kelas C Menjadi 2 Lantai. Pengamatan dilakukan secara teliti agar didapatkan hasil yang pasti dan maksimal.

4.5.2 Studi Pustaka

Penelitian yang dilakukan umumnya tidak terlepas dari literatur ilmiah yang lain, sehingga studi pustaka dapat diartikan sebagai kajian teoritis dan referensi lain yang berkaitan dengan nilai, budaya dan norma yang berkembang pada situasi sosial yang diteliti (Sugiyono, Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D, 2015).

Pada penelitian ini, studi pustaka dilakukan dengan melakukan penelusuran berupa referensi jurnal, laporan, dan dokumen yang dapat memperjelas dan berkaitan dengan rumusan permasalahan sehingga tujuan penelitian dapat dicapai. Studi pustaka yang dijadikan bahan acuan dalam pelaksanaan penelitian diperoleh dari beberapa media seperti media cetak dan media elektronik dengan sumber yang dapat dipertanggungjawabkan.

4.6 ALAT DAN INSTRUMEN PENELITIAN

4.6.1 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian adalah alat bantu yang digunakan peneliti untuk mengumpulkan data agar memperoleh hasil yang efektif, efisien, sistematis dan akurat sehingga data yang dihasilkan dapat dianalisa dengan lebih maksimal (Arikuntoro, 2006). Terdapat 3 instrumen yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu:

1. pencatatan dilakukan berdasarkan penyelesaian suatu pekerjaan sesuai dengan jenis pekerjaan pada proses pekerjaan pembesian struktur kolom dan dicatat dalam *form observation* yang telah disiapkan sebelumnya dan mengacu pada tabel pengamatan dengan *method productivity delay model*. *Form observation* dengan *method productivity delay model* dapat dilihat pada Tabel 4.1;
2. *software* perhitungan hasil data observasi menggunakan *Microsoft Excel 2016*; dan
3. dokumen perbandingan nilai indeks produktivitas tenaga kerja menggunakan SNI 7394: 2008.

Tabel 4.1 Form Pengolahan Data *Method Productivity Delay Model*

(Artha, 2013)

Method Productivity Delay Model					
Date: _ / _ / _.					
Production Unit					
Method:		Example			
Unit	Total Production Cycle Times	Production Cycles	Mean Cycles Times	Σ (Cycle Time)- (Non-Delay Cycle Time)/n	
A) Non-delayed production cycles					
B) Overall production cycles					
DELAY INFORMATION					
	Delay				
	Environment	Equipmnet	Labor	Material	Management
C) Occurrences					
D) Total added time					
E) Probability of occurrence *					
F) Relative severity **					
G) Expected % delay time per production cycle ***					

* Delay cycles / total number of cycles

** Mean added cycle time / mean overall cycle time = (row D / row C) / row B

*** Row E times row F times 100 %

4.6.2 Alat Penelitian

Moleong (2007) menyebutkan bahwa untuk melakukan penelitian diperlukan peralatan pendukung dalam prosesnya. Pada penelitian ini, digunakan 5 peralatan pendukung, yaitu:

1. *stopwatch*, untuk mengukur waktu yang diperlukan tenaga kerja dalam menyelesaikan volume pekerjaan yang dihasilkan pada suatu pekerjaan tertentu yang diamati;

2. *study board*, untuk meletakkan *form observation method productivity delay model* yang diisi secara manual untuk memudahkan peneliti;
3. alat tulis, untuk mencatat data observasi; dan
4. *form observation* dengan *method productivity model*, untuk mencatat data pada saat observasi.
5. kamera, digunakan sebagai alat dokumentasi segala hal dalam proses observasi lapangan. Foto ataupun video merupakan hasil dari dokumentasi.

4.7 TAHAP PENELITIAN

Penulisan penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahapan yang perlu dipelajari dan dianalisis dalam penelitian. Berikut ini dijabarkan tahapan penelitian yang terbagi atas 5 tahapan sebagai berikut.

1. Tahap Persiapan

Tahap ini dilakukan untuk merumuskan kerangka pemikiran yang meliputi pendekatan dan metode yang digunakan;

2. Tahap Pengumpulan Data

Tahapan ini dimaksudkan untuk pengumpulan data, baik data primer maupun sekunder yaitu dengan cara observasi lapangan dan studi pustaka.

3. Tahap Analisis

Analisis data adalah sebuah proses untuk mencari dan menyusun secara sistematis data yang diperoleh dari hasil wawancara, catatan lapangan dan bahan-bahan lain, sehingga dapat dipahami dan dapat diinformasikan kepada orang lain secara efisien dan efektif (Sugiyono, Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D, 2015).

Tahap ini dilakukan dengan cara mengolah data yang telah dikumpulkan sesuai dengan sumber data. Analisis data yang berupa data statistik dilakukan dengan *method productivity delay model* terhadap produktivitas pekerjaan yang kemudian akan dibandingkan dengan SNI 2008.

4. Tahap Pembahasan

Tahapan ini memuat seluruh uraian mengenai informasi dan data yang telah dikumpulkan dan dikaitkan dengan cara berpikir (bagan alir penelitian) yang

dikombinasikan dengan teori-teori yang telah ada sehingga data-data hasil penelitian sesuai dengan tujuan penelitian; dan

5. Tahap Pengambilan Kesimpulan

Tahapan ini berisi jawaban atau penarikan kesimpulan atas rumusan masalah yang dikemukakan, atau pencapaian tujuan penelitian dengan berdasarkan pada hasil dari tahapan-tahapan yang dilakukan sebelumnya. Kesimpulan juga dapat dikatakan sebagai intisari dari pembahasan. Tujuan akhir dari proses penelitian adalah mendapatkan kesimpulan yang tepat sebagai dasar untuk memberikan rekomendasi.

4.8 ANALISIS DATA

Setelah melakukan observasi atau pengamatan di lapangan dengan menggunakan *method productivity delay model*, diperoleh data yang kemudian dapat diolah dan dianalisa untuk menghasilkan kesimpulan. Data yang diperoleh dari pengamatan lapangan akan dianalisa dalam beberapa tahapan yang dapat diurutkan sebagai berikut:

1. Melakukan perhitungan volume pekerjaan pembesian yang telah dilakukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$\text{Volume Tulangan} = \text{Panjang Tulangan} \times \text{Koefisien Berat} \quad (4.1)$$

2. Melakukan perhitungan nilai produktivitas tenaga kerja dengan menggunakan Persamaan

$$\text{Produktivitas Kerja} = \frac{\text{Volume yang dihasilkan}}{\text{Jumlah tenaga kerja/jam}} \quad (4.2)$$

3. Menghitung nilai produktivitas tenaga kerja dengan menggunakan *method productivity delay model* dengan persamaan sebagai berikut.

$$\text{Produktivitas Keseluruhan} = \frac{1}{\text{rata-rata waktu siklus keseluruhan}} \quad (4.3)$$

$$\text{Produktivitas Ideal} = \frac{1}{\text{rata-rata waktu siklus tak tertunda}} \quad (4.4)$$

$$\text{Siklus Produksi Tak Tertunda} = \frac{\text{waktu siklus produksi} - \text{rerata waktu tak tertunda}}{n} \quad (4.5)$$

$$\text{Siklus Produksi Keseluruhan} = \frac{\text{waktu siklus produksi} - \text{rerata waktu keseluruhan}}{n} \quad (4.6)$$

$$\text{Produktivitas Keseluruhan} = \text{produktivitas ideal} (1 - E_{en} - E_{eq} - E_{la} - E_{mt} - E_{mm}) \quad (4.7)$$

4. Menghitung indeks produktivitas di lapangan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut.

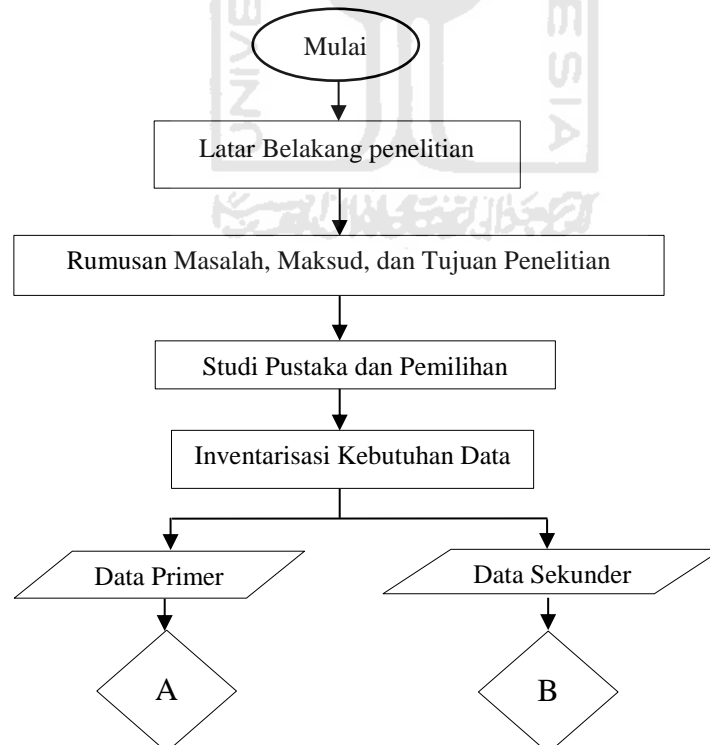
$$\text{Koefisien Man Hour} = \frac{\text{Jumlah Tenaga Kerja} \times \text{Standard Time}}{\text{Volume Pekerjaan}} \quad (4.8)$$

$$\text{Koefisien Man Day} = \frac{\text{Koefisien Man Hour}}{\text{Jumlah Jam Kerja dalam 1 hari}} \quad (4.9)$$

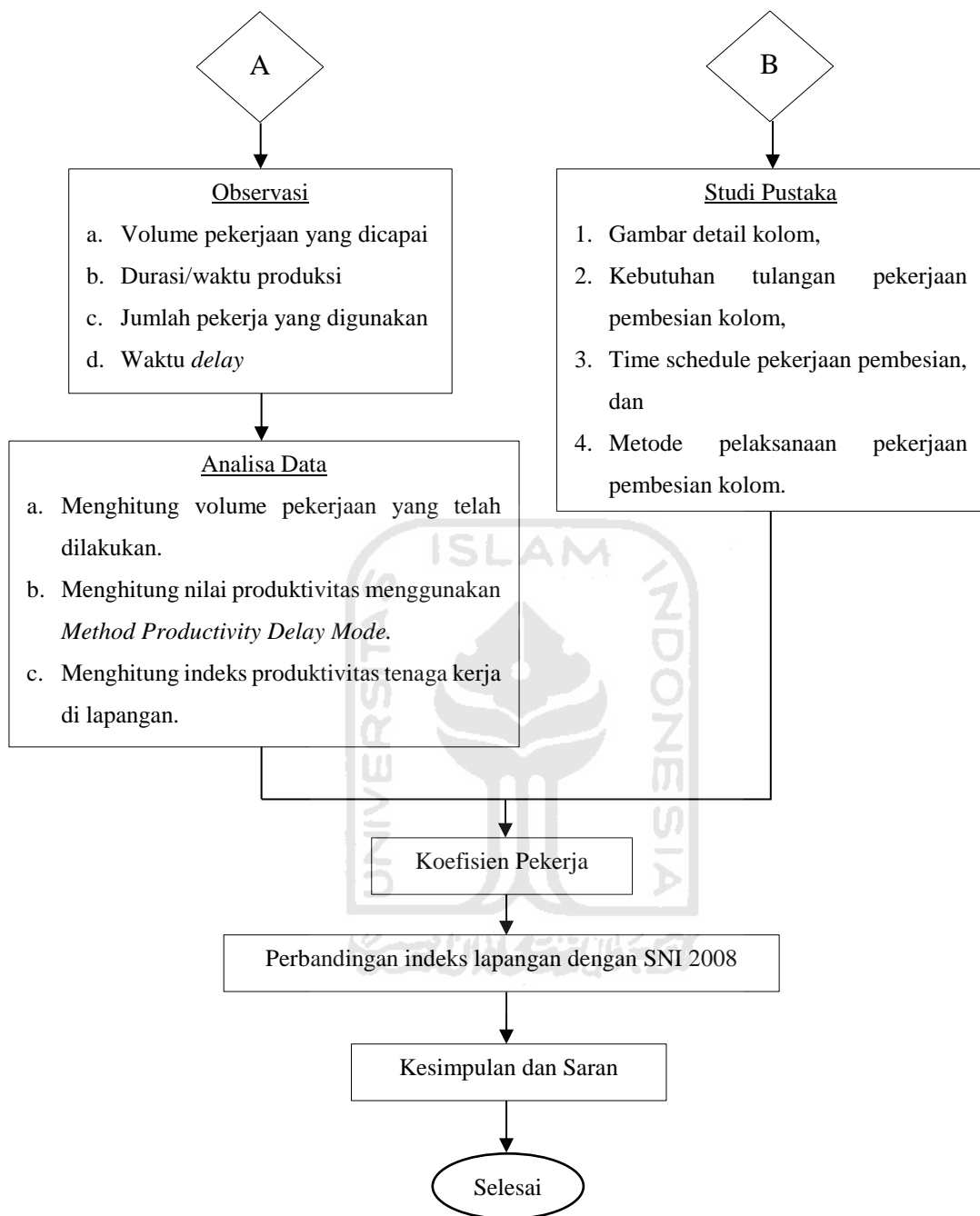
5. Membandingkan koefisien indeks produktivitas lapangan dengan indeks produktivitas pada SNI 2008.

4.9 BAGAN ALIR PENELITIAN

Bagan alir penelitian menunjukkan tahapan-tahapan dan cara yang digunakan dalam melakukan proses penelitian sehingga dapat memberikan solusi dan gambaran yang jelas dalam menyelesaikan rumusan permasalahan dan mencapai tujuan pada penelitian. Diagram alur pada penelitian ini yang dimulai dari proses pemilihan lokasi hingga tahap terakhir, yaitu penarikan kesimpulan dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Diagram Alir Penelitian



Gambar 4.2 Diagram Alir Penelitian (Lanjutan)

BAB V

ANALISIS HASIL PENELITIAN

Bab ini berisi data penelitian yang disajikan dalam bentuk tabel-tabel dan gambar-gambar. Hasil berupa tabel dan gambar tersebut dijelaskan proses temuan diperolehnya.

5.1 TINJAUAN UMUM

Penelitian ini dilakukan dengan melakukan pengamatan dan pengambilan data di lapangan berupa data pekerjaan pembesian pada struktur kolom pada aktivitas 13 tukang besi untuk mendapatkan nilai produktivitas pekerjaan pemasangan besi pada struktur kolom. Pengukuran waktu dilakukan setiap 50kg/m berat besi per siklus produksi untuk setiap sampel (tenaga kerja/tukang).

5.2 PELAKSANAAN PENELITIAN

5.2.1 Analisis Data Pekerjaan Pembesian Pekerjaan Struktur Kolom

Perhitungan waktu untuk setiap aktivitas pekerjaan pembesian pada pekerjaan struktur kolom ditampilkan ada Tabel 5.1.

Nama Tukang : Kardun
Umur : 50 Tahun
Pukul : 08.00 – 08.38 WIB
Hari/Tanggal : Senin, 3 Agustus 2020

Tabel 5.1 Perhitungan Waktu Untuk Setiap Aktivitas Tukang Besi 1
(Data Primer Hasil Penelitian)

No	Waktu Pengamatan	Aktivitas	Siklus	Durasi (Menit)
1	08.00 – 08.05	Persiapan Kerja	1	5
2	08.05 – 08.10	Pemotongan besi Ø 8 mm		5
3	08.10 – 08.16	Pemotongan besi Ø 8 mm	2	6
4	08.16 – 08.20	Pemotongan besi Ø 8 mm	3	4
5	08.20 – 08.21	Berhenti		1
6	08.21 – 08.24	Pemotongan besi Ø 8 mm		3
7	08.24 – 08.27	Pemotongan besi Ø 8 mm	4	3
8	08.27 – 08.29	Berhenti		2
9	08.29 – 08.32	Pemotongan besi Ø 8 mm		3
10	08.32 – 08.38	Pemotongan besi Ø 8 mm	5	6

Proses data Tukang 1:

Waktu siklus produksi adalah jumlah waktu yang digunakan tukang 1 untuk menyelesaikan 1 siklus.

$$\begin{aligned} \text{Waktu produksi siklus 1} &= 5 + 5 \\ &= 10 \text{ menit.} \end{aligned}$$

$$\text{Waktu produksi siklus 2} = 6 \text{ menit.}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu produksi siklus 3} &= 4 + 1 + 3 \\ &= 8 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu produksi siklus 4} &= 3 + 2 + 3 \\ &= 8 \text{ menit.} \end{aligned}$$

$$\text{Waktu produksi siklus 5} = 6 \text{ menit.}$$

Ringkasan hasil pengamatan yang dilakukan pada pekerjaan pemotongan besi pada pekerjaan struktur kolom dapat dilihat pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Perhitungan Waktu Untuk 5 Siklus Pekerjaan Pemotongan Besi Pada Struktur Kolom
(Data Primer Hasil Penelitian yang diolah, 2020)

Tukang		Siklus					Jumlah (Menit)
		1	2	3	4	5	
1	Waktu (Menit)	10	6	8	8	6	38
	Keterangan	non delay	non delay	delay	delay	non delay	
2	Waktu (Menit)	6	9	6	5	7	33
	Keterangan	non delay	delay	non delay	non delay	delay	
3	Waktu (Menit)	5	5	5	6	6	27
	Keterangan	non delay	non delay	non delay	non delay	non delay	
4	Waktu (Menit)	7	5	5	6	6	29
	Keterangan	delay	non delay	non delay	non delay	non delay	
Total (menit)							127

Ringkasan hasil pengamatan yang dilakukan pada pekerjaan pembengkokkan besi pada pekerjaan struktur kolom dapat dilihat pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Perhitungan Waktu Untuk 5 Siklus Pekerjaan Pembengkokkan Besi Pada Struktur Kolom
(Data Primer Hasil Penelitian yang diolah, 2020)

Tukang		Siklus					Jumlah (Menit)
		1	2	3	4	5	
1	Waktu (Menit)	9	9	9	12	9	48
	Keterangan	non delay	non delay	non delay	delay	non delay	
2	Waktu (Menit)	9	9	9	14	9	50
	Keterangan	non delay	non delay	non delay	delay	non delay	
3	Waktu (Menit)	9	9	9	9	9	45
	Keterangan	non delay	non delay	non delay	non delay	non delay	
4	Waktu (Menit)	9	9	9	9	9	45
	Keterangan	non delay	non delay	non delay	non delay	non delay	
Total (menit)							188

Ringkasan hasil pengamatan yang dilakukan pada pekerjaan setting besi pada pekerjaan struktur kolom dapat dilihat pada Tabel 5.4.

Tabel 5.4 Perhitungan Waktu Untuk 5 Siklus Pekerjaan *Setting Besi* Pada Struktur Kolom
(Data Primer Hasil Penelitian yang diolah, 2020)

Tukang		Siklus					Jumlah (Menit)
		1	2	3	4	5	
1	Waktu (Menit)	28	28	28	38	28	150
	Keterangan	non delay	non delay	non delay	delay	non delay	
2	Waktu (Menit)	27	27	27	28	31	140
	Keterangan	non delay	non delay	non delay	non delay	delay	
3	Waktu (Menit)	29	29	29	29	29	145
	Keterangan	non delay	non delay	non delay	non delay	non delay	
4	Waktu (Menit)	28	28	28	28	28	140
	Keterangan	non delay	non delay	non delay	non delay	non delay	
5	Waktu (Menit)	28	28	28	28	28	140
	Keterangan	non delay	non delay	non delay	non delay	non delay	
Total (menit)							715

5.2.2 Analisis Data Perhitungan Penundaan Siklus Produksi

Data hasil pengamatan untuk waktu yang digunakan sehingga menyebabkan adanya penundaan pada pekerjaan yang diamati pada siklus produksi untuk 1 tukang dapat dilihat pada Tabel 5.5 sampai Tabel 5.7 berikut.

Tabel 5.5 Penundaan Siklus Produksi Pekerjaan Pemotongan Besi

Pada Struktur Kolom Tukang 1

(Data Primer Hasil Penelitian yang diolah, 2020)

Tukang	Siklus	Waktu Produksi (menit)	Penundaan (Menit)					Ket.	Waktu siklus produksi rata-rata waktu tak tertunda (menit)
			Lingkungan	Peralatan	Tenaga Kerja	Material	Manajemen		
1	1	10	-	-	-	-	-	<i>non delay</i>	-
	2	6	-	-	-	-	-	<i>non delay</i>	-
	3	8	-	-	1	-	-	-	0,67
	4	8	-	-	2	-	-	-	0,67
	5	6	-	-	-	-	-	<i>non delay</i>	-
Jumlah		38							1,34
Rata-rata		7,6							0,268

Tabel 5.6 Penundaan Siklus Produksi Pekerjaan Pembengkokkan

Besi Pada Struktur Kolom Tukang 1

(Data Primer Hasil Penelitian yang diolah, 2020)

Tukang	Siklus	Waktu Produksi (menit)	Penundaan (Menit)					Ket.	Waktu siklus produksi rata-rata waktu tak tertunda (menit)
			Lingkungan	Peralatan	Tenaga Kerja	Material	Manajemen		
1	1	9	-	-	-	-	-	<i>non delay</i>	-
	2	9	-	-	-	-	-	<i>non delay</i>	-
	3	9	-	-	-	-	-	<i>non delay</i>	-
	4	12	-	-	3	-	-	-	3
	5	9	-	-	-	-	-	<i>non delay</i>	-
Jumlah		48							3
Rata-rata		9,6							0,6

Tabel 5.7 Penundaan Siklus Produksi Pekerjaan *Setting* Besi Pada Struktur Kolom Tukang 1
(Data Primer Hasil Penelitian yang diolah, 2020)

Tukang	Siklus	Waktu Produksi (menit)	Penundaan (Menit)					Ket.	Waktu siklus produksi - rata-rata waktu tak tertunda (menit)
			Lingkungan	Peralatan	Tenaga Kerja	Material	Manajemen		
1	1	28	-	-	-	-	-	<i>non delay</i>	-
	2	28	-	-	-	-	-	<i>non delay</i>	-
	3	28	-	-	-	-	-	<i>non delay</i>	-
	4	38	-	-	10	-	-	-	10
	5	28	-	-	-	-	-	<i>non delay</i>	-
Jumlah		150							10
Rata-rata		30							2

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

- a. Penundaan yang disebabkan oleh beberapa faktor, misalnya penundaan karena faktor tenaga kerja merupakan penundaan pada tukang yang disebabkan oleh kegiatan selain pekerjaannya, seperti makan, minum, merokok, mengobrol, dan lain-lain.

Faktor tenaga kerja = 1 menit (siklus 3)

Faktor tenaga kerja = 2 menit (siklus 4)

- b. Waktu siklus produksi – rata-rata waktu tak tertunda (tukang 1 pada pekerjaan pemotongan besi pada struktur kolom)

$$= 8 - \left(\frac{10+6+6}{3}\right)$$

$$= 8 - 7,33$$

$$= 0,67 \text{ menit}$$

Berdasarkan hasil perhitungan terhadap penundaan siklus produksi secara keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 5.8 berikut ini.

Tabel 5.8 Sampel Penundaan Tukang Secara Keseluruhan Untuk Pekerjaan Pembesian Pada Struktur Kolom (Data Primer Hasil Penelitian yang diolah, 2020)

Tukang		Siklus				
		1	2	3	4	5
1	Waktu siklus produksi (menit)	10	6	8	8	6
	Lingkungan (menit)	-	-	-	-	-
	Peralatan (menit)	-	-	-	-	-
	Tenaga Keja (menit)	-	-	1	2	-
	Material (menit)	-	-	-	-	-
	Manajemen (menit)	-	-	-	-	-
	Waktu siklus produksi –rata-rata waktu tak tertunda	-	-	0,67	0,67	-
	Keterangan	<i>Non delay</i>	<i>Non delay</i>	-	-	<i>Non delay</i>
2	Waktu siklus produksi (menit)	6	9	6	5	7
	Lingkungan (menit)	-	-	-	-	-
	Peralatan (menit)	-	-	-	-	-
	Tenaga Keja (menit)	-	3	-	-	1
	Material (menit)	-	-	-	-	-
	Manajemen (menit)	-	-	-	-	-
	Waktu siklus produksi –rata-rata waktu tak tertunda	-	3,34	-	-	1,34
	Keterangan	<i>Non delay</i>	-	<i>Non delay</i>	<i>Non delay</i>	-
3	Waktu siklus produksi (menit)	5	5	5	6	6
	Lingkungan (menit)	-	-	-	-	-
	Peralatan (menit)	-	-	-	-	-
	Tenaga Keja (menit)	-	-	-	-	-
	Material (menit)	-	-	-	-	-
	Manajemen (menit)	-	-	-	-	-
	Waktu siklus produksi –rata-rata waktu tak tertunda	-	-	-	-	-
	Keterangan	<i>Non delay</i>	<i>Non delay</i>	<i>Non delay</i>	<i>Non delay</i>	<i>Non delay</i>
4	Waktu siklus produksi (menit)	7	5	5	6	6
	Lingkungan (menit)	-	-	-	-	-
	Peralatan (menit)	-	-	-	-	-
	Tenaga Keja (menit)	2	-	-	-	-
	Material (menit)	-	-	-	-	-
	Manajemen (menit)	-	-	-	-	-
	Waktu siklus produksi –rata-rata waktu tak tertunda	1,5	-	-	-	-
	Keterangan	-	<i>Non delay</i>	<i>Non delay</i>	<i>Non delay</i>	<i>Non delay</i>
5	Waktu siklus produksi (menit)	9	9	9	12	9
	Lingkungan (menit)	-	-	-	-	-

Tabel 5.8 Lanjutan

Tukang		Siklus				
		1	2	3	4	5
	Peralatan (menit)	-	-	-	-	-
	Tenaga Keja (menit)	-	-	-	3	-
	Material (menit)	-	-	-	-	-
	Manajemen (menit)	-	-	-	-	-
	Waktu siklus produksi –rata-rata waktu tak tertunda	-	-	-	3	-
	Keterangan	<i>Non delay</i>	<i>Non delay</i>	<i>Non delay</i>	-	<i>Non delay</i>
	6	Waktu siklus produksi (menit)	9	9	9	14
Lingkungan (menit)		-	-	-	-	-
Peralatan (menit)		-	-	-	-	-
Tenaga Keja (menit)		-	-	-	5	-
Material (menit)		-	-	-	-	-
Manajemen (menit)		-	-	-	-	-
Waktu siklus produksi –rata-rata waktu tak tertunda		-	-	-	5	-
Keterangan	<i>Non delay</i>	<i>Non delay</i>	<i>Non delay</i>	-	<i>Non delay</i>	
7	Waktu siklus produksi (menit)	9	9	9	9	9
	Lingkungan (menit)	-	-	-	-	-
	Peralatan (menit)	-	-	-	-	-
	Tenaga Keja (menit)	-	-	-	-	-
	Material (menit)	-	-	-	-	-
	Manajemen (menit)	-	-	-	-	-
	Waktu siklus produksi –rata-rata waktu tak tertunda	-	-	-	-	-
Keterangan	<i>Non delay</i>	<i>Non delay</i>	<i>Non delay</i>	<i>Non delay</i>	<i>Non delay</i>	
8	Waktu siklus produksi (menit)	9	9	9	9	9
	Lingkungan (menit)	-	-	-	-	-
	Peralatan (menit)	-	-	-	-	-
	Tenaga Keja (menit)	-	-	-	-	-
	Material (menit)	-	-	-	-	-
	Manajemen (menit)	-	-	-	-	-
	Waktu siklus produksi –rata-rata waktu tak tertunda	-	-	-	-	-
Keterangan	<i>Non delay</i>	<i>Non delay</i>	<i>Non delay</i>	<i>Non delay</i>	<i>Non delay</i>	
9	Waktu siklus produksi (menit)	28	28	28	38	28
	Lingkungan (menit)	-	-	-	-	-
	Peralatan (menit)	-	-	-	-	-
	Tenaga Keja (menit)	-	-	-	2	-
	Material (menit)	-	-	-	8	-
	Manajemen (menit)	-	-	-	-	-
	Waktu siklus produksi –rata-rata waktu tak tertunda	-	-	-	10	-

Tabel 5.8 Lanjutan

Tukang		Siklus				
		1	2	3	4	5
	Keterangan	<i>Non delay</i>	<i>Non delay</i>	<i>Non delay</i>	-	<i>Non delay</i>
10	Waktu siklus produksi (menit)	27	27	27	28	31
	Lingkungan (menit)	-	-	-	-	-
	Peralatan (menit)	-	-	-	-	-
	Tenaga Keja (menit)	-	-	-	-	1
	Material (menit)	-	-	-	-	3
	Manajemen (menit)	-	-	-	-	-
	Waktu siklus produksi –rata-rata waktu tak tertunda	-	-	-	-	3,75
	Keterangan	<i>Non delay</i>	<i>Non delay</i>	<i>Non delay</i>	<i>Non delay</i>	-
11	Waktu siklus produksi (menit)	29	29	29	29	29
	Lingkungan (menit)	-	-	-	-	-
	Peralatan (menit)	-	-	-	-	-
	Tenaga Keja (menit)	-	-	-	-	-
	Material (menit)	-	-	-	-	-
	Manajemen (menit)	-	-	-	-	-
	Waktu siklus produksi –rata-rata waktu tak tertunda	-	-	-	-	-
	Keterangan	<i>Non delay</i>	<i>Non delay</i>	<i>Non delay</i>	<i>Non delay</i>	<i>Non delay</i>
12	Waktu siklus produksi (menit)	28	28	28	28	28
	Lingkungan (menit)	-	-	-	-	-
	Peralatan (menit)	-	-	-	-	-
	Tenaga Keja (menit)	-	-	-	-	-
	Material (menit)	-	-	-	-	-
	Manajemen (menit)	-	-	-	-	-
	Waktu siklus produksi –rata-rata waktu tak tertunda	-	-	-	-	-
	Keterangan	<i>Non delay</i>	<i>Non delay</i>	<i>Non delay</i>	<i>Non delay</i>	<i>Non delay</i>
13	Waktu siklus produksi (menit)	28	28	28	28	28
	Lingkungan (menit)	-	-	-	-	-
	Peralatan (menit)	-	-	-	-	-
	Tenaga Keja (menit)	-	-	-	-	-
	Material (menit)	-	-	-	-	-
	Manajemen (menit)	-	-	-	-	-
	Waktu siklus produksi –rata-rata waktu tak tertunda	-	-	-	-	-
	Keterangan	<i>Non delay</i>	<i>Non delay</i>	<i>Non delay</i>	<i>Non delay</i>	<i>Non delay</i>

5.3 ANALISIS DATA MENGGUNAKAN MPDM

Hasil perhitungan lembar kerja proses MPDM untuk Tukang 1 menggunakan data pengamatan dapat dilihat pada Tabel 5.9.

Tabel 5.9 Perhitungan Lembar Kerja Proses MPDM Tukang 1
(Data Primer Hasil Penelitian yang diolah, 2020)

Unit	Waktu Produksi total (menit)	Jumlah Siklus	Rata-rata waktu siklus (menit)	$\frac{\sum[(\text{waktu siklus produksi} - \text{waktu siklus tak tertunda})]}{n}$
Siklus Produksi Tak Tertunda	22	3	7,33	4,89
Siklus Produksi Keseluruhan	38	5	7,6	0,268

Proses data :

a. Siklus produksi tak tertunda

Waktu produksi adalah jumlah waktu siklus produksi yang tak tertunda.

$$\text{Waktu produksi} = 10 + 6 + 6 = 22 \text{ menit.}$$

Jumlah siklus adalah banyaknya siklus yang tak tertunda.

$$\text{Siklus 1, siklus 2, dan siklus 5} = 3 \text{ siklus.}$$

Rata-rata waktu siklus adalah produksi total dibagi jumlah siklus

$$\text{Rata-rata waktu siklus} = \frac{10+6+6}{3} = 7,33 \text{ menit.}$$

Waktu siklus produksi – rata-rata waktu tak tertunda) / n

$$= (22 - 7,33) / 3 = 4,89 \text{ menit}$$

b. Siklus produksi keseluruhan

Waktu produksi total adalah jumlah waktu siklus produksi keseluruhan.

$$\text{Waktu produksi total} = 10 + 6 + 8 + 8 + 6 = 38 \text{ menit.}$$

Jumlah siklus adalah banyaknya siklus keseluruhan.

$$\text{Jumlah siklus} = 5 \text{ siklus.}$$

Rata-rata waktu siklus adalah produksi total dibagi jumlah siklus

$$\text{Rata-rata waktu siklus} = \frac{38}{5} = 7,6 \text{ menit.}$$

Waktu siklus produksi – rata-rata waktu tak tertunda) / n

$$= \frac{1,34 \text{ (Tabel 5.5)}}{5} = 0,268 \text{ menit.}$$

Selanjutnya hasil perhitungan Lembar Kerja MPDM terhadap seluruh Tukang yang diamati secara keseluruhan akan ditampilkan dalam Tabel 5.10.

Tabel 5.10 Perhitungan Lembar Kerja Proses MPDM Secara Keseluruhan
(Data Primer Hasil Penelitian yang diolah, 2020)

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	A) Siklus Produksi Tak Tertunda	22	3	7,33	4,89
	B) Siklus Produksi Keseluruhan	38	5	7,6	0,268
2	A) Siklus Produksi Tak Tertunda	17	3	5,67	3,77
	B) Siklus Produksi Keseluruhan	33	5	6,6	0,93
3	A) Siklus Produksi Tak Tertunda	27	5	5,4	-
	B) Siklus Produksi Keseluruhan	27	5	5,4	-
4	A) Siklus Produksi Tak Tertunda	22	4	5,5	4,125
	B) Siklus Produksi Keseluruhan	29	5	5,8	0,3
5	A) Siklus Produksi Tak Tertunda	36	4	9	6,75
	B) Siklus Produksi Keseluruhan	48	5	9,6	0,6
6	A) Siklus Produksi Tak Tertunda	36	4	9	6,75
	B) Siklus Produksi Keseluruhan	50	5	10	1
7	A) Siklus Produksi Tak Tertunda	45	5	9	-
	B) Siklus Produksi Keseluruhan	45	5	9	-
8	A) Siklus Produksi Tak Tertunda	45	5	9	-
	B) Siklus Produksi Keseluruhan	45	5	9	-
9	A) Siklus Produksi Tak Tertunda	112	4	28	21
	B) Siklus Produksi Keseluruhan	150	5	30	2
10	A) Siklus Produksi Tak Tertunda	109	4	27,25	20,43
	B) Siklus Produksi Keseluruhan	140	5	28	0,75

Tabel 5.10 Lanjutan

Tukang	Unit	Waktu Produksi Total (menit)	Jumlah Siklus	Rata-Rata Waktu Siklus (menit)	$\sum[(\text{waktu siklus produksi} - \text{waktu siklus tak tertunda})]/n$
11	A) Siklus Produksi Tak Tertunda	145	5	29	-
	B) Siklus Produksi Keseluruhan	145	5	29	-
12	A) Siklus Produksi Tak Tertunda	140	5	28	-
	B) Siklus Produksi Keseluruhan	140	5	28	-
13	A) Siklus Produksi Tak Tertunda	140	5	28	-
	B) Siklus Produksi Keseluruhan	140	5	28	-

5.3.1 Perhitungan Informasi Penundaan

Hasil perhitungan untuk informasi penundaan pada Tukang 1 disajikan dalam Tabel 5.11 sebagai berikut.

Tabel 5.11 Perhitungan Informasi Penundaan Tukang 1 Pekerjaan Pemotongan Besi Struktur Kolom

(Data Primer Hasil Penelitian yang diolah, 2020)

Tukang		Informai Penundaan				
		Lingkungan	Peralatan	Tenaga Kerja	Material	Manajemen
1	Kejadian	-	-	2	-	-
	Total Penambahan Waktu	-	-	3	-	-
	Kemungkinan Kejadian	-	-	0,4	-	-
	<i>Relative severity</i>	-	-	0,197	-	-
	Perkiraan % waktu penundaan persiklus produksi	-	-	7,88%	-	-

Proses data :

- a. Kejadian adalah jumlah siklus yang mengalami penundaan pada salah satu faktor atau lebih pada saat pekerjaan sedang dilakukan. Faktor-faktor tersebut antara lain faktor lingkungan, peralatan, tenaga kerja, material, dan manajemen.

Tenaga kerja = 2 siklus.

- b. Total penambahan waktu adalah total waktu yang digunakan dari setiap tipe penundaan yang terjadi pada semua siklus yang mengalami penundaan.
 Tenaga kerja siklus 3 = 1 menit + Tenaga kerja siklus 4 = 2 menit.
 Total penambahan waktu = 1 + 2 = 3 menit.
- c. Kemungkinan kejadian adalah kejadian dibagi dengan jumlah siklus keseluruhan.

$$\text{Tenaga kerja} = \frac{2}{5} = 0,4$$
- d. *Relative severity* adalah total penambahan waktu dibagi kejadian, hasilnya dibagi dengan rata-rata waktu yang digunakan pada siklus produksi keseluruhan.

$$\text{Tenaga kerja} = \frac{3}{2} : 7,6 = 0,197$$
- e. Perkiraan % waktu penundaan persiklus produksi adalah kemungkinan kejadian dikali *relative severity* dikali 100%

$$\text{Tenaga Kerja} = 0,4 \times 0,197 \times 100\% = 7,88\%$$

Selanjutnya hasil perhitungan informasi penundaan untuk seluruh tukang pada pekerjaan pemotongan besi struktur kolom secara keseluruhan akan ditampilkan dalam bentuk tabel dan dapat dilihat pada Tabel 5.12.

Tabel 5.12 Perhitungan Informasi Penundaan Tukang Pekerjaan Pembesian Pada Struktur Kolom

(Data Primer Hasil Penelitian yang diolah, 2020)

Tukang		Informai Penundaan				
		Lingkungan	Peralatan	Tenaga Kerja	Material	Manajemen
1	Kejadian	-	-	2	-	-
	Total Penambahan Waktu	-	-	3	-	-
	Kemungkinan Kejadian	-	-	0,4	-	-
	<i>Relative severity</i>	-	-	0,197	-	-
	Perkiraan % waktu penundaan persiklus produksi	-	-	7,88%	-	-
2	Kejadian	-	-	2	-	-

Tabel 5.12 Lanjutan

Tukang		Informai Penundaan				
		Lingkungan	Peralatan	Tenaga Kerja	Material	Manajemen
	Total Penambahan Waktu	-	-	4	-	-
	Kemungkinan Kejadian	-	-	0,4	-	-
	<i>Relative severity</i>	-	-	0,303	-	-
	Perkiraan % waktu penundaan persiklus produksi	-	-	12,12%	-	-
	Kejadian	-	-	-	-	-
3	Total Penambahan Waktu	-	-	-	-	-
	Kemungkinan Kejadian	-	-	-	-	-
	<i>Relative severity</i>	-	-	-	-	-
	Perkiraan % waktu penundaan persiklus produksi	-	-	-	-	-
	Kejadian	-	-	1	-	-
4	Total Penambahan Waktu	-	-	2	-	-
	Kemungkinan Kejadian	-	-	0,2	-	-
	<i>Relative severity</i>	-	-	0,344	-	-
	Perkiraan % waktu penundaan persiklus produksi	-	-	6,88%	-	-
	Kejadian	-	-	1	-	-
5	Total Penambahan Waktu	-	-	3	-	-
	Kemungkinan Kejadian	-	-	0,2	-	-
	<i>Relative severity</i>	-	-	0,312	-	-
	Perkiraan % waktu penundaan persiklus produksi	-	-	6,24%	-	-
	Kejadian	-	-	1	-	-
6	Total Penambahan Waktu	-	-	5	-	-
	Kemungkinan Kejadian	-	-	0,2	-	-
	<i>Relative severity</i>	-	-	0,5	-	-
	Perkiraan % waktu penundaan persiklus produksi	-	-	10%	-	-
	Kejadian	-	-	-	-	-
7	Total Penambahan Waktu	-	-	-	-	-
	Kemungkinan Kejadian	-	-	-	-	-
	<i>Relative severity</i>	-	-	-	-	-
	Kejadian	-	-	-	-	-

Tukang		Informai Penundaan				
		Lingkungan	Peralatan	Tenaga Kerja	Material	Manajemen
	Perkiraan % waktu penundaan persiklus produksi	-	-	-	-	-
8	Kejadian	-	-	-	-	-
	Total Penambahan Waktu	-	-	-	-	-
	Kemungkinan Kejadian	-	-	-	-	-
	<i>Relative severity</i>	-	-	-	-	-
	Perkiraan % waktu penundaan persiklus produksi	-	-	-	-	-
9	Kejadian	-	-	1	1	-
	Total Penambahan Waktu	-	-	2	8	-
	Kemungkinan Kejadian	-	-	0,2	0,2	-
	<i>Relative severity</i>	-	-	0,067	0,267	-
	Perkiraan % waktu penundaan persiklus produksi	-	-	1,33%	5,3%	-
10	Kejadian	-	-	1	1	-
	Total Penambahan Waktu	-	-	1	3	-
	Kemungkinan Kejadian	-	-	0,2	0,2	-
	<i>Relative severity</i>	-	-	0,035	0,107	-
	Perkiraan % waktu penundaan persiklus produksi	-	-	0,7%	2,14%	-
11	Kejadian	-	-	-	-	-
	Total Penambahan Waktu	-	-	-	-	-
	Kemungkinan Kejadian	-	-	-	-	-
	<i>Relative severity</i>	-	-	-	-	-
	Perkiraan % waktu penundaan persiklus produksi	-	-	-	-	-
12	Kejadian	-	-	-	-	-
	Total Penambahan Waktu	-	-	-	-	-
	Kemungkinan Kejadian	-	-	-	-	-
	<i>Relative severity</i>	-	-	-	-	-
	Perkiraan % waktu penundaan persiklus produksi	-	-	-	-	-
13	Kejadian	-	-	-	-	-
	Total Penambahan Waktu	-	-	-	-	-

Tukang		Informai Penundaan				
		Lingkungan	Peralatan	Tenaga Kerja	Material	Manajemen
	Kemungkinan Kejadian	-	-	-	-	-
	<i>Relative severity</i>	-	-	-	-	-
	Perkiraan % waktu penundaan persiklus produksi	-	-	-	-	-

5.3.2 Perhitungan Produktivitas

Data hasil pengamatan kemudian dihitung untuk mengetahui nilai produktivitas tukang dalam menyelesaikan pekerjaannya. Perhitungan produktivitas tukang adalah sebagai berikut.

Perhitungan Produktivitas Tukang 1:

$$\text{Waktu total 5 siklus} = 38 \text{ menit}$$

$$\text{Waktu non efektif (delay)} = 3 \text{ menit}$$

$$\text{Waktu efektif (non delay)} = 38 - 3 = 35 \text{ menit} = 2100 \text{ detik}$$

$$\text{Luas 5 siklus} = 250 \text{ kg/m berat besi.}$$

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas Keseluruhan} &= \frac{1 \text{ jam}}{\text{jam efektif}} \times 250 \text{ kg} \\ &= \frac{60 \text{ menit/jam} \times 60 \text{ detik/menit}}{2100 \text{ detik}} \times 250 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$= 428,57 \text{ kg/jam}$$

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

$$= \frac{428,57 \text{ kg/jam}}{1 - 0 - 0 - 0,197 - 0 - 0}$$

$$= 533,711 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Rata-rata waktu 1 siklus} = 38 : 5$$

$$= 7,6 \text{ menit}$$

Selanjutnya dengan cara yang sama dihitung nilai produktivitas untuk setiap tukang pada pekerjaan pembuatan pembesian kolom secara keseluruhan dan dapat dilihat pada Tabel 5.13.

Tabel 5.13 Nilai Produktivitas Tukang Untuk Pekerjaan Pembesian1m³ Pada Struktur Kolom

(Data Primer Hasil Penelitian yang diolah, 2020)

Tukang	Waktu Total (menit)	Delay (menit)	Non Delay (menit)	Luas 5 Siklus (kg)	Produktivitas Keseluruhan (kg/jam)	Produktivitas Ideal (1m ³ /kg)	Rata-rata waktu siklus/300kg besi = 1m ³ (menit)
1	38	3	35	50	428,57	533,711	7,6
2	33	4	29	50	517,24	742,097	6,6
3	27	-	27	50	555,56	-	5,4
4	29	2	27	50	555,56	846,883	5,8
5	48	3	45	50	333,33	484,496	9,6
6	50	5	45	50	333,33	666,667	10
7	45	-	45	50	333,33	-	9
8	45	-	45	50	333,33	-	9
9	150	10	140	50	107,14	160,875	30
10	140	4	136	50	110,29	128,548	28
11	145	-	145	50	103,45	-	29
12	140	-	140	50	107,14	-	28
13	140	-	140	50	107,14	-	28

5.3.3 Perhitungan Koefisien Pembesian

Data hasil pengamatan kemudian dihitung untuk mengetahui nilai koefisien tukang (OH) dalam menyelesaikan pekerjaannya. Perhitungan koefisien tukang dihitung setelah sebelumnya diketahui nilai produktivitas setiap kegiatan pembesian (Kg/Hari) dengan waktu efektif mengikuti SNI yaitu 5 jam/hari. Waktu rata-rata total produksi yang digunakan oleh 13 tukang adalah sebesar 206 menit, sehingga waktu rata-rata produksi adalah 15,846 menit untuk setiap tukang.

a. Pekerja

Perhitungan koefisien nilai indeks pekerja untuk pembuatan pembesian 1m³/300kg besi (5 jam) kolom berdasarkan SNI adalah 7,05 OH. Sehingga perhitungan koefisien waktu 1m³ pekerjaan pembuatan pembesian kolom untuk pekerja di lapangan adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\text{Perhitungan Koefisien waktu } 1\text{m}^3 &= \frac{7,05 \times 15,846 \text{ menit}}{300 \text{ menit}} \\ &= 0,3724 \text{ OH}\end{aligned}$$

b. Tukang Besi

Perhitungan koefisien nilai indeks tukang besi untuk pembuatan pembesian $1\text{m}^3/300\text{kg}$ besi (5 jam) kolom berdasarkan SNI adalah 2,1 OH. Sehingga perhitungan koefisien waktu 1m^3 pekerjaan pembuatan pembesian kolom untuk tukang besi di lapangan adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\text{Perhitungan Koefisien waktu } 1\text{m}^3 &= \frac{2,1 \times 15,846 \text{ menit}}{300 \text{ menit}} \\ &= 0,1109 \text{ OH}\end{aligned}$$

c. Kepala Tukang

Perhitungan koefisien nilai indeks kepala tukang untuk pembuatan pembesian $1\text{m}^3/300\text{kg}$ besi (5 jam) kolom berdasarkan SNI adalah 0,403 OH. Sehingga perhitungan koefisien waktu 1m^3 pekerjaan pembuatan pembesian kolom untuk kepala tukang di lapangan adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\text{Perhitungan Koefisien waktu } 1\text{m}^3 &= \frac{0,403 \times 15,846 \text{ menit}}{300 \text{ menit}} \\ &= 0,0213 \text{ OH}\end{aligned}$$

d. Mandor

Perhitungan koefisien nilai indeks mandor untuk pembuatan pembesian $1\text{m}^3/300\text{kg}$ besi (5 jam) kolom berdasarkan SNI adalah 0,353 OH. Sehingga perhitungan koefisien waktu 1m^3 pekerjaan pembuatan pembesian kolom untuk mandor di lapangan adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\text{Perhitungan Koefisien waktu } 1\text{m}^3 &= \frac{0,353 \times 15,846 \text{ menit}}{300 \text{ menit}} \\ &= 0,0186 \text{ OH}\end{aligned}$$

Hasil perhitungan tersebut dapat menunjukkan perbedaan antara SNI dan observasi yang dilakukan di lapangan seperti yang terlihat dalam Tabel 5.14.

Tabel 5.14 Perbandingan Koefisien Tenaga Kerja Pembesian Untuk Membuat Pembesian 1m³ Kolom Bertulang Antara SNI dan Observasi Lapangan
(Data Primer Hasil Penelitian yang diolah, 2020)

Tenaga Kerja	Nilai Koefisien Produktivitas (OH)	
	SNI	Observasi
Pekerja	7,050	0,3724
Tukang Besi	2,100	0,1109
Kepala Tukang	0,403	0,0213
Mandor	0,353	0,0186



BAB VI

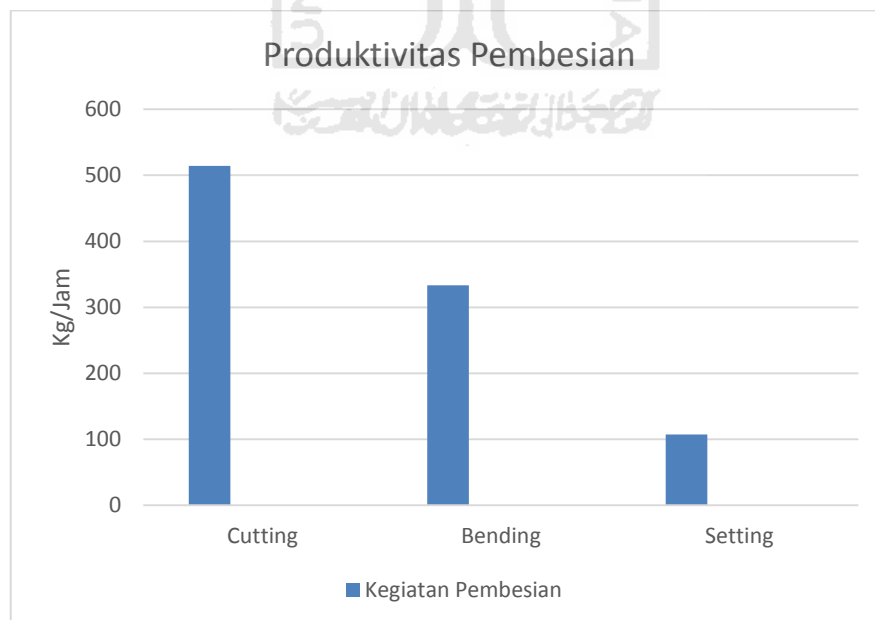
PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan pembahasan dari data penelitian yang telah dianalisa pada bab sebelumnya dalam bentuk penjelasan yang dilengkapi dengan tabel, grafik dan gambar sesuai kebutuhan dan peruntukannya.

6.1 HASIL ANALISIS PRODUKTIVITAS

Nilai produktivitas yang dihasilkan pada pekerjaan pembesian struktur kolom pada 5 siklus yang terjadi adalah untuk pekerjaan *cutting* besi sebesar 514,2325 kg/jam, untuk pekerjaan *bending* besi sebesar 333,33 kg/jam, dan untuk pekerjaan *setting* sebesar 107,032 kg/jam.

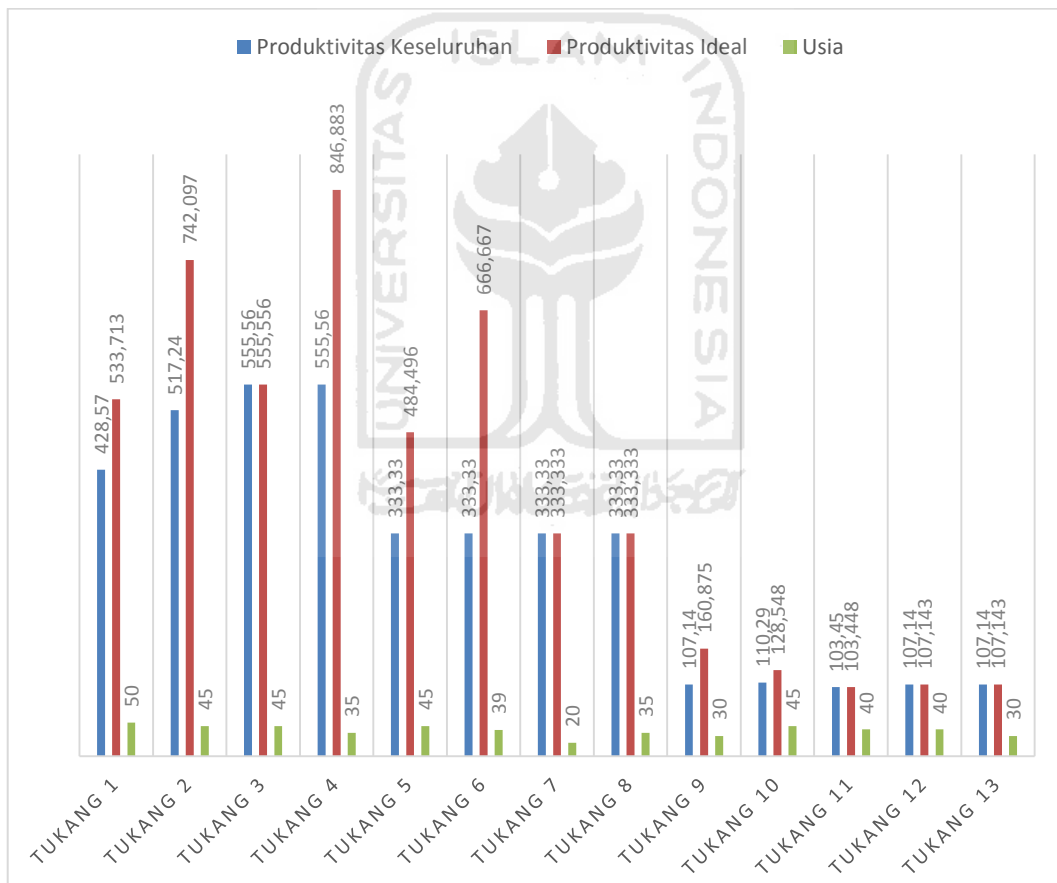
Perbandingan nilai produktivitas dari 3 jenis kegiatan tersebut dapat dilihat dalam grafik pada Gambar 6.1



Gambar 6.1 Nilai Produktivitas Berdasarkan Jenis Kegiatan
(Data Primer Hasil Penelitian yang diolah, 2020)

Pada kegiatan pembesian di atas terlihat bahwa nilai produktivitas tertinggi ditunjukkan oleh kegiatan *cutting*, diikuti oleh kegiatan *bending* dan kegiatan *setting* dengan nilai produktivitas terendah. Hal ini dikarenakan untuk kegiatan *setting* memiliki proses kerja yang lebih kompleks dibandingkan dengan kegiatan pembengkokkan dan pemotongan besi yang tergolong lebih cepat dan memiliki proses kegiatan yang sedikit dan berulang.

Perbandingan nilai produktivitas pada 13 tukang yang dilakukan di lapangan berdasarkan hasil perhitungan nilai produktivitas keseluruhan, nilai produktivitas ideal beserta usia tukang dapat dilihat pada Gambar 6.2.



Gambar 6.2 Perbandingan Hasil Pengamatan Tukang Pada Pekerjaan Pembesian Kolom

(Data Primer Hasil Penelitian yang diolah, 2020)

Berdasarkan pengamatan terhadap 13 tukang yang dilakukan di lapangan, untuk produktivitas tukang pada pekerjaan *cutting* pembesian pada struktur kolom yang terbesar diperoleh dari tukang 3 dan 4 dengan nilai produktivitas 555,56 kg/jam dengan usia 45 tahun dan 35 tahun. Pekerjaan *bending* pada tukang 5 sampai tukang 8 dengan nilai produktivitas 333,33 kg/jam dan usia rata-rata 35 tahun, serta pekerjaan *setting* pada tukang 9, 12 dan 13 sebesar 107,14 kg/jam dengan usia 30 tahun, 40 tahun dan 30 tahun.

Produktivitas ideal yang tertinggi pada pekerjaan *cutting* adalah pada tukang 4 dengan nilai 846,883 kg/jam dengan usia 35 tahun, pekerjaan *bending* pada tukang 6 dengan nilai 666,667 kg/jam dengan usia 39 tahun, dan pekerjaan *setting* pada tukang 9 dengan nilai 160,875 kg/jam dengan usia 30 tahun.

6.2 HASIL ANALISIS JUMLAH PEKERJA

Nilai produktivitas yang telah dihitung kemudian diolah kembali dengan menggunakan jumlah tenaga kerja yang sebelumnya telah diamati di lapangan, sehingga menghasilkan nilai koefisien atau kebutuhan tenaga kerja yang sesuai dengan kejadian saat dilakukan observasi dalam satuan jam ataupun hari.

Nilai produktivitas yang dihasilkan pada pekerjaan pembesian struktur kolom pada 5 siklus yang terjadi adalah untuk pekerjaan *cutting* besi sebesar 514,2325 kg/jam, untuk pekerjaan *bending* besi sebesar 333,33 kg/jam, dan untuk pekerjaan *setting* sebesar 107,032 kg/jam. Jumlah tenaga kerja saat pengamatan dilakukan yaitu pekerjaan *cutting* dilakukan oleh 4 orang tukang, pekerjaan *bending* dilakukan oleh 4 orang tukang, dan pekerjaan *setting* dilakukan oleh 5 orang tukang. Namun terlihat pekerjaan *cutting* memiliki nilai produktivitas tertinggi, hal ini dikarenakan setiap kegiatan pekerjaan memiliki proses, langkah-langkah, dan kompleksitas kegiatan yang berbeda. Sehingga terlihat untuk memperkecil jarak nilai produktivitas antar kegiatan diperlukan penambahan personil pada pekerjaan *bending* dan *setting*, dimana kompleksitas pekerjaan tersebut lebih banyak dari proses pekerjaan *cutting*.

6.3 HASIL ANALISIS UPAYA PENCEGAHAN DELAY DAN PENINGKATAN PRODUKTIVITAS

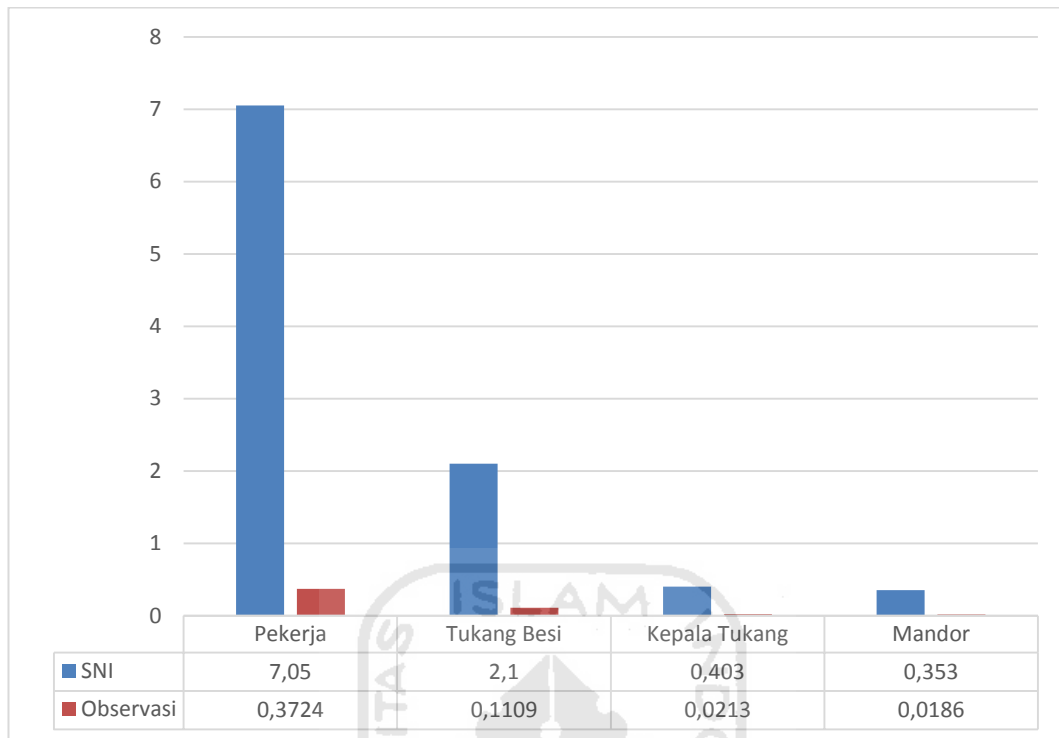
Upaya pencegahan *delay* dan peningkatan produktivitas yang dilakukan pada penelitian ini difokuskan pada tenaga kerja para pekerja sesuai dengan rumusan masalah dan tujuan penelitian. Produktivitas tenaga kerja yang dipengaruhi oleh berbagai faktor dapat ditingkatkan dengan cara pengaturan dan penggunaan tenaga kerja oleh pengawas lapangan, sehingga pengawas lapangan yang berkualitas memiliki peran yang cukup penting dalam peningkatan produktivitas serta pencegahan *delay* pada tenaga kerja di lapangan.

Selanjutnya pengendalian terhadap manajemen lapangan dari setiap pemangku jabatan perlu dipersiapkan dan dimaksimalkan peran, fungsi dan kualitasnya sejak tahap perencanaan proyek konstruksi sampai proyek selesai dikerjakan. Jika setelah semua upaya pencegahan dilakukan dan tetap memiliki kemungkinan keterlambatan, maka dapat dilakukan penambahan jumlah pekerja maupun penambahan jam kerja (*lembur*).

6.4 HASIL ANALISIS PERBANDINGAN DENGAN SNI

Dalam SNI, kebutuhan tenaga kerja pekerjaan pembesian struktur kolom yang dilampirkan tidak menunjukkan spesifikasi yang jelas terhadap jenis pekerjaan, diameter besi, maupun jenis besi yang dikerjakan. Keseluruhan pekerjaan pembesian struktur kolom dengan menggunakan diameter besi apapun dan jenis besi apapun dianggap memiliki nilai yang sama. Sehingga memiliki kebutuhan tenaga kerja yang sama.

Dari hasil perhitungan nilai produktivitas tenaga kerja yang diamati beserta jumlah tenaga kerja dilapangan, perbandingan koefisien tenaga kerja antar SNI dan kebutuhan *real* dapat ditampilkan seperti pada Gambar 6.3.



Gambar 6.3 Perbandingan Koefisien Tenaga Kerja Pembesian Untuk Membuat Pembesian 1m^3 Kolom Bertulang Antara SNI dan Observasi Lapangan
(Data Primer Hasil Penelitian yang diolah, 2020)

Hasil perhitungan yang dapat dilihat pada Gambar 6.3 tersebut yaitu kebutuhan tenaga kerja yang terdapat dalam SNI melebihi jumlah koefisien tenaga kerja yang dibutuhkan pada saat pekerjaan dilakukan di lapangan.

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini memuat kesimpulan dan saran dari hasil dan analisis penelitian. Kesimpulan merupakan pernyataan singkat yang disarikan dari hasil - hasil analisis dan pembahasan. Kesimpulan harus sinkron dan dapat menjawab tujuan Penelitian. Sedangkan saran - saran umumnya ditujukan kepada para peneliti yang akan mengembangkan penelitian yang sudah dilaksanakan, berdasarkan atas pengalaman selama mengadakan penelitian.

7.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan analisis tentang analisa produktivitas pekerja pada pekerjaan pembesian struktur kolom dengan *method productivity delay model* yang telah dilakukan, maka dipaparkan beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Nilai produktivitas yang dihasilkan pada pekerjaan pembesian struktur kolom pada 5 siklus yang terjadi adalah untuk pekerjaan *cutting* besi sebesar 514,2325 kg/jam, untuk pekerjaan *bending* besi sebesar 333,33 kg/jam, dan untuk pekerjaan *setting* sebesar 107,032 kg/jam.

Nilai produktivitas tertinggi ditunjukkan oleh kegiatan *cutting*, diikuti oleh kegiatan *bending* dan kegiatan *setting* dengan nilai produktivitas terendah. Hal ini dikarenakan untuk kegiatan *setting* memiliki proses kerja yang lebih kompleks dibandingkan dengan kegiatan pembengkokkan dan pemotongan besi yang tergolong lebih cepat dan memiliki proses kegiatan yang sedikit dan berulang.

2. Observasi dilakukan dengan data berupa pekerjaan *cutting* dilakukan oleh 4 orang tukang, pekerjaan *bending* dilakukan oleh 4 orang tukang, dan pekerjaan *setting* dilakukan oleh 5 orang tukang. Namun terlihat nilai produktivitas pekerjaan *cutting* adalah yang tertinggi, hal ini dikarenakan setiap kegiatan pekerjaan memiliki proses, langkah-langkah, dan

kompleksitas kegiatan yang berbeda. Sehingga terlihat untuk memperkecil jarak nilai produktivitas antar kegiatan diperlukan penambahan personil pada pekerjaan *bending* dan *setting*, dimana kompleksitas pekerjaan tersebut lebih banyak dari proses pekerjaan *cutting*.

3. Perbandingan koefisien pembesian antara SNI dan Observasi pada penelitian ini ialah koefisien tenaga kerja di lapangan memiliki nilai yang lebih kecil dibandingkan koefisien yang terdapat dalam SNI. Nilai indeks koefisien kebutuhan tenaga kerja dalam SNI adalah sebesar 7,050 OH untuk pekerja, 2,100 OH untuk tukang besi, 0,403 OH untuk kepala tukang, dan 0,353 OH untuk mandor. Sedangkan hasil perhitungan data di lapangan menunjukkan kebutuhan tenaga kerja sebesar 0,3724 OH untuk pekerja, 0,1109 OH untuk tukang besi, 0,0213 OH untuk kepala tukang, dan 0,0186 OH untuk mandor.

7.2 SARAN

Beberapa hal yang dapat dilakukan setelah melakukan pengamatan dan analisis pada penelitian ini adalah:

1. peningkatan pengawasan terhadap tenaga kerja sehingga dapat meminimalisir *delay* yang disebabkan oleh tenaga kerja itu sendiri.
2. untuk mendapatkan hasil yang maksimal, semakin banyak sampel yang diteliti akan semakin baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Adrian, J., & Boyer. (1976). *Construction Productivity Improvement*. New York: Elsevier Science Publishing Company.
- Alfianarrochmah, ' . (2019). *Analisis Produktivitas Tenaga Kerja Pekerjaan Pemasangan Keramik Dengan Menggunakan Metode MPDM (Studi kasus Proyek rumah kost Sleman, Yogyakarta)*. Skripsi, Universitas Islam Indonesia, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan.
- Anonymous. (2003). *Undang-Undang No 13 Tahun 2003 Tentang Ketenagakerjaan*.
- Ardi, F., Wanandy, K. C., & Alifen, R. S. (2015). *Produktivitas Pekerja Pada Pekerjaan Beton Bertulang Proyek Bangunan Bertingkat (Studi Kasus Proyek Bangunan Condominium T6)*. Jurnal, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Petra.
- Arikuntoro. (2006). *Metode Penelitian Kualitatif*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Artha, B. (2013). *Identifikasi Efisiensi Waktu Pemasangan Tiang Pancang Tipe Hidrolik Dan Diesel Hammer (Studi Kasus Pembangunan World Class University dan Perluasan Balairung UI)*. Universitas Indonesia, Fakultas Teknik.
- Atkinson, P. (1990). *Manajemen Waktu Yang Efektif*. Jakarta: Binarupa Aksara.
- Badan Standarisasi Nasional. (2008). *SNI 7394:2008 Tentang Tata cara perhitungan harga satuan pekerjaan beton*.
- BAPPEDA Kota Magelang. (2016). Dipetik Agustus 4, 2020, dari bappeda.magelangkota.go.id
- Departemen Pekerjaan Umum. (2006). *Prosedur dan Teknik Pembuatan dan Pemasangan Pembesian / Penulangan Beton*. Jakarta: Badan Pembinaan Kompetensi dan Pelatihan Konstruksi.
- Gasperz, V. (2000). *Manajemen Produktivitas Total*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.

- Ginting, R. (2009). *Penjadwalan Mesin*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Griffis, F. H., & Farr, J. V. (2000). *Construction Planning for Engineers : Planning for Labor-driven Activities*. Singapore: McGraw-Hill International Education.
- Halpin, D., & Riggs, L. (1992). *Planning and Analysis of Construction*. California: John Wiley and Sons.
- Haryanto, S., & Sutjahjanti, A. (2017). *Analisa tentang Pelaksanaan Program Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Karyawan PT. Universal Jasa Kemas*. Teknik Industri, Institut Teknologi Nasional Malang, Malang.
- Hoffer. (2007). Individual Values, Motivational Conflicts and Learning for School. *Journal Learning and Instruction*, 17-18.
- Ir. Gede Astawa Diputra, M. (2015). *Analisis Produktivitas Tenaga Kerja Pada Pekerjaan Struktur Beton Balok dan Pelat Lantai*. Laporan Penelitian, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Udayana, Denpasar, Bali.
- JASAMARGA. (2015). *Laporan Tahunan 2015*. Jakarta: PT Jasa Marga (Persero) TBK.
- Kusnendi. (2003). *Ekonomi Sumber Daya Manusia*. Jakarta: PPUT.
- Macan, T. H. (1994). Time Management: Test of a Process Model. *Journal of Applied Psychology*, 79, 381-391.
- Maulida, A. S., & Surya, K. N. (2018). *Analisis Pengaruh Kualitas Produk dan Kualitas Layanan Terhadap Kepuasan Pelanggan Listrik Prabayar (LPB) Studi Kasus Pada PT PLN (PERSERO) WS2JB Area Lahat Rayon Lembayung*. Skripsi, Universitas Bina Nusantara, Jakarta.
- Messah, Y. A., Manubulu, C. C., & Sina, D. A. (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)*. e-Jurnal teknik sipil. Dipetik Agustus 4, 2020, dari <http://puslit2.petra.ac.id/ejournal/index.php/jurnal-tekniksipil/article/view/18944/18618>
- Moleong, L. J. (2007). *Metodologi Penelitian Kualitatif*. Bandung: Penerbit PT Remaja Rosdakarya Offset.

- Nugroho, M. S., Hendaridi, A. R., & Setiadi, T. (2017). *Perhitungan Produktivitas Pekerjaan Pencabutan Sheet Pile Baja Pada Proyek DDT Manggarai Beserta Analisis Peningkatan Produktivitasnya*. Institut Teknologi Bandung, Program Studi Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Bandung.
- Pamungkas, G. S., Sayekti, H. N., Agung, M., & Kistiani, F. (2017). *Aplikasi Method Productivity Delay Model pada Analisa Pengaruh Wastepekerja Terhadap Indeks Koefisien Produktivitas*. Jurnal, Teknik Sipil, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Pemerintah Kabupaten Magelang. (2016). *LAPORAN AKHIR Penyusunan RPI2JM Kabupaten Kabupaten Magelang*. Kabupaten Magelang: Bidang Cipta Karya Pemerintah Kabupaten Magelang. Diambil kembali dari http://sippa.ciptakarya.pu.go.id/sippa_online/ws_file/dokumen/rpi2jm/
- Priyo, M., & Paridi, M. R. (2018). *Studi Optimasi Waktu dan Biaya dengan Metode Time Cost Trade Off pada Proyek Konstruksi Pembangunan Gedung Olah Raga*. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Program Studi Teknik Sipil. Yogyakarta: Semesta Teknika.
- Priyo, M., & Sumanto, A. (2016). *Analisis Percepatan Waktu Dan Biaya Proyek Konstruksi Dengan Penambahan Jam Kerja (Lembur) Menggunakan Metode Time Cost Trade Off : Studi Kasus Proyek Pembangunan Prasarana Pengendali Banjir*. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik. Yogyakarta: Jurnal Ilmiah Semesta Teknika.
- Purwati, F. K. (2018). *Perhitungan Produktivitas Pekerja Pada Pekerjaan Kolom dengan Metode Time Study (Studi Kasus: Proyek Transmart Jember)*. Universitas Jember, Prodi Diploma III Jurusan Teknik Sipil.
- Reksohadiprodjo, S. (1999). *Dasar-Dasar Manajemen*. Yogyakarta: BPFE.
- Schwalbe, K. (2004). *Information Technology Project Manajemen*. Boston: Course Technology.
- Sinungan, M. (1992). *Produktivitas, Apa dan Bagaimana*. Jakarta: Bumi Aksara.

- Soeharto, I. (1999). *Manajemen Proyek: Dari Konseptual Sampai Operasional* (Vol. 1). Jakarta: Erlangga.
- Sugiyono. (2015). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Penerbit Alfabeta.
- Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian Kualitatif (Untuk Penelitian Yang Bersifat: Eksploratif, Enterpretif, Interaktif dan Konstruktif)* (ke-III ed.). Bandung: Penerbit Alfabeta.
- Sugiyono. (2018). *Metode Penelitian Kuantitatif*. Bandung: Alfabeta.
- Surbakti, A. A. (2013). *Pengaruh Manajemen Mutu Pada Tahap Pelaksanaan Konstruksi*. UNPAR, Manajemen Konstruksi.
- Tarwaka, Bakri Solichul HA, & Sudiajeng, L. (2004). *Ergonomi Untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Produktivitas*. Surakarta: UNIBA Press.
- Turangan, B. A., & Saputra, A. D. (2016). *Evaluasi Produktivitas Kerja Struktur Kolom, Balok, dan Plat di Proyek Tunjungan Plaza 6*. Universitas Kristen Petra, Program Studi Teknik Sipil.
- Unknown. (2003). *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 13 Tahun 2003 Tentang Ketenagakerjaan*. Indonesia.
- Unknown. (2013, Mei 13). *Geography Encyclopedia*. Dipetik Juni 22, 2020, dari referensigeography.blogspot.com:
<http://referensigeography.blogspot.com/2013/05/peta-administrasi-kabupaten-magelang.html>
- Warto, A. T., Sunit, & Nugroho P, Pantyo. (2002). *Pengkajian Manajemen Penanggulangan Korban Bencana pada Masyarakat di Daerah Rawan Bencana Alam dalam Era Otonomi Daerah*. Departemen Sosial RI, Yogyakarta.

LAMPIRAN I



Tabel Hasil Pengamatan

Tukang 1

Nama Tukang : Kardun

Umur : 50 Tahun

Pukul : 08.00 – 08.38 WIB

Hari/Tanggal : Senin, 3 Agustus 2020

No	Waktu Pengamatan	Aktivitas	Siklus	Durasi (Menit)
1	08.00 – 08.05	Persiapan Kerja	1	5
2	08.05 – 08.10	Pemotongan besi Ø 8 mm		5
3	08.10 – 08.16	Pemotongan besi Ø 8 mm	2	6
4	08.16 – 08.20	Pemotongan besi Ø 8 mm	3	4
5	08.20 – 08.21	Berhenti		1
6	08.21 – 08.24	Pemotongan besi Ø 8 mm		3
7	08.24 – 08.27	Pemotongan besi Ø 8 mm	4	3
8	08.27 – 08.29	Berhenti		2
9	08.29 – 08.32	Pemotongan besi Ø 8 mm		3
10	08.32 – 08.38	Pemotongan besi Ø 8 mm	5	6

Tukang 2

Nama Tukang : Sumarno

Umur : 45 Tahun

Pukul : 08.00 – 08.33 WIB

Hari/Tanggal : Senin, 3 Agustus 2020

No	Waktu Pengamatan	Aktivitas	Siklus	Durasi (Menit)
1	08.00 – 08.01	Pengambilan besi Ø 16 mm	1	1
2	08.01 – 08.06	Pemotongan besi Ø 16 mm		5
3	08.06 – 08.10	Pemotongan besi Ø 16 mm	2	4
4	08.10 – 08.13	Berhenti		3
5	08.13 – 08.15	Pemotongan besi Ø 10 mm		2
6	08.15 – 08.21	Pemotongan besi Ø 10 mm	3	6
7	08.21 – 08.26	Pemotongan besi Ø 10 mm	4	5
8	08.26 – 08.31	Pemotongan besi Ø 10 mm	5	5
9	08.31 – 08.32	Berhenti		1
10	08.32 – 08.33	Pemotongan besi Ø 10 mm		1

Tukang 3

Nama Tukang : Karjo

Umur : 45 Tahun

Pukul : 08.00 – 08.27 WIB

Hari/Tanggal : Senin, 3 Agustus 2020

No	Waktu Pengamatan	Aktivitas	Siklus	Durasi (Menit)
1	08.00 – 08.01	Pengambilan besi Ø 16 mm	1	1
2	08.01 – 08.05	Pemotongan besi Ø 16 mm		4
3	08.05 – 08.10	Pemotongan besi Ø 16 mm	2	5
4	08.10 – 08.15	Pemotongan besi Ø 16 mm	3	5
5	08.15 – 08.21	Pemotongan besi Ø 16 mm	4	6
6	08.21 – 08.27	Pemotongan besi Ø 16 mm	5	6

Tukang 4

Nama Tukang : Tono

Umur : 35 Tahun

Pukul : 08.00 – 08.29 WIB

Hari/Tanggal : Senin, 3 Agustus 2020

No	Waktu Pengamatan	Aktivitas	Siklus	Durasi (Menit)
1	08.00 – 08.02	Persiapan mesin potong dan alat kerja	1	2
2	08.02 – 08.07	Pemotongan besi Ø 16 mm		5
3	08.07 – 08.12	Pemotongan besi Ø 16 mm	2	5
4	08.12 – 08.13	Pengambilan besi Ø 10 mm	3	1
5	08.13 – 08.17	Pemotongan besi Ø 10 mm		4
6	08.17 – 08.23	Pemotongan besi Ø 10 mm	4	6
7	08.23 – 08.29	Pemotongan besi Ø 10 mm	5	6

Tukang 5

Nama Tukang : Sutarno

Umur : 45 Tahun

Pukul : 08.00 – 08.48 WIB

Hari/Tanggal : Senin, 3 Agustus 2020

No	Waktu Pengamatan	Aktivitas	Siklus	Durasi (Menit)
1	08.00 – 08.02	Persiapan Kerja	1	2
2	08.02 – 08.09	Pembuatan begel		7
3	08.09 – 08.18	Pembuatan begel	2	9
4	08.18 – 08.27	Pembuatan begel	3	9
5	08.27 – 08.30	Pembuatan begel	4	3
6	08.30 – 08.33	Berhenti		3
7	08.33 – 08.39	Pembuatan begel		6
8	08.39 – 08.48	Pembuatan begel	5	9

Tukang 6

Nama Tukang : Arif

Umur : 39 Tahun

Pukul : 08.00 – 08.50 WIB

Hari/Tanggal : Senin, 3 Agustus 2020

No	Waktu Pengamatan	Aktivitas	Siklus	Durasi (Menit)
1	08.00 – 08.01	Persiapan Kerja	1	1
2	08.01 – 08.02	Pengambilan besi Ø 16 mm		1
3	08.02 – 08.09	Pembuatan begel		7
4	08.09 – 08.18	Pembuatan begel	2	9
5	08.18 – 08.20	Pengambilan besi Ø 16 mm	3	2
6	08.20 – 08.27	Pembuatan begel		7
7	08.27 – 08.28	Pembuatan begel	4	1
8	08.28 – 08.30	Berhenti		2
9	08.30 – 08.33	Pembuatan begel		3
10	08.33 – 08.36	Berhenti		3
11	08.36 – 08.41	Pembuatan begel	5	5
12	08.41 – 08.50	Pembuatan begel		9

Tukang 7

Nama Tukang : Aifa

Umur : 20 Tahun

Pukul : 08.00 – 08.45 WIB

Hari/Tanggal : Senin, 3 Agustus 2020

No	Waktu Pengamatan	Aktivitas	Siklus	Durasi (Menit)
1	08.00 – 08.02	Pengambilan besi Ø 10 mm	1	2
2	08.02 – 08.09	Pembuatan begel		7
3	08.09 – 08.18	Pembuatan begel	2	9
4	08.18 – 08.21	Pengambilan besi Ø 10 mm	3	3
5	08.21 – 08.27	Pembuatan begel		6
6	08.27 – 08.36	Pembuatan begel	4	9
7	08.36 – 08.45	Pembuatan begel	5	9

Tukang 8

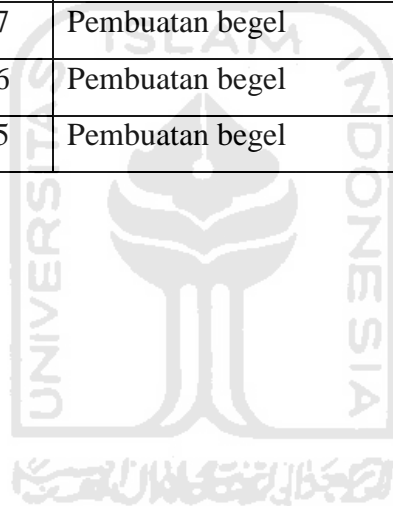
Nama Tukang : Tarno

Umur : 35 Tahun

Pukul : 08.00 – 08.45 WIB

Hari/Tanggal : Senin, 3 Agustus 2020

No	Waktu Pengamatan	Aktivitas	Siklus	Durasi (Menit)
1	08.00 – 08.09	Pembuatan begel	1	9
2	08.09 – 08.18	Pembuatan begel	2	9
3	08.18 – 08.27	Pembuatan begel	3	9
4	08.27 – 08.36	Pembuatan begel	4	9
5	08.36 – 08.45	Pembuatan begel	5	9



Tukang 9

Nama Tukang : Arifin

Umur : 30 Tahun

Pukul : 08.00 – 10.27 WIB

Hari/Tanggal : Senin, 3 Agustus 2020

No	Waktu Pengamatan	Aktivitas	Siklus	Durasi (Menit)
1	08.00 – 08.02	Persiapan kerja	1	5
2	08.02 – 08.12	Pengukuran kolom		10
3	08.12 – 08.25	Menaikan kolom		13
4	08.25 – 08.53	Merangkai kolom	2	28
5	08.53 – 09.21	Merangkai kolom	3	28
6	09.21 – 09.24	Merangkai kolom	4	3
7	09.24 – 09.34	Menaikan kolom		10
8	09.34 – 09.36	Berhenti		2
9	09.36 – 09.41	Menaikan kolom		5
10	09.41 – 09.49	Langsiran besi		8
11	09.49 – 09.59	Merangkai kolom		10
12	09.59 – 10.27	Merangkai kolom	5	28

Tukang 10

Nama Tukang : Yanto

Umur : 45 Tahun

Pukul : 08.00 – 10.20 WIB

Hari/Tanggal : Senin, 3 Agustus 2020

No	Waktu Pengamatan	Aktivitas	Siklus	Durasi (Menit)
1	08.00 – 08.04	Persiapan kerja	1	4
2	08.04 – 08.14	Pengukuran kolom		10
3	08.14 – 08.27	Menaikan kolom		13
4	08.27 – 08.54	Merangkai kolom	2	27
5	08.54 – 09.21	Merangkai kolom	3	27
6	09.21 – 09.49	Merangkai kolom	4	28
7	09.49 – 09.52	Langsiran besi	5	3
8	09.52 – 09.53	Berhenti		1
9	09.53 – 10.20	Merangkai kolom		27

Tukang 11

Nama Tukang : Tarmo

Umur : 40 Tahun

Pukul : 08.00 – 10.25 WIB

Hari/Tanggal : Senin, 3 Agustus 2020

No	Waktu Pengamatan	Aktivitas	Siklus	Durasi (Menit)
1	08.00 – 08.04	Persiapan kerja	1	4
2	08.04 – 08.16	Pengukuran kolom		12
3	08.16 – 08.29	Menaikan kolom		13
4	08.29 – 08.58	Merangkai kolom	2	29
5	08.58 – 09.27	Merangkai kolom	3	29
6	09.27 – 09.56	Merangkai kolom	4	29
7	09.56 – 10.25	Merangkai kolom	5	29

Tukang 12

Nama Tukang : Andri

Umur : 40 Tahun

Pukul : 08.00 – 10.20 WIB

Hari/Tanggal : Senin, 3 Agustus 2020

No	Waktu Pengamatan	Aktivitas	Siklus	Durasi (Menit)
1	08.00 – 08.28	Merangkai kolom	1	28
2	08.28 – 08.56	Merangkai kolom	2	28
3	08.56 – 09.24	Merangkai kolom	3	28
4	09.24 – 09.52	Merangkai kolom	4	28
5	09.52 – 10.20	Merangkai kolom	5	28

Tukang 13

Nama Tukang : Aris

Umur : 30 Tahun

Pukul : 08.00 – 10.20 WIB

Hari/Tanggal : Senin, 3 Agustus 2020

No	Waktu Pengamatan	Aktivitas	Siklus	Durasi (Menit)
1	08.00 – 08.28	Merangkai kolom	1	28
2	08.28 – 08.56	Merangkai kolom	2	28
3	08.56 – 09.24	Merangkai kolom	3	28
4	09.24 – 09.52	Merangkai kolom	4	28
5	09.52 – 10.20	Merangkai kolom	5	28

LAMPIRAN II



Tukang	Siklus	Waktu Produksi (menit)	Penundaan (Menit)					Ket.	Waktu siklus produksi rata-rata waktu tak tertunda (menit)
			Lingkungan	Peralatan	Tenaga Kerja	Material	Manajemen		
3	1	5	-	-	-	-	-	<i>non delay</i>	
	2	5	-	-	-	-	-	<i>non delay</i>	
	3	5	-	-	-	-	-	<i>non delay</i>	
	4	6	-	-	-	-	-	<i>non delay</i>	
	5	6	-	-	-	-	-	<i>non delay</i>	
Jumlah		27							0
Rata-rata		5,4							0

Tukang	Siklus	Waktu Produksi (menit)	Penundaan (Menit)					Ket.	Waktu siklus produksi rata-rata waktu tak tertunda (menit)
			Lingkungan	Peralatan	Tenaga Kerja	Material	Manajemen		
4	1	7			2				1,5
	2	5						<i>non delay</i>	
	3	5						<i>non delay</i>	
	4	6						<i>non delay</i>	
	5	6						<i>non delay</i>	
Jumlah		29							1,5
Rata-rata		5,8							0,3

Tabel Perhitungan Penundaan Siklus Produksi Pekerjaan *Bending*

Tukang	Siklus	Waktu Produksi (menit)	Penundaan (Menit)					Ket.	Waktu siklus produksi rata-rata waktu tak tertunda (menit)
			Lingkungan	Peralatan	Tenaga Kerja	Material	Manajemen		
5	1	9	-	-	-	-	-	<i>non delay</i>	-
	2	9	-	-	-	-	-	<i>non delay</i>	-
	3	9	-	-	-	-	-	<i>non delay</i>	-
	4	12	-	-	3	-	-	-	3
	5	9	-	-	-	-	-	<i>non delay</i>	-
Jumlah		48							3
Rata-rata		9,6							0,6

Tukang	Siklus	Waktu Produksi (menit)	Penundaan (Menit)					Ket.	Waktu siklus produksi rata-rata waktu tak tertunda (menit)
			Lingkungan	Peralatan	Tenaga Kerja	Material	Manajemen		
6	1	9	-	-	-	-	-	<i>non delay</i>	
	2	9	-	-	-	-	-	<i>non delay</i>	
	3	9	-	-	-	-	-	<i>non delay</i>	
	4	14	-	-	5	-	-	-	5
	5	9	-	-	-	-	-	<i>non delay</i>	
Jumlah		50							5
Rata-rata		10							1

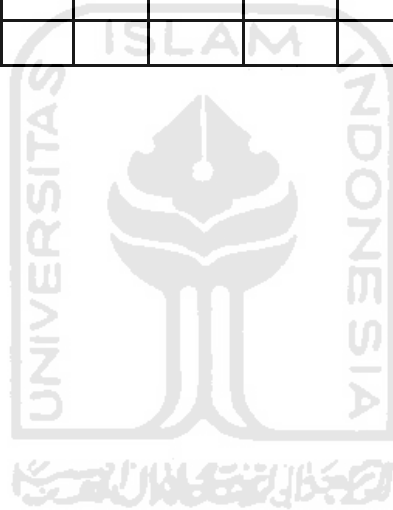
Tukang	Siklus	Waktu Produksi (menit)	Penundaan (Menit)					Ket.	Waktu siklus produksi rata-rata waktu tak tertunda (menit)
			Lingkungan	Peralatan	Tenaga Kerja	Material	Manajemen		
7	1	9	-	-	-	-	-	<i>non delay</i>	
	2	9	-	-	-	-	-	<i>non delay</i>	
	3	9	-	-	-	-	-	<i>non delay</i>	
	4	9	-	-	-	-	-	<i>non delay</i>	
	5	9	-	-	-	-	-	<i>non delay</i>	
Jumlah		45							0
Rata-rata		9							0

Tukang	Siklus	Waktu Produksi (menit)	Penundaan (Menit)					Ket.	Waktu siklus produksi rata-rata waktu tak tertunda (menit)
			Lingkungan	Peralatan	Tenaga Kerja	Material	Manajemen		
8	1	9	-	-	-	-	-	<i>non delay</i>	
	2	9	-	-	-	-	-	<i>non delay</i>	
	3	9	-	-	-	-	-	<i>non delay</i>	
	4	9	-	-	-	-	-	<i>non delay</i>	
	5	9	-	-	-	-	-	<i>non delay</i>	
Jumlah		45							0
Rata-rata		9							0

Tukang	Siklus	Waktu Produksi (menit)	Penundaan (Menit)					Ket.	Waktu siklus produksi rata-rata waktu tak tertunda (menit)
			Lingkungan	Peralatan	Tenaga Kerja	Material	Manajemen		
3	1	29	-	-	-	-	-	<i>non delay</i>	
	2	29	-	-	-	-	-	<i>non delay</i>	
	3	29	-	-	-	-	-	<i>non delay</i>	
	4	29	-	-	-	-	-	<i>non delay</i>	
	5	29	-	-	-	-	-	<i>non delay</i>	
Jumlah		145							0
Rata-rata		29							0

Tukang	Siklus	Waktu Produksi (menit)	Penundaan (Menit)					Ket.	Waktu siklus produksi rata-rata waktu tak tertunda (menit)
			Lingkungan	Peralatan	Tenaga Kerja	Material	Manajemen		
4	1	28	-	-	-	-	-	<i>non delay</i>	
	2	28	-	-	-	-	-	<i>non delay</i>	
	3	28	-	-	-	-	-	<i>non delay</i>	
	4	28	-	-	-	-	-	<i>non delay</i>	
	5	28	-	-	-	-	-	<i>non delay</i>	
Jumlah		140							0
Rata-rata		28							0

Tukang	Siklus	Waktu Produksi (menit)	Penundaan (Menit)					Ket.	Waktu siklus produksi rata- rata waktu tak tertunda (menit)
			Lingkungan	Peralatan	Tenaga Kerja	Material	Manajemen		
5	1	28	-	-	-	-	-	<i>non delay</i>	
	2	28	-	-	-	-	-	<i>non delay</i>	
	3	28	-	-	-	-	-	<i>non delay</i>	
	4	28	-	-	-	-	-	<i>non delay</i>	
	5	28	-	-	-	-	-	<i>non delay</i>	
Jumlah		140							0
Rata-rata		28							0



LAMPIRAN III



DOKUMENTASI





