

ANALISIS PRODUKTIVITAS PEKERJAAN PASANGAN BATA RINGAN MENGUNAKAN *METHOD PRODUCTIVITY DELAY MODEL* (MPDM) PADA PROYEK APARTEMEN DI SURABAYA

William Jefferson¹ dan Andi²

¹ Mahasiswa Program Studi Magister Teknik Sipil, Universitas Kristen Petra, Surabaya

² Dosen Program Studi Magister Teknik Sipil, Universitas Kristen Petra, Surabaya

¹ b21220009@john.petra.ac.id, ² andi@petra.ac.id,

ABSTRAK: Salah satu kunci keberhasilan sebuah proyek konstruksi terletak pada ketepatan waktunya. Karena itu, setiap proyek diharapkan memiliki tingkat produktivitas yang tinggi agar proyek tidak mengalami keterlambatan. Persentase biaya pekerjaan pemasangan bata adalah sekitar 10% dari total biaya proyek high-rise apartment. Apabila pekerjaan tersebut mengalami keterlambatan, maka pekerjaan yang lainnya akan secara otomatis ikut tertunda. Namun pada kenyataannya, seringkali produktivitas yang diharapkan tidak dapat selalu direalisasikan, alhasil sebuah proyek menjadi terlambat. Maka dari itu, tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui produktivitas idealnya, serta mengetahui faktor keterlambatan yang paling berpengaruh. Pengamatan berlangsung selama 25 hari kerja, dan jumlah data yang didapatkan adalah sebanyak 270. Dari hasil analisis, didapatkan bahwa rata-rata produktivitas yang terjadi di lapangan adalah sebesar 47,3 m²/hari. Sedangkan untuk produktivitas idealnya adalah sebesar 52,7 m²/hari. Faktor keterlambatan yang berpengaruh terhadap pekerjaan pemasangan bata ringan adalah faktor pekerja dan faktor material.

Kata kunci: proyek konstruksi, keterlambatan, produktivitas, pasangan bata, MPDM

ABSTRACT: *One of the keys to a construction project's success lies in its timeliness. A high rate of productivity is very important so that the project does not experience delays. Brick masonry work's cost percentage is around 10% of the total high-rise apartment project cost. If the work is delayed, other works will automatically be delayed as well. However, often the ideal productivity can not always be achieved, hence a project is delayed. The purpose of this research is to obtain the ideal productivity, as well as to find out the delay factors that have the most influence. Observations were conducted throughout 25 working days, and the amount of data obtained was 270. From the results, it can be concluded that the overall productivity occurred in the field was 47.3 m²/day. Meanwhile, the ideal productivity is 52.7 m²/day. The delay factors affecting light masonry work are labor and material.*

Keywords: *construction project, delay, productivity, brick masonry, MPDM*

1. PENDAHULUAN

Industri konstruksi merupakan salah satu industri utama yang berperan sangat penting bagi perekonomian sebuah negara yang berkembang. Indonesia, yang merupakan salah satu negara berkembang, memiliki berbagai macam proyek yang jumlahnya kian bertambah. Salah satu kunci bahwa sebuah proyek konstruksi dapat dikatakan berhasil adalah apabila proyek

tersebut dapat selesai tepat waktu. Maka dari itu setiap proyek, tanpa terkecuali, dituntut untuk dapat selesai tepat waktu sesuai dengan waktu yang telah ditetapkan di awal.

Sebuah proyek pada umumnya diharapkan dapat memiliki tingkat produktivitas yang tinggi. Hal ini dapat terealisasi dengan memanfaatkan sumber daya (*input*) yang ada dengan seefektif dan seefisien mungkin agar dapat memberikan hasil (*output*) yang semaksimal mungkin (Putra & Wijaya, 2010). Sangat diperlukannya *monitoring* atau pemantauan secara berkala dan juga manajemen yang baik agar tingkat produktivitas dari pekerja-pekerja yang ada di proyek tersebut dapat di-*maintain* dengan baik sehingga sebuah proyek tidak mengalami keterlambatan.

Pekerjaan pasangan bata merupakan pekerjaan yang cukup penting. Salah satu alasannya adalah karena persentase biaya dari pekerjaan tersebut adalah sekitar 10% dari total biaya pada sebuah bangunan proyek *high-rise apartment*, dan sekitar 50% dari pekerjaan *finishing* itu sendiri (Tanoyo & Kantono, 2010). Layaknya pekerjaan beton atau pekerjaan baja, dinding pasangan bata juga merupakan salah satu aspek penting yang perlu diperhatikan, karena apabila terjadi keterlambatan maka pekerjaan-pekerjaan yang lainnya akan secara otomatis ikut tertunda.

MPDM merupakan salah satu metode untuk mengukur produktivitas kerja. Metode ini dapat menjadi cara yang efektif dikarenakan setelah data dari lapangan diinput, pengolahan datanya dapat diprogram secara otomatis dengan menggunakan Microsoft Excel. Ada beberapa metode untuk mengukur dan meningkatkan produktivitas pada sebuah proyek, contohnya seperti *Crew-balance Charts*, *Simulation Modelling and Analysis*, dan MPDM itu sendiri. Tetapi pada MPDM, informasi yang disajikan lebih banyak dibandingkan dengan metode-metode lainnya. Terlebih lagi, selain dapat mengetahui besarnya produktivitas yang terjadi, faktor keterlambatan yang paling berpengaruh terhadap produktivitasnya juga dapat diidentifikasi (Halpin & Riggs, 1992).

Telah dilakukan penelitian mengenai pengukuran produktivitas pekerjaan pasangan dinding *lite block* dan hebel (bata ringan) oleh Santoso dan Lelyana pada tahun 2007 dengan mengacu pada SNI tahun 2002. Selain itu, penelitian menggunakan MPDM juga pernah dilakukan oleh Tan pada tahun 2016 untuk mengukur tingkat produktivitas pekerjaan pemancangan. Akan tetapi, belum ada penelitian mengenai pekerjaan pasangan bata ringan dengan menggunakan MPDM, khususnya di Surabaya. Maka dari itu, peneliti hendak meneliti tingkat produktivitas pekerjaan pasangan bata ringan pada sebuah proyek apartemen di Surabaya dengan menggunakan MPDM.

2. LANDASAN TEORI

2.1. Proyek Konstruksi

Proyek konstruksi terdiri dari rangkaian pekerjaan dalam mengolah sumber daya proyek berupa tenaga kerja, alat dan peralatan, material, uang, dan metode yang dilaksanakan dalam jangka waktu tertentu. Karakteristik proyek konstruksi adalah keunikan, dimana setiap proyek memiliki desain, proses, lingkungan, dan manajemen yang berbeda (Hermawan, 2016).

Performa suatu proyek dapat diperoleh dengan memenuhi target dan ekspektasi yang diharapkan. *Iron Triangle* merupakan indikator performa utama dari suatu proyek (Atkinson, 1999). Konsep ini menggunakan tiga indikator berupa waktu, biaya, dan kualitas untuk menentukan tingkat kesuksesan proyek.

2.2. Produktivitas

Kata produktivitas adalah kata serapan yang diambil dari bahasa Inggris, yaitu *productivity*. Namun, *productivity* itu sendiri adalah gabungan dari dua kata, yaitu *product* dan *activity*. Secara umum, pengertian produktivitas adalah suatu nilai yang menyatakan bagaimana sebaiknya suatu sumber daya diatur dan juga digunakan guna mencapai suatu hasil secara maksimal (Ibnu, 2020). Sebuah produktivitas sangat bergantung pada kesediaan atau kemauan kerja, serta keterampilan kerjanya. Faktor-faktor yang mempengaruhi kesediaan atau kemauan kerja adalah seperti situasi dan kondisi pekerjaan yang dihadapi serta sikap terhadap hal tersebut. Keterampilan kerja bergantung pada kemampuan serta pengalaman, dan juga latihan kerja yang diikuti (Syarif, 1991).

Menurut Wignjosuebrotto (2000), produktivitas secara umum dapat diuraikan sebagai berikut:

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Output}}{\text{Input (measurable)} + \text{Input (invisible)}} \quad (1)$$

Dimana:

Output = Volume pekerjaan yang dihasilkan

Input = Satuan unit usaha yang dikeluarkan untuk mencapai suatu hasil

2.3. Dinding

Dinding merupakan salah satu komponen struktural yang penting dalam sebuah proyek konstruksi. Ada dua aspek struktural yang membantu menopang berdirinya sebuah dinding, yaitu kolom praktis dan pasangan bata. Kolom praktis adalah tiang struktur yang dibuat untuk memperkuat dinding bangunan. Berbeda dengan kolom struktur utama yang berfungsi menopang balok dan lantai bangunan, fungsi kolom praktis adalah untuk memperkokoh dinding dalam menahan gaya melintang dikarenakan dinding yang terbuat dari susunan batu bata atau batako saja kurang kuat dan mudah roboh apabila didorong atau terjadi gempa (Arsitur Studio, 2020). Pada proyek konstruksi dinding ada beberapa material yang dapat digunakan sebagai pasangan bata, seperti misalnya bata merah, batako, bata ringan, dan lain sebagainya (Ningrum, 2014).

Menurut Gunawan & Putra (2010), pemakaian bata ringan ini sangat mempengaruhi sebuah bangunan. Hal tersebut dikarenakan desain struktur bangunan menjadi jauh lebih ringan, pemakaian tulangan yang lebih kecil, serta pemakaian bahan-bahan lainnya menjadi jauh lebih hemat. Misalnya seperti:

- *Waste material* menjadi lebih sedikit karena bata ringan tidak mudah pecah dan mempunyai bentuk yang dapat dengan mudah disesuaikan dengan kebutuhan di lapangan.
- *Tower crane* dapat mengangkat material bata ringan lebih banyak apabila dibandingkan dengan bata merah, karena berat bata ringan sepertiga lebih ringan dibandingkan berat

bata merah. Hal ini otomatis akan menghemat bahan bakar tower crane sekaligus mengurangi polusi udara dan suara yang ditimbulkan oleh tower crane.

- Pemakaian tulangan yang lebih sedikit dikarenakan beban yang diberikan oleh bata ringan tiga kali lebih ringan dibandingkan beban yang diberikan oleh bata merah.

Siklus produksi adalah urutan pekerjaan produksi yang dilakukan dalam suatu kurun waktu tertentu. Sebuah siklus merupakan satu kesatuan rangkaian pekerjaan yang urut yang dilakukan secara berulang (Samsudin, 2021). Menurut Abubakar et al. (2017), satuan yang digunakan untuk mengukur produktivitas pekerjaan pemasangan bata ringan adalah per m² per harinya. Pencatatan 1 siklus produksi pekerjaan pemasangan bata ringan ini adalah berdasarkan 1 m² bata ringan yang terpasang. Jadi, durasi 1 siklus pekerjaan pemasangan bata ringan dimulai ketika tukang mulai menuang adukan pertama, diikuti dengan pemasangan bata ringannya, hingga luas bata ringan yang terpasang mencapai 1 m². Hasil yang didapat kemudian dianalisis dengan menggunakan MPDM untuk mendapatkan produktivitas ideal dan produktivitas yang sebenarnya terjadi di lapangan.

2.4. Method Productivity Delay Model (MPDM)

2.4.1. Konsep Umum

Method Productivity Delay Model (MPDM) merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk menghitung produktivitas kerja. Metode ini banyak digunakan pada berbagai macam hal, salah satunya adalah pada sebuah proyek konstruksi. Fungsi dari metode ini adalah untuk menghitung nilai atau tingkat produktivitas sebuah pekerjaan dengan mengacu pada lamanya keterlambatan yang terjadi selama jam kerja.

Ada banyak hal yang dapat mempengaruhi sebuah keterlambatan. Di dalam metode ini, ada 5 kelompok faktor yang dianggap sebagai penyebab terjadinya keterlambatan: Lingkungan (*environment*), peralatan (*equipment*), tenaga kerja (*labor*), material, dan manajemen (*management*). MPDM adalah suatu modifikasi terhadap waktu tradisional dan konsep penelitian untuk segala aktivitas atau gerakan dalam sebuah pekerjaan agar aktivitas yang tidak seharusnya dapat dihilangkan dan kinerja dapat ditingkatkan (Halpin & Riggs, 1992).

2.4.2. Faktor Penyebab Keterlambatan pada MPDM

Selain memperhitungkan produktivitas, metode MPDM ini juga memperhitungkan adanya keterlambatan di lapangan. Faktor-faktor yang menjadi penyebab keterlambatan yang dipertimbangkan dalam MPDM dikelompokkan menjadi 5 bagian (Halpin & Riggs, 1992):

1. Lingkungan (*environment*)

Contoh keterlambatan yang disebabkan oleh lingkungan adalah seperti perubahan cuaca, perubahan batas jalan, perubahan kondisi tanah, dan gangguan dari alam yang tidak bisa diperkirakan.

2. Peralatan (*equipment*)

Contoh keterlambatan yang disebabkan oleh peralatan adalah kurangnya kemampuan tingkat produksi dari alat yang digunakan atau terjadinya kerusakan pada alat yang digunakan tersebut.

3. Tenaga Kerja (*labor*)

Contoh keterlambatan yang disebabkan oleh tenaga kerja adalah seperti adanya pekerja yang menunggu pekerja yang lainnya, pekerja yang tidak produktif karena kurangnya pengalaman, pekerja yang membuang-buang waktu dengan beristirahat sebelum waktunya, atau merokok.

4. Material

Contoh keterlambatan yang disebabkan oleh material adalah seperti tidak tersedianya material-material yang dibutuhkan atau adanya kerusakan maupun kecacatan pada material yang ingin digunakan.

5. Manajemen (*management*)

Contoh keterlambatan yang disebabkan oleh manajemen adalah seperti perencanaan yang kurang baik, adanya kesalahan dalam memperhitungkan sumber daya proyek, atau penempatan site layout yang kurang baik.

2.4.3. Penggunaan MPDM

Setelah proses pengumpulan data di lapangan selesai, selanjutnya dilakukan pengolahan terhadap data-data tersebut. Metode yang digunakan untuk proses pengolahan data ini dinamakan method productivity delay model (MPDM). Nantinya, akan didapatkan hasil dari pengolahan data dengan MPDM tersebut yang berupa besarnya produktivitas aktual secara keseluruhan (dengan adanya keterlambatan) dan produktivitas ideal (tanpa adanya keterlambatan), serta besarnya pengaruh dari masing-masing faktor yang menjadi penyebab terjadinya keterlambatan.

Proses pengolahan data dengan MPDM ini hanya terdiri dari penjumlahan, pengurangan, perkalian, dan pembagian. Ini dilakukan dengan tujuan untuk memudahkan model perhitungan dan juga penerapannya di dunia nyata (Halpin & Riggs, 1992). Tabel yang akan digunakan untuk pengolahan data dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Form pengolahan data

MPDM Processing				
Date: ___/___/___	Production Unit:			
Method:	Example			
Unit	Production Total Time	Number of Cycles	Mean Cycle Time	Σ (Cycle Time – Non-Delay Cycle Time) / n
A) Non-delayed production cycle				
B) Overall production cycle				

Tabel 1. Form pengolahan data (lanjutan)

Delay Information					
Delay					
	Environment	Equipment	Labor	Material	Management
C) Occurrences					
D) Total added time					
E) Probability of occurrence					
F) Relative severity					
G) Expected % delay time per production cycle					

2.4.4. Perhitungan Produktivitas MPDM

Di dalam method productivity delay model (MPDM), akan selalu digunakan sebuah persamaan produktivitas. Persamaan produktivitas ini adalah metode yang digunakan untuk menganalisis serta membandingkan produktivitas secara aktual maupun keseluruhan dengan mengikutsertakan faktor keterlambatan di dalamnya (Halpin & Riggs, 1992). Metode persamaan produktivitas ini dibagi menjadi dua bagian, yaitu:

1. *Ideal Productivity*, yaitu produktivitas ideal yang diharapkan. Dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Ideal productivity} = \frac{1}{\text{Mean non-delayed production cycle time}} \quad (2)$$

2. *Overall Productivity*, yaitu produktivitas sebenarnya yang terjadi di lapangan. Dapat dihitung dengan rumus:

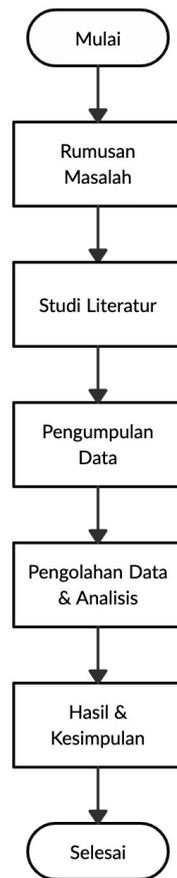
$$\text{Overall productivity} = \frac{1}{\text{Mean overall production cycle time}}, \text{ atau} \quad (3)$$

Setelah didapatkan kedua nilai produktivitas tersebut, maka keduanya dapat dibandingkan untuk mengetahui seberapa besar selisihnya. Semakin besar selisihnya, maka dapat dikatakan bahwa semakin buruk produktivitas kerja yang terjadi di lapangan, dan begitu pula sebaliknya. Apabila selisihnya semakin kecil, maka dapat dikatakan bahwa produktivitas yang terjadi di lapangan semakin mendekati produktivitas yang ideal (sesuai dengan harapan).

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Proses Penelitian

Penelitian dimulai dengan membentuk rumusan masalah terlebih dahulu. Lalu dilakukan studi literatur untuk memahami proses penelitian yang akan dilakukan. Setelah itu, dilakukan pengumpulan data berdasarkan hasil pengamatan di lapangan. Data yang diperoleh kemudian diolah dan dianalisis dengan MPDM. Hasil yang didapatkan akan dibentuk menjadi kesimpulan untuk menjawab rumusan masalah yang ada. Rincian langkah-langkah penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

3.2. Studi Literatur

Studi literatur adalah sebuah pemahaman teori yang diperoleh dari buku, atau bisa juga melalui jurnal skripsi yang tujuannya adalah untuk membantu proses penelitian. Studi literatur yang penulis gunakan diambil melalui buku, jurnal, artikel, dan referensi lainnya dengan tujuan untuk memahami konsep-konsep yang berhubungan dengan metode yang akan digunakan, yakni *method productivity delay model* (MPDM). MPDM adalah suatu metode yang digunakan untuk membandingkan produktivitas yang terjadi dengan produktivitas ideal yang diharapkan, dengan memperhitungkan faktor *environment*, *equipment*, *labor*, material, dan *management* sebagai faktor yang dapat mempengaruhi produktivitas itu sendiri.

3.3. Pengumpulan Data

Penelitian yang dilakukan berupa pengamatan dan pencatatan durasi dari setiap siklus pekerjaan pasangan bata ringan. Penelitian dilakukan pada jam kerja proyek, yakni mulai dari pukul 09.00 sampai dengan pukul 17.00 termasuk 1 jam istirahat pada pukul 12.00 sampai dengan 13.00. Peneliti melakukan pengamatan dan pencatatan pada setiap hari kerja dari proyek tersebut dimana setiap harinya adalah selama ± 7 jam, dan penelitian dilakukan sampai

jumlah data terpenuhi. Persamaan 4 digunakan untuk menghitung jumlah data minimum yang dibutuhkan dalam penelitian ini:

$$N = \frac{(Z)^2 \times P \times (1 - P)}{d^2} \tag{4}$$

Dimana:

N = Jumlah data minimum yang dibutuhkan

Z = Koefisien baku distribusi normal tergantung pada tingkat kepercayaan tertentu

P = Proporsi pada populasi

d = Kesalahan yang dapat ditoleransi

Pada penelitian ini, tingkat kepercayaan atau level of confidence yang digunakan adalah sebesar 93%, yang dimana lebih besar daripada tingkat kepercayaan pada umumnya (90%) dan kemungkinan kesalahan yang dapat terjadi dibatasi hingga ±5%. Maka dari itu, nilai “d” adalah sebesar 5% (atau 0,05). Dengan mengacu pada tabel normal distribusi, didapatkan nilai “Z” sebesar 1,81 untuk tingkat kepercayaan 93%. Menurut Chang & Yoo (2013), nilai “P” diasumsi sebesar 28% (0,28) berdasarkan penelitian sebelumnya tentang pekerjaan yang serupa. Dengan demikian, didapatkan jumlah data minimum yang dibutuhkan adalah 265.

Pengumpulan data dilakukan dengan mengamati 1 tim tukang yang mengerjakan dinding pasangan bata ringan dengan bantuan *camera* dan pencatatan durasinya dilakukan dengan menggunakan bantuan *stopwatch*. Adapun batasan-batasan dan ketentuan dalam pencatatan ini adalah sebagai berikut:

- Pencatatan waktu dimulai dari penuangan adukan dan tidak memperhitungkan waktu tempuh yang dibutuhkan untuk naik ke lantai tertentu.
- Pencatatan waktu yang dilakukan hanya meliputi pekerjaan pasangan bata saja, dan tidak memperhitungkan pemasangan kolom praktis.
- Pekerjaan seperti pengambilan bahan adukan dan pemasangan andang juga diperhitungkan dalam durasi siklus, karena termasuk *contributory work*.
- Pencatatan 1 siklus pekerjaan pasangan bata ringan ini adalah berdasarkan 1 m² bata ringan yang terpasang, dengan mengetahui bahwa 1 bata ringan memiliki ukuran lebar 60 cm dan tinggi 20 cm.

Agar didapatkan data yang tepat dan akurat, maka dibutuhkan lembar pengamatan yang rapi dan terperinci. Siklus pekerjaan pasangan bata ringan ini terdiri dari beberapa langkah. Setiap langkah dari siklus ini harus dicatat sehingga data yang diperoleh lebih akurat dan sesuai dengan kondisi sebenarnya yang terjadi di lapangan (Tan, 2016). Lembar pengamatan yang akan peneliti gunakan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Lembar pengamatan

FORM PENGAMATAN				
Lembar ____ dari ____				
Siklus ke- (1)	Durasi Siklus (detik) (2)	Jenis Delay (3)	Durasi Delay (detik) (4)	Total Durasi (detik) (5)
1.				
2.				
n.				

3.4. Teknik Analisis Data dengan MPDM

Setelah data di lapangan terkumpul dengan lengkap, data tersebut akan diolah dan dianalisis dengan MPDM. Tujuan utama dari MPDM ini adalah untuk mendapatkan hasil berupa nilai produktivitas suatu pekerjaan yang diamati. Hasil yang didapatkan adalah produktivitas ideal (*ideal productivity*) dan produktivitas secara keseluruhan (*overall productivity*) yang sebenarnya terjadi. Data yang diperoleh juga dapat digunakan untuk mengetahui informasi mengenai keterlambatannya, seperti *occurrences*, *total added time*, *probability of occurrence*, *relative severity*, dan *expected % delay time per production cycle*.

3.4.1. Overall Productivity

Durasi yang diperoleh dari lembar pengamatan dijumlah dari siklus pertama hingga siklus ke-n untuk mendapatkan '*Production Total Time*'. '*Number of Cycle*' dapat diketahui dengan melihat berapa jumlah siklus yang tercatat pada lembar pengamatan. Kemudian, '*Mean Cycle Time*' (rata-rata durasi pekerjaan) dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Mean overall cycle time} = \frac{\text{Overall production total time}}{\text{Number of overall production cycle}} \quad (5)$$

Setelah rata-rata durasi pekerjaan didapatkan, dapat dilanjutkan ke proses analisis produktivitas. *Overall productivity* (produktivitas keseluruhan) dapat dicari dengan membagi 1 satuan waktu dengan rata-rata durasi pekerjaan. Rumusnya adalah sebagai berikut:

$$\text{Overall productivity} = \frac{1}{\text{Mean overall cycle time}}, \text{ atau} \quad (6)$$

3.4.2. Ideal Productivity

Untuk mencari *ideal productivity*, data yang diperoleh dari lembar pengamatan harus disortir ulang. Penyortiran yang dilakukan adalah dengan mencari siklus-siklus yang tidak mengalami keterlambatan. Total durasi dari siklus-siklus yang telah disortir dijumlah dari siklus pertama hingga siklus ke-n untuk mendapatkan '*Production Total Time*'. '*Number of Cycle*' dapat diketahui dengan melihat berapa jumlah siklus yang telah disortir. Kemudian, kedua hasil yang telah didapatkan melalui penyortiran tersebut digunakan untuk mencari '*Mean Cycle Time*' (rata-rata durasi pekerjaan) dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Mean non - delayed cycle time} = \frac{\text{Non - delayed production total time}}{\text{Number of non - delayed production cycle}} \quad (7)$$

Setelah rata-rata durasi pekerjaan didapatkan, dapat dilanjutkan ke proses analisis produktivitas. *Ideal productivity* (produktivitas ideal) dapat dicari dengan membagi 1 satuan waktu dengan rata-rata durasi pekerjaan. Rumusnya adalah sebagai berikut:

$$\text{Ideal productivity} = \frac{1}{\text{Mean ideal cycle time}} \quad (8)$$

3.4.3. Analisis Faktor-faktor Keterlambatan

Pada bagian ini, peneliti ingin menemukan faktor apa yang paling berpengaruh terhadap produktivitas pekerjaan pasangan bata ringan pada proyek yang ditinjau. Ada 5 jenis keterlambatan yang dapat terjadi, yaitu faktor *environment*, *equipment*, *labor*, *material*, dan *management*. Setiap faktor tersebut memiliki frekuensi yang berbeda-beda berdasarkan hasil

yang didapat dari lembar pengamatan, sehingga harus dilakukan penghitungan untuk mengetahui faktor apa yang memiliki pengaruh paling besar.

Untuk mengetahui faktor keterlambatan apa yang paling berpengaruh terhadap produktivitas, acuannya adalah dengan menentukan faktor dengan nilai '*expected % delay time per production cycle*' yang terbesar. Akan tetapi untuk mendapatkan nilai tersebut, pertama-tama perlu mencari nilai dari '*occurrences*' dan '*total added time*'. *Occurrences* adalah jumlah frekuensi dari masing-masing faktor keterlambatan, sedangkan *total added time* adalah jumlah durasi dari setiap faktor keterlambatan. Dengan didapatkannya *occurrences* dan *total added time*, maka '*probability of occurrence*', '*relative severity*', dan '*expected % delay time per production cycle*' dapat dicari dengan rumus-rumus berikut:

$$\text{Probability of occurrence} = \frac{\text{Occurrences}}{\text{Number of overall production cycle}} \quad (9)$$

$$\text{Relative severity} = \frac{\frac{\text{Total added time}}{\text{Occurrences}}}{\text{Mean overall production cycle time}} \quad (10)$$

$$\text{Expected \% delay time} = \text{Probability of occurrence} \times \text{Relative severity} \times 100\% \quad (11)$$

Kemudian dilakukan evaluasi: Faktor keterlambatan yang paling berpengaruh terhadap produktivitas pekerjaan pasangan bata ringan adalah faktor dengan nilai '*expected % delay time per production cycle*' yang tertinggi.

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1. Gambaran Umum Objek Penelitian

Pengamatan dan pengambilan data dilakukan pada proyek pembangunan apartemen di Jalan Tenggilis, kota Surabaya. Proyek apartemen 1 tower ini memiliki 37 lantai (termasuk lantai basement). Luas lahan dari proyek ini adalah seluas 3.200 m², dan luas bangunannya direncanakan akan mencapai sekitar 38.000 m² GFA (*gross floor area*). Proyek ini dimulai pada tanggal 1 April 2021 dan direncanakan akan selesai pada akhir tahun 2022. Pengamatan dan pengambilan data dilakukan terhadap 1 tim tukang yang berbeda-beda. Pengambilan data dimulai tanggal 22 Agustus 2022, dan pada saat itu progress pengerjaan dinding bata dilakukan pada lantai 01 dan lantai 02. Pekerjaan dinding bata sendiri dimulai pada pertengahan April 2022 dan diperkirakan selesai pada sekitar akhir tahun 2022.

Material yang menjadi objek dalam penelitian ini adalah bata ringan atau biasa disebut "hebel"). Untuk mayoritas dinding (termasuk dinding unit apartemen), bata ringan yang digunakan memiliki dimensi 60 x 20 x 10 cm³. Sedangkan untuk dinding kamar mandi, bata ringan yang digunakan memiliki dimensi 60 x 20 x 7 cm³. Untuk semen yang digunakan adalah semen instan yang berfungsi sebagai perekat untuk pemasangan bata ringan. Keunggulan dari material semen yang digunakan adalah seperti contohnya memiliki daya rekat yang tinggi dengan ketebalan ± 3 mm, bisa digunakan untuk *stick on wall gypsum*, dan bisa diaplikasikan juga untuk dinding interior dan eksterior.

Pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan dengan mengobservasi pekerjaan pasangan bata ringan dan mencatat waktu yang dibutuhkan dalam menempuh 1 siklus pekerjaan. Pencatatan waktu ini dimulai dari tahap pertama sebuah siklus hingga selesainya siklus

tersebut. 1 siklus adalah ketika bata ringan yang terpasang mencapai 1 m². Urutan pekerjaan 1 siklusnya adalah sebagai berikut:

1. Penuangan Adukan
2. Peletakan Bata Ringan
3. Perekatan Bata Ringan

Pencatatan 1 siklus ini dimulai dari tahap pertama hingga tahap ketiga, dan ketiga tahap ini dilakukan terus menerus secara berulang hingga bata ringan yang tersusun mencapai 1 m².

Pengamatan dan pengambilan data dilakukan pada sebuah proyek apartemen di Surabaya. Pengamatan dilakukan selama 25 hari kerja dengan mengamati dan merekam 1 tim pekerja pada pekerjaan pasangan bata ringan di lantai yang berbeda-beda pada proyek yang bersangkutan. Dari hasil rekaman yang didapat kemudian diolah menjadi sebuah data seperti yang telah dijelaskan pada Bab 3. Setelah diolah, akan didapatkan hasil *overall productivity* dan *ideal productivity*, serta hasil mengenai informasi keterlambatannya.

4.2. Hasil Overall Productivity

Tujuan dari menghitung produktivitas aktual (atau *overall productivity*) ini adalah untuk mengetahui produktivitas yang sebenarnya terjadi di lapangan. Dengan data yang diperoleh, maka nilai dari *overall productivity* ini dapat dicari dengan rumus MPDM seperti yang telah dijelaskan pada Bab 3. Hasil dari *overall productivity* dapat dicari dengan mengolah data yang terdapat pada Tabel 3.

Tabel 3. Data *overall productivity*

MPDM Processing			
Unit	Production Total Time (detik)	Number of Cycles	Mean Cycle Time (detik/siklus)
Overall production cycle	143860	270	532,8

Mean cycle time didapatkan dengan membagi '*production total time*' dengan '*number of cycles*'. Untuk pekerjaan pasangan bata ringan, dikarenakan satuan per siklusnya adalah per m², maka dapat dikatakan bahwa '*number of overall production cycles*'-nya adalah 270 m². Berikut adalah perhitungannya:

$$\begin{aligned}
 \text{Mean overall cycle time} &= \frac{\text{Overall production total time}}{\text{Number of overall production cycles}} \\
 &= \frac{143860 \text{ detik}}{270 \text{ m}^2} \\
 &= 532,8 \text{ detik/m}^2
 \end{aligned}$$

Setelah mendapatkan *mean overall cycle time*-nya, barulah produktivitas aktualnya (*overall productivity*) dapat dicari dengan menggunakan rumus berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Overall productivity} &= \frac{1}{\text{Mean overall cycle time}} \\
 &= \frac{1}{532,8 \text{ detik/m}^2} \\
 &= 0,001876825 \text{ m}^2/\text{detik}
 \end{aligned}$$

Dikarenakan satuan yang diinginkan adalah per hari, maka hasil yang didapat harus dikalikan oleh 3600 detik, kemudian dikalikan lagi dengan 7 jam (karena pada proyek yang bersangkutan, 1 hari kerja = 7 jam). Maka hasilnya adalah sebagai berikut:

$$\text{Overall productivity} = 0,001876825 \text{ m}^2/\text{detik} \times 3600 \text{ detik} \times 7 \text{ jam} = 47,3 \text{ m}^2/\text{hari}$$

4.3. Hasil *Ideal Productivity*

Ideal productivity adalah produktivitas ideal yang diharapkan dapat terealisasi apabila tidak ada keterlambatan yang terjadi di lapangan. Dengan data yang diperoleh, maka nilai dari ideal productivity ini dapat dicari dengan rumus MPDM seperti yang telah dijelaskan pada Bab 3. Hasil dari *ideal productivity* dapat dicari dengan mengolah data yang terdapat pada Tabel 4.

Tabel 4. Data *ideal productivity*

MPDM Processing			
Unit	Production Total Time (detik)	Number of Cycles (m²)	Mean Cycle Time (detik/m²)
Non-delayed production cycle	113380	237	478,4

Mean cycle time didapatkan dengan membagi 'production total time' dengan 'number of cycles'. Untuk pekerjaan pasangan bata ringan, dikarenakan satuan per siklusnya adalah per m², maka dapat dikatakan bahwa 'number of non-delayed production cycles'-nya adalah 237 m². Berikut adalah perhitungannya:

$$\begin{aligned} \text{Mean non - delayed cycle time} &= \frac{\text{Non - delayed production total time}}{\text{Number of non - delayed production cycles}} \\ &= \frac{113380 \text{ detik}}{237 \text{ m}^2} \\ &= 478,4 \text{ detik/m}^2 \end{aligned}$$

Setelah mendapatkan '*mean non-delayed cycle time*'-nya, barulah produktivitas idealnya (*ideal productivity*) dapat dicari dengan menggunakan rumus berikut:

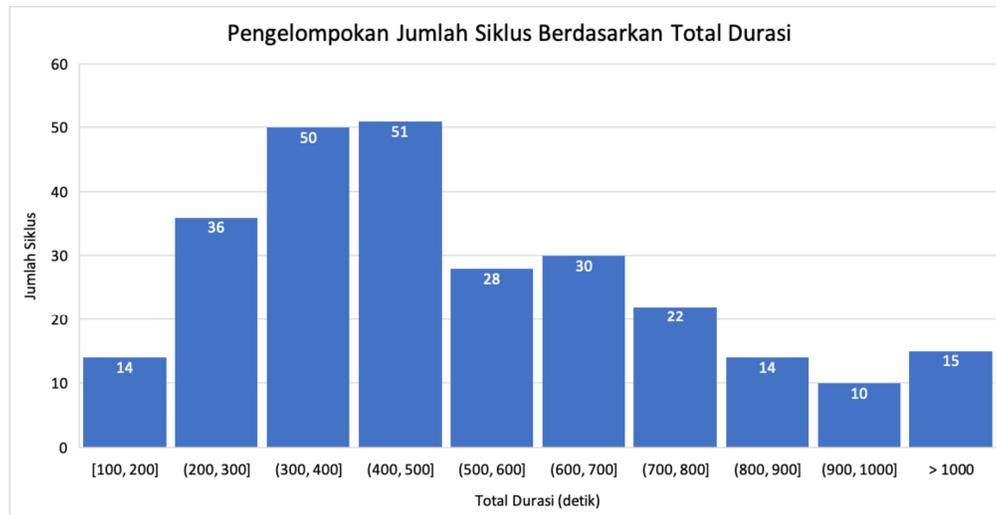
$$\begin{aligned} \text{Ideal productivity} &= \frac{1}{\text{Mean non - delayed cycle time}} \\ &= \frac{1}{478,4 \text{ detik/m}^2} \\ &= 0,002090316 \text{ m}^2/\text{detik} \end{aligned}$$

Dikarenakan satuan yang diinginkan adalah per hari, maka hasil yang didapat harus dikalikan oleh 3600 detik, kemudian dikalikan lagi dengan 7 jam (karena pada proyek yang bersangkutan, 1 hari kerja = 7 jam). Maka hasilnya adalah sebagai berikut:

$$\text{Ideal productivity} = 0,002090316 \text{ m}^2/\text{detik} \times 3600 \text{ detik} \times 7 \text{ jam} = 52,7 \text{ m}^2/\text{hari}$$

4.4. Detail Produktivitas

Pada bagian ini, peneliti mencoba untuk menguraikan lagi secara lebih mendetail dari hasil data yang didapatkan dari penelitian, dengan harapan untuk mendapatkan beberapa hasil lain serta *insight* yang lebih dalam mengenai penelitian yang dilakukan. Karena itu, di sini peneliti mencoba untuk mengetahui dengan menggunakan histogram apakah jumlah siklus yang tercatat di lapangan tersebar secara merata (Gambar 2) dan mencari tahu produktivitas yang terjadi di tiap lantainya (Tabel 5).



Gambar 2. Pengelompokan jumlah siklus berdasarkan total durasi

Meninjau dari histogram pada Gambar 2, mayoritas siklus yang tercatat memiliki durasi sekitar 300 sampai dengan 500 detik per siklusnya, yang dimana agak sedikit dibawah rata-rata durasi secara keseluruhan (532,8 detik/siklus). Hal ini disebabkan oleh dua hal, yaitu adanya pekerja yang kurang produktif dan juga adanya keterlambatan pada beberapa siklus yang disebabkan oleh faktor pekerja dan faktor material, sehingga ada cukup banyak siklus yang berdurasi 800-1000 detik, atau bahkan di atas 1000 detik. Alhasil, histogram yang terbentuk tidak simetris.

Tabel 5. Produktivitas pada setiap lantai

Lantai	Produktivitas (m ² /hari)	Rata-rata Produktivitas
1	54,7	
2	44,4	
3	47,0	
5	43,4	47,3 m ² /hari
6	47,2	
7	50,0	
8	44,3	

Meninjau produktivitas per lantai (Tabel 5), dapat dilihat bahwa lantai 1 memiliki produktivitas yang paling tinggi. Hal ini kemungkinan dikarenakan untuk membawa material ke lantai 1 tidak membutuhkan waktu selama mengantarkan material ke lantai-lantai yang lebih tinggi. Karena itu, dapat dilihat bahwa produktivitas untuk lantai 2 sampai dengan 8 (kecuali lantai 7), semua memiliki nilai di bawah produktivitas rata-ratanya.

4.5. Analisis Faktor-faktor Keterlambatan

Setelah produktivitas aktual dan produktivitas ideal didapatkan, pengolahan data dapat dilanjutkan ke tahap analisis faktor-faktor keterlambatan. Tujuan dari analisis ini adalah untuk mengetahui faktor keterlambatan apakah yang paling berpengaruh di lapangan selama proses pengamatan. Hasil analisis faktor-faktor keterlambatan ini dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil analisis faktor-faktor keterlambatan

MPDM Processing					
Unit	Production Total Time (detik)	Number of Cycles (m²)	Mean Cycle Time (detik/m²)		
A) Non-delayed production cycle	113380	237	478,4		
B) Overall production cycle	143860	270	532,8		
Delay Information					
	Environment	Equipment	Labor	Material	Management
C) Occurrences	-	-	23	10	-
D) Total added time	-	-	4943	2458	-
E) Probability of occurrence	-	-	0,09	0,04	-
F) Relative severity	-	-	0,40	0,46	-
G) Expected % delay time per production cycle	-	-	3,44%	1,71%	-

Melalui data yang diperoleh di lapangan, jenis keterlambatan yang terjadi hanyalah faktor *labor* dan *material*. Jumlah terjadinya keterlambatan (*occurrences*) dan total waktu keterlambatan (*total added time*) dapat dicari. Setelah dua poin tersebut didapatkan, barulah kita dapat mencari peluang terjadinya keterlambatan (*probability of occurrences*), dampak keterlambatan (*relative severity*), dan perkiraan pengaruh keterlambatan terhadap siklus (*expected % delay time per production cycle*) dengan menggunakan rumus seperti yang telah dijelaskan pada Bab 3. Contoh perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Probability of occurrence} &= \frac{\text{Occurrences}}{\text{Number of overall production cycle}} \\ &= \frac{23}{270} = 0,09 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Relative severity} &= \frac{\frac{\text{Total added time}}{\text{Occurrences}}}{\text{Mean overall production cycle time}} \\ &= \frac{\frac{4943}{23}}{532,8} = 0,40 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Expected \% delay time} &= \text{Probability of occurrence} \times \text{Relative severity} \times 100\% \\ &= 0,09 \times 0,40 \times 100\% = 3,44\% \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan yang didapat, nilai *expected % delay time* faktor keterlambatan *labor* adalah 3,44%. Sedangkan untuk faktor keterlambatan material adalah sebesar 1,71%.

4.6. Detail Keterlambatan

Selama pengamatan pekerjaan pasangan bata ringan di proyek apartemen yang bersangkutan, didapati keterlambatan labor sebanyak 23 kali dan keterlambatan material sebanyak 10 kali. Berikut adalah rincian dari setiap faktor keterlambatan yang terjadi:

Labor:

- Terjadi sebanyak 23 kali
- Peluang terjadinya keterlambatan (*probability of occurrence*) adalah 0,09
- Dampak keterlambatan (*relative severity*) adalah sebesar 0,40
- Perkiraan pengaruh keterlambatan terhadap siklus (*expected % delay time per production cycle*) adalah sebesar 3,44%

Material:

- Terjadi sebanyak 10 kali
- Peluang terjadinya keterlambatan (*probability of occurrence*) adalah 0,04
- Dampak keterlambatan (*relative severity*) adalah sebesar 0,46
- Perkiraan pengaruh keterlambatan terhadap siklus (*expected % delay time per production cycle*) adalah sebesar 1,71%

Apabila dilihat pada detail keterlambatan yang ada, tingkat keparahan dari faktor keterlambatan material sedikit di atas tingkat keparahan faktor pekerja. Akan tetapi karena peluang terjadinya faktor keterlambatan pekerja yang jauh lebih besar dibandingkan peluang terjadinya faktor material, sehingga dapat dikatakan bahwa faktor pekerja lah yang memiliki pengaruh terbesar terhadap produktivitas pada penelitian ini.

Namun apabila dibandingkan dengan penelitian serupa yang dilakukan oleh Chang & Yoo (2013) yang memiliki nilai pengaruh faktor keterlambatan pekerja dan material sebesar 12% dan 5,9%, nilai pengaruh dari faktor keterlambatan pekerja (3,44%) dan material (1,71%) pada penelitian ini relatif tergolong kecil, atau dengan kata lain pengaruhnya tidak begitu signifikan terhadap produktivitas yang ditinjau.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menerapkan metode analisis produktivitas pada proyek yang ditinjau untuk mengetahui produktivitas pekerjaan pemasangan bata ringan yang terjadi di lapangan dan produktivitas ideal yang diharapkan, serta faktor keterlambatan yang paling berpengaruh terhadap produktivitas. Hasil yang didapat adalah sebagai berikut:

- Produktivitas yang terjadi di lapangan adalah sebesar 47,3 m²/hari.
- Produktivitas ideal yang diharapkan adalah sebesar 52,7 m²/hari.
- Faktor keterlambatan *labor* memiliki nilai pengaruh sebesar 3,44%.
- Faktor keterlambatan material memiliki nilai pengaruh sebesar 1,71%.

Dari yang tercatat di lapangan, secara mayoritas, 1 tim membutuhkan waktu sekitar 300 hingga 500 detik untuk menghasilkan 1 m². Namun karena adanya beberapa tim yang kurang produktif dan juga mengalami keterlambatan, sehingga durasi yang ditempuh untuk menyelesaikan 1 siklus dapat melebihi 500 detik, bahkan sampai di atas 1000 detik. Hal inilah yang menyebabkan nilai rata-rata durasi per siklusnya berada di atas 500 detik.

Produktivitas di lantai 1 memiliki nilai yang paling tinggi dibandingkan dengan produktivitas di lantai yang lain, dan produktivitas di lantai 7 memiliki nilai tertinggi kedua. Selain kedua lantai tersebut, nilai produktivitasnya berada di bawah produktivitas rata-rata yang tercatat. Dapat disimpulkan bahwa waktu yang dibutuhkan untuk mengantarkan material ke lantai 1 tidak memakan waktu selama mengantarkan material ke lantai-lantai yang lebih tinggi. Tetapi karena pengawasan dilakukan pada 1 tim yang berbeda-beda dan pada jam yang berbeda-beda juga, maka hasil yang didapat juga dapat bervariasi. Seperti contohnya produktivitas di lantai 3 dan 6 memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan lantai 2 dan 5, dan ada peningkatan produktivitas pada lantai 7.

Berdasarkan data yang ada, tingkat keparahan dari faktor keterlambatan material ini lebih besar daripada tingkat keparahan faktor pekerja. Akan tetapi karena peluang terjadinya faktor keterlambatan pekerja lebih besar, sehingga apabila dihitung menggunakan rumus MPDM yang ada akan didapatkan bahwa pekerja adalah faktor keterlambatan yang memiliki pengaruh terbesar pada produktivitas pekerjaan pemasangan bata ringan pada penelitian ini. Namun apabila membandingkan dengan penelitian sebelumnya pada pekerjaan serupa, hasil ini tidak begitu signifikan pengaruhnya.

Hasil dari penelitian produktivitas pekerjaan pemasangan bata ringan dengan menggunakan MPDM ini tidak dapat mewakili pekerjaan pemasangan bata ringan dalam setiap keadaan pada setiap proyek, sehingga hasil ini tidak dapat dijadikan sebagai satu-satunya acuan. Namun, kontraktor dapat menerapkan metode ini sebagai alat studi pada proyeknya sendiri untuk mengukur produktivitas pekerjaannya serta tindakan apa yang harus diambil untuk meningkatkan produktivitas tersebut.

5.2. Saran

Adapun saran dari peneliti yang dapat bermanfaat dan menjadi pertimbangan bagi penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Jumlah data diperbanyak lagi, agar hasil yang diperoleh dapat lebih akurat.
2. Menambah metode untuk peningkatan produktivitas dengan memperhitungkan dari segi biaya juga.
3. Menerapkan metode MPDM ini pada proyek lain yang serupa agar hasilnya dapat dibandingkan.

6. DAFTAR REFERENSI

- Abubakar, Y., Wunas, S., Tjaronge, W., and Djameluddin, R. (1999). "Model Koefisien Produktivitas Pekerjaan Pemasangan Bata Ringan pada Perumahan Sederhana." *Prosiding Semnastek*, Universitas Muhammadiyah Jakarta, Jakarta. <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek/article/view/1827>
- Arsitur Studio. (2020). *Kolom Praktis pada Bangunan*. <https://www.arsitur.com/2018/09/kolom-praktis-pada-bangunan.html>
- Atkinson, R. (1999). "Project Management: Cost, Time and Quality, Two Best Guesses and a Phenomenon, It's Time to Accept Other Success Criteria." *International Journal of Project Management*, 17(6), 337-342.
- Chang, C. K., and Yoo, W. S. (2013). "A Case Study on Productivity Analysis and Methods Improvement for Masonry Work." *Journal of the Korea Institute of Building Construction*, 13(4), 372-381.
- Gunawan, J., and Putra, E. W. (2010). *Studi Awal Produktivitas Pemasangan Bata Ringan untuk Pekerjaan Dinding pada Proyek Bangunan Tinggi*. [Thesis, Universitas Kristen Petra].
- Halpin, D. W., and Riggs, L. S. (1992). *Planning and Analysis of Construction Operations*. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ.
- Hermawan, A. Y. R. (2016). *Analisis Faktor-faktor Keterlambatan Proyek Jalan*. [Dissertation, Universitas Atma Jaya Yogyakarta]. <http://e-journal.uajy.ac.id/9167/>
- Ibnu. (2020). *Arti Produktivitas: Pengertian Menurut Ahli dan Cara Menghitungnya*. <https://accurate.id/bisnis-ukm/arti-produktivitas>
- Ningrum, D. N. K., and Amin, M. (2014). *Analisa Perbandingan Produktivitas Pemasangan Dinding Mpanel dengan Dinding Konvensional (Batu Bata) Studi Kasus Proyek Pembangunan Ruko Modern Arcade di Tangerang*. [Unpublished bachelor's thesis]. Universitas Mercu Buana.
- Putra, S. C. C., and Wijaya, L. C. (2010). *Pengukuran Produktivitas Pekerjaan Dinding Hebel Studi Kasus pada Proyek Apartemen X*. [Thesis, Universitas Kristen Petra]. <https://dewey.petra.ac.id/catalog/digital/detail?id=16006>
- Samsudin. (2021). *Analisis Produktivitas Tukang pada Pemasangan Batu Bata Menggunakan Method Productivity Delay Model*. [Thesis, Universitas Islam Indonesia]. <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/35798>
- Syarif, R. (1991). *Produktivitas*. Penerbit Angkasa, Bandung, Indonesia.
- Tan, F. P. (2016). *Analisa Produktivitas Pekerjaan Pemancangan dan Faktor-faktor yang Mempengaruhinya dengan Metode MPDM pada Proyek X di Surabaya*. [Thesis, Universitas Kristen Petra]. <https://dewey.petra.ac.id/catalog/digital/detail?id=37240>
- Tanoyo, R., and Kantono, R. (2010). *Komposisi Biaya Pembangunan Apartemen Bertingkat Tinggi*. [Thesis, Universitas Kristen Petra].
- Wignjosoebroto, S. (2000). *Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu Teknik Analisis untuk Meningkatkan Produktivitas Kerja*. Guna Widya, Jakarta, Indonesia.