

Analisis Penjadwalan Proyek Menggunakan Metode PDM Dengan Konsep Cadangan Waktu Pada Proyek Pembangunan Gedung Dokter Polisi Rumah Sakit Bhayangkara Kota Manado

Theofanny O. Manumpil^{#1}, Jantje B. Mangare^{#2}, Tisano Tj. Arsjad^{#3}

[#]Program Studi Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi

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

¹theofanny1003@gmail.com; ²mangarejantje@gmail.com; ³tisano.arsjad@unsrat.ac.id

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 23 hari CW memiliki nilai positif (+), sehingga proyek memiliki safety factor dalam aspek jadwal, artinya jika jadwal tidak berjalan sesuai rencana, maka ada toleransi 23 hari yang dapat dialokasikan untuk pengendalian jadwal proyek.

Kata kunci – penjadwalan, Precedence Diagram Method (PDM), cadangan waktu (CW)

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang perekonomiannya terus bertumbuh, maka hal ini

mendorong adanya peningkatan dalam bidang proyek konstruksi. Di dalamnya juga termasuk Kota Manado yang masih dalam perkembangan. Dengan demikian banyak sekali aspek yang juga ikut mengalami perkembangan. Terutama jumlah penduduk di Kota Manado yang semakin meningkat tiap waktunya. Meningkatnya jumlah penduduk di kota Manado, memengaruhi akan kebutuhan masyarakat yang ada. Termasuk didalamnya terjadi peningkatan akan sarana infrastruktur yang mengakibatkan Pembangunan proyek konstruksi yang terpengaruhi.

Perencanaan kegiatan proyek konstruksi merupakan hal yang sangat penting karena perencanaan kegiatan merupakan dasar untuk proyek dapat berjalan dengan lancar dan proyek yang dilaksanakan dapat selesai dengan waktu yang optimal. Namun Seringkali tidak dapat dipungkiri bahwa kita sebagai manusia tidak dapat memperkirakan waktu pasti yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu proyek konstruksi, kita memerlukan algoritma perhitungan yang membantu dalam proses pengolahan data yang ada, untuk mencapai hasil yang diharapkan. Oleh karena itu, berdasarkan hal – hal yang telah diuraikan sebelumnya, dibutuhkan analisis penjadwalan proyek dengan suatu metode. Dalam hal ini, metode yang akan digunakan adalah Precedence Diagram Method (PDM) dengan konsep cadangan waktu.

B. Perumusan Masalah

Bagaimana menerapkan metode PDM dengan konsep cadangan waktu dalam penjadwalan proyek yang akan dibuat?

C. Batasan Penelitian

1. Pengambilan data dilakukan pada proyek pembangunan Gedung Dokter Polisi RS. Bhayangkara Manado
2. Analisis mencakup waktu
3. Menggunakan aplikasi Microsoft Project sebagai alat bantu

D. Tujuan Penelitian

Untuk memahami dan menjelaskan bagaimana menerapkan metode PDM dengan konsep cadangan waktu dalam penjadwalan proyek yang akan dibuat.

E. Manfaat Penelitian

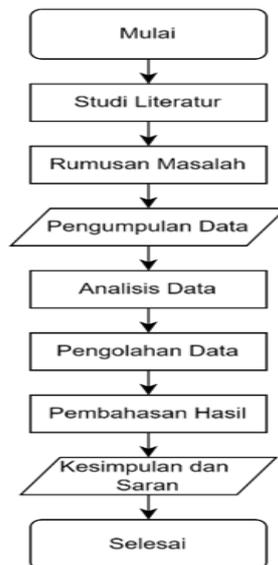
1. Memperoleh pengetahuan dalam ilmu manajemen konstruksi khususnya dalam hal yang berkaitan dengan pelaksanaan proyek.
2. Mengetahui penggolongan pekerjaan sesuai rencana pekerjaan.
3. Mengetahui bagaimana implementasi metode PDM dalam rencana penjadwalan
4. Memberikan pengetahuan lebih luas mengenai konsep cadangan waktu.

Tahapan-tahapan selengkapnya dalam penelitian ini meliputi:

- a. Tahap I
Tahap persiapan yaitu Penuangan ide atau gagasan dengan melakukan studi pustaka, perumusan masalah, penentuan tujuan penelitian, metode yang dipakai dimana hasilnya akan dituangkan ke dalam bentuk latar belakang, rumusan masalah dan batasan masalah.
- b. Tahap II
Pada tahap ini dilakukan pengambilan data dan kompilasi data sebagai data base untuk perhitungan selanjutnya.
- c. Tahap III
Tahapan analisis data diperlukan untuk melakukan pengolahan data menggunakan teknik penjadwalan dengan metode PDM dengan konsep cadangan waktu. Pengolahan data menggunakan metode PDM dengan konsep cadangan waktu
 - a. Pengelompokan data proyek
 - b. Pembuatan *precedence diagram method* (PDM)
 - c. perhitungan cadangan waktu
- d. Tahap IV
Tahapan pengambilan keputusan. Pada tahap ini, data yang telah dianalisis dibuat suatu kesimpulan yang sesuai dengan tujuan penelitian.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Rencana penelitian dapat dilihat tercantum pada gambar 1. Tahapan dalam analisis data merupakan urutan langkah yang dilaksanakan secara sistematis dan logis sesuai dasar teori permasalahan sehingga didapat analisis yang akurat untuk mencapai tujuan yang ada.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Proyek

Untuk menyusun dan menentukan pemerataan sumber daya, hal yang pertama kali perlu dilakukan yaitu mengidentifikasi lingkup kerja proyek, dalam hal ini:

Nama Proyek : Rehab Berat Gedung Dokpol

Lokasi Proyek : Jl. Sam Ratulangi, Karombasan Utara, Kec. Wanea, Kota Manado, Sulawesi Utara 95115
 Pelaksana : CV. NAFA KARYA
 Luas Bangunan : 390 m²
 Waktu Pelaksanaan : 150 HK (Hari Kalender)
 Biaya : Rp 2.602.600.000,00
 Tahun Anggaran : 2021

B. Time Schedule Proyek

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.

C. Laporan Harian Proyek

Laporan harian proyek adalah suatu laporan yang dibuat oleh pelaksana lapangan yang mana dalam pembuatan laporan tersebut hanya dilakukan dalam 1 hari saja. Contoh laporan harian proyek ini sangatlah simpel, karena biasanya hanya membutuhkan 1 lembar kertas saja.

D Laporan Mingguan Proyek

Laporan harian proyek adalah suatu laporan yang dibuat oleh pelaksana lapangan yang mana dalam pembuatan laporan tersebut dilakukan dalam 1 minggu. Dalam membuat laporan mingguan pengerjaannya sangat berbeda dari laporan harian proyek di atas. Sebab isi pada laporan mingguan proyek tentu harus lebih lengkap.

E. Precedence Diagram Method (PDM)

PDM adalah satu satu teknik penjadwalan yang termasuk dalam teknik penjadwalan Networking Planning atau rencana jaringan kerja. Dalam proses pengolahan data, dipakailah aplikasi Microsoft Project untuk meringankan pengerjaan yang dilakukan. Dengan demikian didapatilah hasil berupa *Network Diagram*, dan data perencanaan dengan waktu mulai dan selesai yang ada.

1. 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
Kurva-s Proyek

PROGRES PEKERJAAN (KURVA S)																														
		PEMILIK	: RUMAH SAKIT BHAYANGKARA MANADO																											
		PEKERJAAN	: PEMBANGUNAN GEDUNG DOKPOL																											
		LOKASI	: MANADO																											
		TAHUN	: 2021																											
No	Uraian	BOBOT	BULAN 1				BULAN 2				BULAN 3				BULAN 4				BULAN 5				BULAN 6							
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	PEKERJAAN PERSIAPAN	0.02	█																											
2	PEKERJAAN PONDASI	4.38	█	█																										
3	PEKERJAAN BETON BERTULANG	52.00	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
4	PEKERJAAN PASANGAN	20.79																												
5	PEKERJAAN LANTAI	5.01																												
6	PEKERJAAN PINTU, JENDELA DAN PENGGANTUNG	1.26																												
7	PEKERJAAN ATAP	0.68																												
8	PEKERJAAN PLAFOND	2.22																												
9	PEKERJAAN MEKANIKAL DAN ELEKTRIKAL	1.22																												
10	PEKERJAAN CAT	10.46																												
11	PEKERJAAN LAIN - LAIN	0.99																												
12	PEKERJAAN FINISHING	0.99																												
Jumlah Biaya Pekerjaan		100.00	0.85	2.72	0.58	2.84	3.40	2.92	5.05	5.23	7.60	5.24	5.00	4.89	6.93	6.67	2.13	4.38	3.93	3.00	4.17	4.18	6.96	7.086	2.151	2				
PPN 10%			0.85	3.57	4.14	6.98	10.38	13.29	18.35	23.58	31.17	36.41	41.41	46.30	53.24	59.90	62.03	66.42	70.35	73.35	77.51	81.70	88.66	95.74	98	100				
Total Biaya																														
Dibulatkan																														

TABEL 2
Laporan Harian Senin, 5 Juli 2021

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	
1	LAPORAN HARIAN													
2														
3	PEMILIK	:	RUMAH SAKIT BHAYANGKARA MANADO											
4	PEKERJAAN	:	REHAB GEDUNG DOKPOL											
5	Hari / tanggal	:	Senin, 5 Juli 2021									Minggu Ke	:	1
6	Keadaan Cuaca	:	Jam	08.00	s/d	11.00			Keadaan	:	Cerah			
7		:	Jam	11.00	s/d	14.00			Keadaan	:	Cerah			
8		:	Jam	14.00	s/d	17.00			Keadaan	:	Cerah			
9														
10	TENAGA			BAHAN					PERALATAN					
11	Keahlian	Jumlah Oh	Jenis Merk			Pemasukan	Pemakaian	Jenis	Kapasitas	Jumlah	Jam Kerja			
12														
13	Pelaksana	1	Kayu				6 Ujung							
14	Mandor	1	Benang Nylon				1 Roll							
15	Tukang	1												
16	Pekerja	2												
17	Page 1													
18														
19														
20														
21														
22														
23														
24														
25	Pekerjaan yang dilaksanakan Hari ini :										Keterangan :			
26	Jenis Pekerjaan			Lokasi Pekerjaan			Produksi Hari Ini							
27	Pekerjaan Persiapan													
28	Pembersihan Lokasi			RS. BHAYANGKARA MANADO			1.00 Ls							
29	Pengukuran & Pasang BM/Bouwplank			RS. BHAYANGKARA MANADO			1.00 Ls							
30														
31														
32														
33														
34														
35														
36														
37														

TABEL 3
Laporan Minggu 1

PEMILIK	:	RUMAH SAKIT BHAYANGKARA MANADO											
PEKERJAAN	:	REHAB GEDUNG DOKPOL											
LOKASI	:	MANADO									Minggu :	1	
TAHUN	:	2021									05 Juli 2021	s/d	10 Juli 2021
NO	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	BOBOT (%)	Volume Kumulatif Minggu ini								
					FISIK			BOBOT					
					YANG LALU	SAAT INI	S/D SAAT INI	YANG LALU	SAAT INI	S/D SAAT INI			
I PEKERJAAN PERSIAPAN													
1	Pembersihan Lokasi	1.00	Ls	0.004	-	1.00	1.00	-	0.004	0.004			
2	Pengukuran & Pasang BM/ Bouwplank	1.00	Ls	0.004	-	1.00	1.00	-	0.004	0.004			
3	Papan Nama Proyek	1.00	Ls	0.004	-	1.00	1.00	-	0.004	0.004			
4	Pembongkaran Bangunan Lama	1.00	Ls	0.004	-	1.00	1.00	-	0.004	0.004			
II PEKERJAAN PONDASI													
1 Pondasi Telapak 20 Bh													
1.1	Galian Tanah Pondasi Telapak	24.00	M3	0.105	-	24.00	24.00	-	0.105	0.105			
1.2	Urugan Tanah Kembali	17.28	M3	0.075	-	-	-	-	-	0.000			
1.3	Lantai Kerja Beton 1ps : 3kr : 5ps Tbl=10 cm	0.97	M3	0.004	-	-	-	-	-	0.000			
1.4	Pembesian Ø12	609.32	Kg	2.655	-	-	-	-	-	0.000			
1.5	Beton K-300 Telapak	4.86	M3	0.021	-	-	-	-	-	0.000			
1.6	Bekisting Pondasi Telapak	12.96	M2	0.056	-	-	-	-	-	0.000			
2 Pondasi Batu Belah													
2.1	Galian Tanah Pondasi	165.60	M3	0.722	-	165.60	165.60	-	0.722	0.722			
2.2	Urugan Tanah Kembali	41.40	M3	0.180	-	-	-	-	-	0.000			
2.3	Urugan Pasir Di Bawah Pondasi Tbl=5 cm	8.28	M3	0.036	-	-	-	-	-	0.000			
2.4	Pasang Batu Kosong Tbl=10 cm	16.56	M3	0.072	-	-	-	-	-	0.000			
2.5	Pasang Pondasi Batu Belah 1ps : 4ps	99.36	M3	0.433	-	-	-	-	-	0.000			
3 Pondasi Rolag													
3.1	Pasang Pondasi Rolag	4.21	M2	0.018	-	-	-	-	-	0.000			

TABEL 4
Daftar dan Durasi Kegiatan

	Task Mode	Task Name	Duration	Start	Finish
3	📌	1 Pembangunan Dokpol Rumah Sakit Bhayangkara Manado	149 days	Mon 7/5/21	Fri 12/24/21
4	📌	1.1 PEKERJAAN PERSIAPAN	2 days	Mon 7/5/21	Tue 7/6/21
5	📌	1.1.1 Pembersihan Lokasi	1 day	Mon 7/5/21	Mon 7/5/21
6	📌	1.1.2 Pengukuran & Pasang BM/ Bouwplank	1 day	Mon 7/5/21	Mon 7/5/21
7	📌	1.1.3 Papan Nama Proyek	1 day	Tue 7/6/21	Tue 7/6/21
8	📌	1.1.4 Pembongkaran Bangunan Lama	1 day	Tue 7/6/21	Tue 7/6/21
9	📌	1.2 PEKERJAAN PONDASI	16 days	Wed 7/7/21	Sat 7/24/21
10	📌	1.2.1 Pondasi Telapak 12 Bh	10 days	Wed 7/7/21	Wed 7/21/21
11	📌	1.2.2 Pondasi Batu Belah	10 days	Wed 7/7/21	Fri 7/23/21
12	📌	1.2.3 Pondasi Rolag	1 day	Sat 7/24/21	Sat 7/24/21
13	📌	1.3 PEKERJAAN BETON BERTULANG	97 days	Mon 7/26/21	Mon 11/15/21
14	📌	1.3.1 LANTAI I	51 days	Mon 7/26/21	Wed 9/22/21
15	📌	1.3.1.1 Sloof Beton Uk. 25/40 cm	9 days	Mon 7/26/21	Thu 8/12/21
16	📌	1.3.1.2 Sloof Beton Uk. 20/30 cm	9 days	Thu 7/29/21	Sat 8/14/21
17	📌	1.3.1.3 Kolom Struktur K1.Uk. 30/40 cm	3 days	Mon 8/16/21	Wed 8/18/21
18	📌	1.3.1.4 Kolom Struktur K2.Uk. 30/30 cm	1 day	Mon 8/16/21	Mon 8/16/21
19	📌	1.3.1.5 Kolom K5.Uk.15/15 cm	8 days	Mon 8/16/21	Tue 8/24/21
20	📌	1.3.1.6 Balok Struktur B1 Uk. 20/30	5 days	Wed 8/25/21	Fri 9/3/21
21	📌	1.3.1.7 Balok Struktur B2 Uk. 15/30	5 days	Fri 8/27/21	Fri 9/3/21
22	📌	1.3.1.8 Balok Struktur B3 Uk. 15/15	2 days	Wed 8/25/21	Thu 8/26/21
23	📌	1.3.1.9 Balok Latei	1 day	Wed 9/22/21	Wed 9/22/21
24	📌	1.3.1.10 Pembesian Lantai	10 days	Tue 9/7/21	Fri 9/17/21
25	📌	1.3.1.11 Bondex Lantai	1 day	Mon 9/6/21	Mon 9/6/21
26	📌	1.3.1.12 Plat Lantai Beton Tbl= 12 cm + Bondex + Wiremesh M12	1 day	Sat 9/18/21	Sat 9/18/21
27	📌	1.3.1.13 Pek. Tangga Beton Bertulang	3 days	Mon 9/20/21	Wed 9/22/21

TABEL 5
Daftar dan Durasi Kegiatan

Task Mode	Task Name	Duration	Start	Finish
📌	1.3.2 Lantai II	40 days	Mon 9/20/21	Mon 11/15/21
📌	1.3.2.1 Kolom Struktur K3 Uk. 20/20 cm	3 days	Mon 9/27/21	Wed 10/13/21
📌	1.3.2.2 Kolom Struktur K2 Uk. 20/20 cm	2 days	Mon 9/20/21	Thu 9/30/21
📌	1.3.2.3 Kolom K5 Uk. 15/15 cm	6 days	Tue 10/5/21	Fri 10/15/21
📌	1.3.2.4 Balok Struktur B1 Uk. 20/30	3 days	Tue 9/28/21	Sat 10/16/21
📌	1.3.2.5 Balok Struktur B3 Uk. 15/15	5 days	Mon 9/20/21	Sat 10/9/21
📌	1.3.2.6 Balok Latei	1 day	Tue 10/26/21	Tue 10/26/21
📌	1.3.2.7 Plat Lantai Beton Tbl= 12 cm + Bondex + Wiremesh M12	1 day	Mon 11/8/21	Mon 11/8/21
📌	1.3.2.8 Talang Beton	1 day	Mon 11/8/21	Mon 11/8/21
📌	1.3.2.9 Listplank Beton	1 day	Mon 11/15/21	Mon 11/15/21
📌	1.4 PEKERJAAN PASANGAN	59 days	Mon 9/20/21	Fri 11/26/21
📌	1.4.1 LANTAI I	59 days	Mon 9/20/21	Fri 11/26/21
📌	1.4.1.1 Pasangan Dinding Bata	3 days	Mon 9/20/21	Thu 9/23/21
📌	1.4.1.2 Plesteran Dinding	3 days	Fri 9/24/21	Mon 10/11/21
📌	1.4.1.3 Acian Dinding	4 days	Wed 10/20/21	Sat 10/23/21
📌	1.4.1.4 Railing Tangga + Accessories	1 day	Fri 11/26/21	Fri 11/26/21
📌	1.4.2 LANTAI II	30.6 days	Sat 10/9/21	Sat 11/13/21
📌	1.4.2.1 Pasangan Dinding Bata	3 days	Sat 10/9/21	Wed 10/13/21
📌	1.4.2.2 Plesteran Dinding	5 days	Thu 10/28/21	Tue 11/2/21
📌	1.4.2.3 Acian Dinding	4 days	Wed 11/10/21	Sat 11/13/21
📌	1.4.3 LANTAI III	4 days	Wed 11/3/21	Sat 11/6/21
📌	1.4.3.1 Pasangan Dinding Bata	1 day	Wed 11/3/21	Wed 11/3/21
📌	1.4.3.2 Plesteran Dinding	2 days	Thu 11/4/21	Fri 11/5/21
📌	1.4.3.3 Acian Dinding	2 days	Fri 11/5/21	Sat 11/6/21

TABEL 6
Daftar dan Durasi Kegiatan

	Task Mode	Task Name	Duration	Start	Finish
52		1.5 PEKERJAAN LANTAI	38 days	Mon 10/18/21	Tue 11/30/21
53		1.5.1 LANTAI I	33 days	Mon 10/18/21	Wed 11/24/21
54		1.5.1.1 Cor Beton Lantai 1:3:5 K-175	2 days	Mon 10/18/21	Tue 10/19/21
55		1.5.1.2 keramik Lantai 60x60 cm	2 days	Mon 11/22/21	Tue 11/23/21
56		1.5.1.3 Keramik Lantai KM/WC 60x60 cm Anti Slip	1 day	Mon 11/22/21	Mon 11/22/21
57		1.5.1.4 Keramik Dinding KM/WC 30x60 cm	1 day	Tue 11/23/21	Tue 11/23/21
58		1.5.1.5 Keramik tangga 60X60 Biasa	1 day	Wed 11/24/21	Wed 11/24/21
59		1.5.1.6 Plint Keramik 10 X 60	1 day	Wed 11/24/21	Wed 11/24/21
60		1.5.1.7 Step Nosing Tangga	1 day	Wed 11/24/21	Wed 11/24/21
61		1.5.2 LANTAI II	2 days	Mon 11/29/21	Tue 11/30/21
62		1.5.2.1 keramik Lantai 60x60 cm	2 days	Mon 11/29/21	Tue 11/30/21
63		1.5.2.2 Keramik Lantai KM/WC 60x60 cm Anti Slip	1 day	Mon 11/29/21	Mon 11/29/21
64		1.5.2.3 Keramik Dinding KM/WC 30x60 cm	1 day	Tue 11/30/21	Tue 11/30/21
65		1.5.2.4 Plint Keramik 10 X 60	2 days	Mon 11/29/21	Tue 11/30/21
66		1.6 PEKERJAAN PINTU, JENDELA & PENGGANTUNG	4 days	Mon 12/6/21	Thu 12/9/21
67		1.6.1 LANTAI I	2 days	Mon 12/6/21	Tue 12/7/21
68		1.6.1.1 Pintu P.1	2 days	Mon 12/6/21	Tue 12/7/21
69		1.6.1.2 Pintu P.2 KM/WC	2 days	Mon 12/6/21	Tue 12/7/21
70		1.6.1.3 Jendela Kaca Bingkai Aluminium	2 days	Mon 12/6/21	Tue 12/7/21
71		1.6.1.4 Pas. Exhaust	2 days	Mon 12/6/21	Tue 12/7/21
72		1.6.2 LANTAI II	2 days	Wed 12/8/21	Thu 12/9/21
73		1.6.2.1 Jendela Kaca Bingkai Aluminium (Depan)	2 days	Wed 12/8/21	Thu 12/9/21
74		1.6.2.2 Pintu P.1	2 days	Wed 12/8/21	Thu 12/9/21
75		1.6.2.3 Pintu P.2 KM/WC	2 days	Wed 12/8/21	Thu 12/9/21
76		1.6.2.4 Jendela Kaca Bingkai Aluminium	2 days	Wed 12/8/21	Thu 12/9/21
77		1.6.2.5 Pas. Exhaust	2 days	Wed 12/8/21	Thu 12/9/21
78		1.7 PEKERJAAN ATAP	1 day	Tue 11/9/21	Tue 11/9/21
79		1.7.1 LANTAI II			
80		1.7.2 Rangka Kuda-Kuda Baja Ringan	1 day	Tue 11/9/21	Tue 11/9/21
81		1.7.3 Atap Spandek	1 day	Tue 11/9/21	Tue 11/9/21
82		1.7.4 Bubungan Atap	1 day	Tue 11/9/21	Tue 11/9/21
83		1.7.5 Listplank GRC T = 20 cm	1 day	Tue 11/9/21	Tue 11/9/21

TABEL 7
Daftar dan Durasi Kegiatan

	Task Mode	Task Name	Duration	Start	Finish
84		1.8 PEKERJAAN PLAFOND LANTAI II	4 days	Mon 11/15/21	Thu 11/18/21
85		1.8.1 Plafond gypsum + rangka besi hollow	2 days	Mon 11/15/21	Tue 11/16/21
86		1.8.2 List plafond gypsum	2 days	Wed 11/17/21	Wed 11/18/21
87		1.9 PEKERJAAN MEKANIKAL & ELEKTRIKAL	134 days	Thu 7/8/21	Fri 12/10/21
88		1.9.1 PEKERJAAN ELEKTRIKAL	2 days	Fri 11/19/21	Sat 11/20/21
89		1.9.1.1 LANTAI I	1 day	Fri 11/19/21	Fri 11/19/21
90		1.9.1.1.1 - Instalasi Listrik	1 day	Fri 11/19/21	Fri 11/19/21
91		1.9.1.1.2 - Pas. Lampu	1 day	Fri 11/19/21	Fri 11/19/21
92		1.9.1.1.3 - Stop Kontak Tunggal/Ganda	1 day	Fri 11/19/21	Fri 11/19/21
93		1.9.1.1.4 - Saklar Ganda	1 day	Fri 11/19/21	Fri 11/19/21
94		1.9.1.1.5 - Saklar Tunggal	1 day	Fri 11/19/21	Fri 11/19/21
95		1.9.1.1.6 - Stop Kontak AC	1 day	Fri 11/19/21	Fri 11/19/21
96		1.9.1.1.7 - Box MCB	1 day	Fri 11/19/21	Fri 11/19/21
97		1.9.1.2 LANTAI II	1 day	Sat 11/20/21	Sat 11/20/21
98		1.9.1.2.1 - Instalasi Listrik	1 day	Sat 11/20/21	Sat 11/20/21
99		1.9.1.2.2 - Pas. Lampu	1 day	Sat 11/20/21	Sat 11/20/21
100		1.9.1.2.3 - Stop Kontak Tunggal/Ganda	1 day	Sat 11/20/21	Sat 11/20/21
101		1.9.1.2.4 - Saklar Ganda	1 day	Sat 11/20/21	Sat 11/20/21
102		1.9.1.2.5 - Saklar Tunggal	1 day	Sat 11/20/21	Sat 11/20/21
103		1.9.1.2.6 - Stop Kontak AC	1 day	Sat 11/20/21	Sat 11/20/21
104		1.9.1.2.7 - Box MCB	1 day	Sat 11/20/21	Sat 11/20/21
105		1.9.2 PEKERJAAN MEKANIKAL	134 days	Thu 7/8/21	Fri 12/10/21
106		1.9.2.1 Pekerjaan Air Bersih	6 days	Thu 11/25/21	Wed 12/1/21
107		1.9.2.1.1 LANTAI I	1 day	Thu 11/25/21	Thu 11/25/21
108		1.9.2.1.2 LANTAI II	1 day	Wed 12/1/21	Wed 12/1/21
109		1.9.2.1.3 LANTAI III	1 day	Wed 12/1/21	Wed 12/1/21
110		1.9.2.2 Pekerjaan Sanitair	4 days	Mon 12/6/21	Thu 12/9/21
111		1.9.2.2.1 LANTAI I	2 days	Mon 12/6/21	Tue 12/7/21
112		1.9.2.2.2 LANTAI II	2 days	Wed 12/8/21	Thu 12/9/21
113		1.9.2.2.3 LANTAI III	2 days	Wed 12/8/21	Thu 12/9/21

TABEL 8
Daftar dan Durasi Kegiatan

	Task Mode	Task Name	Duration	Start	Finish
114		1.9.2.3 Pekerjaan Air Kotor	134 days	Thu 7/8/21	Fri 12/10/21
115		1.9.2.3.1 Pipa Instalasi Air Kotor PVC 4" AW	1 day	Fri 12/10/21	Fri 12/10/21
116		1.9.2.3.2 Pipa Instalasi Air Kotor PVC 3" AW	1 day	Fri 12/10/21	Fri 12/10/21
117		1.9.2.3.3 Fitting & Accessories	1 day	Fri 12/10/21	Fri 12/10/21
118		1.9.2.3.4 Septictank + Rembesan	3 days	Thu 7/8/21	Sat 7/10/21
119		1.9.2.3.5 Bak Kontrol	1 day	Fri 12/10/21	Fri 12/10/21
120		1.10 PEKERJAAN CAT	26 days	Thu 11/25/21	Fri 12/24/21
121		1.10.1 LANTAI I	3 days	Thu 11/25/21	Sat 11/27/21
122		1.10.2 LANTAI II	7 days	Sat 12/11/21	Fri 12/24/21
123		1.10.3 LANTAI III	2 days	Wed 12/1/21	Thu 12/2/21
124		1.11 PEKERJAAN LAIN - LAIN	1 day	Mon 12/13/21	Mon 12/13/21
125		1.12 PEKERJAAN FINISHING	3 days	Thu 12/16/21	Sat 12/18/21

2. 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.

Sebagai contoh, penentuan besar nilai lead (-) dan lag (+) time dapat dilihat pada pekerjaan pondasi dan pekerjaan beton bertulang.

- 1) Pekerjaan Pondasi (Keg. 2)
 - ES Keg. 1.2 = 07 Juli 2021
 - Kegiatan sebelum = Pekerjaan Persiapan (Keg.1)
 - EF Keg. 1.1 = 06 Juli 2021
 - Lead time = (EF Keg. 1.1 - ES Keg. 1.2) + 1 = 06 Juli 2021 - 07 Juli 2021 + 1 = 2 lead time (-)

karena dimulai sebelum keg.1 dinyatakan selesai. Constrain kegiatan 1 dan 2 adalah finish to start dengan lead 2 hari / FS (1 - 2) = - 2

- 2) Pekerjaan Beton Bertulang
 - ES Keg. 3 = 26 Juli 2021
 - Kegiatan sebelum = Pekerjaan Pondasi (Keg. 2)
 - EF Keg. 2 = 24 Juli 2021
 - Lead time = (EF Keg. 2 - ES Keg. 3) + 1 = 24 Juli 2021 - 26 Juli 2021 + 1 = 3 lead time (-)

karena dimulai sebelum keg. 2 dinyatakan selesai. Constrain kegiatan 2 dan 3 adalah finish to start dengan lead 3 hari / FS (2 - 3) = 3

3. 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.

4. Diagram Network

Diagram network pada ditunjukkan pada Gambar 2 sd. Gambar 9.

TABEL 9
Hubungan Logis Kegiatan

No	Nama Kegiatan	Constraint
1	PEKERJAAN PERSIAPAN	
2	PEKERJAAN PONDASI	FS (1-2) = -2
3	PEKERJAAN BETON BERTULANG	FS (2-3) = 3
4	PEKERJAAN PASANGAN	FS (3-4) = -50
5	PEKERJAAN ATAP	FS (3-5) = -8
6	PEKERJAAN PLAFOND	FS (5-6) = 5
7	PEKERJAAN PINTU, JENDELA & PENGGANTUNG	FS (4-7) = 6
8	PEKERJAAN MEKANIKAL & ELEKTRIKAL	FS (6-8) = -17
9	PEKERJAAN LANTAI	FS (8-9) = -43
10	PEKERJAAN CAT	FS (9-10) = -5
11	PEKERJAAN LAIN - LAIN	FS (10-11) = -11
12	PEKERJAAN FINISHING	FS (11-12) = -4

TABEL 10
Perhitungan Manual PDM

No	Nama Kegiatan	Durasi	Perhitungan Maju		Perhitungan Mundur		Float
			ES	EF	LS	LF	
1	PEKERJAAN PERSIAPAN	2	0	2	0	2	0
2	PEKERJAAN PONDASI	16	2	18	2	18	0
3	PEKERJAAN BETON BERTULANG	97	21	118	21	118	0
4	PEKERJAAN PASANGAN	59	68	127	68	127	0
5	PEKERJAAN ATAP	1	110	111	127	128	17
6	PEKERJAAN PLAFOND	4	116	120	133	137	17
7	PEKERJAAN PINTU, JENDELA & PENGGANTUNG	4	133	137	133	137	0
8	PEKERJAAN MEKANIKAL & ELEKTRIKAL	14	120	134	120	134	0
9	PEKERJAAN LANTAI	38	91	129	91	129	0
10	PEKERJAAN CAT	18	124	142	124	142	0
11	PEKERJAAN LAIN - LAIN	4	142	146	142	146	0
12	PEKERJAAN FINISHING	4	146	150	146	150	0

TABEL 11
Jalur Kritis Jadwal Proyek

Tas	Task Name	Start	Finish	Late Start	Late Finish	Free Slack	Total Slack
➤	1 Pembangunan Dokpol Rumah Sakit Bhayangkara Manado	Mon 7/5/21	Fri 12/24/21	Mon 7/5/21	Fri 12/24/21	0 days	0 days
➤	1.1 PEKERJAAN PERSIAPAN	Mon 7/5/21	Tue 7/6/21	Mon 7/5/21	Tue 7/6/21	0 days	0 days
➤	1.1.1 Pembersihan Lokasi	Mon 7/5/21	Mon 7/5/21	Fri 12/24/21	Fri 12/24/21	0 days	148 days
➤	1.1.2 Pengukuran & Pasang BM/ Bouwpla	Mon 7/5/21	Mon 7/5/21	Fri 9/24/21	Sat 9/25/21	0 days	70.75 days
➤	1.1.3 Papan Nama Proyek	Tue 7/6/21	Tue 7/6/21	Fri 12/24/21	Fri 12/24/21	147 days	147 days
➤	1.1.4 Pembongkaran Bangunan Lama	Tue 7/6/21	Tue 7/6/21	Sat 9/25/21	Mon 9/27/21	0 days	70.75 days
➤	1.2 PEKERJAAN PONDASI	Wed 7/7/21	Sat 7/24/21	Wed 7/7/21	Sat 7/24/21	0 days	0 days
➤	1.2.1 Pondasi Telapak 12 Bh	Wed 7/7/21	Wed 7/21/21	Fri 12/10/21	Fri 12/24/21	134 days	134 days
➤	1.2.2 Pondasi Batu Belah	Wed 7/7/21	Fri 7/23/21	Mon 9/27/21	Thu 10/14/21	0 days	70.75 days
➤	1.2.3 Pondasi Rolag	Sat 7/24/21	Sat 7/24/21	Thu 10/14/21	Fri 10/15/21	0 days	70.75 days
➤	1.3 PEKERJAAN BETON BERTULANG	Mon 7/26/21	Mon 11/15/21	Mon 7/26/21	Mon 11/15/21	0 days	0 days
➤	1.3.1 LANTAI I	Mon 7/26/21	Wed 9/22/21	Mon 7/26/21	Wed 9/22/21	0 days	0 days
➤	1.3.1.1 Sloof Beton Uk. 25/40 cm	Mon 7/26/21	Thu 8/12/21	Fri 12/3/21	Wed 12/22/21	2 days	112 days
➤	1.3.1.2 Sloof Beton Uk. 20/30 cm	Thu 7/29/21	Sat 8/14/21	Fri 10/15/21	Wed 11/3/21	0 days	68 days
➤	1.3.1.3 Kolom Struktur K1.Uk. 30/40 cm	Mon 8/16/21	Wed 8/18/21	Wed 12/22/21	Fri 12/24/21	110 days	110 days
➤	1.3.1.4 Kolom Struktur K2.Uk. 30/30 cm	Mon 8/16/21	Mon 8/16/21	Tue 12/14/21	Wed 12/15/21	7 days	103 days
➤	1.3.1.5 Kolom K5.Uk.15/15 cm	Mon 8/16/21	Tue 8/24/21	Wed 11/3/21	Fri 11/12/21	0 days	68 days
➤	1.3.1.6 Balok Struktur B1 Uk. 20/30	Wed 8/25/21	Fri 9/3/21	Wed 12/15/21	Fri 12/24/21	96 days	96 days
➤	1.3.1.7 Balok Struktur B2 Uk. 15/30	Fri 8/27/21	Fri 9/3/21	Fri 12/17/21	Fri 12/24/21	96 days	96 days
➤	1.3.1.8 Balok Struktur B3 Uk. 15/15	Wed 8/25/21	Thu 8/26/21	Fri 11/12/21	Mon 11/15/21	8 days	68 days
➤	1.3.1.9 Balok Latei	Wed 9/22/21	Wed 9/22/21	Fri 12/24/21	Fri 12/24/21	80 days	80 days
➤	1.3.1.10 Pembesian Lantai	Tue 9/7/21	Fri 9/17/21	Tue 11/16/21	Sat 11/27/21	0 days	60 days
➤	1.3.1.11 Bondex Lantai	Mon 9/6/21	Mon 9/6/21	Mon 11/15/21	Tue 11/16/21	0 days	60 days
➤	1.3.1.12 Plat Lantai Beton Tbl= 12 cm + Bondex + Wiremesh M12	Sat 9/18/21	Sat 9/18/21	Sat 11/27/21	Mon 11/29/21	0 days	60 days
➤	1.3.1.13 Pek. Tangga Beton Bertulang	Mon 9/20/21	Wed 9/22/21	Tue 12/21/21	Fri 12/24/21	55 days	79 days

TABEL 12
Jalur Kritis Jadwal Proyek

Tas	Task Name	Start	Finish	Late Start	Late Finish	Free Slack	Total Slack
➤	1.3.2 Lantai II	Mon 9/20/21	Mon 11/15/21	Mon 9/20/21	Mon 11/15/21	0 days	0 days
➤	1.3.2.1 Kolom Struktur K3 Uk. 20/30 cm	Mon 9/27/21	Wed 10/13/21	Wed 12/8/21	Fri 12/24/21	62 days	62 days
➤	1.3.2.2 Kolom Struktur K2 Uk. 20/20 cm	Mon 9/20/21	Thu 9/30/21	Tue 12/14/21	Fri 12/24/21	0 days	73 days
➤	1.3.2.3 Kolom K5 Uk. 15/15 cm	Tue 10/5/21	Fri 10/15/21	Tue 12/14/21	Fri 12/24/21	60 days	60 days
➤	1.3.2.4 Balok Struktur B1 Uk. 20/30	Tue 9/28/21	Sat 10/16/21	Mon 12/6/21	Fri 12/24/21	59 days	59 days
➤	1.3.2.5 Balok Struktur B3 Uk. 15/15	Mon 9/20/21	Sat 10/9/21	Sat 11/20/21	Fri 12/10/21	0 days	52.6 days
➤	1.3.2.6 Balok Latei	Tue 10/26/21	Tue 10/26/21	Fri 12/24/21	Fri 12/24/21	51 days	51 days
➤	1.3.2.7 Plat Lantai Beton Tbl= 12 cm + Bondex + Wiremesh M12	Mon 11/8/21	Mon 11/8/21	Thu 12/23/21	Fri 12/24/21	0 days	39 days
➤	1.3.2.8 Talang Beton	Mon 11/8/21	Mon 11/8/21	Fri 12/24/21	Fri 12/24/21	40 days	40 days
➤	1.3.2.9 Listplank Beton	Mon 11/15/21	Mon 11/15/21	Fri 12/24/21	Fri 12/24/21	34 days	34 days
➤	1.4 PEKERJAAN PASANGAN	Mon 9/20/21	Fri 11/26/21	Mon 9/20/21	Fri 11/26/21	0 days	0 days
➤	1.4.1 LANTAI I	Mon 9/20/21	Fri 11/26/21	Mon 9/20/21	Fri 11/26/21	0 days	0 days
➤	1.4.1.1 Pasangan Dinding Bata	Mon 9/20/21	Thu 9/23/21	Mon 11/29/21	Fri 12/3/21	0 days	60 days
➤	1.4.1.2 Plesteran Dinding	Fri 9/24/21	Mon 10/11/21	Fri 12/3/21	Tue 12/21/21	7 days	60 days
➤	1.4.1.3 Acian Dinding	Wed 10/20/21	Sat 10/23/21	Tue 12/21/21	Fri 12/24/21	53 days	53 days
➤	1.4.1.4 Railing Tangga + Accessories	Fri 11/26/21	Fri 11/26/21	Fri 12/24/21	Fri 12/24/21	24 days	24 days
➤	1.4.2 LANTAI II	Sat 10/9/21	Sat 11/13/21	Sat 10/9/21	Sat 11/13/21	0 days	0 days
➤	1.4.2.1 Pasangan Dinding Bata	Sat 10/9/21	Wed 10/13/21	Fri 12/10/21	Tue 12/14/21	12.6 days	52.6 days
➤	1.4.2.2 Plesteran Dinding	Thu 10/28/21	Tue 11/2/21	Tue 12/14/21	Mon 12/20/21	6 days	40 days
➤	1.4.2.3 Acian Dinding	Wed 11/10/21	Sat 11/13/21	Mon 12/20/21	Fri 12/24/21	0 days	34 days
➤	1.4.3 LANTAI III	Wed 11/3/21	Sat 11/6/21	Wed 11/3/21	Sat 11/6/21	0 days	0 days
➤	1.4.3.1 Pasangan Dinding Bata	Wed 11/3/21	Wed 11/3/21	Wed 12/22/21	Thu 12/23/21	0 days	42 days
➤	1.4.3.2 Plesteran Dinding	Thu 11/4/21	Fri 11/5/21	Thu 12/23/21	Fri 12/24/21	0 days	42 days
➤	1.4.3.3 Acian Dinding	Fri 11/5/21	Sat 11/6/21	Tue 12/21/21	Thu 12/23/21	0 days	39 days

TABEL 13
Jalur Kritis Jadwal Proyek

Tas Mc	Task Name	Start	Finish	Late Start	Late Finish	Free Slack	Total Slack
	1.5 PEKERJAAN LANTAI	Mon 10/18/21	Tue 11/30/21	Mon 10/18/21	Tue 11/30/21	0 days	0 days
	1.5.1 LANTAI I	Mon 10/18/21	Wed 11/24/21	Mon 10/18/21	Wed 11/24/21	0 days	0 days
	1.5.1.1 Cor Beton Lantai 1:3:5 K-175	Mon 10/18/21	Tue 10/19/21	Thu 12/23/21	Fri 12/24/21	57 days	57 days
	1.5.1.2 keramik Lantai 60x60 cm	Mon 11/22/21	Tue 11/23/21	Thu 12/23/21	Fri 12/24/21	27 days	27 days
	1.5.1.3 Keramik Lantai KM/WC 60x60 cm Anti Slip	Mon 11/22/21	Mon 11/22/21	Mon 11/22/21	Tue 11/23/21	0 days	0 days
	1.5.1.4 Keramik Dinding KM/WC 30x60 cm	Tue 11/23/21	Tue 11/23/21	Tue 11/23/21	Wed 11/24/21	0 days	0 days
	1.5.1.5 Keramik tangga 60X60 Biasa	Wed 11/24/21	Wed 11/24/21	Fri 12/24/21	Fri 12/24/21	26 days	26 days
	1.5.1.6 Plint Keramik 10 X 60	Wed 11/24/21	Wed 11/24/21	Fri 12/24/21	Fri 12/24/21	26 days	26 days
	1.5.1.7 Step Nosing Tangga	Wed 11/24/21	Wed 11/24/21	Wed 11/24/21	Thu 11/25/21	0 days	0 days
	1.5.2 LANTAI II	Mon 11/29/21	Tue 11/30/21	Mon 11/29/21	Tue 11/30/21	0 days	0 days
	1.5.2.1 keramik Lantai 60x60 cm	Mon 11/29/21	Tue 11/30/21	Mon 11/29/21	Wed 12/1/21	0 days	0 days
	1.5.2.2 Keramik Lantai KM/WC 60x60 cm Anti Slip	Mon 11/29/21	Mon 11/29/21	Thu 12/23/21	Fri 12/24/21	0 days	21 days
	1.5.2.3 Keramik Dinding KM/WC 30x60 cm	Tue 11/30/21	Tue 11/30/21	Fri 12/24/21	Fri 12/24/21	21 days	21 days
	1.5.2.4 Plint Keramik 10 X 60	Mon 11/29/21	Tue 11/30/21	Tue 12/14/21	Thu 12/16/21	0 days	13 days
	1.6 PEKERJAAN PINTU, JENDELA & PENGGANTUNG	Mon 12/6/21	Thu 12/9/21	Mon 12/6/21	Thu 12/9/21	0 days	0 days
	1.6.1 LANTAI I	Mon 12/6/21	Tue 12/7/21	Mon 12/6/21	Tue 12/7/21	0 days	0 days
	1.6.1.1 Pintu P.1	Mon 12/6/21	Tue 12/7/21	Thu 12/23/21	Fri 12/24/21	0 days	15 days
	1.6.1.2 Pintu P.2 KM/WC	Mon 12/6/21	Tue 12/7/21	Thu 12/23/21	Fri 12/24/21	15 days	15 days
	1.6.1.3 Jendela Kaca Bingkai Aluminium	Mon 12/6/21	Tue 12/7/21	Thu 12/23/21	Fri 12/24/21	15 days	15 days
	1.6.1.4 Pas. Exhaust	Mon 12/6/21	Tue 12/7/21	Thu 12/23/21	Fri 12/24/21	15 days	15 days
	1.6.2 LANTAI II	Wed 12/8/21	Thu 12/9/21	Wed 12/8/21	Thu 12/9/21	0 days	0 days
	1.6.2.1 Jendela Kaca Bingkai Aluminium (Depan)	Wed 12/8/21	Thu 12/9/21	Thu 12/23/21	Fri 12/24/21	0 days	13 days
	1.6.2.2 Pintu P.1	Wed 12/8/21	Thu 12/9/21	Thu 12/23/21	Fri 12/24/21	13 days	13 days
	1.6.2.3 Pintu P.2 KM/WC	Wed 12/8/21	Thu 12/9/21	Thu 12/23/21	Fri 12/24/21	13 days	13 days
	1.6.2.4 Jendela Kaca Bingkai Aluminium	Wed 12/8/21	Thu 12/9/21	Thu 12/23/21	Fri 12/24/21	13 days	13 days
	1.6.2.5 Pas. Exhaust	Wed 12/8/21	Thu 12/9/21	Thu 12/23/21	Fri 12/24/21	13 days	13 days

TABEL 14
Jalur Kritis Jadwal Proyek

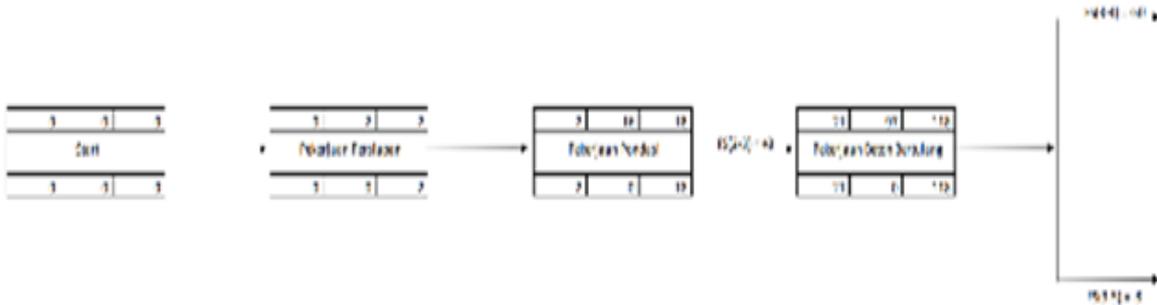
Tas Mc	Task Name	Start	Finish	Late Start	Late Finish	Free Slack	Total Slack
	1.7 PEKERJAAN ATAP	Tue 11/9/21	Tue 11/9/21	Tue 11/9/21	Tue 11/9/21	0 days	0 days
	1.7.1 LANTAI II			Fri 12/24/21	Fri 12/24/21	39 days	39 days
	1.7.2 Rangka Kuda-Kuda Baja Ringan	Tue 11/9/21	Tue 11/9/21	Fri 12/24/21	Fri 12/24/21	0 days	39 days
	1.7.3 Atap Spandek	Tue 11/9/21	Tue 11/9/21	Fri 12/24/21	Fri 12/24/21	0 days	39 days
	1.7.4 Bubungan Atap	Tue 11/9/21	Tue 11/9/21	Fri 12/24/21	Fri 12/24/21	0 days	39 days
	1.7.5 Listplank GRC T = 20 cm	Tue 11/9/21	Tue 11/9/21	Sat 11/13/21	Mon 11/15/21	4 days	4 days
	1.8 PEKERJAAN PLAFOND LANTAI II	Mon 11/15/21	Thu 11/18/21	Mon 11/15/21	Thu 11/18/21	0 days	0 days
	1.8.1 Plafond gypsum + rangka besi hollow	Mon 11/15/21	Tue 11/16/21	Mon 11/15/21	Wed 11/17/21	0 days	0 days
	1.8.2 List plafond gypsum	Wed 11/17/21	Thu 11/18/21	Wed 11/17/21	Fri 11/19/21	0 days	0 days
	1.9 PEKERJAAN MEKANIKAL & ELEKTRIKAL	Thu 7/8/21	Fri 12/10/21	Thu 7/8/21	Fri 12/10/21	0 days	0 days
	1.9.1 PEKERJAAN ELEKTRIKAL	Fri 11/19/21	Sat 11/20/21	Fri 11/19/21	Sat 11/20/21	0 days	0 days
	1.9.1.1 LANTAI I	Fri 11/19/21	Fri 11/19/21	Fri 11/19/21	Fri 11/19/21	0 days	0 days
	1.9.1.1.1 - Instalasi Listrik	Fri 11/19/21	Fri 11/19/21	Fri 12/24/21	Fri 12/24/21	30 days	30 days
	1.9.1.1.2 - Pas. Lampu	Fri 11/19/21	Fri 11/19/21	Fri 12/24/21	Fri 12/24/21	30 days	30 days
	1.9.1.1.3 - Stop Kontak Tunggal/Ganda	Fri 11/19/21	Fri 11/19/21	Fri 12/24/21	Fri 12/24/21	30 days	30 days
	1.9.1.1.4 - Saklar Ganda	Fri 11/19/21	Fri 11/19/21	Fri 12/24/21	Fri 12/24/21	30 days	30 days
	1.9.1.1.5 - Saklar Tunggal	Fri 11/19/21	Fri 11/19/21	Fri 12/24/21	Fri 12/24/21	30 days	30 days
	1.9.1.1.6 - Stop Kontak AC	Fri 11/19/21	Fri 11/19/21	Fri 12/24/21	Fri 12/24/21	30 days	30 days
	1.9.1.1.7 - Box MCB	Fri 11/19/21	Fri 11/19/21	Thu 12/23/21	Fri 12/24/21	0 days	29 days
	1.9.1.2 LANTAI II	Sat 11/20/21	Sat 11/20/21	Sat 11/20/21	Sat 11/20/21	0 days	0 days
	1.9.1.2.1 - Instalasi Listrik	Sat 11/20/21	Sat 11/20/21	Fri 12/24/21	Fri 12/24/21	29 days	29 days
	1.9.1.2.2 - Pas. Lampu	Sat 11/20/21	Sat 11/20/21	Fri 12/24/21	Fri 12/24/21	29 days	29 days
	1.9.1.2.3 - Stop Kontak Tunggal/Ganda	Sat 11/20/21	Sat 11/20/21	Fri 12/24/21	Fri 12/24/21	29 days	29 days
	1.9.1.2.4 - Saklar Ganda	Sat 11/20/21	Sat 11/20/21	Fri 12/24/21	Fri 12/24/21	29 days	29 days
	1.9.1.2.5 - Saklar Tunggal	Sat 11/20/21	Sat 11/20/21	Fri 12/24/21	Fri 12/24/21	29 days	29 days
	1.9.1.2.6 - Stop Kontak AC	Sat 11/20/21	Sat 11/20/21	Fri 12/24/21	Fri 12/24/21	29 days	29 days
	1.9.1.2.7 - Box MCB	Sat 11/20/21	Sat 11/20/21	Fri 12/24/21	Fri 12/24/21	29 days	29 days
	1.9.2 PEKERJAAN MEKANIKAL	Thu 7/8/21	Fri 12/10/21	Thu 7/8/21	Fri 12/10/21	0 days	0 days
	1.9.2.1 Pekerjaan Air Bersih	Thu 11/25/21	Wed 12/1/21	Thu 11/25/21	Wed 12/1/21	0 days	0 days
	1.9.2.1.1 LANTAI I	Thu 11/25/21	Thu 11/25/21	Fri 12/24/21	Fri 12/24/21	0 days	25 days
	1.9.2.1.2 LANTAI II	Wed 12/1/21	Wed 12/1/21	Fri 12/24/21	Fri 12/24/21	0 days	20 days
	1.9.2.1.3 LANTAI III	Wed 12/1/21	Wed 12/1/21	Fri 12/24/21	Fri 12/24/21	20 days	20 days
	1.9.2.2 Pekerjaan Sanitair	Mon 12/6/21	Thu 12/9/21	Mon 12/6/21	Thu 12/9/21	0 days	0 days

TABEL 15
Jalur Kritis Jadwal Proyek

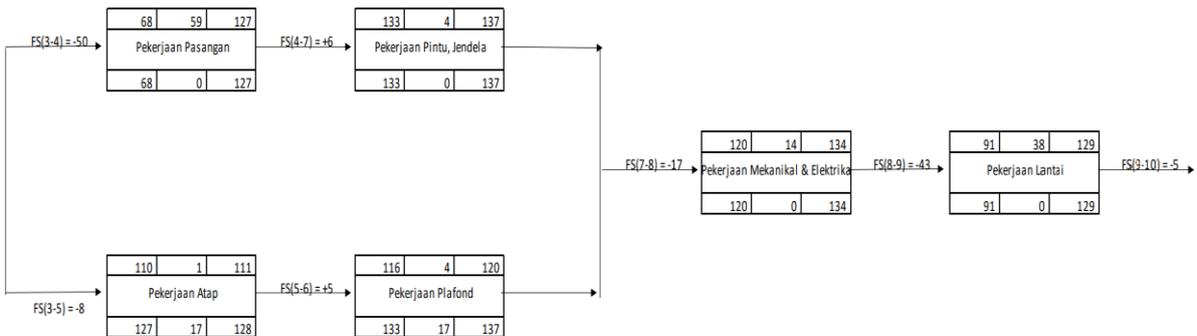
Task Name	Start	Finish	Late Start	Late Finish	Free Slack	Total Slack
1.9.2.2.1 LANTAI I	Mon 12/6/21	Tue 12/7/21	Mon 12/6/21	Wed 12/8/21	0 days	0 days
1.9.2.2.2 LANTAI II	Wed 12/8/21	Thu 12/9/21	Thu 12/23/21	Fri 12/24/21	13 days	13 days
1.9.2.2.3 LANTAI III	Wed 12/8/21	Thu 12/9/21	Wed 12/8/21	Fri 12/10/21	0 days	0 days
1.9.2.3 Pekerjaan Air Kotor	Thu 7/8/21	Fri 12/10/21	Thu 7/8/21	Fri 12/10/21	0 days	0 days
1.9.2.3.1 Pipa Instalasi Air Kotor PVC	Fri 12/10/21	Fri 12/10/21	Fri 12/10/21	Sat 12/11/21	0 days	0 days
1.9.2.3.2 Pipa Instalasi Air Kotor PVC	Fri 12/10/21	Fri 12/10/21	Fri 12/10/21	Sat 12/11/21	0 days	0 days
1.9.2.3.3 Fitting & Accessories	Fri 12/10/21	Fri 12/10/21	Fri 12/10/21	Sat 12/11/21	0 days	0 days
1.9.2.3.4 Septictank + Rembesan	Thu 7/8/21	Sat 7/10/21	Wed 12/22/21	Fri 12/24/21	143 days	143 days
1.9.2.3.5 Bak Kontrol	Fri 12/10/21	Fri 12/10/21	Fri 12/10/21	Sat 12/11/21	0 days	0 days
1.10 PEKERJAAN CAT	Thu 11/25/21	Fri 12/24/21	Thu 11/25/21	Fri 12/24/21	0 days	0 days
1.10.1 LANTAI I	Thu 11/25/21	Sat 11/27/21	Wed 12/22/21	Fri 12/24/21	23 days	23 days
1.10.2 LANTAI II	Sat 12/11/21	Fri 12/24/21	Sat 12/11/21	Fri 12/24/21	0 days	0 days
1.10.3 LANTAI III	Wed 12/1/21	Thu 12/2/21	Thu 12/23/21	Fri 12/24/21	8 days	19 days
1.11 PEKERJAAN LAIN - LAIN	Mon 12/13/21	Mon 12/13/21	Sat 12/18/21	Mon 12/20/21	0 days	5 days
1.12 PEKERJAAN FINISHING	Thu 12/16/21	Sat 12/18/21	Wed 12/22/21	Fri 12/24/21	5 days	5 days



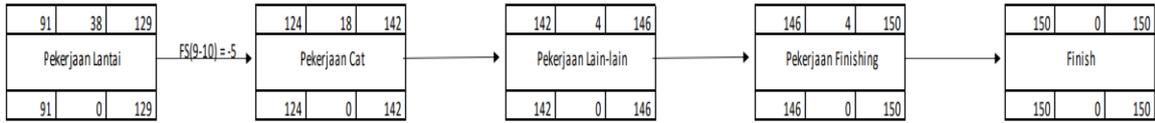
Gambar 2. Diagram Network Proyek (Manual)



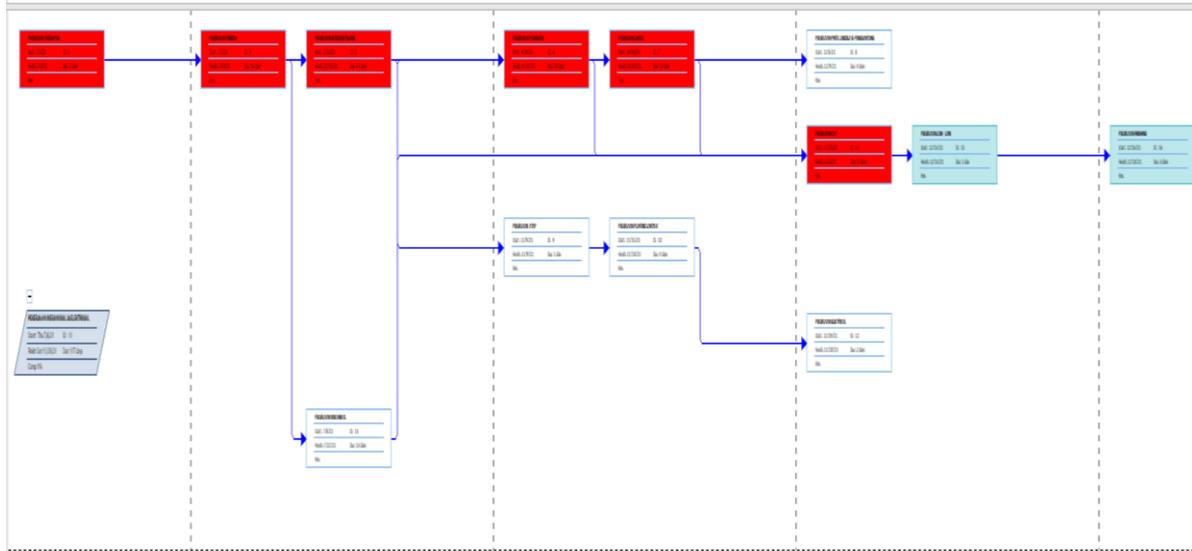
Gambar 3. Diagram Network Proyek Bagian Kiri (Manual)



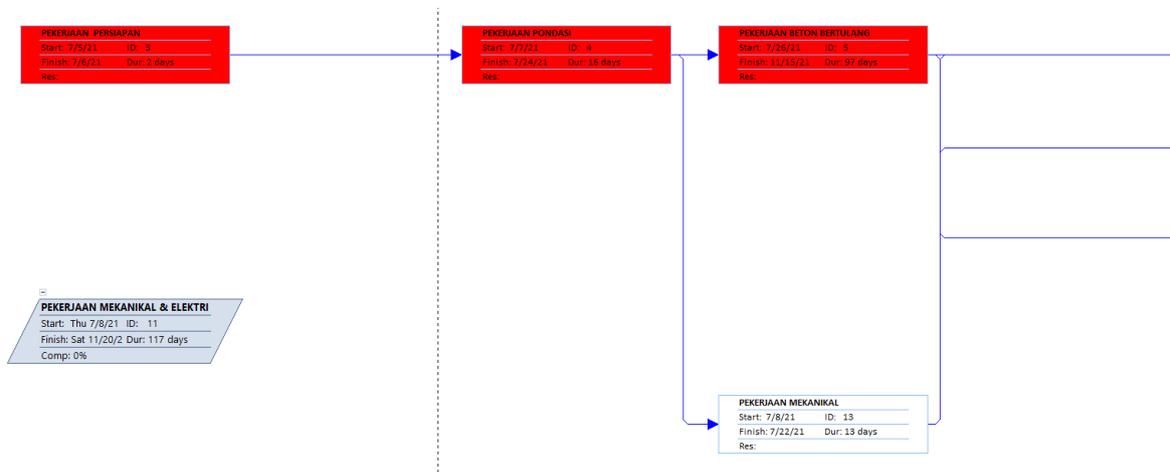
Gambar 4. Diagram Network Proyek Bagian Tengah (Manual)



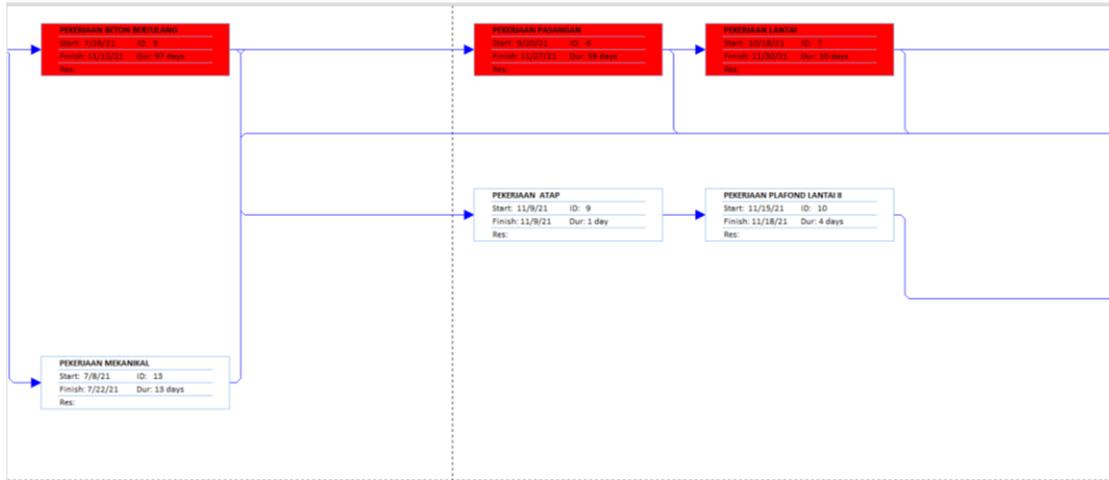
Gambar 5. Diagram network Proyek Bagian Kiri (Manual)



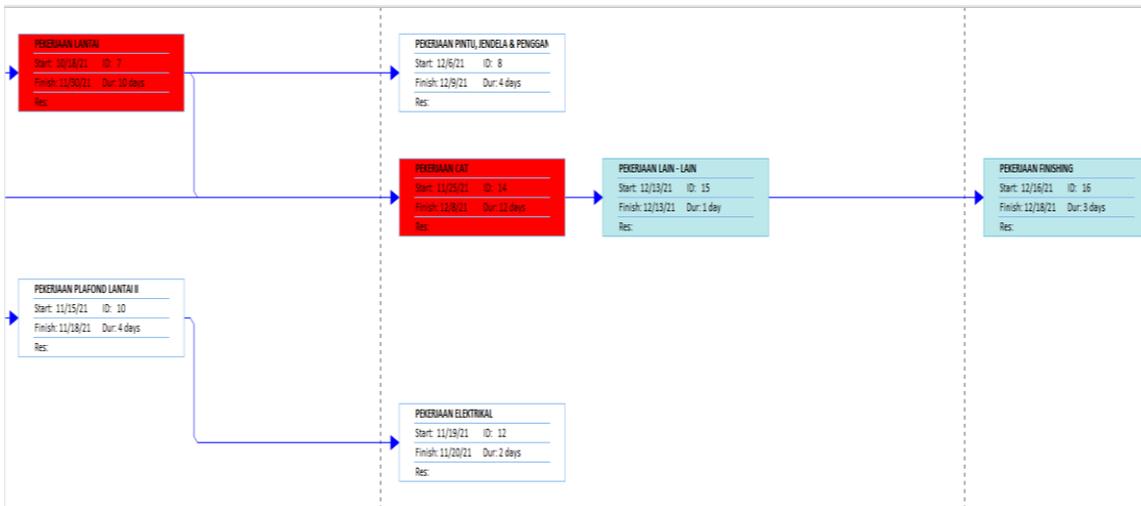
Gambar 6. Diagram Network Proyek (Microsoft Project)



Gambar 7. Diagram network Proyek Bagian Kiri (Microsoft Project)



Gambar 8. Diagram Network Proyek Bagian Tengah (Microsoft Project)



Gambar 9. Diagram Network Proyek Bagian Kanan (Microsoft Project)

F. Cadangan Waktu

1. Perhitungan Waktu Tersedia

Waktu tersedia (WT) pada jadwal Proyek Pembangunan Gedung Dokter Polisi Rumah Sakit Bhayangkara Kota Manado adalah:

$$WT = (LF - ES) + 1 \text{ (tanggal LF dan tanggal ES)}$$

$$= (24 \text{ Desember } 2021 - 05 \text{ Juli } 2021) + 1$$

$$= 173 \text{ hari termasuk hari libur}$$

Jumlah hari libur pada jadwal Proyek Pembangunan Gedung Dokter Polisi Rumah Sakit Bhayangkara Kota Manado adalah:

- Hari Minggu = 24 hari
- Hari Kemerdekaan = 1 hari
- Total hari Libur = 25 hari
- Total % Libur = $(25/173) \times 100\% = 14.5\%$

2. Perhitungan Waktu Kumulatif Jalur Rencana

WKJ rencana proyek diperoleh berdasarkan jalur kritis pada jaringan kerja PDM. Sebagai contoh WKJ

rencana untuk pekerjaan pondasi dapat diperoleh dengan perhitungan sebagai berikut :

1) Pekerjaan Pondasi (Keg. 2)

$$EF \text{ Keg. 1} = 2$$

$$\text{Constraint} = FS (1 - 2)$$

$$= -2$$

$$ES = EF (\text{Keg. 1}) - \text{constraint}$$

$$= 2 + (-2)$$

$$= 0$$

$$EF (\text{Keg. 2}) = ES + D$$

$$= 0 + 16$$

$$= 16$$

3. Perhitungan Cadangan Waktu Pada Situasi Awal

Total waktu penyelesaian dalam jalur kegiatan proyek rencana adalah 140 hari, dengan besar cadangan waktu pada masing-masing node adalah 0

(nol), sedangkan waktu yang tersedia (WT) adalah 173 hari, maka cadangan waktu jalur adalah:
 $CWJ = WT - WKJ = 173 - 140 = 33$ hari

4. Perhitungan Waktu Kumulatif Jalur Aktual

Kegiatan pada jadwal proyek dinyatakan telah dimulai ketika persentase (%) progres pekerjaan mencapai angka diatas 0%, sedangkan kegiatan dinyatakan telah selesai ketika persentase (%) progres pekerjaan mencapai angka 100%. Waktu mulai pekerjaan adalah ES (earliest start) pada WKJ aktual, sedangkan waktu selesai pekerjaan adalah EF (earliest finish). Sebagai contoh, penentuan ES dan EF pada WKJ aktual hingga minggu ke-24 pada pekerjaan persiapan dapat diperoleh dengan cara sebagai berikut:

- a) ES Pekerjaan Persiapan
 - 1) Persentase Minggu Lalu = 0%
 - 2) Persentase Minggu ke-1 = $0.848\% > 0\%$
 - 3) Minggu ke-1 = dimulai tanggal 05 Juli 2021
 - 4) Tanggal Mulai Pekerjaan persiapan = 05 Juli 2021
 - 5) Maka ES Pekerjaan Persiapan = 05 Juli 2021 - 05 Juli 2021 = 0
- b) EF Pekerjaan persiapan
 - 1) Persentase Pekerjaan Minggu ke-1 = 0.848%
 - 2) Tanggal selesai pekerjaan persiapan = diakhiri tanggal 06 Juli 2021
 - 3) Tanggal Mulai Pekerjaan persiapan = 05 Juli 2021
 - 4) Maka EF Pekerjaan Persiapan = 06 Juli 2021 - 05 Juli 2021 + 1
 EF = 2 hari
- c) Durasi (D) Pekerjaan Persiapan
 $D = EF - ES$
 $= 2 - 0$
 $= 2$

5. Perhitungan Cadangan Waktu Keseluruhan

- Situasi Awal:
 $CW = 33$ hari
- Situasi Saat Pelaporan:
 Durasi Aktual (T) = 144 hari (Laporan Progress)

Durasi Rencana (D) = 150 hari
 Proyeksi akhir = $WKJ + (Waktu Terlambat)$
 $= 150 + 0 = 150$ hari
 CW Sisa = $WT - Proyeksi Akhir$
 $= 173 - 150$
 $= 23$ hari

- Hasil Perhitungan:
 Cadangan waktu bernilai positif Waktu tersedia > waktu yang diperlukan untuk penyelesaian proyek.

6. Perhitungan Cadangan Waktu Keseluruhan

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 pondasi, dan pekerjaan beton bertulang, dapat dilihat dengan rincian analisis sebagai berikut:

- Laju Penyelesaian Pekerjaan
 Pekerjaan Pondasi
 Rencana Penyelesaian = Hari ke-18
 WKJ = 150 hari
 Penyelesaian = $\frac{18}{150} \times 100\%$
 $= 12.00\%$
- Pekerjaan Beton Bertulang
 Rencana Penyelesaian = Hari ke-118
 WKJ = 150 hari
 Penyelesaian = $\frac{118}{150} \times 100\%$
 $= 78.67\%$

- Laju Erosi CW
 Dikarenakan durasi penyelesaian proyek yang berdasarkan laporan progress (144 hari) selesai lebih dahulu disbanding durasi rencana (150 hari) maka perhitungan laju erosi CW tidak dilakukan karena durasi cadangan waktu yang ada tidak digunakan.

TABEL 16
WKJ Rencana Proyek

No	Nama Kegiatan	WKJ Rencana		
		Constraint	D	ES EF
2	PEKERJAAN PONDASI	FS (1.1-1.2) = -2	16	0 16
3	PEKERJAAN BETON BERTULANG	FS (1.2-1.3) = 3	97	15 112
4	PEKERJAAN PASANGAN	FS (1.3-1.4) = -50	59	60 119
5	PEKERJAAN LANTAI	FS (1.8-1.5) = -43	38	98 136
6	PEKERJAAN PINTU, JENDELA & PENGGANTUNG	FS (1.5-1.6) = 6	4	123 127
7	PEKERJAAN ATAP	FS (1.3-1.7) = -8	1	131 132
8	PEKERJAAN PLAFOND	FS (1.7-1.8) = 5	4	53 57
9	PEKERJAAN MEKANIKAL & ELEKTRIKAL	FS (1.8-1.9) = -17	14	4 18
10	PEKERJAAN CAT	FS (1.9-1.10) = -5	26	3 29
11	PEKERJAAN LAIN – LAIN	FS (1.10-1.11) = -11	1	139 140
12	PEKERJAAN FINISHING	FS (1.11-1.12) = -4	3	136 139

TABEL 17
Cadangan Waktu Jalur

Cadangan Waktu Pada Situasi Awal		
WT	WKJ	CW - awal
173 hari	140 hari	33 hari

TABEL 18
Waktu Kumulatif Jalur Aktual

No	Nama Kegiatan	WKJ Aktual		
		D	ES	EF
1	PEKERJAAN PERSIAPAN	2	0	2
2	PEKERJAAN PONDASI	16	2	18
3	PEKERJAAN BETON BERTULANG	97	21	118
4	PEKERJAAN PASANGAN	59	67	126
5	PEKERJAAN LANTAI	38	91	129
6	PEKERJAAN PINTU, JENDELA & PENGGANTUNG	4	133	137
7	PEKERJAAN ATAP	1	58	59
8	PEKERJAAN PLAFOND	4	115	119
9	PEKERJAAN MEKANIKAL & ELEKTRIKAL	14	3	134
10	PEKERJAAN CAT	26	124	150
11	PEKERJAAN LAIN - LAIN	1	139	140
12	PEKERJAAN FINISHING	3	142	145

TABEL 19
Kecepatan Erosi CW

No	Nama Kegiatan	penyelesaian (%)	Erosi CW
1	PEKERJAAN PERSIAPAN	1.33	-
2	PEKERJAAN PONDASI	12.00	-
3	PEKERJAAN BETON BERTULANG	78.67	-
4	PEKERJAAN PASANGAN	84.00	-
5	PEKERJAAN LANTAI	86.00	-
6	PEKERJAAN PINTU, JENDELA & PENGGANTUNG	91.33	-
7	PEKERJAAN ATAP	39.33	-
8	PEKERJAAN PLAFOND	79.33	-
9	PEKERJAAN MEKANIKAL & ELEKTRIKAL	89.33	-
10	PEKERJAAN CAT	100.00	-
11	PEKERJAAN LAIN - LAIN	93.33	-
12	PEKERJAAN FINISHING	96.67	-

G. Hasil dan Pembahasan

Susunan jaringan kerja PDM yang dilakukan pada jadwal proyek, menampilkan finish to start (FS) dengan lead time negatif (-) sebagai constraint yang sering muncul. Hal ini dikarenakan kegiatan successor pada jadwal proyek, dimulai setelah kegiatan predecessor selesai 20%, 50%, atau 60%, senada dengan teori jaringan kerja PDM yang mengizinkan setiap kegiatan dapat dimulai sebelum kegiatan pendahulu selesai 100%, Sehingga kegiatan - kegiatan pada jadwal proyek dilaksanakan secara tumpang tindih (overlapping), dan menghasilkan constraint finish to start dengan lead time (-).

Hasil perhitungan menunjukkan besar nilai WT dalam jadwal proyek adalah 173 hari, dengan jumlah hari libur sebanyak 14,5% untuk 7 (tujuh) hari kerja setiap minggu. Jika jadwal proyek memberlakukan 5 (lima) atau 6 (enam) hari kerja, maka jumlah persentase hari libur akan bertambah semakin besar. Jumlah hari libur > 0%, merupakan tanda adanya time reserve yang

dapat digunakan untuk mengantisipasi keterlambatan jadwal.

Nilai WKJ rencana yang didapat dari susunan jaringan kerja PDM sebesar 140 hari, yang berarti lebih kecil dari nilai WT (173 hari). Sehingga dapat dikatakan jadwal proyek memiliki ketersediaan waktu yang cukup untuk melaksanakan seluruh kegiatan. WKJ aktual pada jadwal proyek menunjukkan nilai waktu sebesar 150 hari. Yang artinya terdapat perbedaan waktu sebesar 10 hari antara WKJ rencana dan WKJ aktual.

Berdasarkan data yang didapatkan dari pihak pengelola proyek dalam bentuk wawancara tidak formal dan berdasarkan kurva s, diperhitungkan bahwa proyek pembangunan gedung dokter polisi akan selesai dalam kurun waktu 150 hari kerja.

Setelah dilakukan pelaporan akhir dan juga berdasarkan laporan harian dan mingguan proyek didapatkan bahwa keseluruhan pekerjaan proyek rehab berat gedung dokter polisi rumah sakit bhayangkara

kota Manado memerlukan 144 hari kerja, yang dimana waktu penyelesaian aktual lebih kecil dibanding durasi rencana yaitu 150 hari kerja, yang berarti proyek pekerjaan selesai lebih cepat dibanding perkiraan awal.

1. CW pada Situasi Awal (Cadangan Waktu)

Nilai CW node untuk pekerjaan lain - lain pada situasi awal adalah untuk CW-m sebesar 5 hari dan untuk CW-s sebesar 7 hari, sedangkan nilai CW node untuk pekerjaan finishing pada situasi awal adalah 6 hari untuk CW-m dan CW-s, sedangkan nilai CW Jalur pada situasi awal adalah sebesar 33 hari. Dengan demikian, CW pada situasi awal memiliki nilai positif (+), sehingga proyek memiliki safety factor dalam aspek jadwal.

2. Perhitungan Cadangan Waktu Keseluruhan

Nilai CW secara keseluruhan setelah perhitungan menggunakan parameter yang ada sebesar 23 hari, yang berarti cadangan waktu bernilai positif karena melebihi waktu yang diperlukan untuk penyelesaian proyek.

3. Rate of Erosion (Kecepatan Erosi CW)

Berdasarkan hasil yang telah didapat penyelesaian pekerjaan akan selesai setelah angka mencapai 100% yang dimana itu akan dicapai dengan selesainya pekerjaan cat sesuai dengan perhitungan yang ada, dan juga berdasarkan pelaporan akhir diketahui bahwa pekerjaan proyek selesai lebih cepat dibanding perkiraan durasi proyek, maka laju erosi cw tidak perlu dihitung dikarenakan tidak ada cadangan waktu yang terpakai.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan penelitian yaitu nilai Cadangan Waktu (CW) proyek pembangunan gedung dokter polisi Rumah Sakit Bhayangkara kota Manado yang tersedia adalah positif

(+) 23 hari. Artinya, jika jadwal tidak berjalan sesuai rencana, maka ada toleransi 23 hari yang dapat dialokasikan untuk pengendalian jadwal proyek.

B. Saran

Setelah mengetahui simpulan penelitian, maka dapat diambil saran yakni dalam pengerjaan suatu proyek sebaiknya memperhitungkan bukan hanya jadwal durasi normal pekerjaan, tetapi juga mempersiapkan cadangan hari jika jadwal rencana tidak berjalan sesuai dengan rencana yang ada.

KUTIPAN

- [1] Husen, A. 2011. Manajemen Proyek, Edisi Revisi. Yogyakarta : Andi Offset.
- [2] Luthan, P. L. A., Syafriandi. 2017. Manajemen Konstruksi dengan Aplikasi Microsoft Project.
- [3] Rani, H. A. 2016. Manajemen Proyek Konstruksi. Yogyakarta: Deepublish.
- [4] Widiasanti, I., Lenggogeni. 2014. Manajemen Konstruksi. Bandung: Rosda.
- [5] Soeharto, I. 1999. Manajemen Proyek: Dari Konseptual Sampai Operasional Jilid 1. Jakarta: Erlangga.
- [6] Soeharto, I. 2001. Manajemen Proyek: Dari Konseptual Sampai Operasional Jilid 2. Jakarta: Erlangga.
- [7] 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.
- [8] 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.
- [9] Menghitung Waktu Kerja Tersedia. <https://text-id.123dok.com/document/dzx3dv34z-menghitung-waktu-kerja-tersedia.html>, 29 mei 2022.
- [10] 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.