

## STUDI PRODUKTIVITAS OPERASI KONSTRUKSI PEKERJAAN DINDING BATA RINGAN PADA PROYEK GEDUNG BEDAH RSUD BANYUMAS

**Redityo Januardi<sup>1</sup>, Gathot Heri Sudibyo<sup>1</sup>, Dani Nugroho Saputro<sup>1</sup>, Paulus Setyo Nugroho<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Sipil, Universitas Jenderal Soedirman

Email: redityo.januardi@unsoed.ac.id

### ABSTRAK

Pengukuran produktivitas pekerjaan merupakan salah satu upaya dalam pelaksanaan pengendalian proyek konstruksi. Kontraktor secara periodik perlu untuk mengukur produktivitas tim kerjanya dalam menghasilkan komponen produk konstruksi. Salah satu metode pengukuran adalah dengan *Method Productivity Delay Model (MPDM)* yang sekaligus dapat menganalisis faktor keterlambatan dan besarnya. Hasil pengukuran dapat memperlihatkan produktivitas ideal, produktivitas eksisting dan produktivitas optimasi hasil perbaikan kinerja tertentu. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis produktivitas pekerjaan pemasangan bata ringan hebel pada proyek Gedung Sentral Bedah RSUD Banyumas yang memiliki luasan sebesar 4.799 m<sup>2</sup> dengan pendekatan MPDM. Hasil evaluasi ini diharapkan dapat membantu kontraktor dalam proses pengendalian proyek. Teknik pengambilan data menggunakan rekaman video untuk pekerjaan pemasangan bata ringan hebel yang dikerjakan oleh 3 tukang saat observasi ke lapangan. Hasil analisis produktivitas dari siklus pemasangan 1 buah bata ringan oleh 1 tukang menggunakan MPDM diperoleh produktivitas ideal sebesar 122,45 bata/jam, sedangkan produktivitas pada kondisi eksisting hanya sebesar 91,9 bata/jam, dan produktivitas optimasi mencapai 97,1 bata/jam dengan perbaikan kinerja berupa pemberian arahan kepada pekerja untuk segera mendistribusikan bata ringan jika stok sudah menipis. Kesimpulan dari hasil analisis ini menunjukkan bahwa kontraktor dapat meningkatkan produktivitas kerja pada pekerjaan pemasangan bata ringan hebel oleh tukang sebesar 5,66% dari produktivitas eksisting melalui perbaikan pengelolaan atas keterlambatan tersedianya bahan di lokasi kerja.

**Kata Kunci:** *Produktivitas konstruksi, Method Productivity Delay Model, Bata Ringan.*

### ABSTRACT

*Measurement of work productivity is one of the efforts in the implementation of construction project control. Contractors periodically need to measure the productivity of their work teams in producing construction product components. One of the measurement methods is the Productivity Delay Model (MPDM) method which can analyze the delay factor and its magnitude at the same time. The measurement results can show ideal productivity, existing productivity, and optimization productivity of certain performance improvements. This study aims to analyze the productivity of lightweight brick installation work on the Central Surgery Building project at RSUD Banyumas which has an area of 4,799 m<sup>2</sup> with the MPDM approach. The results of this evaluation are expected to assist the contractor in the project control process. The data collection technique uses video recordings for the installation of light bricks carried out by three labors during field observations. The results of the productivity analysis from the installation cycle of 1 lightweight brick using MPDM obtained the ideal productivity of 122.45 bricks/hour while the productivity in the existing condition was only 91.9 bricks/hour. The optimization productivity reached 97.1 bricks/hour with improved performance of placing light bricks near the workforce. The conclusion of this analysis shows that contractors can increase work productivity on the work of installing light bricks by builders by 5,66% of the existing productivity through improved management of delays in the availability of materials at work sites..*

**Key words:** *Construction productivity, Method Productivity Delay Model, Light Brick.*

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Keterlambatan pekerjaan konstruksi merupakan salah satu topik utama dalam bidang manajemen proyek konstruksi (Doloy dkk, 2012). Setidaknya hasil survey selama 5 tahun dari sampel suatu daerah, 1 dari 6 proyek terjadi keterlambatan dalam penyelesaian pekerjaannya (Fernando & Zaitul, 2017). Perlu antisipasi yang baik dari stakeholder terutama pihak kontraktor saat pelaksanaan pekerjaan.

Pelaksanaan, pemantauan, dan pengendalian proyek konstruksi harus dapat mengukur tingkat kekritisitas setiap kegiatan, di mana menceminkan tingkat kerentanan terhadap penundaan (Said & Lucko, 2016). Salah satu program rutin yang perlu diterapkan kontraktor dalam mengantisipasi terjadinya keterlambatan adalah memastikan bahwa produktivitas tim kerja dalam menyelesaikan suatu kegiatan dapat memenuhi batasan durasi yang telah ditetapkan, yaitu dengan cara pengukuran produktivitas tim kerja.

Pengukuran produktivitas tim kerja dimaksudkan untuk melihat proyeksi ke depan dan memastikan penyelesaian pekerjaan secara keseluruhan dapat terpenuhi. Jika hasil pengukuran menjadikan proyeksi penyelesaian proyek menjadi terlambat, maka informasi ini dapat menjadi justifikasi penentuan perlakuan (*treatment*) khusus sebagai upaya pencegahan keterlambatan di masa yang akan datang. Kebutuhan pengukuran produktivitas tim kerja dan juga aspek-aspek yang menyebabkan keterlambatan kerja menjadi hal yang penting untuk diterapkan di berbagai proyek konstruksi. Walaupun pada umumnya analisis produktivitas dan keterlambatan masih dilakukan dengan perhitungan manual (Al-Gahtani dkk, 2016), banyak bentuk pengukuran yang mudah dilakukan sebagai langkah awal upaya penyelesaian masalah keterlambatan ini.

Peninjauan ini dilakukan pada pekerjaan pemasangan bata ringan hebel pada proyek Gedung Sentral Bedah RSUD Banyumas yang memiliki luasan sebesar 4.799 m<sup>2</sup>. Bata ringan sudah menjadi bahan bangunan yang memiliki banyak keunggulan dibanding bata konvensional untuk digunakan pada proyek konstruksi seperti aspek berat, kecepatan pengerjaan, hemat mortar, dan presisi bantuk (Pintuwantoro dkk, 2021).

Pengambilan data dilaksanakan langsung di lapangan dengan bantuan *camera recorder*. Hal ini membantu dalam melakukan analisis dengan data yang bisa ditinjau berkali-kali. Metode analisis yang digunakan adalah *Method Productivity Delay Model (MPDM)* yang selain dapat mengetahui produktivitas riil di lapangan, juga dapat mengidentifikasi produktivitas ideal, faktor dan

besaran keterlambatan, serta produktivitas hasil *treatment* atas keterlambatan yang ada (Halpin & Riggs, 1992).

### 1.2 Tinjauan Pustaka

#### 1.2.1 Produktivitas Konstruksi

Afriani (2013) dalam Al Mustahyun (2021), pengukuran produktivitas kerja konstruksi dapat dilakukan dengan membandingkan antara input dan output, sebagaimana pada persamaan berikut.

$$\text{Produktivitas} = \text{volume yang dihasilkan} \div \text{jumlah tenaga kerja} \quad \dots (1)$$

Proses dalam menghasilkan 1 bata terpasang disebut dengan siklus. Produktivitas dari pekerjaan ini dihitung berdasarkan waktu yang dibutuhkan untuk melakukan berbagai tugas hingga terpasang 1 buah bata ringan.

#### 1.2.2 *Method Productivity Delay Model (MPDM)*

##### *Data Collection*

Metode pengambilan data menggunakan *Production Cycle Delay Sampling (PCDS)*. Setelah data durasi siklus dan masing-masing hambatan yang terjadi teridentifikasi, dapat dilakukan data processing.

##### *Data Processing*

Pengukuran produktivitas dan analisa faktor *delay* akan dihitung dalam format tabel *MPDM processing sheet*. Pada tahap ini akan diidentifikasi waktu riil pelaksanaan pekerjaan yang dipengaruhi *delay factor (overall production cycles)* dan juga waktu ideal dimana *delay factor* dianggap tidak terjadi (*non-delayed production cycles*) (Halpin & Riggs, 1992).

Berikut persamaan yang digunakan pada tahap *data processing*.

$$\text{Non-delayed production cycle} = \sum(I(\text{cycle time}_{nd}) - (\text{non-delay cycle time})I) \div n \quad \dots (2)$$

$$\text{Overall production cycle} = \sum(I(\text{cycle time}_d) - (\text{non-delay cycle time})I)/n \quad \dots (3)$$

Dimana:

*cycle time<sub>nd</sub>* = waktu siklus yang tidak terjadi *delay*

*cycle time<sub>d</sub>* = waktu siklus yang terjadi *delay*

*n* = jumlah siklus yang ditinjau

*Occurances* = jumlah terjadinya kondisi *delay* dari masing-masing aspek hambatan  $\dots (4)$

*Total added time* = jumlah durasi kondisi *delay* dari masing-masing aspek hambatan  $\dots (5)$

*Probability of occurrence* =  $\text{occurrences}_{(i)} \div \sum \text{occurrences} \quad \dots (6)$

*Relative severity* =  $\text{total added time} \div \text{occurrences} \quad \dots (7)$

*Expected Percent delay time per production cycle* =  $\text{probability of occurrence} \times \text{relative severity} \times 100 \quad \dots (8)$

##### **Pengukuran Produktivitas**

*Ideal productivity* juga dapat dicari melalui persamaan berikut

$$Ideal\ productivity = 1 \div mean\ nondelay\ cycle\ time \dots(9)$$

$$Overall\ productivity = 1 \div mean\ overall\ cycle\ time \dots(10)$$

$$Overall\ productivity = ideal\ productivity \times (1 - E_{en} - E_{eq} - E_{lab} - E_{mt} - E_{mn}) \dots(11)$$

Dimana:

$E_{en}$  = prosentase delay of environmental aspect

$E_{eq}$  = prosentase delay of equipment aspect

$E_{la}$  = prosentase delay of labor aspect

$E_{mt}$  = prosentase delay of method aspect

$E_{mn}$  = prosentase delay of management aspect

Pengukuran produktivitas optimasi dapat dilakukan dengan mengurangi prosentase keterlambatan dari aspek tertentu pada persamaan *overall productivity* dengan asumsi besarnya dampak dari *treatment* yang dilakukan.

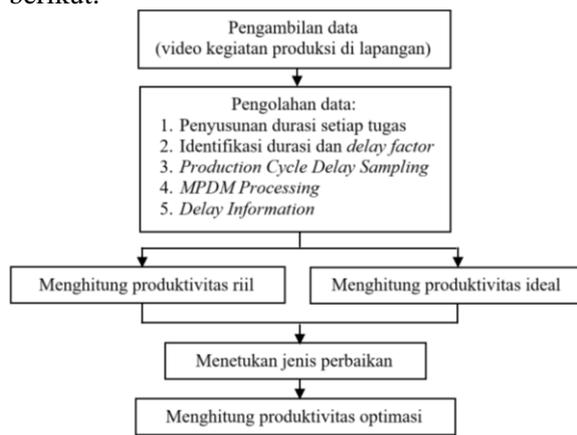
## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Tempat dan waktu penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan meninjau pekerjaan pemasangan bata ringan pada proyek Gedung Sentral Bedah RSUD Banyumas. Pelaksanaan penelitian dimulai pada bulan Agustus – Oktober 2021.

### 2.2 Bagan alir penelitian

Penelitian ini dilaksanakan mengikuti bagan alir berikut.



Gambar 1.. Bagan alir penelitian

#### 2.2.1 Pengambilan data

Peninjauan ini dilakukan pada pekerjaan pasangan bata ringan dengan mendokumentasikan pekerjaan secara langsung menggunakan *camera recorder* terhadap 3 tim kerja yang masing-masing terdiri dari 1 tukang batu dan 1 pekerja.

#### 2.2.2 Pengolahan data

Pengolahan data dimulai dengan menginputkan durasi setiap tugas yang dikerjakan tukang dan tenaga kerja untuk menghasilkan satu buah bata ringan terpasang. Setidaknya dalam pemasangan 1 buah bata terdiri dari tugas mengoleskan mortar (adukan), mengambil bata ringan (ambil), dan

setting bata ringan (pasang). Gabungan ketiga kegiatan tersebut menghasilkan 1 siklus. Kondisi yang menyebabkan adanya hambatan dalam menghasilkan bata ringan yang terpasang juga diidentifikasi penyebab dan durasinya. Terdapat 5 aspek hambatan antara lain aspek lingkungan, peralatan, tenaga kerja, metode, dan manajemen.

Data durasi 1 siklus kerja beserta hambatannya diinput dalam tabel *Production Cycle Delay Sampling (PCDS)* yang kemudian dilakukan perhitungan durasi rerata 1 siklus dengan kondisi tanpa dan dengan *delay/hambatan*.

Data dari form *PCDS* digunakan untuk pengukuran menggunakan *MPDM*, sehingga didapatkan waktu riil pelaksanaan pekerjaan yang dipengaruhi *delay factor (overall production cycles)* dan juga waktu ideal dimana *delay factor* dianggap tidak terjadi (*non-delayed production cycles*).

#### 2.2.3 Menghitung produktivitas riil dan ideal

Prosentase terjadinya hambatan dihitung pada *form delay information*. Data ini kemudian digunakan untuk pengukuran *overall productivity* dan *ideal productivity*.

#### 2.2.4 Penentuan perbaikan dan produktivitas optimasi

Alternatif perbaikan dapat diambil dengan mempertimbangkan besaran prosentase hambatan yang terjadi di setiap aspek. Apabila suatu hambatan dianggap dapat diselesaikan dengan *treatment* tertentu, maka besaran nilai prosentase hambatan tersebut bisa dikurangi atau diubah menjadi nol pada pengukuran produktivitas optimasi. Penentuan aspek hambatan yang akan dihilangkan dapat dimulai dari aspek hambatan dengan upaya dan cost terkecil yang dapat menghasilkan dampak peningkatan produktivitas yang cukup besar.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Pengambilan data

Pengambilan data dari 3 tukang masing-masing sekitar 12 siklus. Hasil pengambilan video tersebut kemudian diolah menjadi data seperti pada tabel 1. *Tabel 1. Daftar durasi setiap tugas*

TIME (sec)	LABOR		
	1	2	3
0	adukan	adukan	adukan
1	adukan	adukan	adukan
2	adukan	adukan	adukan
dst	dst	dst	dst
604	Selesai	supply material	atur elevasi benang



Gambar 2.. Pengambilan data di lapangan (Tukang 1)



Gambar 3.. Pengambilan data di lapangan (Tukang 2)

### 3.2 Pengolahan data

*Production cycle time* masing-masing tukang dapat dilihat pada tabel 2 berikut.

Tabel 2. *Production cycle time* setiap tukang

Siklus	Durasi (detik)		
	Tukang 1	Tukang 2	Tukang 3
1	25	58	40
2	21	14	41
3	41	26	21
4	36	89	14
5	57	31	28

Tabel 4. *Production Cycle Delay Sampling*

<i>Production cycle</i>	<i>Production cycle time (sec)</i>	<i>Environmental delay (sec)</i>	<i>Equipment delay (sec)</i>	<i>Labor delay (sec)</i>	<i>Material delay (sec)</i>	<i>Management delay (sec)</i>	<i>Minus Mean Non-delay (sec)</i>
1	72			4,7			67,3 23,0 18,3
2	44					6,0	38,0 5,0 11,0
3	71				8	8,3	54,7 22,0 5,7
4	83				4,7	24,3	54,0 34,0 5,0
5	58					11	47 9,0 2,0

Siklus	Durasi (detik)		
	Tukang 1	Tukang 2	Tukang 3
6	117	23	16
7	25	29	36
8	30	30	54
9	31	28	27
10	28	33	102
11	46	24	35
12	81	174	14

(sumber: olahan penulis)

Sebagai upaya simplifikasi perhitungan, ditetapkan 1 siklus terdiri dari 5 buah pemasangan bata ringan yang diselesaikan oleh 3 tukang. Setiap terpasang 5 buah bata ringan, durasi penyelesaiannya merupakan *production cycle time*-nya. Sehingga perhitungan di akhir akan dikalikan 5/3. Durasi *delay* juga merupakan rerata dari keterjadian setiap tukang. Hasil simplifikasi dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. *Simplifikasi production cycle time* semua tukang

Siklus	waktu	durasi
1	72	72
2	116	44
3	187	71
4	270	83
5	328	58
6	385	57
7	457	72

(sumber: olahan penulis)

Data siklus kemudian digabungkan dengan *delay* yang terjadi. Tabel 4 merupakan input data durasi siklus dan *delay*-nya pada PCDS.

<i>Production cycle</i>	<i>Production cycle time (sec)</i>	<i>Environmental delay (sec)</i>	<i>Equipment delay (sec)</i>	<i>Labor delay (sec)</i>	<i>Material delay (sec)</i>	<i>Management delay (sec)</i>	<i>Minus Mean Non-delay (sec)</i>
6	57					16,3	40,7 8,0 8,3
7	72			24	6,7		41,3 23,0 7,7
<i>Mean Non-delay</i>		49,0					

(sumber: olahan penulis)

Selanjutnya perhitungan *MPDM processing* pada tabel 5 dengan menggunakan persamaan 2 dan 3.

Tabel 5. *MPDM processing*

<i>Unit</i>	<i>Total Production Time</i>	<i>Number of Cycles</i>	<i>Mean Cycle Time</i>	$\frac{\sum(I(\text{Cycle Time}) - (\text{Non-Delay Cycle Time})I)}{n}$
<i>Non-Delayed Production Cycles</i>	343,0	7	49,00	8,28
<i>Overall Production Cycles</i>	457,0	7	65,28	17,71

(sumber: olahan penulis)

Selanjutnya perhitungan *delay information* pada tabel 6 dengan menggunakan persamaan 4 sampai 8.

Tabel 6. *Delay information*

<i>Unit</i>	<i>Delays</i>				
	<i>Environment</i>	<i>Equipment</i>	<i>Labor</i>	<i>Material</i>	<i>Management</i>
<i>Occurances</i>	0	0	2	3	5
<i>Total Added Time</i>	0	0	28,7	19,3	66
<i>Probability of Occurance</i>	0	0	0,29	0,43	0,71
<i>Relative Severity</i>	0	0	0,22	0,10	0,20
<i>Expected % delay time per production cycle</i>	0	0	6,27	4,23	14,44

(sumber: olahan penulis)

### 3.3 Pengukuran produktivitas

#### 3.3.1 Produktivitas riil

$$\begin{aligned} \text{Overall productivity} &= \frac{1}{\text{mean overall cycle time}} \\ &= \frac{1}{65,28} \text{ siklus/detik} \\ &= \frac{1}{65,28} \times 60 \times 60 \text{ bata/jam} \\ &= 55,14 \text{ siklus/jam} \end{aligned}$$

Dikarenakan 1 siklus terdiri dari 5 bata ringan terpasang oleh 3 tukang, maka dikali 5/3, menjadi:

$$55,14 \text{ siklus/jam} \times 5/3 \text{ bata} = 91,9 \text{ bata/jam}$$

#### 3.3.2 Produktivitas ideal

$$\begin{aligned} \text{Ideal productivity} &= \frac{1}{\text{mean nondelay cycle time}} \\ &= \frac{1}{49,00} \text{ siklus/detik} \\ &= \frac{1}{49,00} \times 60 \times 60 \text{ bata/jam} \\ &= 73,47 \text{ siklus/jam} \end{aligned}$$

Dikarenakan 1 siklus terdiri dari 5 bata ringan terpasang oleh 3 tukang, maka dikali 5/3, menjadi:

$$73,47 \text{ siklus/jam} \times 5/3 \text{ bata} = 122,45 \text{ bata/jam}$$

Prosentase capaian produktivitas riil terhadap ideal adalah sebesar  $(91,9 \div 122,45) \times 100\% = 75,05\%$

#### 3.3.3 Penentuan perbaikan

Berdasarkan hasil identifikasi *delay* yang terjadi (lihat tabel 6), terdapat 3 aspek penyebab keterlambatan yaitu aspek tenaga kerja, ketersediaan stok material adukan mortar dan bata ringan, serta manajemen dari sisi penyiapan garis bantu dari benang sebagai pendukung produksi. Durasi terbanyak adalah aspek manajemen, namun dari pengamatan yang dilakukan, perbaikan pada aspek manajemen ini tidak semudah perbaikan pada aspek material. Maka akan diprioritaskan terlebih dahulu perbaikan pada aspek material. Permasalahan yang terjadi adalah habisnya stok bata ringan di lokasi tukang yang bekerja dikarenakan pekerja tidak mengantisipasi lebih awal dalam mendistribusikan bata ringan tersebut. Pekerja terus mendampingi tukang dalam menyediakan bata ringan yang perlu dipotong. Namun besarnya dampak keterlambatan lebih banyak dipengaruhi oleh tidak tersedianya bata ringan di

dekat tukang bekerja dibanding menyiapkan bata ringan yang perlu dipotong karena tidak tersedianya bata ringan menjadikan tenaga kerja utama yaitu tukang menjadi tidak bekerja/*idle*. Perbaikan yang dilakukan adalah dengan memberikan arahan kepada pekerja untuk segera mendistribusikan bata ringan jika stok sudah menipis. Perbaikan ini bisa menghilangkan seluruh *delay* pada aspek material.

### 3.3.4 Hasil perbaikan

Pengukuran produktivitas hasil perbaikan kinerja adalah sebagai berikut.

$$\text{Overall productivity} = \text{ideal productivity} \times (1 - E_{en} - E_{eq} - E_{lab} - E_{mt} - E_{mn})$$

Dimana berdasarkan tabel 6 terkait *expected % delay time per production cycle* adalah sebagai berikut:

$$E_{en} = 0$$

$$E_{eq} = 0$$

$$E_{la} = 0,063$$

$$E_{mt} = 0,042$$

$$E_{mn} = 0,144$$

Dengan melakukan perbaikan keterlambatan pada aspek material ( $E_{mt}$ ), maka nilai  $E_{mt} = 0,042$  menjadi nol

Sehingga perhitungannya menjadi:

$$\text{Overall productivity} = 122,45 \times (1 - 0 - 0 - 0,063 - 0 - 0,144)$$

$$\text{Overall productivity} = 122,45 \times 0,793$$

$$\text{Overall productivity} = 97,10 \text{ bata/jam}$$

Peningkatan produktivitas sebesar

$97,1 - 91,9 = 5,2$  bata/jam atau setara dengan 5,66% dari produktivitas riil

Penambahan 5,2 bata/jam atau sebanyak 36,4 bata per hari jika 1 hari digunakan 7 jam kerja, maka perbaikan ini senilai dengan

$36,4 \text{ bata/hari} \div 8,4 \text{ bata/m}^2 = 4,3 \text{ m}^2/\text{hari}$  untuk setiap tim kerja

## 4. KESIMPULAN

Studi terhadap produktivitas kinerja konstruksi dapat memberikan gambaran kondisi bagaimana tenaga kerja melaksanakan pekerjaannya. Apakah mereka sudah bekerja dengan efektif dan efisien atau masih terdapat kendala yang menyebabkan tingkat produktivitasnya masih rendah. Hasil studi produktivitas pekerjaan pasangan bata ringan pada proyek Pembangunan Gedung Bedah Sentral RSUD Banyumas dengan mengambil sampel 3 tim kerja menunjukkan bahwa capaian produktivitas riil masih sebesar 75,05% dari kondisi idealnya di mana terdapat 3 aspek penyebab *delay* yang masih bisa dicarikan perbaikannya.

Perbaikan yang diambil berdasarkan upaya termudah yaitu aspek material dengan

ekspektasi hasil peningkatan produksi sebesar 4,3 m<sup>2</sup>/hari untuk setiap tim kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kontraktor telah mengidentifikasi kondisi produktivitas riil, ideal, dan faktor hambatannya. Selain itu, kontraktor berpeluang untuk meningkatkan produktivitas kerja pada pekerjaan pemasangan bata ringan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis beserta tim peneliti pada kesempatan ini mengucapkan terima kasih kepada LPPM Universitas Jenderal Soedirman yang telah mendukung terlaksananya penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Doloi, H., Sawney, A., Lyer, K.C. and Rental, S. (2012), *Analysing Factors Affecting Delays In Indian Construction Projects*, *International Journal of Project Management*, 30(4), pp. 479-489
- Fernando, R. & Zaitul (2017). Analisis Keterlambatan Proyek Konstruksi 2012-2016 Kota Solok: Ditinjau Dari Aspek Keuangan. *Prosiding Simposium Nasional Magister*. 1(1).
- Halpin, D.W., & Riggs, L.S. (1992). *Planning and Analysis of Construction Operations*. John Wiley, pp. 68-96.
- Khalid S. Al-Gahtani, Ibrahim A. Al-Sulaihi, and Asif Iqbal (2016). Total Float Management: Computerized Technique For Construction Delay Analysis. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 43(5),
- Pintuwantoro, S., Rochiem, R., Susanti, D., Setiyorini, Y., Abdul, F., & Nurdiansah, H. (2021). Pembuatan Alat Produksi Bata Ringan dari Pasir Silika di Desa Tegalwangi Kecamatan Umbulsari, Kabupaten Jember, Jawa Timur. *Jurnal Pengabdian dan Penerapan IPTEK*, 5(1), pp. 2.
- Said, H.M.M. & Lucko, G. (2016). Float Types in Construction Spatial Scheduling. *Journal of Construction Engineering and Management*. 142(12)