

## TINJAUAN OPTIMALISASI WAKTU DAN BIAYA PADA PROYEK KONSTRUKSI PEMBANGUNAN GEDUNG LABORATORIUM FAKULTAS ILMU SOSIAL UNIVERSITAS NEGERI PADANG MENGGUNAKAN SOFTWARE MICROSOFT PROJECT

Endari Sulastr<sup>1</sup>, M Giatman<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

<sup>2</sup> Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

Email: [sulastr<sup>1</sup>.endari@yahoo.com](mailto:sulastr<sup>1</sup>.endari@yahoo.com)

**Abstrak:** Latar belakang penelitian ini yaitu perlunya untuk mengoptimalkan waktu pelaksanaan proyek konstruksi agar tidak mengalami keterlambatan dengan cara menambah jam kerja/lembur. Penambahan jam kerja/lembur tentu akan mengakibatkan penambahan biaya pada proyek tersebut. Terlebih lagi jika sering terjadi keterlambatan suplay material dan metoda kerja yang kurang efektif. Oleh karena itu perlu dilakukan percepatan untuk mengatasi atau meminimalisir keterlambatan melalui optimalisasi waktu kerja. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui waktu dan penambahan biaya optimum pada proyek pembangunan gedung Laboratorium FIS UNP. Penelitian ini dilakukan melalui analisis pekerjaan dan waktu kerja untuk mendapatkan hasil yang optimal dengan menggunakan *Software* Microsoft Project untuk mengetahui lintasan kritis pada pekerjaan tersebut. Setelah diketahui lintasan kritisnya maka pekerjaan dapat dipercepat dengan menggunakan Metode *Crashing Program* dengan cara menambah jam kerja (lembur). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapatkan waktu optimum yang diperoleh setelah melakukan percepatan durasi pada pekerjaan yang berada pada lintasan kritis untuk penambahan 2 jam kerja yaitu 18 hari sehingga waktu proyek yang mulanya 203 hari berkurang menjadi 185 hari dengan penambahan biaya upah proyek pada pekerjaan yang berada pada lintasan kritis sebanyak Rp. 138.939.507,01. Sehingga menyebabkan nilai proyek yang awalnya Rp 22.345.104.951,33 menjadi Rp 22.484.044.458.

**Kata Kunci :** Percepatan, Microsoft Project, *Crashing Program*

**Abstract :** *The background of this research is to optimize the implementation time of construction projects so as not to experience delays by increasing working hours/overtime. Additional working hours/overtime will certainly result in additional costs for the project. Moreover, if there are frequent delays in the supply of materials and ineffective work methods. Therefore, it is necessary to accelerate to overcome or minimize delays through optimizing working time. The purpose of this study is to determine the optimum time and additional costs for the construction project of the FIS UNP Laboratory building. This research was conducted through job analysis and working time to get optimal results by using Microsoft Project Software to determine the critical trajectory of the job. After knowing the critical path, the work can be accelerated by using the Crashing Program Method by increasing working hours (overtime). Based on the research that has been done, it is found that the optimum time obtained after accelerating the duration of work that is on the critical trajectory for an additional 2 hours of work is 18 days so that the project time which was originally 203 days was reduced to 185 days with the addition of project wages for work that was in critical path as much as Rp. 138,939,507.01. This causes the initial project value of Rp 22,345,104,951.33 to become Rp 22,484,044,458.*

**Keyword :** Acceleration, Microsoft Project, *Crashing Program*

## PENDAHULUAN

Proyek konstruksi merupakan serangkaian kegiatan yang mencakup perencanaan, pelaksanaan, pengawasan hingga pemeliharaan fisik bangunan yang dilakukan oleh sekelompok orang atau perusahaan. Menurut Soeharto (1999), proyek merupakan kegiatan yang berlangsung dalam jangka waktu terbatas untuk menghasilkan produk yang kriteria mutunya telah digariskan secara jelas dengan mengalokasikan sumber daya tertentu. Pada umumnya proyek memiliki batas waktu tertentu yang berarti proyek harus selesai dalam waktu yang sudah direncanakan sebelumnya.

Menurut Fedrikson S (2019) tolok ukur keberhasilan suatu proyek dapat dinilai dari waktu penyelesaian yang singkat, biaya yang minim serta mutu hasil pekerjaan yang memuaskan, dimana dalam perencanaan proyek konstruksi biaya dan waktu yang dibutuhkan dalam melaksanakan proyek secara optimal sangat penting untuk diperhitungkan agar proyek berjalan dengan lancar. Apabila proyek konstruksi mengalami masalah yang disebabkan oleh metode kerja yang tidak efektif, faktor cuaca dan tenaga kerja, maka akan berdampak pada waktu penyelesaian yang menyebabkan biaya pada proyek tersebut meningkat. Untuk memastikan waktu pelaksanaan sesuai dengan perencanaan atau bahkan lebih cepat, perlu dilakukan pengelolaan secara sistematis sehingga memberikan keuntungan pada biaya yang dikeluarkan. Hal tersebut juga bertujuan untuk menghindari adanya denda akibat keterlambatan penyelesaian proyek (Priyo, 2018).

Keterlambatan suatu proyek akan menyebabkan perselisihan antara pemilik proyek (*owner*) dengan pelaksana (kontraktor). Apabila ditinjau dari segi kontraktor maupun *owner*, keterlambatan yang terjadi akan menjadi berharga nilainya dikarenakan akan menyebabkan bertambahnya biaya maupun waktu pelaksanaan proyek. Untuk mempercepat penyelesaian proyek maka dilakukan kebijakan penambahan jam kerja (lembur). Penambahan jam kerja (lembur) ini akan mempercepat proses pekerjaan dan juga mengakibatkan penambahan biaya pada proyek tersebut.

Pada tugas akhir ini, peneliti akan membahas mengenai tinjauan optimalisasi waktu dan biaya pada sebuah proyek menggunakan *Software Microsoft Project*. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia Tahun (2012) Optimalisasi berasal dari kata optimal yang berarti terbaik, tertinggi, menguntungkan, menjadikan paling baik dan menjadikan paling tinggi, sehingga optimalisasi merupakan suatu tindakan, proses, atau metodologi untuk membuat sesuatu menjadi lebih baik, lebih

efektif atau sempurna. Penelitian ini dilakukan untuk mengoptimalkan waktu pelaksanaan proyek konstruksi agar tidak mengalami keterlambatan dengan cara menambah jam kerja/lembur. Penambahan jam kerja/lembur juga akan mengakibatkan penambahan biaya pada proyek tersebut. Supaya tidak terjadi keterlambatan proyek perlu dilakukan percepatan untuk mengatasi atau meminimalisir keterlambatan melalui optimalisasi waktu kerja. Dalam hal ini peneliti akan menganalisis jadwal dan biaya yang optimal setelah dilakukan percepatan menggunakan *Software Microsoft Project* untuk mengetahui lintasan kritis pada pekerjaan tersebut. Setelah diketahui lintasan kritisnya maka pekerjaan dapat dipercepat dengan menggunakan metode *Crashing Program* dengan cara penambahan jam kerja/lembur. Setelah dilakukan percepatan dengan cara penambahan jam kerja/lembur maka akan dihasilkan jadwal dan biaya yang optimal. Proyek yang akan diteliti adalah proyek pembangunan gedung laboratorium FIS (Fakultas Ilmu Sosial) Universitas Negeri Padang. Proyek ini mengalami keterlambatan karena material-material yang masuk tidak sesuai dengan jadwal atau terlambat dan berakibat kepada progres pekerjaan sehingga mengalami keterlambatan. Hal tersebut menyebabkan keterlambatan pada proyek FIS sehingga perlu dilakukan percepatan. Berdasarkan data dari kontraktor, progress proyek pada minggu ke 22 seharusnya adalah sebesar 44,363% akan tetapi karena mengalami keterlambatan progresnya hanya 34,435% sehingga menyebabkan progres proyek menjadi minus -9,927%. Untuk meminimalisir akibat dari keterlambatan proyek maka dari itu dilakukan percepatan proyek yang akan menghasilkan jadwal dan biaya yang optimal.

Berdasarkan masalah tersebut, penulis akan membahas tentang tinjauan optimalisasi waktu dan biaya proyek menggunakan *Software Microsoft Project*. Optimalisasi waktu dan biaya ini menggunakan metode *Crashing Program*. Metode *Crashing Program* ini bertujuan untuk mempersingkat waktu penyelesaian proyek dengan kenaikan biaya yang minimal. Metode ini akan menghasilkan waktu dan biaya optimum dalam menyelesaikan suatu proyek dengan cara menjadwalkan perencanaan terbaik dan memanfaatkan sumber daya yang diperlukan. Alternatif pekerjaan tersebut berupa kegiatan merencanakan metoda kerja yang efektif dan melakukan penambahan jam kerja (lembur). Penjadwalan proyek tersebut dibantu dengan menggunakan *Software Microsoft Project*, yang dapat membantu proses penyusunan jaringan kerja serta melihat lintasan kritis pada proyek.

Untuk mempercepat penyelesaian sebuah proyek, perlu dilakukannya penambahan jam kerja (lembur). Seiring dengan bertambahnya jam kerja maka biaya yang dikeluarkan akan bertambah. Berdasarkan latar belakang yang sudah dijabarkan, maka peneliti akan melakukan penelitian mengenai **“Tinjauan Optimalisasi Waktu dan Biaya pada Proyek Pembangunan Gedung Laboratorium Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Padang.”**

## **METODE PENELITIAN**

### **A. Desain Penelitian**

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah metode analisis deskriptif. Metode analisis deskriptif ini merupakan metode memecahkan suatu masalah yang ada dengan cara mengumpulkan data, disusun, dijelaskan, diolah dan dianalisis sehingga diperoleh hasil akhir yang bisa digunakan sebagai bahan dalam menarik kesimpulan dan mendapatkan pemecahan masalah dari permasalahan yang ada.

### **B. Tempat dan Waktu Penelitian**

#### **1. Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di pembangunan gedung laboratorium Fakultas Ilmu Sosial (FIS) Universitas Negeri Padang dengan alamat Jl. Prof. Dr. Hamka, Air Tawar Barat, Kecamatan Padang Utara, Kota Padang, Sumatera Barat 25171.

#### **2. Waktu Penelitian**

Pelaksanaan penelitian ini akan dilakukan pada bulan Juli sampai bulan Agustus 2021.

### **C. Subjek dan Objek Penelitian**

#### **1. Subjek Penelitian**

Subjek dalam penelitian ini adalah kontraktor yang menyajikan data-data yang diperlukan dalam mengoptimalkan waktu dan biaya pada proyek pembangunan laboratorium FIS Universitas Negeri Padang.

#### **2. Objek Penelitian**

Objek dalam penelitian ini adalah pembangunan gedung laboratorium FIS Universitas Negeri Padang. Pada proyek ini akan dihitung optimasi waktu yang dapat dilakukan untuk mempercepat selesainya proyek ini dengan mempertimbangkan biaya yang terjadi.

### **D. Pengumpulan Data-Data Proyek**

Data-data yang diperlukan dalam penelitian ini didapat langsung dari pihak proyek di lapangan, yaitu:

#### **1. Data Primer**

- a. *Normal Cost* (diperoleh dari RAB)
- b. *Normal Duration* (diperoleh dari Time Schedule)

#### **2. Data Sekunder**

- a. Analisa Harga Satuan
- b. Gambar Proyek

### **E. Identifikasi Kondisi Proyek dan Hubungan Antar Aktivitas**

Setelah data-data proyek diperoleh, selanjutnya adalah membuat jadwal yang optimal dalam menyelesaikan proyek dengan mempertimbangkan biaya yang terjadi menggunakan Microsoft Project dengan mengidentifikasi kondisi proyek dan hubungan antar aktivitas serta durasi setiap kegiatan yang diperoleh dari *Time Schedule*.

Pembangunan gedung laboratorium FIS UNP ini memiliki 4 lantai ditambah dengan lantai dag yang berfungsi sebagai laboratorium untuk mahasiswa Fakultas Ilmu Sosial. Gedung laboratorium ini dimiliki langsung oleh Universitas Negeri Padang yang dikerjakan oleh PT Bumi Permata Kendari sebagai kontraktor, PT Artha Asri Arsindo sebagai konsultan perencana dan CV Arsitek Engineering Consultant sebagai konsultan pengawas.

Durasi proyek ini adalah 210 hari atau 7 (tujuh) bulan, tetapi karena pada bulan Mei ada libur hari raya Idul Fitri selama 7 hari/1 minggu maka durasi proyek terpotong menjadi 203 hari. Dalam sehari pekerja bekerja selama 8 jam dimulai dari jam 08.00-12.00, istirahat 12.00-13.00 dan lanjut bekerja jam 13.00-17.00 dari hari Senin sampai Minggu. Proyek ini direncanakan dimulai pada tanggal 7 April 2021 sampai 2 November 2021. Setelah semua data dimasukkan ke Microsoft Project seperti, jam kerja per hari, waktu dimulainya proyek, hari libur khusus, item pekerjaan, durasi, prodessor maka dapat dilihat hasilnya yaitu lintasan kritis. lintasan kritis inilah yang digunakan dalam mempercepat penyelesaian proyek dengan menambahkan jam kerja (lembur) sehingga didapatkan waktu dan biaya yang optimal setelah dilakukan percepatan.

### **F. Analisis Data**

Dalam menentukan waktu dan biaya optimum diperoleh dulu nilai *cost slope* masing-masing kegiatan selanjutnya adalah melakukan penekanan durasi pada setiap kegiatan yang berada pada lintasan kritis dimulai dengan kegiatan dengan terendah. Percepatan proyek dilakukan pada kegiatan-kegiatan yang berada pada jalur kritis. Setelah diperoleh lintasan kritis maka dilakukan pengurangan durasi dengan Crashing Program. Tahap-tahap dalam melakukan Crashing Program adalah sebagai berikut:

#### **1. Menghitung Cash Duration**

Cash duration adalah waktu yang dibutuhkan sebuah proyek dalam usahanya mempersingkat waktu yang durasinya lebih pendek dari normal duration.

### 2. Menghitung crash cost

Crash cost adalah besarnya biaya atau upah pekerja yang diperlukan untuk menyelesaikan kegiatan dalam kurun waktu dipercepat. Perhitungan crashing Program dilakukan dengan penambahan jam kerja/lembur. Setelah mendapatkan data-data crashing program pada analisa, kemudian didapatkan durasi dan biaya yang optimal setelah dilakukan percepatan.

### 3. Penentuan waktu dan biaya optimum

Setelah diperoleh cast slope msing-masing kegiatan selanjutnya adalah melakukan penekanan durasi pada kegiatan yang berada pada lintasan kritis. Alternatif percepatan yang dilakukan adalah dengan penambahan jam kerja/lembur selama 2 jam dan 3 jam. Setelah dilakukan crash program diperoleh masing-masing total durasi proyek setelah dipercepat dan total cost. Berdasarkan alternatif yang didapat, bisa dibandingkan mana yang lebih efektif setelah dilakukan percepatan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dijelaskan secara rinci mengenai analisis dan pembahasan optimalisasi biaya dan waktu pada proyek pembangunan laboratorium FIS UNP menggunakan *software* Microsoft Project.

### A. Data Umum Proyek

Nama Proyek : Pembangunan Gedung Laboratorium FIS UNP  
 Alamat Proyek : Jln Prof. Dr. Hamka, Air Tawar, Padang, Sumatera Barat  
 Pemilik Proyek : Universitas Negeri Padang  
 Sumber Dana : APBN  
 Nilai Kontrak : 24.579.615.446,46  
 Waktu Pelaksanaan : 7 (tujuh) bulan  
 Konsultan Perencana : PT. ARTHA ASRI ARSINDO  
 Kontraktor : PT. BUMI PERMATA KENDARI  
 Konsultan Pengawas : CV Arsitek Engineering Consultant

### B. Gambar Lintasan Kritis

Berikut ini merupakan diagram chart bar dari lintasan kritis pada proyek pembangunan gedung laboratorium Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Padang. Lintasan kritis merupakan lintasan dimana terdapat aktivitas-aktivitas yang paling banyak memakan waktu, mulai dari permulaan hingga akhir suatu jaringan kerja. Menurut

Ervianto (2002), jika ada satu atau lebih aktivitas yang tertunda pada lintasan kritis maka waktu penyelesaian seluruh proyek akan tertunda sebanyak waktu penundaan yang terjadi. Lintasan kritis juga bisa disebut sebagai lintasan yang paling menentukan waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan. (Badri,1997). Oleh karena itu penting diketahui lintasan kritis sebuah proyek karena akan memaksimalkan kerja pada lintasan tersebut sehingga tidak terjadi keterlambatan dan proyek akan berjalan dengan waktu yang optimal.



Gambar 1. Bart Chart Lintasan Kritis

### C. Hasil Analisis

Berikut ini merupakan Tabel Produktivitas setelah Crash 2 jam lembur dimana dapat dilihat bahwa didapatkan produktifitas setelah crash dengan total 18 hari setelah dilakukan lembur selama 2 jam. Untuk lebih lengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.12 berikut ini.

**Tabel 1. Produktivitas setelah Crash 2 Jam Lembur**

Item Pekerjaan	Volume (M3)	Produktivitas		Lama Penambahan Jam Kerja	Koef Penurunan Produktivitas Jam Kerja	Produktivitas Setelah C
		PH	PI	(a)	(b)	
Pek. Beton Lantai 1	1341.60	21.3	2.66	2	0.8	6.561
Pek. Beton Lantai 2	348.18	6.22	0.78	2	0.8	5.831
Pek. Beton Lantai 3	337.43	6.03	0.75	2	0.8	5.829
					<b>Total</b>	<b>18 Hari</b>

Berikut ini merupakan Tabel Produktifitas setelah Crash 3 jam lembur dimana dapat dilihat bahwa didapatkan produktifitas setelah crash dengan total 17 hari setelah dilakukan lembur selama 3 jam. Untuk lebih lengkapnya dapat dilihat pada Tabel 2 berikut ini.

**Tabel 2. Produktivitas setelah Crash 3 Jam Lembur**

Item Pekerjaan	Volume (M3)	Produktivitas		Lama Penambahan Jam Kerja	Koef Penurunan Produktivitas Jam Kerja	Produktivitas Setelah C
		PH	PJ	(a)	(b)	
Pek. Beton Lantai 1	1341.60	21.3	2.66	3	0.7	6.236
Pek. Beton Lantai 2	348.18	6.22	0.78	3	0.7	5.542
Pek. Beton Lantai 3	337.43	6.03	0.75	3	0.7	5.540
					<b>Total</b>	<b>17 Hari</b>

Berikut ini merupakan Tabel Produktivitas setelah Crash 4 jam lembur dimana dapat dilihat bahwa didapatkan produktivitas setelah crash dengan total 16 hari setelah dilakukan lembur selama 4 jam. Untuk lebih lengkapnya dapat dilihat pada Tabel 3 berikut ini.

**Tabel 3. Produktivitas setelah Crash 4 Jam Lembur**

Item Pekerjaan	Volume (M3)	Produktivitas		Lama Penambahan Jam Kerja	Koef Penurunan Produktivitas Jam Kerja	Produktivitas Setelah C
		PH	PJ	(a)	(b)	
Pek. Beton Lantai 1	1341.60	21.3	2.66	4	0.6	6.056
Pek. Beton Lantai 2	348.18	6.22	0.78	4	0.6	5.382
Pek. Beton Lantai 3	337.43	6.03	0.75	4	0.6	5.381
					<b>Total</b>	<b>16 Hari</b>

## KESIMPULAN

- Waktu optimum yang diperoleh setelah melakukan percepatan durasi pelaksanaan proyek yaitu sebagai berikut:
  - Waktu optimum yang diperoleh setelah melakukan percepatan durasi pada pekerjaan yang berada di lintasan kritis untuk penambahan 2 jam kerja lembur yaitu 18 hari sehingga waktu proyek yang mulanya 203 hari berkurang menjadi 185 hari.
  - Waktu optimum yang diperoleh setelah melakukan percepatan durasi pada pekerjaan yang berada di lintasan kritis untuk penambahan 3 jam kerja lembur yaitu 17 hari sehingga waktu proyek yang mulanya 203 hari berkurang menjadi 186 hari.
  - Waktu optimum yang diperoleh setelah melakukan percepatan durasi pada pekerjaan yang berada di lintasan kritis untuk penambahan 4 jam kerja lembur yaitu 16 hari sehingga waktu proyek yang mulanya 203 hari berkurang menjadi 187 hari.
- Penambahan biaya akibat melakukan percepatan durasi pelaksanaan proyek yaitu sebagai berikut:

- Untuk penambahan biaya 2 jam kerja lembur yaitu Rp. 138.939.507,01. Sehingga menyebabkan nilai proyek yang awalnya Rp 22.345.104.951,33 menjadi Rp 22.484.044.458,34.
- Untuk penambahan biaya 3 jam kerja lembur yaitu Rp. 218.333.511,02. Sehingga menyebabkan nilai proyek yang awalnya Rp 22.345.104.951,33 menjadi Rp 22.563.438.462,3.
- Untuk penambahan biaya 3 jam kerja lembur yaitu Rp. 380,411,623.82 sehingga menyebabkan nilai proyek yang awalnya Rp 22.345.104.951,33 menjadi Rp 22.725.516.575,15.

## DAFTAR PUSTAKA

- Assauri, S. (2014). *Manajemen Pemasaran*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Asiyanto. (2003). *Manajemen Biaya Proyek Konstruksi*. Jakarta: PT. Paramita.
- Dipohusodo, Istimawan. (1996). *Manajemen Proyek & Konstruksi*. Yogyakarta: Kanisius.
- Ervianto, W. (2005). *Manajemen Proyek Konstruksi Edisi Revisi*. Yogyakarta: Andi.
- Fansuri, S . (2014). "Penyebab Terjadinya Keterlambatan Waktu Penyelesaian Proyek Konstruksi di Dinas PU Bina Marga Kabupaten Sumenep". *Jurnal Teknik Sipil*, 2 (2), 7-8.
- Fedrikson S, M. J. (2019). "Optimalisasi Biaya dan Waktu Pelaksanaan Proyek Pada Proyek Dengan Metode Least Cost Analysis". *Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi Sipil* , 3 (1), 22-24.
- Giatman, M. (2013). *Manajemen Proyek Konstruksi*. Padang: Universitas Negeri Padang.
- Husein, A. (2009). *Manajemen Proyek Edisi Revisi*. Yogyakarta: Andi.
- Iramutyn, E. V. (2010). "Optimasi Waktu dan Biaya dengan Metode Crash (Studi Kasus: Proyek Pemeliharaan Gedung dan Bangunan Rumah Sakit Orthopedi Prof.Dr.R.Soeharso Surakarta Hospital)". Surakarta: Jurusan Teknik Sipil Fakultas

Teknik Universitas Sebelas Maret  
Surakarta.

- MADCOMS, T. D. (2008). *Microsoft Project 2007 Untuk Pemula*. Yogyakarta: Andi.
- Mandiyo Priyo, M. R. (2018). “Studi Optimasi Waktu dan Biaya dengan Metode Time Cost Trade Off Pada Proyek Konstruksi Pembangunan Gedung Olah Raga (Gor)”. *Semesta Teknika* , 21 (1), 72.
- Merriza, D. U. (2019). “Tinjauan Optimalisasi Waktu dan Biaya dengan Aplikasi Microsoft Project pada Proyek Konstruksi Gedung Fasilitas Pendidikan Politeknik Pelayaran Sumatera Barat”. Tugas Akhir. Padang: Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
- Murdifin Haming, S. B. (2010). *Studi Kelayakan Investasi Proyek Dan Bisnis*. Jakarta: PT Bumi Aksara.
- Nurhayati. (2010). *Manajemen Proyek*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- R Wahyudi, C. I. (2006). “Pengaruh Keterlambatan Proyek Terhadap Pembekakan Biaya Proyek”. Skripsi. Surabaya: Universitas Kristen Petra.
- “Rencana Anggaran Pelaksanaan”.  
[www.pengadaan.web.id](http://www.pengadaan.web.id), diakses 25 Agustus 2021.
- Samosir, P. (2017). “Analisis Optimalisasi Waktu dan Biaya dengan Aplikasi Microsoft Project pada Proyek Konstruksi Gedung Dengan Penambahan Jam Kerja”. Tugas Akhir. Medan: Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara.
- Santosa, B. (2019). *Manajemen Proyek Konsep & Implementasi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Sarno, R. (2012). *Analisis dan Desain Berorientasi Servis Untuk Aplikasi Manajemen Proyek*. Yogyakarta: Andi.
- Soeharto, I. (1999). *Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional*. Jakarta: Erlangga.
- Soehendradjati, R. J. B. (1987). *Manajemen Konstruksi*. Yogyakarta. Universitas Gajah Mada.
- Suherman, Q. P. (2016). “Optimasi Waktu dan Biaya Menggunakan Metode Time Cost Trade Off pada Proyek Acces Roadconstruction And Soil Clean Up”. *Jurnal Teknik Industri* , 2 (2), 200.
- Syah, M. (2004). *Manajemen Proyek Kiat Sukses Mengelola Proyek*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Wijayanti, I. D. (2008). *Manajemen*. Yogyakarta: Mitra Cendikia.