

Analisa Penjadwalan Proyek Menggunakan Metode PDM Dengan Menggunakan Konsep Cadangan Waktu Pada Proyek Peningkatan Ruas Jalan Tondano-Kembes-Manado Seksi 2

Virginia M. Sorongan^{#1}, Ariestides K. T. Dundu^{#2}, Jermias Tjakra^{#3}
^{#Program Studi Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi}

Jl. Kampus UNSRAT Kelurahan Bahu, Manado, Indonesia, 95115

¹virginiamagdarena07@gmail.com; ²torry@unsrat.ac.id; ³jermias6201@gmail.com

Abstrak

Pelaksanaan proyek konstruksi memiliki rangkaian kegiatan atau pekerjaan yang rumit dan saling bergantung satu sama lain. Pelaksanaan proyek konstruksi dimulai dari perencanaan, sampai pada pelaksanaan bagaimana penjadwalan, mengendalikan dan mengontrol proyek dengan baik. Penjadwalan proyek menggunakan metode *Precedence Diagram Method (PDM)* memberikan gambaran *network* yang lebih sederhana dari *CPM* dan dapat mengerjakan sebuah pekerjaan tanpa menunggu kegiatan pendahulunya selesai 100%. Seiring dengan berjalannya waktu pembuatan penjadwalan mulai menggunakan perangkat lunak (*Software*) mulai dari *Microsoft excel*, *Microsoft project* dan lain sebagainya. Pada penelitian tugas akhir ini menggunakan perangkat lunak (*software*) *Microsoft Project* dalam penjadwalan *PDM*. Konsep cadangan waktu merupakan konsep yang mengatur kurun waktu proyek yang belum diperuntukkan (*uncommitted*) bagi kegiatan tertentu, sehingga dapat dipakai untuk memecahkan masalah proyek dalam aspek jadwal. Konsep cadangan waktu juga disajikan dan dianalisis dengan menggunakan jaringan kerja *PDM*. Pada proyek Peningkatan Ruas Jalan Tondano – Kembes – Manado seksi 2 ini tidak mengalami keterlambatan dalam jadwal pelaksanaannya. Jadwal proyek memiliki rangkaian kegiatan yang tumpang tindih, sehingga penyusunan jadwal menggunakan diagram preseden pada *Microsoft project* akan lebih sederhana dan mudah dipahami. Analisa konsep cadangan waktu dilakukan pada situasi awal proyek, dapat berguna sebagai acuan dalam pengendalian jadwal proyek. Hasil penelitian menunjukkan nilai cadangan waktu pada situasi awal proyek adalah positif (+) 11 hari, dan nilai cadangan waktu pada minggu terakhir pelaksanaan pekerjaan masih bernilai positif (+) 11 hari karena tidak terjadi keterlambatan dalam proyek Peningkatan Ruas Jalan Tondano – Kembes – Manado seksi 2 ini.

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

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan dunia Manajemen Konstruksi di Indonesia bertumbuh lumayan pesat dari waktu ke waktu, proyek konstruksi semakin berkembang baik dari segi fisik maupun biaya. Pelaksanaan proyek konstruksi memiliki rangkaian kegiatan atau pekerjaan yang rumit dan saling ketergantungan satu sama lain. Maka dari itu proyek konstruksi selalu memerlukan sumber daya manusia, material atau bahan bangunan, peralatan, metode pelaksanaan, biaya, informasi serta waktu yang dapat diaplikasikan dari awal pekerjaan hingga akhir.

Precedence Diagram Method (PDM) pada dasarnya memfokuskan pada persoalan pembiayaan dan waktu penyelesaian proyek. *PDM* juga menekankan pada hubungan antara 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 terlambatnya waktu pelaksanaan pekerjaan. Aplikasi yang dimaksud ialah *Microsoft Project*.

Microsoft Project adalah perangkat lunak manajemen proyek yang dirancang untuk 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.

Dalam hal pengendalian jadwal, Dennis H. Busch, (1991) menyajikan secara sistematis konsep *Time Reserve Management* (manajemen cadangan waktu) untuk merencanakan dan mengendalikan jadwal proyek pada buku yang berjudul *The New Critical Path Method*. Iman Suharto, (1991) menjelaskan konsep tersebut dalam bahasa Indonesia pada buku berjudul *Manajemen Proyek*. Mengacu kepada buku *Manajemen Proyek* konsep *Time Reserve Management* dialihbahasakan menjadi Konsep Cadangan Waktu. Definisi cadangan waktu adalah kurun waktu adalah

kurun waktu provek yang belum diperuntukkan (*uncommitted*) bagi kegiatan tertentu, sehingga dapat dipakai untuk memecahkan masalah 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.

B. Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang dibicarakan di atas maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah apakah proyek pembangunan Peningkatan Ruas Jalan Tondano – Kembes – Manado Seksi 2 ini layak dilaksanakan Dengan menggunakan parameter sebagai berikut :

- Bagaimana hasil perhitungan dengan metode PDM menggunakan *Microsoft project*.
- Bagaimana hasil Analisa penjadwalan dengan konsep cadangan waktu menggunakan PDM.

C. Batasan Penelitian

Pembatasan masalah dalam penelitian ini adalah:

- Analisis PDM suatu jadwal dari proyek peningkatan Ruas Jalan Tondano – Kembes – Manado Seksi 2 dengan menggunakan program *Microsoft Project*.
- Tidak dilakukan Perhitungan perencanaan bangunan pada konstruksi pekerjaan.
- Objek penelitian hanya pada analisis penjadwalan.

- Tidak dilakukan perhitungan produktivitas tenaga kerja dan biaya pekerjaan.
- Penelitian ini dilakukan hanya pada proyek peningkatan Ruas Jalan Tondano – Kembes – Manado Seksi 2.

D. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

- Untuk mengetahui hasil perhitungan panjadwalan waktu dengan metode PDM berbasis *Microsoft Project*
- Untuk mengetahui nilai cadangan waktu dari proyek peningkatan Ruas Jalan Tondano – Kembes – Manado Seksi 2.

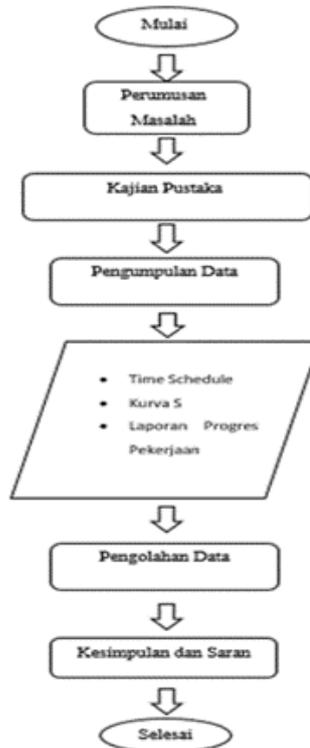
E. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh adalah :

- Dapat meningkatkan dan mengembangkan ilmu pengetahuan di bidang manajemen konstruksi serta penerapannya di lapangan.
- Untuk menambah ilmu pengetahuan, wawasan, dan pembandingan kelak jika akan melakukan suatu pekerjaan yang sama atau sejenis.
- Bagi peneliti penelitian ini diharapkan dapat dijadikan bahan referensi untuk penelitian selanjutnya.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan proses yang akan dilakukan dalam penelitian ini digambarkan dalam bagan alir pada Gambar 1 dihalaman selanjutnya.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Proyek

Adapun data proyek pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

Nama Proyek	: Peningkatan Ruas Jalan Tondano – Kembes – Manado Seksi 2
Lokasi Proyek	: Jalan Raya Kamangta, Tombulu, Kabupaten Minahasa, Sulawesi Utara
Waktu Pelaksanaan	: 64 HK (Hari Kerja)
Tahun Anggaran	: 2021
Pelaksana	: CV. Multi Matra

B. 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.

1. Hubungan Ketergantungan Antar Kegiatan

Hubungan antar pekerjaan dalam proyek ini tidak semua sama ada pekerjaan yang mulai atau selesai bersamaan, Ada pula pekerjaan yang dimulai setelah hari pekerjaan lainnya selesai, sehingga hubungan ketergantungan antar pekerjaan pada proyek ini adalah hubungan predecessor, yaitu hubungan terhadap aktivitas sebelumnya. Hubungan ketergantungan (*Predecessor*) dapat kita lihat pada Gambar 2.

2. 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.

3. Memanfaatkan Total Float

Total float pada kegiatan non-kritis bisa dimanfaatkan dengan menambahkan total float dengan durasi pada setiap kegiatan pekerjaan untuk melihat apakah akan terjadi perubahan pada kegiatan non-kritis tersebut., dan mendapat 3 kondisi dari pemanfaatan total *float* yang dibuat.

C. Cadangan waktu

1. Perhitungan WT (Waktu Tersedia)

Waktu tersedia (WT) pada jadwal proyek Peningkatan Ruas Jalan Tondano-Kembes-Manado seksi 2 adalah :

$$\begin{aligned} WT &= (LF - ES) + 1 \\ &= (31 \text{ Desember } 2021 - 18 \text{ Oktober } 2021) + 1 \\ &= 75 \text{ hari termasuk hari libur} \end{aligned}$$

2. Perhitungan WKJ (Waktu kumulatif Jalur Rencana)

WKJ rancana proyek diperoleh berdasarkan jalur kritis pada jaringan kerja PDM, dan pada perhitungan WKJ rencana ini dipakai jalur kritis jaringan kerja PDM pada Kondisi 1. Sebagai contoh dipakai perhitungan WKJ pada pekerjaan Mobilisasi dengan perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} WKJ &= ES(\text{keg } 14) + D(\text{keg } 14) \\ &= 59 + 5 \\ &= 64 \text{ hari} \end{aligned}$$

3. 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 Galian Biasa (keg 5) dapat diperoleh dengan perhitungan sebagai berikut:

1. Cadangan waktu node mulai
Pekerjaan Galian Biasa (keg 5)
 $CW-m = LS - ES$
 $= 18 - 6 = 12$
2. Cadangan Waktu node Selesai
Pekerjaan Galian Biasa (keg 5)
 $CW-s = LF - EF$
 $= 30 - 18 = 12$

b. Cadangan Waktu Jalur

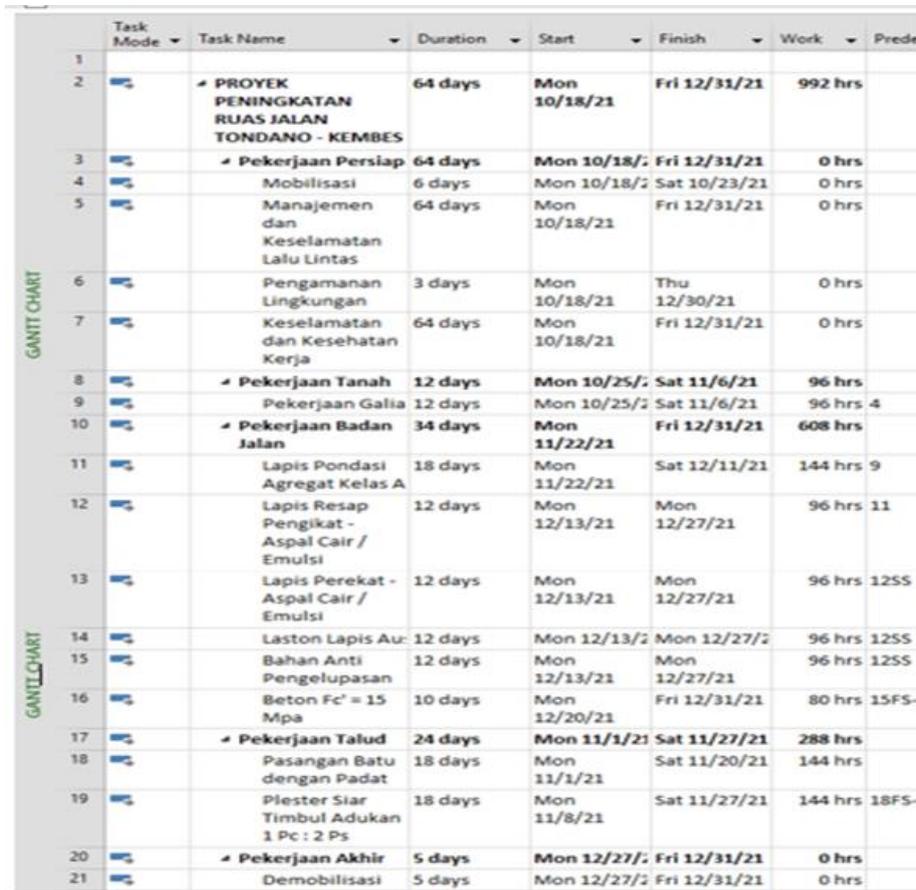
Total waktu penyelesaian dalam jalur kegiatan proyek (WKJ) adalah 64 hari, dengan besar cadangan waktu pada masing-masing node adalah 0 (nol). Sedangkan waktu yang tersedia (WT) adalah 75 hari, maka Cadangan Waktu Jalur adalah:
 $CWJ = WT - WKJ$
 $= 75 - 64$
 $= 11 \text{ hari}$

4. Perhitungan WKJ (Waktu Kumulatif Jalur) Actual

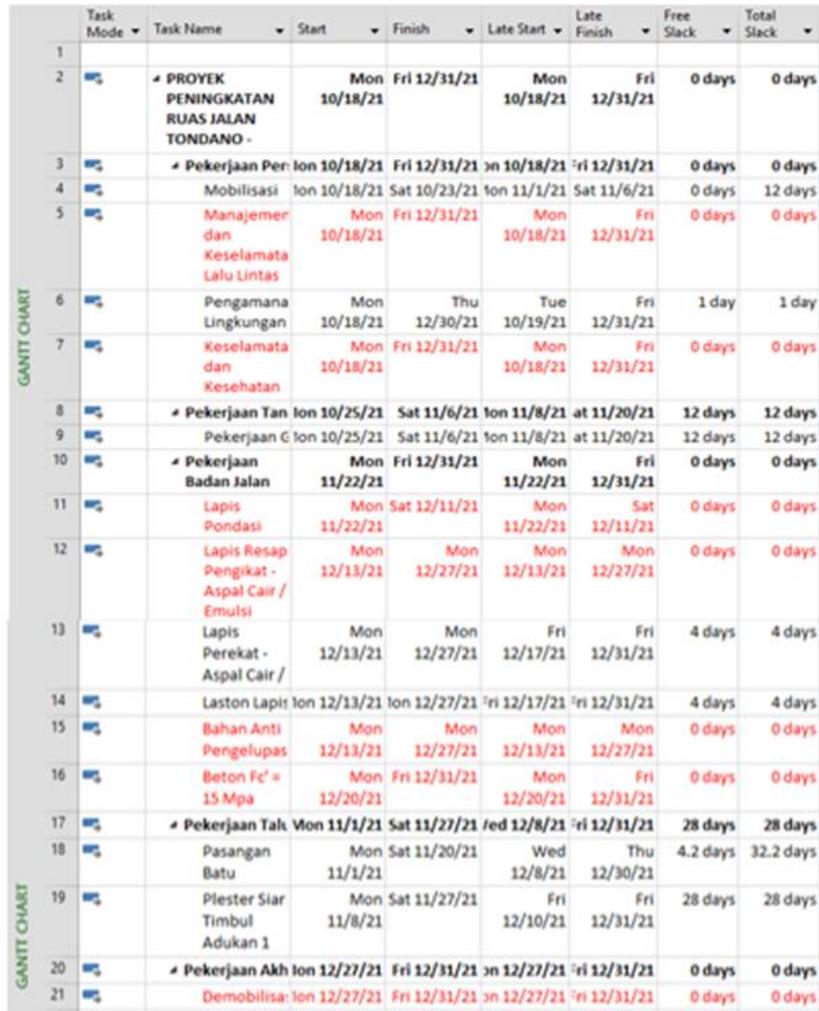
Kegiatan pada jadwal proyek dinyatakan telah dimulai ketika persentase (%) progress pekerjaan mencapai angka diatas 0%, sedangkan dinyatakan telah selesai ketika persentase (%) progress pekerjaan mencapai angka 100%. Waktu mulai pekerjaan adalah ES (*early start*) pada WKJ *actual*, sedangkan waktu selesai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

TABEL 1
Daftar dan Durasi Kegiatan

No.Keg	Nama Kegiatan	Waktu Mulai	Waktu Selesai	Durasi
1	Mobilisasi	10/18/2021	10/23/2021	6
2	Manajemen Lingkungan Hidup	10/18/2021	12/31/2021	64
3	Pengamanan Lingkungan Hidup	10/18/2021	12/30/2021	64
4	Keselamatan dan Kesehatan Kerja	10/18/2021	12/31/2021	64
5	Galian Biasa	10/25/2021	11/6/2021	12
6	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	11/22/2021	12/11/2021	18
7	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair / Emulsi	12/13/2021	12/26/2021	12
8	Lapis Perekat - Aspal Cair / Emulsi	12/13/2021	12/26/2021	12
9	Laston Lapis Aus (AC-WC)	12/13/2021	12/26/2021	12
10	Bahan Anti Pengelupasan	12/13/2021	12/26/2021	12
11	Beton Fc=15 Mpa	12/20/2021	12/31/2021	10
12	Pasangan Batu dengan Padat Karya	11/1/2021	11/21/2021	18
13	Plester Siar Timbul Adukan 1 Pc : 2 Ps	11/8/2021	11/28/2021	18
14	Demobilisasi	12/27/2021	12/31/2021	5



Gambar 2. Hubungan Ketergantungan (*Predecessor*) pada MS Project



Gambar 3. Nilai LS, LF, Free Slack dan Total Slack pada MS Project

TABEL 2
Daftar Kegiatan Kritis dan Non-Kritis Kondisi 1

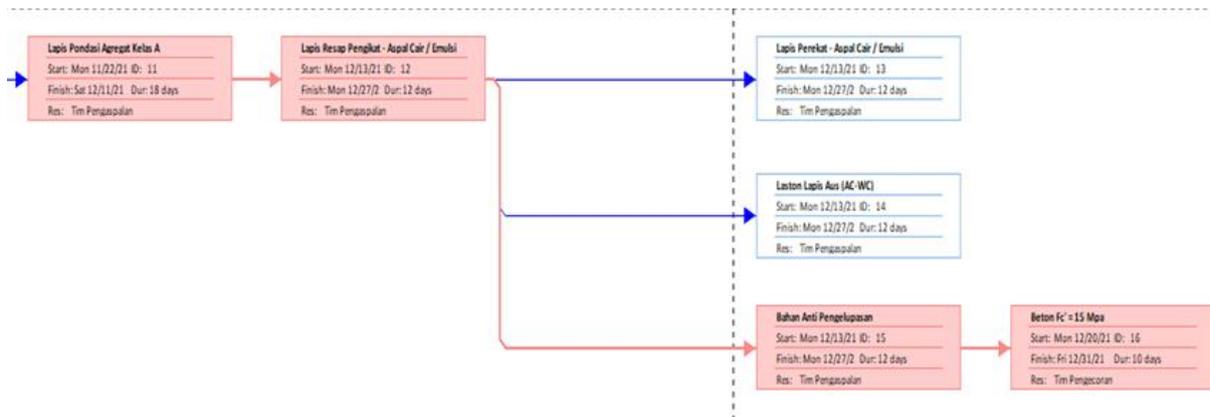
No.Keg	Nama Kegiatan	Durasi	ES	EF	LS	LF	Total Float
Kegiatan dan Jalur Kritis							
1	Mobilisasi	6	0	6	0	6	0
2	Manajemen Lingkungan Hidup	64	0	64	0	64	0
3	Pengamanan Lingkungan Hidup	64	0	64	0	64	0
4	Keselamatan dan Kesehatan Kerja	64	0	64	0	64	0
6	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	18	30	48	30	48	0
7	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair / Emulsi	12	48	60	48	60	0
10	Bahan Anti Pengelupasan	12	48	60	48	60	0
11	Beton Fc' = 15 Mpa	10	54	64	54	64	0
14	Demobilisasi	5	59	64	59	64	0
Kegiatan dan Jalur non-Kritis							
5	Galian Biasa	12	6	18	18	30	12
8	Lapis Perekat - Aspal Cair / Emulsi	12	48	60	52	64	4
9	Laston Lapis Aus (AC - WC)	12	48	60	52	64	4
12	Pasangan Batu dengan Padat Karya	18	12	30	45	63	33
13	Plester Siar Timbul Adukan 1 Pc : 2 Ps	18	18	36	46	64	28

TABEL 3
Daftar Kegiatan Kritis dan Non-Kritis Kondisi 2

No.Keg	Nama Kegiatan	Durasi	ES	EF	LS	LF	TotalFloat
Kegiatan dan Jalur Kritis							
1	Mobilisasi	6	0	6	0	6	0
2	Manajemen Lingkungan Hidup	64	0	64	0	64	0
3	Pengamanan Lingkungan Hidup	64	0	64	0	64	0
4	Keselamatan dan Kesehatan Kerja	64	0	64	0	64	0
5	Galian Biasa	24	6	30	6	30	0
6	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	18	30	48	30	48	0
7	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair / Emulsi	12	48	60	48	60	0
8	Lapis Perekat - Aspal Cair / Emulsi	16	48	64	48	64	0
9	Laston Lapis Aus (AC-WC)	16	48	60	52	64	0
10	Bahan Anti Pengehupasan	12	48	60	48	60	0
11	Beton Fc=15 Mpa	10	54	64	54	64	0
13	Plester Siar Timbul Adukan 1 Pc : 2 Ps	46	18	64	18	64	0
14	Demobilisasi	5	59	64	59	64	0
Kegiatan dan Jalur non-Kritis							
12	Pasangan Batu dengan Padat Karya	51	12	63	12	64	1

TABEL 4
Daftar Kegiatan Kritis Kondisi 3

No.Keg	Nama Kegiatan	Durasi	ES	EF	LS	LF	TotalFloat
Kegiatan dan Jalur Kritis							
1	Mobilisasi	6	0	6	0	6	0
2	Manajemen Lingkungan Hidup	64	0	64	0	64	0
3	Pengamanan Lingkungan Hidup	64	0	64	0	64	0
4	Keselamatan dan Kesehatan Kerja	64	0	64	0	64	0
5	Galian Biasa	24	6	30	6	30	0
6	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	18	30	48	30	48	0
7	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair / Emulsi	12	48	60	48	60	0
8	Lapis Perekat - Aspal Cair / Emulsi	16	48	64	48	64	0
9	Laston Lapis Aus (AC-WC)	16	48	60	52	64	0
10	Bahan Anti Pengehupasan	12	48	60	48	60	0
11	Beton Fc=15 Mpa	10	54	64	54	64	0
12	Pasangan Batu dengan Padat Karya	52	12	64	12	64	0
13	Plester Siar Timbul Adukan 1 Pc : 2 Ps	46	18	64	18	64	0
14	Demobilisasi	5	59	64	59	64	0



Gambar 4. Network Diagram pada MS Project

TABEL 5
CW Jalur Pada Situasi Awal Proyek

Cadangan Waktu pada situasi awal		
WT	WKJ RENCANA	CW-awal
75 hari	64 hari	11 hari

TABEL 6
CW Node Pada Situasi Awal Proyek

No.Keg	Nama Kegiatan	Durasi	ES	EF	LS	LF	CW node	
							CW-m	CW-s
Kegiatan dan Jalur Kritis								
1	Mobilisasi	6	0	6	0	6	0	0
2	Manajemen Lingkungan Hidup	64	0	64	0	64	0	0
3	Pengamanan Lingkungan Hidup	64	0	64	0	64	0	0
4	Keselamatan dan Kesehatan Kerja	64	0	64	0	64	0	0
6	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	18	30	48	30	48	0	0
7	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair / Emulsi	12	48	60	48	60	0	0
10	Bahan Anti Percehupasan	12	48	60	48	60	0	0
11	Beton Fc'=15 Mpa	10	54	64	54	64	0	0
14	Demobilisasi	5	59	64	59	64	0	0
Kegiatan dan Jalur non-Kritis								
5	Galian Biasa	12	6	18	18	30	12	12
8	Lapis Perekat - Aspal Cair / Emulsi	12	48	60	52	64	4	4
9	Laston Lapis Aus (AC-WC)	12	48	60	52	64	4	4
12	Pasangan Batu dengan Padat Karya	18	12	30	45	63	33	33
13	Plester Sier Timbul Adukan 1 Pc : 2 Ps	18	18	36	46	64	28	28

TABEL 7
WKJ Rencana dan WKJ Actual

No.Keg	Nama Kegiatan	WKJ RENCANA			WKJ AKTUAL		
		D	ES	EF	D	ES	EF
1	Mobilisasi	6	0	6	6	0	6
2	Manajemen Lingkungan Hidup	64	0	64	64	0	64
3	Pengamanan Lingkungan Hidup	64	0	64	64	0	64
4	Keselamatan dan Kesehatan Kerja	64	0	64	64	0	64
5	Galian Biasa	12	6	18	12	6	18
6	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	18	30	48	18	30	48
7	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair / Emulsi	12	48	60	12	48	60
8	Lapis Perekat - Aspal Cair / Emulsi	12	48	60	12	48	60
9	Laston Lapis Aus (AC-WC)	12	48	60	12	48	60
10	Bahan Anti Percehupasan	12	48	60	12	48	60
11	Beton Fc'=15 Mpa	10	54	64	10	54	64
12	Pasangan Batu dengan Padat Karya	18	12	30	18	12	30
13	Plester Sier Timbul Adukan 1 Pc : 2 Ps	18	18	36	18	18	36
14	Demobilisasi	5	59	64	5	59	64

6. Perhitungan CW (Cadangan Waktu) pada Minggu Terakhir (Minggu ke-11)

CW node masing-masing pekerjaan pada minggu terakhir (minggu ke-11) dapat diperoleh dengan menghitung deviasi antara waktu actual dan rencana. Sebagai contoh, perhitungan CW node pada pekerjaan Galian Biasa (keg 5) dapat diperoleh sebagai berikut :
Cadangan Waktu Node

Pekerjaan Galian Biasa (Keg 5)

a. CW-m awal = 12 hari

b. CW-m minggu terakhir (minggu ke-11)

ES Rencana = 6

ES Actual = 6

Deviasi = 0

CW-m minggu terakhir (minggu ke-11)

= CW-m awal – Deviasi

= 12 – 0

= 12

c. CW-s awal = 12 hari

d. CW-m minggu terakhir (minggu ke-11)

ES Rencana = 12

ES Actual = 12

Deviasi = 0

CW-m minggu terakhir (minggu ke-11)

= CW-s awal – Deviasi

= 12 – 0

= 12

Cadangan Waktu Jalur

1. CW pada situasi awal proyek

CW = WT – WKJ

= 75 – 64

= 11 hari

2. Deviasi

Deviasi WKJ = WKJ Rencana –

WKJ Actual

= 64 – 64

= 0 (tidak mengalami

Keterlambatan)

3. CW Minggu Terakhir (minggu ke-11)

CW Minggu terakhir (minggu ke-11)

= CW awal – Deviasi WKJ

= 11 – 0

= 11 hari

4. Proyeksi Akhir Proyek

Proyeksi akhir = WKJ+Deviasi WKJ

= 64 + 0

= 64

7. 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 Mobilisasi (kegiatan 1) dengan rincian sebagai berikut:

Laju Penyelesaian Pekerjaan
 Rencana Penyelesaian = 6 hari
 WKJ = 64 hari
 Penyelesaian (%) = $\frac{6}{64} \times 100\%$
 = 9.38%

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

Laju Erosi CW
 Rencana Penyelesaian = 6 hari
 Realisasi Penyelesaian = 6 hari
 Deviasi = 0 hari
 Total CW = 11 hari
 Erosi CW (%) = $\frac{0}{11} \times 100\%$
 = 0%

D. Pembahasan

1. Proyek peningkatan Ruas Jalan Tondano – kembes – Manado seksi 2 memiliki 14 kegiatan pekerjaan, setelah dilakukan penentuan kegiatan kritis dan kegiatan non-kritis, didapat 9 kegiatan yang masuk jalur kritis dan 5 kegiatan masuk pada jalur non-kritis. Pada kegiatan non-kritis terdapat total float yang artinya kegiatan-kegiatan tersebut masih memiliki waktu cadangan jika terjadi keterlambatan atau penundaan dalam pelaksanaannya. Pemanfaatan *Float* yang dilakukan menghasilkan 3 kondisi dengan perbandingan grafik pada Gambar 5.

- Hasil perhitungan menunjukkan besar nilai Waktu tersedia (WT) dalam jadwal proyek adalah 75 hari. Jadwal proyek memberlakukan 6 (enam) hari kerja, maka jumlah akan bertambah dengan itu akan adanya time reserve yang dapat digunakan untuk mengantisipasi keterlambatan jadwal. Nilai WKJ Rencana yang didapat dari susunan jaringan kerja PDM sebesar 64 hari, yang berarti lebih kecil dari nilai WT (75 hari). Sehingga dapat dikatakan jadwal proyek memiliki ketersediaan waktu yang cukup untuk melaksanakan seluruh kegiatan. Deviasi WKJ menunjukkan nilai 0 hari, yang berarti proyek ini tidak mengalami keterlambatan dan berjalan sesuai rencana awal.
- CW (Cadangan Waktu) pada Situasi Awal. Nilai CW node untuk masing-masing kegiatan yang bersifat tidak kritis juga bervariasi dan bernilai positif (+), sehingga proyek memiliki *safety factor* dalam aspek jadwal.
- CW (Cadangan Waktu) pada Minggu terakhir (minggu ke-11). CW node untuk masing-masing kegiatan tidak kritis pada minggu terakhir (minggu ke-11) tidak mengalami perubahan dan tidak menyebabkan nilai CW berubah menjadi 0 (nol) atau *negative* (-) hal ini terjadi karena semua kegiatan pekerjaan mulai tepat waktu dan tidak mengalami keterlambatan atau penundaan. Nilai CW pada jalur pada minggu terakhir (minggu ke-11) masih bernilai positif (+) dan juga tidak mengalami perubahan menjadi 0 (nol) atau *negative* (-). Tidak terjadinya perubahan nilai CW pada CW node dan CW jalur pada minggu terakhir (minggu ke-11) disebabkan karena tidak adanya keterlambatan atau penundaan pada seluruh kegiatan pekerjaan sehingga seluruh pekerjaan berjalan sesuai rencana dari waktu mulai (ES) sampai waktu selesai (EF).
- Rate of Erosion* (Kecepatan Erosi CW). *Rate of Erosion* pada jadwal proyek sebesar 0.00% sedangkan Laju penyelesaian sudah mencapai angka 100%.

TABEL 8
CW Node pada Minggu Terakhir (Minggu ke-11)

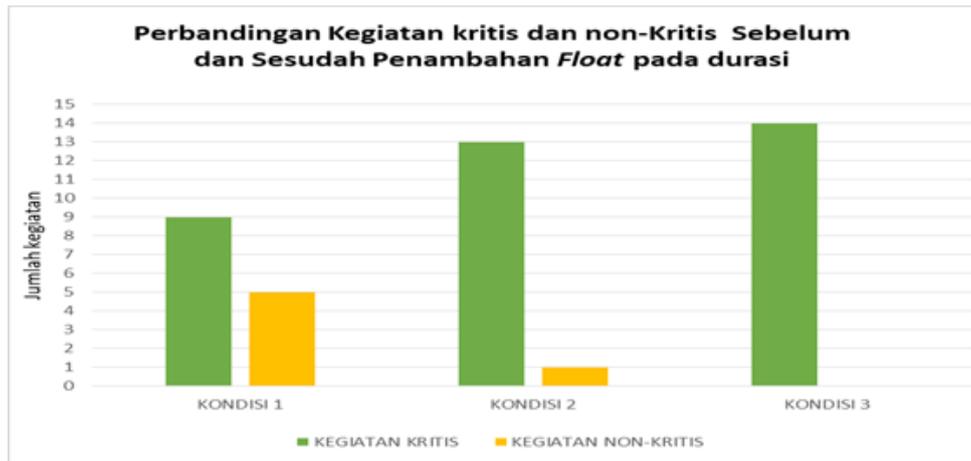
No.Keg	Nama Kegiatan	CW node awal				CW node minggu terakhir (minggu ke-11)					
		Mulai		Selesai		Mulai		Selesai			
		Rencana	CW-m	Rencana	CW-s	Aktual	Deviasi	CW-m	Aktual	Deviasi	CW-s
Kegiatan dan Jalur Tidak Kritis											
5	Galian Bina	6	12	18	12	6	0	12	18	0	12
8	Lapis Perekat - Aspal/Car / Emubi	48	4	60	4	48	0	4	60	0	4
9	Lastm Lapis As/ (AC-WC)	48	4	60	4	48	0	4	60	0	4
12	Pasangn Batu dengan Podat Karya	12	33	30	33	12	0	33	30	0	33
13	Plaster Sier Timbul Adukan 1 Pe : 2 Ps	18	28	36	28	18	0	28	36	0	28

TABEL 9
CW Jalur pada Minggu Terakhir (Minggu ke-11)

Cadangan Waktu pada minggu terakhir		
CW-awal	Deviasi WKJ	CW minggu terakhir
11 hari	0 hari	11 hari

TABEL 10
Analysis Rate of Erosion

No.Keg	Nama Kegiatan	Penyelesaian (%)	Erosi CW (%)
1	Mobilisasi	9.38	0.00
2	Manajemen Lingkungan Hidup	100.00	0.00
3	Pengamanan Lingkungan Hidup	100.00	0.00
4	Keselamatan dan Kesehatan Kerja	100.00	0.00
5	Galian Biasa	28.13	0.00
6	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	75.00	0.00
7	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair / Emulsi	93.75	0.00
8	Lapis Perekat - Aspal Cair / Emulsi	93.75	0.00
9	Laston Lapis Aus (AC-WC)	93.75	0.00
10	Bahan Anti Pengelupasan	93.75	0.00
11	Beton Fc'=15 Mpa	100.00	0.00
12	Pasangan Batu dengan Padat Karya	46.88	0.00
13	Plester Sar Timbul Adukan 1 Pc : 2 Ps	56.25	0.00
14	Demobilisasi	100.00	0.00



Gambar 5. Grafik Perbandingan Kegiatan Kritis dan non-kritis sebelum dan sesudah pemanfaatan Float pada durasi kegiatan

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang dilakukan, maka dapat diambil simpulan penelitian sebagai berikut :

1. Pada analisa Penjadwalan dengan metode PDM didapat pekerjaan yang berada pada lintasan kritis sebanyak 9 pekerjaan, setelah dilakukan *rescheduling* dengan memanfaatkan total float pada durasi kegiatan non-kritis, seluruh item pekerjaan menjadi kegiatan kritis. Dari pemanfaatan total float yang dilakukan didapatlah 3 kondisi dengan jalur kritis dan non-kritis yang berbeda dari ke-3 kondisi tersebut bisa disimpulkan bahwa kondisi jalur kritis dan non-kritis paling baik adalah kondisi

pertama karena pada kondisi pertama kegiatan yang berada pada jalur kritis berjumlah paling sedikit dari kondisi kedua dan ketiga itu artinya akan lebih sedikit pengawasan untuk pekerjaan-pekerjaan tersebut karena tidak boleh mengalami keterlambatan.

2. Nilai Cadangan Waktu (CW) proyek Peningkatan Ruas Jalan Tondano – Kembes – Manado seksi 2 pada situasi awal proyek adalah positif (+) 11 hari. Artinya, jika jadwal tidak berjalan sesuai rencana, maka ada toleransi waktu 11 hari yang dapat dialokasikan untuk pengendalian jadwal proyek. Nilai Cadangan Waktu (CW) Proyek Peningkatan Ruas jalan Tondano – Kembes – Manado seksi 2 pada minggu terakhir atau pada minggu ke-11 pelaksanaan pekerjaan adalah positif (+) 11 hari, itu

artinya nilai CW tidak terpakai karena proyek tidak mengalami keterlambatan dan selesai tepat waktu.

B. Saran

1. Memperpanjang WT dengan melakukan penambahan jam kerja menjadi night shift atau 24 jam kerja, atau melakukan penambahan hari kerja pada hari-hari libur dapat membuat percepatan waktu selesai pada proyek sehingga proyek bisa selesai lebih cepat dari jadwal yang direncanakan.
2. Dalam menggunakan program Microsoft Project untuk pengelolaan proyek tidaklah cukup hanya berbekal pengetahuan untuk mengoperasikannya saja, namun perlu dibekali dengan pemahaman dalam proses pengolahan data manajemen konstruksi. Penggunaan *Microsoft Project* sebaiknya digunakan untuk proyek sehingga manfaatnya lebih terasa.

KUTIPAN

- [1] Luthan, P. L. A. Syafriandi. (2017). Manajemen Konstruksi dengan Aplikasi *Microsoft Project*.
- [2] Anonim. (2004). Undang-undang Nomor 38 Tahun 2004 Tentang System Jalan.
- [3] Soeharto, Imam. (1999). Manajemen Proyek Dari Konseptural Sampai Oprasional. Erlangga, Jakarta.
- [4] Arif Rakhmat Ekanugraha. (2016). Evaluasi Pelaksanaan Proyek Dengan Metode CPM dan PERT (Studi kasus Pembangunan Terminal Binuang Baru Kec. Binuang.
- [5] Koilam, E. F., Dundu, A. K. T., Arsjad, T. Tj., 2020. Perencanaan Waktu Penyelesaian Proyek Pembangunan Hotel Marron Resort Tomohon Dengan *Menggunakan Precedence Diagram Method*. Jurnal Sipil Statik Vol.8 No.5, ISSN: 2337-6732, Fakultas Teknik, Jurusan Sipil, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- [6] M. Zikri Aulia. (2021). Penerapan Metode CPM (*Critical Path Method*) Pada Proyek Kontruksi Pembangunan Bendungan Lau-Simempe Paket II Kab. Deli Serdang.
- [7] Dundu, A. K. T., Tjakra, Jermias., Arsjad T. Tj., (2021). Perencanaan dan Pengendalian Proyek.
- [8] Azmi, Z. (2013). Menggunakan Microsoft Project untuk Keberhasilan Proyek.
- [9] Mulyadi. (2016). Penjadwalan Ulang Proyek Konstruksi dengan *Preseden Diagram Method* (PDM) (Studi Kasus Pembangunan Unit Sarana Belajar TK Pembina Kabupaten Kecamatan Johan Pahlawan Kabupaten Aceh Barat).
- [10] Misbahul Fajar Sidiq. (2018). Analisis Konsep Cadangan Waktu dengan Menggunakan *Precedence Diagram Method* (PDM) pada Penjadwalan Proyek Pembangunan Gedung Gress Mall dan Aston Inn Hotel Gresik Jawa Timur.
- [11] Gumelar, S. Maghfiroh. (2018). Analisa Konsep Cadangan Waktu pada Penjadwalan Proyek (Studi kasus : Proyek Hotel & Apartment City Square Margorejo, Surabaya).
- [12] Haryo, B. B. Aji, Salim Hindarta. (1999). Penggunaan Konsep cadangan Waktu dan *Crash* Program dengan Jaringan Kerja PDM pada Proyek Konstruksi (Studi Kasus pada Proyek Pembangunan Gedung Kantor Pertahanan DATI II Karanganyar).
- [13] Lavenia, Sinaga. (2020). Penjadwalan Proyek dengan Menggunakan *Precedence Diagram Method* (PDM) Pada Proyek Pembangunan Gedung Kantor Bersama PT. Indojoya Agrinusa Medan.
- [14] Santoso, E. Rafie, Wardahani N. (2014). Penerapan Program Microsoft Project 2010 untuk Perencanaan dan Pengendalian pada Pembangunan Gedung Serbaguna Fakultas Kedokteran UNTAN.