



Analisis Penjadwalan Proyek Dengan Metode Precedence Diagram Method (PDM) Menggunakan Konsep Cadangan Waktu Pada Proyek Pembangunan Jembatan Sosongian Minahasa Selatan

Calvin Luntungan^{#a}, Tisano Tj. Arsjad^{#b}, Jantje B. Mangare^{#c}

[#]Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia
^acalvin.luntungan00@gmail.com, ^btisano.arsjad@gmail.com, ^cmangarejantje01@gmail.com

Abstrak

Perencanaan kegiatan proyek konstruksi merupakan hal yang sangat penting karena perencanaan kegiatan atau penjadwalan merupakan dasar untuk proyek dapat berjalan dengan lancar dan proyek yang dilaksanakan dapat selesai dengan waktu yang optimal. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana perencanaan dengan metode dan konsep yang tepat mempengaruhi penjadwalan proyek yang akan dibuat. Analisis ini menggunakan data primer yaitu data yang diperoleh dari observasi dan dituangkan dalam bentuk tabel skematik dari perusahaan berupa Barchart dan Kurva S proyek, kemudian dituangkan dalam laporan mingguan. Pengumpulan data didapatkan dari wawancara langsung dengan pihak manajemen proyek, agar diperoleh informasi yang jelas dalam penelitian. Metode penjadwalan menggunakan precedence diagram method (PDM) dengan konsep cadangan waktu dengan tahapan pengelompokan data proyek, pembuatan precedence diagram method (PDM), dan perhitungan cadangan waktu. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa dengan nilai cadangan waktu sebesar 39 hari CW memiliki nilai positif (+), sehingga proyek memiliki safety factor dalam aspek jadwal, artinya jika jadwal tidak berjalan sesuai rencana, maka ada toleransi 39 hari yang dapat dialokasikan untuk pengendalian jadwal proyek.

Kata kunci: penjadwalan, Precedence Diagram Method (PDM), Cadangan Waktu (CW)

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Manajemen Proyek merupakan suatu proses manajemen pada suatu proyek dari awal mulainya proyek hingga akhir proyek agar tujuan proyek tercapai dengan baik, tepat waktu, sesuai mutu yang di syaratkan dan sesuai biaya yang di rencanakan. Peran manajemen proyek sangat berpengaruh pada keberhasilan proyek antara lain untuk mencapai efektivitas dan efisien proyek khususnya yang berhubungan dengan pelaksanaan, pengorganisasian, pengarahan dan pengendalian proyek.

Penjadwalan proyek dikatakan sesuai dengan rencana jika terlaksanakan sesuai dengan target yang telah di tentukan. Penjadwalan pada proyek merupakan salah satu elemen dari hasil perencanaan, yang dapat memberikan informasi tentang jadwal rencana dengan kemajuan proyek dalam hal kinerja sumber daya berupa biaya, tentang kerja, peralatan dan material secara rencana durasi dan progres waktu untuk penyelesaian proyek dan penetapan durasinya sesuai dengan sasaran dan tujuan proyek. Namun, banyak faktor yang mengakibatkan ketidak pastian durasi masing-masing pekerjaan tidak dapat di tentukan dengan pasti.

Precedence Diagram Method (PDM) pada dasarnya berfokus pada persoalan pembiayaan dan waktu penyelesaian proyek. PDM juga menekankan pada hubungan antar pemakaian sejumlah tenaga kerja untuk mempersingkat waktu pelaksanaan suatu proyek. Dalam pelaksanaan pekerjaan konstruksi diperlukan suatu aplikasi untuk Menyusun jadwal pekerjaan di lapangan,

khususnya saat menghadapi kendala yang dapat mengakibatkan keterlambatan waktu pekerjaan. Berdasarkan hasil dari Analisis penjadwalan proyek menggunakan Precedence diagram method (PDM) dengan *Microsoft Project*.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah maka dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

- a. Bagaimana hasil pengolahan data proyek menggunakan metode PDM dengan aplikasi *Microsoft Project* dalam perencanaan pembangunan Jembatan Sosongian Minahasa Selatan.
- b. Bagaimana hasil analisis perpaduan konsep cadangan waktu dengan menggunakan metode PDM berbasis program *Microsoft Project*

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Analisis penelitian ini dilakukan dalam proyek pembangunan Jembatan Sosongian Minahasa Selatan.
- b. Analisis ini dilakukan dengan metode PDM menggunakan program *Microsoft Project*.

1.4. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan penelitian ini adalah;

- a. Untuk mengetahui hasil perhitungan penjadwalan waktu dengan metode PDM menggunakan aplikasi *Microsoft Project*.
- b. Untuk mendapatkan nilai cadangan waktu dengan menggunakan metode PDM dari proyek Pembangunan Jembatan Sosongian Minahasa Selatan.

1.5. Manfaat penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah;

- a. Untuk meningkatkan pemahaman serta memberikan informasi, memecahkan masalah, menambah wawasan dan ilmu pengetahuan di bidang manajemen Konstruksi.
- b. Penelitian ini diharapkan dapat dijadikan referensi untuk penelitian selanjutnya.

2. Metodologi Penelitian

2.1. Data Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada proyek pembangunan Jembatan sosongian Minahasa Selatan, Sulawesi Utara, Indonesia.

2.2. Sumber Data

Sumber data berupa survey tempat penelitian, serta data yang diperoleh dari pihak kontraktor berupa Time Schedule, dan Kurva-S

2.3. Bagan Alir Penelitian

Kegiatan penelitian dilakukan dengan alur penelitian yang ditunjukkan pada Gambar 2.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Data Proyek

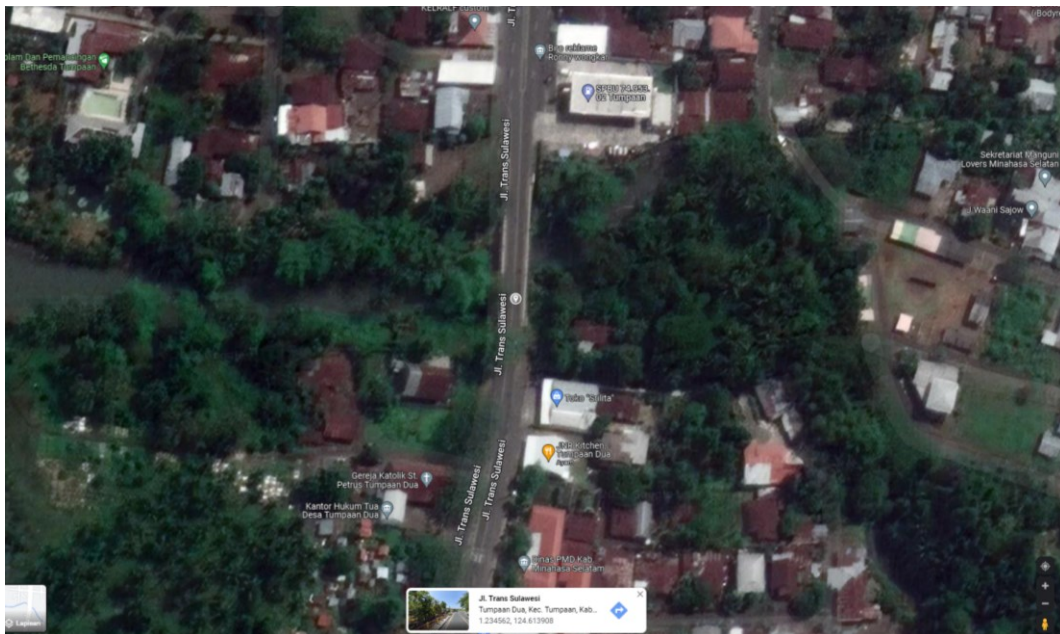
Nama pekerjaan	: Penggantian Jembatan Sosongian
Lokasi Proyek	: Tumpaan-Minahasa Selatan
Dimensi Proyek	: Nasional
Sumber Dana	: APBN

Pengguna Jasa	: Satuan Kerja Pelaksanaan Jalan Nasional Wilayah Provinsi Sulawesi Utara
PPK	: 1.2 Provinsi Sulawesi Utara
Konsultan Supervisi	: PT. seecons – PT. Panca Prakarsa Muliatama (KSO)
Nama Penyedia Jasa	: PT.Citra Nusa Indah Lestari
Alamat	: Jl Sam Ratulangi No.90, Tounkuramber, Kec. Tondano Barat, Kab. Minahasa, Sulawesi Utara
Tanggal Proyek	: 10 Maret 2022
Nilai Kontrak	: Rp. 17.192.276.000,00
Masa Pelaksanaan	: 240 HK
Tanggal Mulai Kerja	: 20 Maret 2022
Masa Pemeliharaan	: 365 HK

3.2. Time Schedule Proyek

Time schedule (jadwal pelaksana) adalah suatu alat pengendali prestasi pelaksanaan proyek secara menyeluruh agar dalam pelaksanaan atau pengerjaan suatu proyek dapat berjalan dengan lancar dan tertata. Di sini menerangkan kapan waktu selesainya pekerjaan, waktu yang dibutuhkan pekerjaan atau durasi kerja dan perkiraan waktu selesainya pekerjaan. Dalam hal ini jenis jadwal pelaksanaan yang digunakan adalah Kurva-S. Kurva S adalah suatu grafik hubungan antara waktu pelaksanaan proyek dengan nilai akumulasi progres pelaksanaan proyek yang dimulai dari awal hingga selesainya proyek tersebut yang berfungsi untuk memantau biaya. Kurva S ini terdiri dari dua grafik, yaitu grafik rencana dan grafik realisasi pelaksanaan di lapangan. Grafik inilah yang menggambarkan kumulatif bobot pekerjaan yang ada.

Dengan adanya kedua grafik ini, kita dapat melihat perkembangan proyek, apakah realisasi pelaksanaan di lapangan berjalan sesuai perencanaan, realisasi pelaksanaan lebih cepat dari perencanaan atau realisasi pelaksanaan lebih lambat dari perencanaan. Namun hanya dengan menggunakan kurva-S saja masih kurang jelas dalam menjelaskan keterkaitan antar pekerjaan serta belum tentu dapat memberikan informasi yang komperhensif mengenai akibat yang dapat terjadi jika dilakukan sebuah penggeseran jadwal pekerjaan.



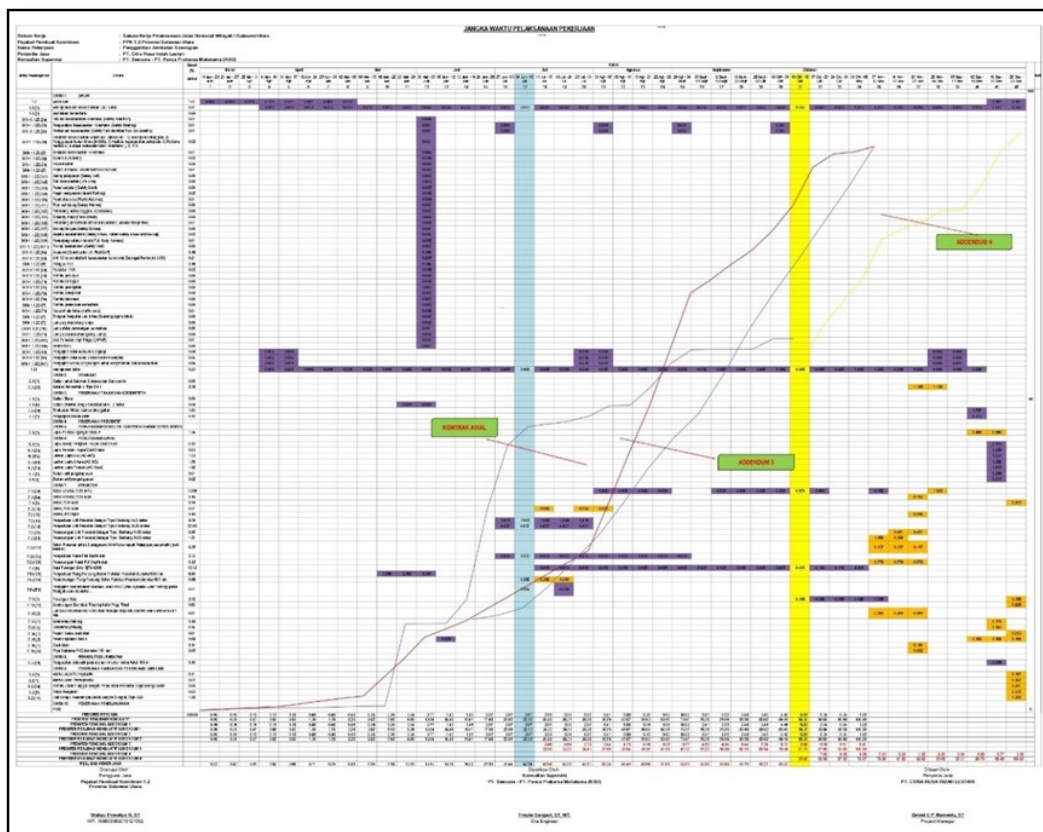
Gambar 1. Lokasi Penelitian



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

3.3. Kurva S Proyek

Penilaian dengan metode checklist yaitu terdapat 12 Elemen Kriteria induk yang masing-masing berkembang hingga total 166 Sub Elemen Kriteria.



Gambar 3. Kurva S Proyek

3.4. Precedence Diagram Method (PDM)

PDM adalah satu teknik penjadwalan yang termasuk dalam teknik penjadwalan Networking Planning atau rencana jaringan kerja. Dalam PDM pekerjaan digambarkan dengan node yang berbentuk segiempat pada umumnya, sedangkan garis panah digunakan sebagai penunjuk hubungan antar pekerjaan yang bersangkutan. Penggunaan Metode ini bertujuan untuk mengatur penjadwalan proyek yang ada dengan menggunakan parameter-parameter yang didapatkan. Dalam proses pengolahan data, dipakailah aplikasi Microsoft Project untuk meringankan pengerjaan yang dilakukan. Dengan demikian didapatkan hasil berupa *Network Diagram*, dan data perencanaan dengan waktu mulai dan selesai yang ada.

3.5. Daftar dan Durasi Kegiatan

Daftar kegiatan diperoleh dari susunan kegiatan yang tertera pada time schedule proyek, sedangkan perhitungan durasi kegiatan dilakukan dengan melihat tanggal mulai dan tanggal selesai masing-masing kegiatan, kemudian dilakukan perhitungan untuk menentukan durasi pekerjaan yang diolah menggunakan aplikasi Microsoft Project.

Tabel 1. Daftar dan Durasi Kegiatan

	Task Mode	Task Name	Duration	Start	Finish
1		PEKERJAAN STRUKTUR	228 days	Mon 5/16/22	Thu 12/29/22
2		Beton struktur, fc30 Mpa	84 days	Mon 8/1/22	Sun 12/4/22
3		Beton, struktur fc25Mpa	7 days	Mon 11/21/22	Sun 11/27/22
4		Beton, fc15 Mpa	4 days	Mon 12/26/22	Thu 12/29/22
5		Beton, fc10 Mpa	21 days	Mon 7/11/22	Sun 8/7/22
6		Beton, fc10 Mpa	7 days	Mon 11/21/22	Sun 11/27/22
7		Penyediaan Unit Pracetak Gelagar Tipe I Bentang 14,6 meter	35 days	Mon 6/27/22	Sun 7/31/22
8		Penyediaan Unit Pracetak Gelagar Tipe I Bentang 30,80 meter	35 days	Mon 6/27/22	Sun 7/31/22
9		Pemasangan Unit Pracetak Gelagar Tipe I Bentang 14,60 meter	14 days	Mon 11/14/22	Sun 11/27/22
10		Pemasangan Unit Pracetak Gelagar Tipe I Betang 30,80meter	14 days	Mon 11/7/22	Sun 11/20/22
11		Beton Prantekan untuk diafragma fc 30 Mpa termasuk Pekerjaan pasca-tarik (posttension)	21 days	Mon 11/7/22	Sun 11/27/22
12		Penyediaan panel Full Depth slab	70 days	Mon 6/27/22	Sun 9/4/22

3.6. Hubungan Logis Kegiatan

Penentuan constraint pada masing- masing kegiatan dilakukan dengan mengkaji time schedule proyek, yang kemudian diperkuat dengan wawancara kepada pihak proyek. Dari hasil pengkajian dan wawancara, sebagian besar kegiatan dimulai sebelum kegiatan pendahulu selesai 100% dari bobot keseluruhan, sehingga constraint yang muncul dalam keadaan seperti ini adalah finish to start dengan lead time (-). Setelah mengetahui constraint pada masing-masing kegiatan, kemudian dilakukan perhitungan untuk menentukan besar nilai lead (-) atau lag (+) time pada masing-masing kegiatan proyek.

Tabel 2. Daftar dan Durasi Kegiatan

	Task Mode	Task Name	Duration	Start	Finish
13	✈	Pemasangan panel full Depth slab	21 days	Mon 11/7/22	Sun 11/27/22
14	✈	Baja Tulangan sirip BjTS 420B	119 days	Mon 7/11/22	Sun 11/6/22
15	✈	Penyediaan Tiang pancang Beton Pratekan Pracetak diameter 600 mm	21 days	Mon 5/16/22	Sun 6/5/22
16	✈	Pemancangan tiang pancang Beton Pratekan Pracetak diameter 600 mm	21 days	Mon 7/4/22	Sun 7/24/22
17	✈	Pengujian pembebanan dinamis jenis PDLT (pile Dynamic Load Testing) pada	14 days	Mon 7/4/22	Sun 7/24/22
18	✈	Pasang Batu	39 days	Mon 10/10/22	Thu 12/29/22
19	✈	Sambungan Siar Muai Tipe Asphaltic Pulg. Fixed	4 days	Mon 12/26/22	Thu 12/29/22
20	✈	Landasan Elestomerik Karet Alam berlapis Baja Ukuran 500 mm x450 mm x 41 mm	21 days	Mon 11/7/22	Sun 11/27/22
21	✈	Sandaran (Railing)	7 days	Mon 12/19/22	Sun 12/25/22
22	✈	Sandaran (Railing)	7 days	Mon 12/19/22	Sun 12/25/22

Sebagai contoh, penentuan besar nilai lead (-) dan lag (+) time dapat dinilai pada pekerjaan pekerjaan beton struktur, $f_c25\text{Mpa}$ dan pekerjaan beton, $f_c15\text{ Mpa}$.

1. Pekerjaan Pemasangan Unit Pracetak Gelagar Tipe I Betang 30,80meter (Keg. 10)

ES Keg. 10 = 7 November 2022

Kegiatan sebelum = Pemasangan Unit Pracetak Gelagar Tipe I Bentang 14,60 meter (Keg. 9)

EF Keg. 9 = 27 November 2022

-Lead time = (EF Keg. 9 – ES Keg. 10)+1–waktu jeda selama 14 hari
= 27 November 2022 – 7 November 2022+ 1
= 7 Lead time (-)

Karena dimulai sebelum keg. 9 dinyatakan selesai. Constraoan kegiatan 9 dan 10 adalah finish to start dengan lead 7 hari / FS (9 – 10) = -7

Keterangan :

EF = Earliest Finish

ES = Earliest Start

3.7. Penentuan Kegiatan dan Jalur kritis

Penentuan jalur kritis dapat diperoleh dengan mengetahui jalur yang dipenuhi oleh beberapa kegiatan kritis. Dalam hal ini penulis menggunakan data yang telah didapatkan dari proyek dan memasukkan data tersebut dalam aplikasi *Microsoft Project* untuk mencari parameter yang diperlukan dalam pengolahan data lintasan kritis yaitu early start, early finish, late start dan later finish, dll. Data yang ada diolah menjadi sebuah daftar pekerjaan yang lengkap dan mudah untuk dimengerti.

Tabel 3. Hubungan Logis Kegiatan

NO	Nama Kegiatan	Constraint
1	Pekerjaan Struktur	
2	Beton struktur, fc30 Mpa	
3	Beton struktur, fc25Mpa	FS (2-3) = -14
4	Beton, fc15 Mpa	FS (3-4) = +28
5	Beton, fc10 Mpa	SF (2-5) = +7
6	Beton, fc10 Mpa	SF (3-6) = +7
7	Penyediaan Unit Pracetak Gelagar Tipe I Bentang 14,6 meter	5FF (5-7) = -7
8	Penyediaan Unit Pracetak Gelagar Tipe I Bentang 30,80 meter	SS (7-8) = 0
9	Pemasangan Unit Pracetak Gelagar Tipe I Bentang 14,60 meter	FF (6-9) = 0
10	Pemasangan Unit Pracetak Gelagar Tipe I Bentang 30,80meter	FS (9-10) = +7
11	Beton Prantekan untuk diafragma fc 30 Mpa termasuk Pekerjaan pasca-tarik (posttension)	FF (10-11) = +7
12	Penyediaan panel Full Depth slab	SS (8-12) = 0
13	Pemasangan panel full Depth slab	SS (11-13) = 0
14	Baja Tulangan sirip BJTS 420B	SS (12-14) = +14
15	Penyediaan Tiang pancang Beton Pratekan Pracetak diameter 600 mm	SF (14-15) = -35
16	Pemancangan tiang pancang Beton Pratekan Pracetak diameter 600 mm	SS (14-16) = -7
17	Pengujian pembebanan dinamis jenis PDLT (pile Dynamic Load Testing) pada Tiangukuran / diameter	SS (16-17) = 0
18	Pasang Batu	FS (14-20) = -28
19	Sambungan Siar Muai Tipe Asphaltic Pulg. Fixed	FF (18-19) = 0
20	Landasan Elastomerik Karet Alam berlapis Baja Ukuran 500 mm x450 mm x 41 mm	SS (18-20) = +28
21	Sandaran (Railing)	SF (19-21) = 0
22	Sandaran (Railing)	SS (21-22) = 0
23	Papan Nama Jembatan	SS (22-23) = +7
24	Pembongkaran Beton	FF (23-24) = 0
25	Deck drain	FF (20-25) = 0
26	Pipa Drainase PVC diameter 150 mm	SF (25-26) = +7

3.8. Cadangan waktu

a. Perhitungan Waktu Tersedia (WT)

Waktu tersedia (WT) pada jadwal Proyek Pembangunan Jembatan Sosongian Minahasa Selatan adalah:

$$\begin{aligned} WT &= (LF-ES) + 1 \text{ (tanggal LF dan tanggal ES)} \\ &= (29 \text{ Desember } 2022 - 16 \text{ Mei } 2022) + 1 \\ &= 228 \text{ hari termasuk hari libur} \end{aligned}$$

Karena jumlah hari libur pada Proyek Pembangunan Jembatan Sosongian Minahasa Selatan adalah:

Total hari libur = 39 hari

Total % Libur = $(39/228) \times 100 \% = 17,1 \%$

Keterangan:

WT = Waktu Tersedia

LF = Late Finish

ES = Earliest Start

b. Perhitungan WKJ Rencana (Waktu kumulatif Jalur)

WKJ rencana proyek diperoleh berdasarkan jalur kritis pada jaringan kerja PDM. Sebagai contoh WKJ rencana untuk Pekerjaan Pemasangan Unit Pracetak Gelagar Tipe I Betang 30,80 m dapat diperoleh dengan perhitungan sebagai berikut:

1) Pekerjaan Pemasangan Unit Pracetak Gelagar Tipe I Betang 30,80meter (kegiatan 10)

WKJ = ES (keg 10) + D (keg 10) = 175 + 14 = 189 Hari

c. Perhitungan Cadangan Waktu Keseluruhan

- Situasi Awal : CW = 0 hari
- Proyek akhir = WKJ + (Waktu Terlambat) = 189 + 0 = 189 hari

Keterangan :

- CW = Cadangan Waktu
- WKJ = Waktu Kumulatif Jalur
- WT = Waktu Tersedia

- Hasil Perhitungan

Cadangan Waktu bernilai positif Waktu tersedia > waktu yang diperuntukan untuk penyelesaian proyek.W proyek pada suatu situasi awal meliputi cadangan waktu node cadangan waktu jalur.

Tabel 4. Jalur Kritis Jadwal Proyek

Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessor	Late Start	Late Finish	Free Slack	Total Slack	Ad
1 PEKERJAAN STRUKTUR	228 days	Mon 5/16/22	Thu 12/29/22		Mon 5/16/22	Thu 12/29/22	0 days	0 days	
2 Beton struktur, fc30 Mpa	84 days	Mon 8/1/22	Sun 12/4/22		Mon 8/1/22	Sun 12/4/22	0 days	0 days	
3 Beton, struktur fc25Mpa	7 days	Mon 11/21/22	Sun 11/27/22	2F5-14 days	Mon 11/21/22	Mon 11/28/22	0 days	0 days	
4 Beton, fc15 Mpa	4 days	Mon 12/26/22	Thu 12/29/22	3F5+28 days	Mon 12/26/22	Thu 12/29/22	0 days	0 days	
5 Beton, fc10 Mpa	21 days	Mon 7/11/22	Sun 8/7/22	2F+7 days	Fri 12/2/22	Thu 12/29/22	0 days	144 days	
6 Beton, fc10 Mpa	7 days	Mon 11/21/22	Sun 11/27/22	3F+7 days	Fri 12/23/22	Thu 12/29/22	0 days	32 days	
7 Penyediaan Unit Pracetak Gelagar Tipe I Bentang 14,6 meter	35 days	Mon 6/27/22	Sun 7/31/22	5F7-7 days	Fri 11/25/22	Thu 12/29/22	0 days	151 days	
8 Penyediaan Unit Pracetak Gelagar Tipe I Bentang 30,80 meter	35 days	Mon 6/27/22	Sun 7/31/22	7S5	Fri 11/25/22	Thu 12/29/22	0 days	151 days	
9 Pemasangan Unit Pracetak Gelagar Tipe I Bentang 14,60 meter	14 days	Mon 11/14/22	Sun 11/27/22	6F6	Fri 12/16/22	Thu 12/29/22	0 days	32 days	
10 Pemasangan Unit Pracetak Gelagar Tipe I Bentang 30,80meter	14 days	Mon 11/7/22	Sun 11/20/22	9F+7 days	Fri 12/9/22	Fri 12/23/22	0 days	32 days	
11 Beton Prantekan untuk diafragma fc: 30 Mpa termasuk Pekerjaan pasca-tarik (posttension)	21 days	Mon 11/7/22	Sun 11/27/22	10F+7 days	Fri 12/9/22	Thu 12/29/22	0 days	32 days	
12 Penyediaan panel Full Depth slab	70 days	Mon 6/27/22	Sun 9/4/22	8S5	Fri 10/21/22	Thu 12/29/22	0 days	116 days	

Tabel 5. Jalur Kritis Jadwal Proyek

Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessor	Late Start	Late Finish	Free Slack	Total Slack	Ad
13 Pemasangan panel full Depth slab	21 days	Mon 11/7/22	Sun 11/27/22	11S5	Fri 12/9/22	Thu 12/29/22	32 days	32 days	
14 Baja Tulangan sirip BJTS 420B	119 days	Mon 7/11/22	Sun 11/6/22	12S5+14 days	Mon 7/11/22	Sun 11/6/22	0 days	0 days	
15 Penyediaan Tiang pancang Beton Pratekan Pracetak diameter 600 mm	21 days	Mon 5/16/22	Sun 6/5/22	14S5-35 days	Fri 12/9/22	Thu 12/29/22	207 days	207 days	
16 Pemancangan tiang pancang Beton Pratekan Pracetak diameter 600 mm	21 days	Mon 7/4/22	Sun 7/24/22	14S5-7 days	Fri 12/9/22	Thu 12/29/22	0 days	158 days	
17 Pengujian pembebanan dinamis jenis PDLT (pile Dynamic Load Testing) pada	14 days	Mon 7/4/22	Sun 7/24/22	16S5	Fri 12/9/22	Thu 12/29/22	158 days	158 days	
18 Pasang Batu	39 days	Mon 10/10/22	Thu 12/29/22	14F5-28 days	Mon 10/10/22	Thu 12/29/22	0 days	0 days	
19 Sambungan Siar Musai Tipe Asphaltic Pulg. Fixed	4 days	Mon 12/26/22	Thu 12/29/22	18F6	Mon 12/26/22	Thu 12/29/22	0 days	0 days	
20 Landasan Elastomerik Karet Alam berlapis Baja Ukuran 500 mm x450 mm x 41 mm	21 days	Mon 11/7/22	Sun 11/27/22	18S5+28 days	Fri 12/9/22	Thu 12/29/22	0 days	32 days	
21 Sandaran (Railing)	7 days	Mon 12/19/22	Sun 12/25/22	19S6	Fri 12/23/22	Thu 12/29/22	0 days	4 days	
22 Sandaran (Railing)	7 days	Mon 12/19/22	Sun 12/25/22	21S5	Fri 12/23/22	Thu 12/29/22	0 days	4 days	

Tabel 6. Jalur Kritis Jadwal Proyek

	Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessor	Late Start	Late Finish	Free Slack	Total Slack
23	Papan Nama Jembatan	4 days	Mon 12/26/22	Thu 12/29/22	22SS+7 days	Mon 12/26/22	Thu 12/29/22	0 days	0 days
24	Pembongkaran Beton	24 days	Tue 6/7/22	Thu 12/29/22	23FF	Tue 6/7/22	Thu 12/29/22	0 days	0 days
25	Deck drain	7 days	Mon 11/21/22	Sun 11/27/22	20FF	Fri 12/23/22	Thu 12/29/22	0 days	32 days
26	Pipa Drainase PVC diameter 150 mm	7 days	Mon 11/21/22	Sun 11/27/22	25SF+7 days	Fri 12/23/22	Thu 12/29/22	32 days	32 days

Keterangan : Highlight (■) : Critical Path



Gambar 4. Diagram Network Proyek

Tabel 7. Jalur Kritis Jadwal Proyek

No.keg	Nama Kegiatan	WKJ RENCANA			WKJ AKTUAL			Jeda Waktu
		D	ES	EF	D	ES	EF	
1	PEMBANGUNAN JEMBATAN SOSONGIAN	228						
2	Beton struktur, fc30 Mpa	84	77	161	84	77	161	42
3	Beton, struktur fc25Mpa	7	189	196	7	189	196	0
4	Beton, fc15 Mpa	4	224	228	4	224	228	0
5	Beton, fc10 Mpa	21	56	77	21	200	221	7
6	Beton, fc10 Mpa	7	189	196	7	221	228	0
7	Penyediaan Unit Pracetak Gelagar Tipe I Bentang 14,6 meter	35	42	77	35	193	228	0
8	Penyediaan Unit Pracetak Gelagar Tipe I Bentang 30,80 meter	35	42	77	35	193	228	0
9	Pemasangan Unit Pracetak Gelagar Tipe I Bentang 14,60 meter	14	182	196	14	214	228	0
10	Pemasangan Unit Pracetak Gelagar Tipe I Betang 30,80meter	14	175	189	15	207	222	0
11	Beton Prantekan untuk diafragma fc 30 Mpa termasuk Pekerjaan pasca-tarik (posttension)	21	175	196	21	207	228	0
12	Penyediaan panel Full Depth slab	70	42	112	70	158	228	0
13	Pemasangan panel full Depth slab	21	175	196	21	207	228	0
14	Baja Tulangan sirip BjTS 420B	119	56	175	119	56	175	0
15	Penyediaan Tiang pancang Beton Pratekan Pracetak diameter 600 mm	21	0	21	21	207	228	0
16	Pemancangan tiang pancang Beton Pratekan Pracetak diameter 600 mm	21	49	70	21	207	228	0
17	Pengujian pembebanan dinamis jenis PDLT (pile Dynamic Load Testing) pada Tiangukuran / diameter	14	49	63	14	207	221	7
18	Pasang Batu	39	147	186	39	147	186	42
19	Sambungan Siar Muai Tipe Asphaltic Pulg. Fixed	4	224	228	4	224	228	0
20	Landasan Elestomerik Karet Alam berlapis Baja Ukuran 500 mm x450 mm x 41 mm	21	175	196	21	207	228	0
21	Sandaran (Railing)	7	217	224	7	221	228	0
22	Sandaran (Railing)	7	217	224	7	221	228	0
23	Papan Nama Jembatan	4	224	228	4	224	228	0
24	Pembongkaran Beton	24	22	46	24	22	46	182
25	Deck drain	7	189	196	7	221	228	0
26	Pipa Drainase PVC diameter 150 mm	7	189	196	7	221	228	0

d. Analisis Rate Of Erosion (Kecepatan Erosi CW)

Analysis rate of erosion dilakukan untuk membandingkan laju penyelesaian pekerjaan dengan laju erosi cadangan waktu atau untuk mengetahui sisa cadangan waktu yang dipakai sampai pada node atau kegiatan tertentu. Jika sampai prosentase erosi cadangan waktu yang diperoleh di atas 100%, maka pada node tersebutlah analisa keterlambatan total proyek bisa terbaca bahwa proyek tidak akan selesai sampai pada waktu kontrak yang ditentukan. Sebagai contoh, analysis rate of erosion pada Pekerjaan Beton Struktur, fc 30Mpa, dan Pekerjaan Beton Struktur, fc 25Mpa, dapat dilihat dengan rincian analisis sebagai berikut:

- Laju Penyelesaian Pekerjaan

Pekerjaan Beton Struktur, f_c 30 MPa

WKJ = 189

Penyelesaian (%) = $DURASI / CW \times 100 = 84/189 \times 100 = 44,44 \%$

Pekerjaan Beton Struktur, f_c 25 MPa

WKJ = 189

Penyelesaian (%) = $DURASI / CW \times 100 = 7/189 \times 100 = 3,70 \%$

Keterangan :

WKJ = Waktu Kumulatif Jalur

- Laju Erosi CW

Dikarenakan durasi penyelesaian proyek yang berdasarkan rencana (189 hari) maka perhitungan laju erosi CW tidak dilakukan karena durasi cadangan waktu yang ada tidak digunakan saat perencanaan

4. Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil analisis dan sistem audit yang dilaksanakan, maka kesimpulannya adalah nilai Cadangan Waktu (CW) Proyek Pembangunan Jembatan Sosongian Minahasa Selatan yang tersedia adalah positif (+) 39 hari. Artinya, jika jadwal tidak berjalan sesuai rencana, maka ada toleransi 39 hari yang dapat dialokasikan untuk pengendalian jadwal proyek.

Referensi

- Husen, A. 2011. Manajemen Proyek, Edisi Revisi. Yogyakarta : Andi Offset.
- Luthan, P. L. A., Syafriandi. 2017. Manajemen Konstruksi dengan Aplikasi Microsoft Project
- Rani, H. A. 2016. Manajemen Proyek Konstruksi. Yogyakarta: Deepublish.
- Widiasanti, I., Lenggogeni. 2014. Manajemen Konstruksi. Bandung: Rosda.
- Soeharto, I. 1999. Manajemen Proyek: Dari Konseptual Sampai Operasional Jilid 1. Jakarta: Erlangga.
- Soeharto, I. 2001. Manajemen Proyek: Dari Konseptual Sampai Operasional Jilid 2. Jakarta: Erlangga.
- Faldo, F. Analisa dan Cara Membuat Kurva S Pada Proyek Pembangunan dan Pengembangan Dermaga Curah Kabil. <http://repository.uib.ac.id/2497/5/k-1511026-chapter2.pdf>, 8 Desember 2021.
- Maghfiroh, G. S., Suryanto, M. ANALISA KONSEP CADANGAN WAKTU PADA PENJADWALAN PROYEK (STUDI KASUS: PROYEK HOTEL & APARTMENT CITY SQUARE MARGOREJO, SURABAYA). <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/rekayasa-teknik-sipil/article/view/22803>, 8 Desember 2021.
- Menghitung Waktu Kerja Tersedia. <https://text-id.123dok.com/document/dzx3dv34z-menghitung-waktu-kerja-tersedia.html>, 29 mei 2022.
- 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. <https://jurnalmahasiswa.unesa.ac.id/index.php/23/article/view/25048/22950>, 8 Desember 2021.