



## Analisis Penjadwalan Proyek Menggunakan Metode PDM Dengan Menggunakan Konsep Cadangan Waktu Pada Proyek Pembangunan Rumah Susun Kejaksanaan Tinggi Sulawesi Utara

David H. Mewengkang<sup>#a</sup>, Febrina P.Y. Sumanti<sup>#b</sup>, Grace Y. Malingkas<sup>#c</sup>

<sup>#</sup>Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia  
<sup>a</sup>davidmewengkang0@gmail.com, <sup>b</sup>febrina.sumanti@unsrat.ac.id, <sup>c</sup>grace3967@yahoo.co.id

### Abstrak

Perencanaan penjadwalan proyek konstruksi merupakan salah satu hal yang sangat penting karena mencakup perencanaan semua jenis pekerjaan yang diperlukan dalam merealisasikan proyek dan kapan waktu pelaksanaan setiap pekerjaan tersebut. Jadwal pelaksanaan proyek dirancang supaya semua pekerjaan dapat berjalan lancar dan proyek boleh diselesaikan sesuai dengan waktu penyelesaian yang direncanakan. Penjadwalan proyek menggunakan metode *Precedence Diagram Method (PDM)* dapat dilakukan dengan menggunakan 4 konstrain yang ada pada jaringan PDM. Jadwal proyek memiliki rangkaian kegiatan yang tumpang tindih, sehingga penyusunan jadwal menggunakan diagram preseden pada *Microsoft Project* akan lebih sederhana dan mudah di pahami. Hasil penelitian menunjukkan nilai cadangan waktu pada situasi awal proyek adalah positif (+) 7 hari, sedangkan nilai cadangan waktu hingga minggu ke-23 pelaksanaan pekerjaan adalah negatif (-) 38. Analisis erosi cadangan waktu hingga minggu ke -23 pelaksanaan pekerjaan manunjukkan laju kecepatan erosi sebesar (642.86%) dari laju penyelesaian pekerjaan (45.92%), selain itu nilai CW hingga minggu ke-23 pelaksanaan pekerjaan sudah mengalami pengurangan hingga mencapai angka negatif (-) 548.86%, sedangkan volume pekerjaan proyek masih menyisakan 54.08% yang didapat dari 100% dikurangi laju penyelesaian pekerjaan (45.92%).

*Kata kunci: Precedence Diagram Method, Microsoft Project, cadangan waktu*

## 1. Pendahuluan

### 1.1. Latar Belakang

Manajemen proyek adalah manajemen yang mencakup semua perencanaan, pelaksanaan, pengendalian, dan koordinasi suatu proyek dari awal (gagasan) hingga berakhirnya proyek secara tepat waktu, tepat biaya dan tepat mutu. Dalam hal ini tingkat kesulitan untuk mengelola dan menjalankan sebuah proyek konstruksi semakin tinggi, sehingga dibutuhkan manajemen yang baik untuk mengendalikan sebuah proyek konstruksi, dan keberhasilan dari suatu proyek konstruksi tergantung dari pelaksanaannya.

Dalam hal perencanaan proyek penjadwalan proyek dikatakan sesuai dengan rencana jika terlaksana sesuai dengan target yang telah ditentukan. Penjadwalan pada proyek merupakan salah satu elemen dari hasil perencanaan, yang yang dapat memberikan informasi tentang jadwal rencana dan kemajuan proyek dalam hal kinerja sumber daya berupa biaya, tenaga kerja, peralatan dan material serta rencana durasi dan progress waktu untuk penyelesaian proyek dan penetapan durasinya sesuai dengan sasaran dan tujuan proyek.

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan bagaimana merencanakan Penjadwalan Proyek Konstruksi menggunakan *Precedence Diagram Method (PDM)*. Merupakan jaringan kerja yang umumnya berbentuk segi empat, sedangkan anak panahnya hanya sebagai petunjuk kegiatan-kegiatan yang bersangkutan.

PDM memiliki hubungan kerja empat konstraint yaitu *Finish to Start*, *Finish to Finish*, *Start to Finish*, dan *Start to Start*. Dari keempat diagram jaringan ini masing-masing memiliki litanan kritis. Berdasarkan hasil dari analisa penjadwalan proyek dengan menggunakan *Precedence Diagram Method (PDM)* dan *Microsoft Project*.

Aplikasi *Microsoft Project* merupakan *software* yang dapat digunakan untuk membuat rancangan proyek serta melakukan manajemen dalam proyek dan membantu pengembangan jadwal menetapkan sumber daya untuk tugas-tugas, melacak kemajuan, mengelola anggaran, serta menganalisis beban kerja. *Microsoft Project* diharapkan dapat mempermudah pelaksanaan konstruksi ini sesuai dengan penjadwalan yang sudah di tentukan dalam proses penyelesaian proyek tersebut.

Definisi cadangan waktu adalah kurun waktu adalah kurun waktu proyek yang belum diperuntukan bagi kegiatan, sehingga dapat dipakai untuk memecahkan masalah suatu proyek dalam aspek jadwal. Dalam proses mengkaji dan perhitungan-perhitungan yang berkaitan dengan aplikasi konsep tersebut menggunakan jaringan kerja metode PDM (*Precedence Diagram Method*). Penggunaan Konsep Cadangan waktu dalam hal pengendalian jadwal dapat menjadi sebuah alternatif dari berbagai metode yang ada.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan di atas, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah apakah proyek pembangunan Rumah Susun Kejaksaan Tinggi Sulawesi Utara ini layak dilaksanakan dengan menggunakan parameter sebagai berikut:

1. Bagaimana hasil perhitungan dengan metode PDM menggunakan *Microsoft Project* dalam merencanakan proyek.
2. Bagaimana hasil analisis penjadwalan dengan konsep cadangan waktu menggunakan metode PDM sampai minggu ke-23 pelaksanaan pekerjaan.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang ada, maka beberapa tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mendapatkan hasil perhitungan panjadwalan waktu dengan metode PDM berbasis aplikasi *Microsoft Project*.
2. Untuk mendapatkan nilai cadangan waktu dari proyek Pembangunan Rumah Susun Kejaksaan Tinggi Sulawesi Utara sampai minggu ke-23 pelaksanaan pekerjaan.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat menjadi bahan bacaan yang informatif untuk menambah wawasan dan ilmu pengetahuan dalam manajemen proyek khususnya penjadwalan proyek menggunakan metode PDM dengan menggunakan konsep cadangan waktu.
2. Memperoleh pengetahuan dalam ilmu manajemen konstruksi dalam hal yang berkaitan dengan pelaksanaan proyek.
3. Bagi peneliti penelitian ini diharapkan dapat dijadikan bahan refrensi untuk penelitian selanjutnya.

## 1.5 Batasan Penelitian

Agar penelitian yang dilakukan dapat mendapat hasil yang maksimal sesuai maksud dan tujuan yang telah dipaparkan sebelumnya, maka diambilah batasan masalah sebagai berikut:

1. Analisis penelitian ini dilakukan pada proyek Pembangunan Rumah Susun Kejaksaan Tinggi Sulawesi Utara.
2. Analisis PDM suatu jadwal kerja dengan menggunakan program *Microsoft Project* dan mencakup waktu.
3. Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data yang diperoleh dari proyek Pembangunan Rumah Susun Kejaksaan Tinggi Sulawesi Utara.

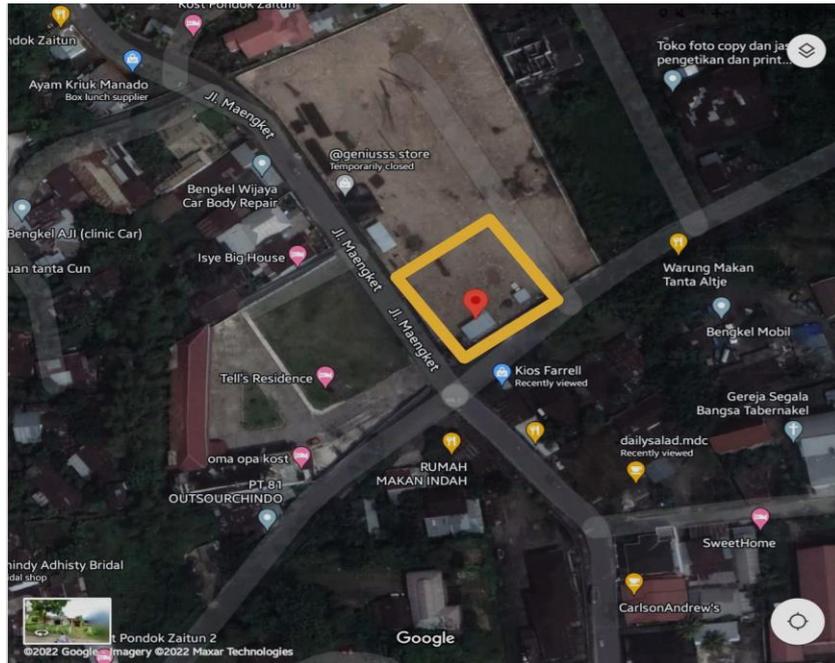
4. Objek penelitian hanya pada analisis penjadwalan.

## 2. Metodologi Penelitian

### 2.1. Objek dan Subjek Penelitian

Objek dari penelitian ini adalah Proyek Pembangunan Rumah Susun Kejaksaan Tinggi Sulawesi Utara. Sedangkan subjek penelitian ini adalah analisis penjadwalan proyek menggunakan metode PDM dengan menggunakan konsep cadangan waktu.

### 2.2. Tempat dan Waktu Penelitian



**Gambar 1.** Lokasi Proyek Pembangunan (*Google Maps*)

Penelitian ini bertempat di Jl. Maengket, Wanea, Kecamatan Wanea, Kota Manado, Sulawesi Utara. Penelitian ini mulai dilakukan sejak Mei 2022.

### 2.3. Sumber Data

Sumber data berupa studi literature survey tempat penelitian serta data primer. Data primer merupakan sumber data yang diperoleh langsung dari sumber asli yaitu pihak kontraktor berupa Laporan Progres Pekerjaan, Time Schedule, kurva-S. Data yang dikumpulkan ini dalam menganalisa penjadwalan PDM dan perhitungan cadangan waktu.

### 2.4. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian yang akan dipakai yaitu:

#### A. Perumusan Masalah

Proses Pemahaman kondisi penjadwalan proyek dan penetapan beberapa masalah yang akan di analisis menggunakan metode PDM dengan konsep cadangan waktu.

#### B. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mengidentifikasi Pustaka dan mencari landasan yang berisi teori-teori yang akan digunakan sebagai acuan dalam proses penelitian.

#### C. Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan dengan cara mengumpulkan semua sumber data agar bisa

dilakukan analisa.

#### D. Analisis dan Pengolahan Data

Analisis penjadwalan dengan metode PDM menggunakan program *Microsoft Project* dengan data berupa :

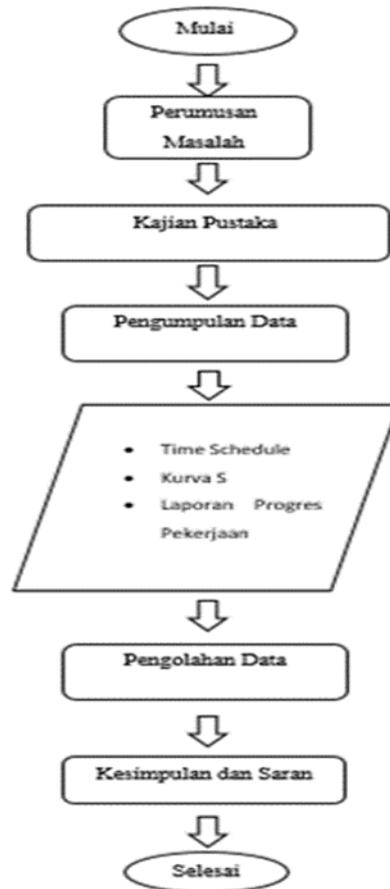
1. *Time Schedule* (Penjadwalan)
2. Kurva S
3. Laporan Kemajuan Pekerjaan

#### E. *Conclusion & Proposition*

Kesimpulan dan saran dari hasil penelitian.

### 2.5. *Bagan Alir Penelitian*

Kegiatan penelitian mengikuti bagan alir pada Gambar 2.



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1. Umum

Untuk mendapatkan data yang akurat menyangkut suatu proyek maka perlu dipahami lingkup kerja proyek tersebut. Serta diharapkan dapat membantu memahami alur pelaksanaan proyek. Dalam penelitian ini studi kasus dilakukan pada sebuah proyek Pembangunan Rumah Susun Kejaksanaan Tinggi Sulawesi Utara.

Identitas proyek yang digunakan sebagai sumber data penelitian ini yaitu sebagai berikut :

- Nama proyek : Pembangunan Rumah Susun Kejaksanaan  
Tinggi Sulawesi Utara
- Lokasi Proyek : Jl. Maengket, Wanea, Kecamatan Wanea,  
Kota Manado, Sulawesi Utara.
- Waktu Pelaksanaan : 240 HK (Hari Kalender)

Tahun Anggaran : 2021 - 2022  
 Sumber Dana : APBN  
 Kontraktor Pelaksana : PT. CIPTA ADHI GUNA

### 3.2. Penyusunan Jaringan Kerja PDM Menggunakan Microsoft Project

Memasukkan data awal proyek yaitu: nama proyek, tanggal dimulainya, lalu mengatur kalender proyek yang akan digunakan. Pada pengaturan kalender ini, diatur hari-hari apa saja yang akan dijadikan hari kerjanya. *Microsoft Project* mempunyai kerja standar, yaitu : Jam kerja adalah jam 08:00-12:00, kemudian dilanjutkan dari jam 13:00-17:00, yaitu berarti dalam satu hari ada 8 jam hari kerja. Daftar dan durasi kegiatan bisa kita lihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Daftar dan Durasi Kegiatan

No.keg	Nama Kegiatan	Waktu Mulai	Waktu Selesai	Durasi
1	Pekerjaan Persiapan Standart	12/15/2021	8/11/2022	233
2	Pekerjaan RK3K Konstruksi	12/15/2021	8/11/2022	233
3	Pekerjaan Struktur Standart Lantai 1	3/6/2022	4/16/2022	41
4	Pekerjaan Struktur Standart Lantai 2	3/20/2022	5/21/2022	59
5	Pekerjaan Struktur Standart Lantai 3	5/22/2022	6/18/2022	28
6	Pekerjaan Struktur Standart Lantai Dak dan Atap	6/5/2022	7/2/2022	28
7	Pekerjaan Struktur Standart Lantai Atap	6/19/2022	7/9/2022	21
8	Pekerjaan Struktur Standart Sopi-Sopi	7/3/2022	7/16/2022	13
9	Pekerjaan Struktur Standart Rangka Atap Baja	7/10/2022	7/23/2022	14
10	Pekerjaan Struktur Non Standart Bawah ( <i>Sub Structure</i> )	12/19/2021	4/2/2022	103
11	Pekerjaan Struktur Non Standart GWT dan Ruang Pompa	3/13/2022	5/7/2022	53
12	Pekerjaan Arsitektur Standart Lantai 1	5/15/2022	7/30/2022	75
13	Pekerjaan Arsitektur Standart Lantai 2	5/29/2022	7/30/2022	62
14	Pekerjaan Arsitektur Standart Lantai 3	6/19/2022	7/30/2022	41
15	Pekerjaan Lantai Dak dan Atap	6/19/2022	8/6/2022	48
16	Pekerjaan Keliling Bagian Luar Bangunan	7/3/2022	7/30/2022	27
17	Pekerjaan Drainase Keliling Bagian Luar Bangunan	7/10/2022	7/30/2022	21
18	Pekerjaan Ground Tank Dan R.Pompa Luar Bangunan	5/29/2022	6/11/2022	14
19	Pekerjaan Lain-Lain	5/29/2022	6/4/2022	7
20	Pekerjaan Pos Jaga dan Kantor Pengelola	5/1/2022	6/11/2022	39
21	Pekerjaan Aluminium Composite Panel (ACP)	6/12/2022	7/23/2022	41
22	Pekerjaan Pemasangan Lampu Halaman	6/19/2022	6/25/2022	7
23	Pemipaan Air Kotor & Air Bekas, Pemipaan Air Hujan, Pemipaan Vent Lantai 1	3/13/2022	4/9/2022	28
24	Pemipaan Air Bersih, Instalasi Panel, Instalasi Kabel Feeder, Instalasi Kabel Tray, Instalasi Armatu Lampu, Saklar & Stop Kontak, Instalasi Penerangan & Stop Kontak Lantai 1	6/26/2022	8/11/2022	46
25	Pemipaan Air Kotor & Air Bekas, Pemipaan Vent Lantai 2	4/3/2022	4/9/2022	7
26	Pemipaan Air Bersih, Pemipaan Air Hujan, Instalasi Panel, Instalasi Kabel Feeder, Instalasi Kabel Tray, Instalasi Armatu Lampu, Saklar & Stop Kontak, Instalasi Penerangan & Stop Kontak Lantai 2	6/26/2022	8/11/2022	46
27	Pemipaan Air Kotor & Air Bekas, Pemipaan Vent Lantai 3	4/10/2022	4/16/2022	6
28	Pemipaan Air Bersih, Pemipaan Air Hujan, Instalasi Panel, Instalasi Kabel Feeder, Instalasi Kabel Tray, Instalasi Armatu Lampu, Saklar & Stop Kontak, Instalasi Penerangan & Stop Kontak Lantai 3	6/26/2022	8/11/2022	46
29	Pemipaan Air Hujan Lantai Atap	5/8/2022	5/14/2022	7
30	Pemipaan Air Bersih Lantai Atap	6/26/2022	7/9/2022	14
31	Instalasi Armatu Lampu, Saklar & Stop Kontak, Instalasi Penerangan & Stop Kontak Lantai Atap	7/31/2022	8/11/2022	12
32	Pekerjaan Utilitas	7/17/2022	7/30/2022	14
33	Pekerjaan Sistem Pentanahan	8/7/2022	8/11/2022	5
34	Pekerjaan Penangkal Petir (Faraday)	7/31/2022	8/11/2022	12
35	Pekerjaan Pemadam Kebakaran	7/31/2022	8/11/2022	12
36	Pekerjaan Ventilasi Udara	7/24/2022	8/11/2022	19
37	Pekerjaan Instalasi Elektronik	7/10/2022	7/23/2022	14
38	Pekerjaan Instalasi Plambing	7/17/2022	7/30/2022	14
39	Pekerjaan Instalasi Pemadam Kebakaran	7/17/2022	8/6/2022	21
40	Penyambung Daya PLN	7/24/2022	8/6/2022	14
41	Pekerjaan Instalasi Kabel Feeder	7/24/2022	8/6/2022	14

### Hubungan Ketergantungan Antar Kegiatan

Hubungan antar pekerjaan dalam proyek ini tidak semua sama, ada pekerjaan yang mulai atau selesai bersamaan, ada pekerjaan yang dimulai setelah hari pekerjaan lainnya selesai, dan juga ada pekerjaan yang dimulai sebelum pekerjaan sebelumnya dimulai. Hubungan ketergantungan dapat kita lihat pada Gambar 3.

### Penentuan Jalur Kritis

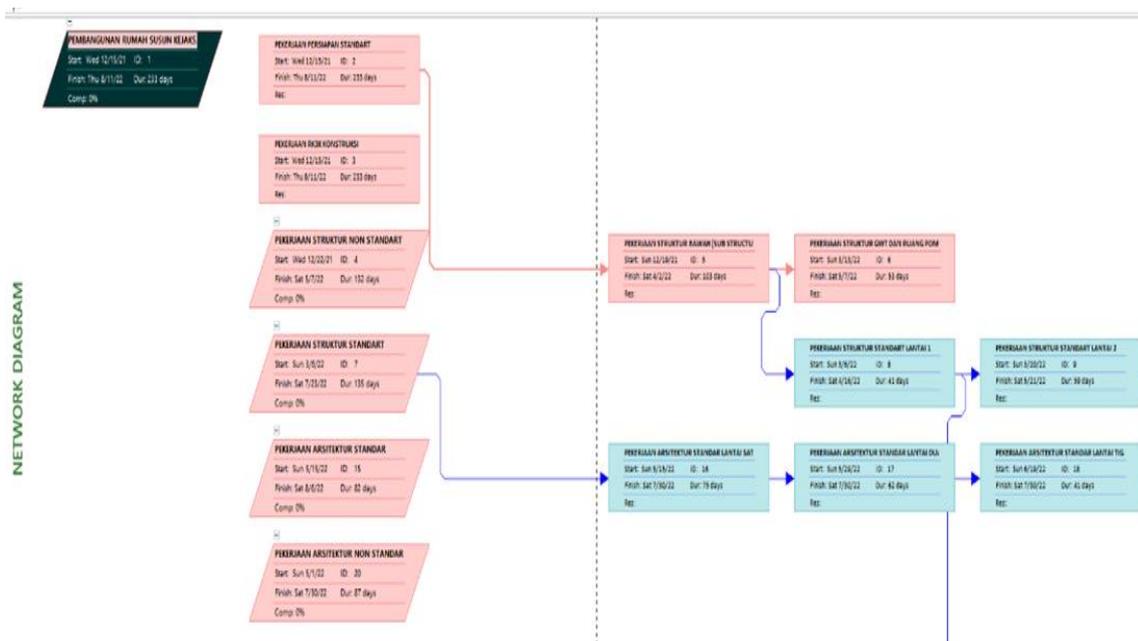
Jadwal PDM menunjukkan urutan aktivitas beserta lintasan kritis, sehingga memudahkan dalam proses controlling. Pada penjadwalan PDM ini menggunakan AON (*Activity on Node*) dalam menentukan waktunya terdapat *forward pass* yang terdiri dari *early start* dan *early finish* dan *backward pass* yang terdiri dari *latest start* dan *latest finish*. Berdasarkan jadwal PDM diketahui *free float* dan *total float* kemudian dapat dilihat apakah pekerjaan tersebut merupakan jalur kritis atau tidak.

Task Mode	Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors
1	PEMBANGUNAN RUMAH SUSUN KEJAKSAAN TINGGI SULAWESI UTARA	233 days	Wed 12/15/21	Thu 8/11/22	
2	PEKERJAAN PERSIAPAN STANDART	233 days	Wed 12/15/21	Thu 8/11/22	
3	PEKERJAAN RK3K KONSTRUKSI	233 days	Wed 12/15/21	Thu 8/11/22	
4	PEKERJAAN STRUKTUR NON STANDART	132 days	Wed 12/22/21	Sat 5/7/22	
5	PEKERJAAN STRUKTUR BAWAH (SUB STRUCTURE)	103 days	Sun 12/19/21	Sat 4/2/22	2SS+7 days
6	PEKERJAAN STRUKTUR GWT DAN RUANG POMPA	53 days	Sun 3/13/22	Sat 5/7/22	5FS+84 days
7	PEKERJAAN STRUKTUR STANDART	135 days	Sun 3/6/22	Sat 7/23/22	
8	PEKERJAAN STRUKTUR STANDART LANTAI 1	41 days	Sun 3/6/22	Sat 4/16/22	5FS+77 days

Gambar 3. Hubungan Ketergantungan pada MS.Project

Task Mode	Task Name	Start	Finish	Late Start	Late Finish	Total Slack
1	PEMBANGUNAN RUMAH SUSUN KEJAKSAAN TINGGI SULAWESI UTARA	Wed 12/15/21	Thu 8/11/22	Wed 12/15/21	Thu 8/11/22	0 days
2	PEKERJAAN PERSIAPAN STANDART	Wed 12/15/21	Thu 8/11/22	Wed 12/15/21	Thu 8/11/22	0 days
3	PEKERJAAN RK3K KONSTRUKSI	Wed 12/15/21	Thu 8/11/22	Wed 12/15/21	Thu 8/11/22	0 days
4	PEKERJAAN STRUKTUR NON STANDART	Wed 12/22/21	Sat 5/7/22	Wed 12/22/21	Sat 5/7/22	0 days
5	PEKERJAAN STRUKTUR BAWAH (SUB STRUCTURE)	Sun 12/19/21	Sat 4/2/22	Sun 12/19/21	Sat 4/2/22	0 days
6	PEKERJAAN STRUKTUR GWT DAN RUANG POMPA	Sun 3/13/22	Sat 5/7/22	Sun 3/13/22	Sat 5/7/22	0 days
7	PEKERJAAN STRUKTUR STANDART	Sun 3/6/22	Sat 7/23/22	Sun 3/6/22	Sat 7/23/22	0 days
8	PEKERJAAN STRUKTUR STANDART LANTAI 1	Sun 3/6/22	Sat 4/16/22	Sun 6/12/22	Sat 7/23/22	94 days

Gambar 4. Nilai LS, LF, Free Slack dan Total Slack pada Ms.Project



Gambar 5. Network Diagram pada MS Project

3.3. Cadangan Waktu

**Perhitungan WT (Waktu Tersedia)**

Waktu tersedia (WT) pada jadwal proyek Pembangunan Rumah Susun Kejaksaan Tinggi Sulawesi Utara adalah :

$$\begin{aligned}
 WT &= (LF - ES) + 1 \\
 &= (11 \text{ Agustus } 2022 - 15 \text{ Desember } 2021) + 1 \\
 &= 240 \text{ hari termasuk hari libur}
 \end{aligned}$$

**Perhitungan WKJ (Waktu Kumulatif Jalur)**

WKJ rancana proyek diperoleh berdasarkan jalur kritis pada jaringan kerja PDM. Sebagai contoh dipakai perhitungan WKJ pada pekerjaan Ventilasi Udara dengan perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 WKJ &= ES(\text{keg } 36) + D(\text{keg } 36) \\
 &= 214 + 19 \\
 &= 233 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

**Perhitungan CW (Cadangan Waktu) pada Situasi Awal Proyek**

Cadangan Waktu (CW) pada situasi awal meliputi cadangan waktu node dan cadangan waktu jalur.

a. Cadangan Waktu Node

Cadangan waktu node mulai, didapat dari hasil pengurangan waktu mulai paling akhir (LS) dengan waktu mulai paling awal (ES), sedangkan cadangan waktu node selesai, didapat dari hasil pengurangan waktu selesai paling akhir (LF) dengan waktu selesai paling awal (EF). Sebagai contoh, penentuan cadangan waktu node mulai dan cadangan waktu node selesai pada pekerjaan Struktur Standart Lantai 1 (Keg 3) dapat diperoleh dengan perhitungan sebagai berikut :

1. Cadangan waktu node mulai  
 Pekerjaan Struktur Standart Lantai 1 (keg 3)  
 $CW-m = LS - ES$   
 $= 173 - 79 = 94$
2. Cadangan Waktu node Selesai  
 Pekerjaan Struktur Standart Lantai 1 (keg 3)  
 $CW-s = LF - EF$   
 $= 214 - 120 = 94$

## b. Cadangan Waktu Jalur

Total waktu penyelesaian dalam jalur kegiatan proyek (WKJ) adalah 233 hari, dengan besar cadangan waktu pada masing-masing node adalah 0 (nol). Sedangkan waktu yang tersedia (WT) adalah 240 hari, maka Cadangan Waktu Jalur adalah:

$$\begin{aligned} \text{CWJ} &= \text{WT} - \text{WKJ} \\ &= 240 - 233 \\ &= 7 \text{ hari} \end{aligned}$$

Tabel 2. CW Jalur Pada Situasi Awal Proyek

Cadangan Waktu pada situasi awal		
WT	WKJ RENCANA	CW-awal
240	233	7 hari

Tabel 3. CW Node Pada Situasi Awal Proyek

No.keg	Nama Kegiatan	Durasi	ES	EF	LS	LF	CW Node		Total Float
							CW-m	CW-s	
<b>Kegiatan kritis</b>									
1	Pekerjaan Persiapan Standart	233	0	233	0	233	0	0	0
2	Pekerjaan RKKK Konstruksi	233	0	233	0	233	0	0	0
9	Pekerjaan Struktur Standart Rangka Atap Baja	14	200	214	200	214	0	0	0
10	Pekerjaan Struktur Non Standart Bawah (Sub Structure)	103	4	107	4	107	0	0	0
11	Pekerjaan Struktur Non Standart GWT dan Ruang Pompa	53	86	139	86	139	0	0	0
15	Pekerjaan Lantai Dak dan Atap	48	180	228	180	228	0	0	0
16	Pekerjaan Keliling Bagian Luar Bangunan	27	194	221	194	221	0	0	0
17	Pekerjaan Drainase Keliling Bagian Luar Bangunan	21	200	221	200	221	0	0	0
23	Pemipaan Air Kotor & Air Bekas, Pemipaan Air Hujan, Pemipaan Vent Lantai 1	28	86	114	86	114	0	0	0
24	Pemipaan Air Bersih, Instalasi Panel, Instalasi Kabel Feeder, Instalasi Kabel Tray, Instalasi Armatur Lampu, Saklar & Stop Kontak, Instalasi Penerangan & Stop Kontak Lantai 1	46	187	233	187	233	0	0	0
26	Pemipaan Air Bersih, Pemipaan Air Hujan, Instalasi Panel, Instalasi Kabel Feeder, Instalasi Kabel Tray, Instalasi Armatur Lampu, Saklar & Stop Kontak, Instalasi Penerangan & Stop Kontak Lantai 2	46	187	233	187	233	0	0	0
28	Pemipaan Air Bersih, Pemipaan Air Hujan, Instalasi Panel, Instalasi Kabel Feeder, Instalasi Kabel Tray, Instalasi Armatur Lampu, Saklar & Stop Kontak, Instalasi Penerangan & Stop Kontak Lantai 3	46	187	233	187	233	0	0	0
30	Pemipaan Air Bersih Lantai Atap	14	187	201	187	201	0	0	0
31	Instalasi Armatur Lampu, Saklar & Stop Kontak, Instalasi Penerangan & Stop Kontak Lantai Atap	12	221	233	221	233	0	0	0
32	Pekerjaan Utilitas	14	207	221	207	221	0	0	0
33	Pekerjaan Sistem Pentanahan	5	228	233	228	233	0	0	0
34	Pekerjaan Penangkal Petir (Faraday)	12	221	233	221	233	0	0	0
35	Pekerjaan Pemadam Kebakaran	12	221	233	221	233	0	0	0
36	Pekerjaan Ventilasi Udara	19	214	233	214	233	0	0	0
39	Pekerjaan Instalasi Pemadam Kebakaran	21	207	228	207	228	0	0	0
40	Penyambungan Daya PLN	14	214	228	214	228	0	0	0
41	Pekerjaan Instalasi Kabel Feeder	14	214	228	214	228	0	0	0
<b>Kegiatan non-Kritis</b>									
3	Pekerjaan Struktur Standart Lantai 1	41	79	120	173	214	94	94	94
4	Pekerjaan Struktur Standart Lantai 2	59	93	152	127	186	34	34	34
5	Pekerjaan Struktur Standart Lantai 3	28	152	180	186	214	34	34	34
6	Pekerjaan Struktur Standart Lantai Dak dan Atap	28	166	194	186	214	20	20	20
7	Pekerjaan Struktur Standart Lantai Atap	21	180	201	194	215	14	14	14
8	Pekerjaan Struktur Standart Sopi-Sopi	13	194	207	201	214	7	7	7
12	Pekerjaan Arsitektur Standart Lantai 1	75	146	221	153	228	7	7	7
13	Pekerjaan Arsitektur Standart Lantai 2	62	159	221	166	228	7	7	7
14	Pekerjaan Arsitektur Standart Lantai 3	41	180	221	193	228	7	7	7
18	Pekerjaan Ground Tank dan R. Pompa Luar Bangunan	14	159	173	207	221	48	48	48
19	Pekerjaan Lain-Lain	7	159	166	214	221	55	55	55
20	Pekerjaan Pos Jaga dan Kantor Pengelola	39	134	173	140	179	6	6	6
21	Pekerjaan Aluminium Composite Panel (ACP)	41	173	214	180	221	7	7	7
22	Pekerjaan Pemasangan Lampu Halaman	7	180	187	214	221	34	34	34
25	Pemipaan Air Kotor & Air Bekas, Pemipaan Vent Lantai 2	7	107	114	192	199	85	85	85
27	Pemipaan Air Kotor & Air Bekas, Pemipaan Vent Lantai 3	6	114	120	199	205	85	85	85
29	Pemipaan Air Hujan Lantai Atap	7	139	146	226	233	87	87	87
37	Pekerjaan Instalasi Elektronik	14	200	214	219	233	19	19	19
38	Pekerjaan Instalasi Plambing	14	207	221	214	228	7	7	7

## Perhitungan WKJ (Waktu Kumulatif Jalur) Actual

Kegiatan pada jadwal proyek dinyatakan telah dimulai ketika persentase (%) progress pekerjaan mencapai angka diatas 0%, sedangkan dinyatakan telah selesai ketika persentase (%) progress pekerjaan mencapai angka 100%. Waktu mulai pekerjaan adalah ES (*early start*) pada WKJ *actual*, sedangkan waktu selesai pekerjaan adalah EF (*early finish*).

Tabel 4. WKJ Rencana dan WKJ Actual

No.keg	Nama Kegiatan	WKJ RENCANA			WKJ AKTUAL		
		D	ES	EF	D	ES	EF
1	Pekerjaan Persiapan Standart	233	0	233	-	0	-
2	Pekerjaan RK3K Konstruksi	233	0	233	-	0	-
3	Pekerjaan Struktur Standart Lantai 1	41	79	120	-	86	-
4	Pekerjaan Struktur Standart Lantai 2	59	93	152	59	93	152
5	Pekerjaan Struktur Standart Lantai 3	28	152	180	-	-	-
6	Pekerjaan Struktur Standart Lantai Dak dan Atap	28	166	194	-	-	-
7	Pekerjaan Struktur Standart Lantai Atap	21	180	201	-	-	-
8	Pekerjaan Struktur Standart Sopi-Sopi	13	194	207	-	-	-
9	Pekerjaan Struktur Standart Rangka Atap Baja	14	200	214	-	-	-
10	Pekerjaan Struktur Non Standart Bawah ( <i>Sub Structure</i> )	103	4	107	145	7	152
11	Pekerjaan Struktur Non Standart GWT dan Ruang Pompa	53	86	139	-	86	-
12	Pekerjaan Arsitektur Standart Lantai 1	75	146	221	-	-	-
13	Pekerjaan Arsitektur Standart Lantai 2	62	159	221	-	-	-
14	Pekerjaan Arsitektur Standart Lantai 3	41	180	221	-	-	-
15	Pekerjaan Lantai Dak dan Atap	48	180	228	-	-	-
16	Pekerjaan Keliling Bagian Luar Bangunan	27	194	221	-	-	-
17	Pekerjaan Drainase Keliling Bagian Luar Bangunan	21	200	221	-	-	-
18	Pekerjaan Ground Tank Dan R.Pompa Luar Bangunan	14	159	173	-	-	-
19	Pekerjaan Lain-Lain	7	159	166	-	-	-
20	Pekerjaan Pos Jaga dan Kantor Pengelola	39	134	173	-	-	-
21	Pekerjaan Aluminium Composite Panel (ACP)	41	173	214	-	-	-
22	Pekerjaan Pemasangan Lampu Halaman	7	180	187	-	-	-
23	Pemipaan Air Kotor & Air Bekas, Pemipaan Air Hujan, Pemipaan Vent Lantai	28	86	114	-	-	-
24	Pemipaan Air Bersih, Instalasi Panel, Instalasi Kabel Feeder, Instalasi Kabel Tray, Instalasi Armatur Lampu, Saklar & Stop Kontak, Instalasi Penerangan & Stop Kontak Lantai 1	46	187	233	-	-	-
25	Pemipaan Air Kotor & Air Bekas, Pemipaan Vent Lantai 2	7	107	114	-	-	-
26	Pemipaan Air Bersih, Pemipaan Air Hujan, Instalasi Panel, Instalasi Kabel Feeder, Instalasi Kabel Tray, Instalasi Armatur Lampu, Saklar & Stop Kontak, Instalasi Penerangan & Stop Kontak Lantai 2	46	187	233	-	-	-
27	Pemipaan Air Kotor & Air Bekas, Pemipaan Vent Lantai 3	7	114	120	-	-	-
28	Pemipaan Air Bersih, Pemipaan Air Hujan, Instalasi Panel, Instalasi Kabel Feeder, Instalasi Kabel Tray, Instalasi Armatur Lampu, Saklar & Stop Kontak, Instalasi Penerangan & Stop Kontak Lantai 3	46	187	233	-	-	-
29	Pemipaan Air Hujan Lantai Atap	7	139	146	-	-	-
30	Pemipaan Air Bersih Lantai Atap	14	187	201	-	-	-
31	Instalasi Armatur Lampu, Saklar & Stop Kontak, Instalasi Penerangan & Stop Kontak Lantai Atap	12	221	233	-	-	-
32	Pekerjaan Utilitas	14	207	221	-	-	-
33	Pekerjaan Sistem Pentanahan	5	228	233	-	-	-
34	Pekerjaan Penangkal Petir (Faraday)	12	221	233	-	-	-
35	Pekerjaan Pemadam Kebakaran	12	221	233	-	-	-
36	Pekerjaan Ventilasi Udara	19	214	233	-	-	-
37	Pekerjaan Instalasi Elektronik	14	200	214	-	-	-
38	Pekerjaan Instalasi Plambing	14	207	221	-	-	-
39	Pekerjaan Instalasi Pemadam Kebakaran	21	207	228	-	-	-
40	Penyambung Daya PLN	14	214	228	-	-	-
41	Pekerjaan Instalasi Kabel Feeder	14	214	228	-	-	-

### Perhitungan CW (Cadangan Waktu) (Minggu ke-23)

CW node masing-masing pekerjaan pada minggu terakhir (minggu ke-23) dapat diperoleh dengan menghitung deviasi antara waktu actual dan rencana. Sebagai contoh, perhitungan CW node pada pekerjaan Struktur Standart Lantai 1 (keg 3) dapat diperoleh sebagai berikut:

Cadangan Waktu Node

Pekerjaan Struktur Standart Lantai 1 (Keg 3)

a. CW-m awal = 94 hari

b. CW-m minggu ke-23

ES Rencana = 79

ES Actual = 86

Deviasi = -7 (Terlambat 7 Hari)

CW-m minggu ke-23

= CW-m awal – Deviasi

= 94 – 7

= 87

c. CW-s awal = 94 hari

d. CW-s minggu ke-23

ES Rencana = 120

ES Actual = - (Belum Selesai)

Deviasi = -

CW-s minggu ke-23 = -

## Cadangan Waktu Jalur

## 1. CW pada situasi awal proyek

$$\begin{aligned} \text{CW} &= \text{WT} - \text{WKJ} \\ &= 240 - 233 \\ &= 7 \text{ hari} \end{aligned}$$

## 2. Deviasi

$$\begin{aligned} \text{Deviasi WKJ} &= \text{WKJ Rencana} - \text{WKJ Actual} \\ &= 107 - 152 \\ &= -45 \text{ (Terlambat 45 Hari)} \end{aligned}$$

## 3. CW Minggu ke-23

$$\begin{aligned} &= \text{CW awal} - \text{Deviasi WKJ} \\ &= 7 - 45 \\ &= -38 \text{ hari} \end{aligned}$$

## 4. Proyeksi Akhir Proyek

$$\begin{aligned} \text{Proyeksi akhir} &= \text{WKJ} + \text{Deviasi WKJ} \\ &= 233 + 45 \\ &= 278 \end{aligned}$$

Tabel 5. CW Node pada Minggu ke-23

No.Keg	Nama Kegiatan	CW Node Awal				CW Node Minggu Ke-23					
		Mulai		Selesai		Mulai			Selesai		
		Rencana	CW-m	Rencana	CW-s	Aktual	Deviasi	CW-m	Aktual	Deviasi	CW-s
Kegiatan dan Jalur Tidak Kritis											
3	Pekerjaan Struktur Standart Lantai 1	79	94	120	94	86	-7	87	-	-	-
4	Pekerjaan Struktur Standart Lantai 2	93	34	152	34	93	0	34	152	0	34
5	Pekerjaan Struktur Standart Lantai 3	152	34	180	34	-	-	-	-	-	-
6	Pekerjaan Struktur Standart Lantai Dak dan Atap	166	20	194	20	-	-	-	-	-	-
7	Pekerjaan Struktur Standart Lantai Atap	180	14	201	14	-	-	-	-	-	-
8	Pekerjaan Struktur Standart Sopi-Sopi	194	7	207	7	-	-	-	-	-	-
12	Pekerjaan Arsitektur Standart Lantai 1	146	7	221	7	-	-	-	-	-	-
13	Pekerjaan Arsitektur Standart Lantai 2	159	7	221	7	-	-	-	-	-	-
14	Pekerjaan Arsitektur Standart Lantai 3	180	7	221	7	-	-	-	-	-	-
18	Pekerjaan Ground Tank dan R.Pompa Luar Bangunan	159	48	173	48	-	-	-	-	-	-
19	Pekerjaan Lain-Lain	159	55	166	55	-	-	-	-	-	-
20	Pekerjaan Pos Jaga dan Kantor Pengelola	134	6	173	6	-	-	-	-	-	-
21	Pekerjaan Aluminium Composite Panel (ACP)	173	7	214	7	-	-	-	-	-	-
22	Pekerjaan Pemasangan Lampu Halaman	180	34	187	34	-	-	-	-	-	-
25	Pemipaan Air Kotor & Air Bekas, Pemipaan Vent Pemipaan Vent Lantai 2	107	85	114	85	-	-	-	-	-	-
27	Pemipaan Air Kotor & Air Bekas, Pemipaan Vent Pemipaan Vent Lantai 3	114	85	120	85	-	-	-	-	-	-
29	Pemipaan Air Hujan Lantai Atap	139	87	146	87	-	-	-	-	-	-
37	Pekerjaan Instalasi Elektronik	200	19	214	19	-	-	-	-	-	-
38	Pekerjaan Instalasi Plambing	207	7	221	7	-	-	-	-	-	-

Tabel 6. CW Jalur pada Minggu ke-23

Cadangan Waktu Pada Minggu Ke-23				
CW-awal	Deviasi WKJ		CW minggu ke-23	
7 hari	-45	hari	-38	hari

**Analysis Rate of Erosion (Kecepatan Erosi CW)**

Sebagai indikator apakah laju proyek sesuai perencanaan jadwal, maka dapat dilihat dari perbandingan laju penyelesaian pekerjaan dengan laju erosi cadangan waktu. Yang dimaksud dengan erosi cadangan waktu adalah kecepatan berkurangnya CW pada kurun waktu tertentu. Sebagai contoh, Analysis Rate of Erosion pada pekerjaan Struktur Standart Rangka Atap Baja (9) dengan rincian sebagai berikut :

Laju Penyelesaian Pekerjaan

Rencana Penyelesaian = 214 hari

WKJ = 233 hari

$$\begin{aligned} \text{Penyelesaian (\%)} &= \frac{214}{233} \times 100\% \\ &= 91.85\% \end{aligned}$$

Perhitungan laju penyelesaian pekerjaan pada *Analysis Rate of Erosion*, tidak bergantung pada keterlambatan pelaksanaan pekerjaan.

Laju Erosi CW

Rencana Penyelesaian	= 107 hari
Realisasi Penyelesaian	= 152 hari
Deviasi	= 45 hari
Total CW	= 7 hari
Erosi CW (%)	= $\frac{45}{7} \times 100\%$
	= 642.86%

Tabel 7. Analysis Rate of Erosion

No.keg	Nama Kegiatan	Penyelesaian (%)	Erosi CW (%)
1	Pekerjaan Persiapan Standart	100.00	
2	Pekerjaan RK3K Konstruksi	100.00	
9	Pekerjaan Struktur Standart Rangka Atap Baja	91.85	
10	Pekerjaan Struktur Non Standart Bawah ( <i>Sub Structure</i> )	45.92	642.86
11	Pekerjaan Struktur Non Standart GWT dan Ruang Pompa	59.66	
15	Pekerjaan Lantai Dak dan Atap	97.85	
16	Pekerjaan Keliling Bagian Luar Bangunan	94.85	
17	Pekerjaan Drainase Keliling Bagian Luar Bangunan	94.85	
23	Pemipaan Air Kotor & Air Bekas, Pemipaan Air Hujan, Pemipaan Vent Lantai	48.93	
24	Pemipaan Air Bersih, Instalasi Panel, Instalasi Kabel Feeder, Instalasi Kabel Tray, Instalasi Armatur Lampu, Saklar & Stop Kontak, Instalasi Penerangan & Stop Kontak Lantai 1	100.00	
26	Pemipaan Air Bersih, Pemipaan Air Hujan, Instalasi Panel, Instalasi Kabel Feeder, Instalasi Kabel Tray, Instalasi Armatur Lampu, Saklar & Stop Kontak, Instalasi Penerangan & Stop Kontak Lantai 2	100.00	
28	Pemipaan Air Bersih, Pemipaan Air Hujan, Instalasi Panel, Instalasi Kabel Feeder, Instalasi Kabel Tray, Instalasi Armatur Lampu, Saklar & Stop Kontak, Instalasi Penerangan & Stop Kontak Lantai 3	100.00	
30	Pemipaan Air Bersih Lantai Atap	86.27	
31	Instalasi Armatur Lampu, Saklar & Stop Kontak, Instalasi Penerangan & Stop Kontak Lantai Atap	100.00	
32	Pekerjaan Utilitas	94.85	
33	Pekerjaan Sistem Pentanahan	100.00	
34	Pekerjaan Penangkal Petir (Faraday)	100.00	
35	Pekerjaan Pemadam Kebakaran	100.00	
36	Pekerjaan Ventilasi Udara	100.00	
39	Pekerjaan Instalasi Pemadam Kebakaran	97.85	
40	Penyambung Daya PLN	97.85	
41	Pekerjaan Instalasi Kabel Feeder	97.85	

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang dilakukan maka dapat diambil kesimpulan penelitian ini sebagai berikut:

1. Pada analisis Penjadwalan dengan Metode *Precedence diagram method* (PDM) didapat pekerjaan yang berada pada lintasan kritis 22 pekerjaan dan 19 pekerjaan pada lintasan non-kritis.
2. Nilai Cadangan Waktu (CW) proyek Pembangunan Rumah Susun Kejaksaan Tinggi Sulawesi Utara pada situasi awal proyek adalah positif (+) 7 hari. Artinya, jika jadwal tidak berjalan sesuai rencana pekerjaan, maka ada toleransi waktu 7 hari yang dapat dialokasikan untuk pengendalian jadwal proyek. Nilai Cadangan Waktu (CW) Proyek Pembangunan Rumah Susun Kejaksaan Tinggi Sulawesi Utara pada minggu terakhir minggu ke-23 pelaksanaan pekerjaan adalah negatif (-) 38 hari, itu artinya nilai CW sudah habis terpakai, dan bahkan tidak cukup untuk menanggulangi keterlambatan jadwal hingga minggu ke-23. Laju kecepatan erosi cadangan waktu lebih besar (648.86%) dari laju penyelesaian pekerjaan (45.92%), selain itu cadangan waktu sampai minggu ke-23 sudah mencapai angka negatif (-) 548.86%, sedangkan volume pekerjaan masih menyisakan 54.08%. Dengan demikian, Jika tidak segera diambil Tindakan perbaikan pada kegiatan-kegiatan pekerjaan selanjutnya, maka dapat dipastikan jadwal proyek tidak akan selesai tepat waktu. waktu sampai minggu ke-23 sudah mencapai angka negatif (-) 548.86%, sedangkan volume pekerjaan masih menyisakan 54.08% yang didapat dari 100% dikurangi laju penyelesaian pekerjaan (45.92%). Dengan

demikian, Jika tidak segera diambil Tindakan perbaikan pada kegiatan-kegiatan pekerjaan selanjutnya, maka dapat dipastikan jadwal proyek tidak akan selesai tepat waktu.

## Referensi

- Azmi, Z. (2013). Menggunakan *Microsoft Project* untuk Keberhasilan Proyek.
- Ervianto, W. (2006). *Manajemen Konstruksi*. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Husen, A. (2011). *Manajemen Proyek Perencanaan, Penjadwalan, & Pengendalian Proyek*. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Lavenia, Sinaga. (2020). Penjadwalan Proyek dengan Menggunakan *Precedence*
- Muliyadi. (2016). Penjadwalan Ulang Proyek Konstruksi dengan *Precedence Diagram Method (PDM)* (Studi Kasus Pembangunan Unit Sarana Belajar TK Pembina Kabupaten Kecamatan Johan Pahlawan Kabupaten Aceh Barat.
- Rani, H.A. (2016). *Manajemen Proyek Konstruksi*. Deepublish Publisher. Yogyakarta.
- Santosa, B. (2009). *Manajemen Proyek Konsep & Implementasi*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Santoso, E. Rafie Wardahani N. (2014). Penerapan Program *Microsoft Project (2010)* untuk Perencanaan dan Pengendalian pada Pembangunan Gedung Serbaguna Fakultas Kedokteran UNTAN.
- Sidiq, M. F., Adistana G.A.Y.P. Analisis Konsep Cadangan Waktu Dengan Menggunakan *Precedence Diagram Method (PDM)* Pada Penjadwalan Proyek Pembangunan Gedung Gress Mall dan Aston INN Hotel Gresik Jawa Timur.
- Soeharto, I. (1999). *Manajemen Proyek (Dari Konseptual Sampai Operasional)*. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Theofanny, O. M., Jantje, B. Mangare., Tisano, Tj, Arsjad., (2022). Analisis Penjadwalan menggunakan metode PDM dengan konsep cadangan waktu pada proyek pembangunan Gedung dokter polisi rumah sakit bhayangkara kota Manado . Jurnal Tekno Vo.20 No.81, ISSN: 0215-9617, Fakultas Teknik, Jurusan Sipil, Universitas Sam Ratulangi, Manado.