

ANALISIS KONSEP CADANGAN WAKTU DENGAN MENGGUNAKAN *PRECEDENCE DIAGRAM METHOD* (PDM) PADA PENJADWALAN PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG GRESS MALL DAN ASTON INN HOTEL GRESIK JAWA TIMUR

Misbahul Fajar Sidiq

Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
misbahulsidiq@mhs.unesa.ac.id

Gde Agus Yudha Prawira Adistana

Dosen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
gdeadistana@unesa.ac.id

Abstrak

Situasi Proyek Pembangunan Gedung Gress Mall dan Aston Inn Hotel pada minggu ke-31 pelaksanaan pekerjaan telah mengalami keterlambatan sebesar 20,564%. Jadwal proyek memiliki rangkaian kegiatan yang tumpang tindih dan berulang-ulang, sehingga penyusunan jadwal menggunakan diagram preseden akan lebih sederhana dan mudah difahami. Analisis konsep cadangan waktu dilakukan pada situasi awal proyek, dan pada minggu ke-31 pelaksanaan pekerjaan. Nilai cadangan waktu pada situasi awal, dapat berguna sebagai acuan dalam pengendalian jadwal proyek, sedangkan nilai cadangan waktu pada minggu ke-31 pelaksanaan pekerjaan, dapat digunakan sebagai acuan dalam usaha perbaikan jadwal proyek. Pada minggu ke-31 pelaksanaan pekerjaan dilakukan analisis erosi cadangan waktu yang berguna untuk memantau berkurangnya nilai cadangan waktu hingga minggu ke-31 pelaksanaan pekerjaan. Hasil penelitian menunjukkan nilai cadangan waktu pada situasi awal proyek adalah positif (+) 21 hari, sedangkan nilai cadangan waktu pada minggu ke-31 pelaksanaan pekerjaan adalah negatif (-) 77 hari. Analisis erosi cadangan waktu hingga minggu ke-31 pelaksanaan pekerjaan menunjukkan laju kecepatan erosi lebih besar (466,67%) dari laju penyelesaian pekerjaan (39,30%), selain itu nilai CW hingga minggu ke-31 pelaksanaan pekerjaan sudah mengalami pengurangan hingga mencapai angka negatif (-) 366,67%, sedangkan volume pekerjaan proyek masih menyisakan 60,70%.

Kata kunci: erosi cadangan waktu, aktivitas dalam node, jaringan kerja.

Abstract

The project situation of Gress Mall and Aston Inn Hotel, have delayed 20,564% on week 31st work progress. The project schedule is consisting of overlapping and repetitive activities, it's will be simpler and easier to understand if created by precedence diagram method. Analysis of time reserve management applied on the initial project situation, and on week 31st work progress. The value of time reserve on the initial project situation can be used for controlling the project schedule, and the value of time reserve on week 31st work progress, can be a guide for refining project schedule. Analysis rate of erosion applied on week 31st work progress, it used for monitoring erosion of time reserve up to week 31st work progress. As research results, the value of time reserve on the initial project situation is positive (+) 21 days, and the value of time reserve on week 31st work progress is negative (-) 77 days. Analysis rate of erosion up to week 31st work progress, indicates rate of time reserve erosion is greater (466.67%) than rate of work completion (39.30%), Other than that, time reserve on week 31st work progress has been reduced up to negative (-) 366.67%, while work volume leaving 60.70%.

Keywords: rate of erosion, activity on node, network planning.

PENDAHULUAN

Anggaran, jadwal serta mutu adalah tiga batasan yang merupakan parameter penting bagi penyelenggara proyek yang sering diasosiasikan sebagai sasaran proyek. Ketiga batasan di atas disebut tiga kendala (*triple constraint*). *Triple constraint* bersifat tarik menarik, jika kinerja produk meningkat, maka umumnya diikuti dengan peningkatan mutu dan peningkatan biaya, sehingga melebihi anggaran. Sebaliknya bila menekan biaya,

maka biasanya harus berkompromi dengan mutu atau jadwal (Soeharto, 1999:2).

Konsep Cadangan Waktu (*Time Reserve Management*) merupakan suatu konsep sistematis dari Dennis H. Busch, sebagai pengelola kurun waktu tak terpakai (*uncommitted*) bagi kegiatan tertentu, agar dapat dipakai untuk memecahkan masalah proyek yang terjadi diluar rencana dalam aspek jadwal (Soeharto, 2001:264).

Analisis of rate erosion (kecepatan erosi cadangan waktu) pada konsep cadangan waktu adalah rasio kecepatan berkurangnya cadangan

waktu pada kurun waktu tertentu, yang diperoleh dengan membandingkan laju kecepatan berkurangnya cadangan waktu dengan laju kemajuan penyelesaian proyek, jika nilai kecepatan berkurangnya waktu melebihi laju penyelesaian proyek, maka dapat dikatakan proyek akan mengalami keterlambatan (Soeharto, 2001:272).

Konsep cadangan waktu meletakkan nilai cadangan waktu sebagai *safety factor* dalam aspek jadwal, sedangkan nilai erosi cadangan waktu berfungsi sebagai barometer penggunaan *safety factor*, sehingga konsep ini dapat digunakan sebagai ramalan waktu berakhirnya suatu proyek berdasarkan menggunakan cadangan waktu.

Precedence Diagram Method (PDM) merupakan salah satu teknik penjadwalan jaringan kerja (*network planning*), yang menitikberatkan kegiatan pada *node* (*activity on node*), dan menjadikan anak panah sebagai petunjuk hubungan antar kegiatan (Widiasanti dan Lenggogeni, 2014:98).

Activity on arrow (AOA) pada *critical path method* (CPM) identik dengan *dummy* sebagai penunjuk hubungan ketergantungan antar kegiatan, sedangkan *activity on node* (AON) pada *precedence diagram method* (PDM) identik dengan pengembangan hubungan antar kegiatan menjadi beberapa kemungkinan (*constraint*). Jadwal proyek dengan rangkaian kegiatan yang tumpang tindih (*overlapping*) dan berulang-ulang, akan mengakibatkan penggunaan *dummy* dalam jumlah banyak, sehingga jadwal proyek menjadi tidak praktis dan semakin kompleks, sedangkan penggunaan *constraint* pada *precedence diagram method* menjadikan kegiatan menjadi relatif sederhana.

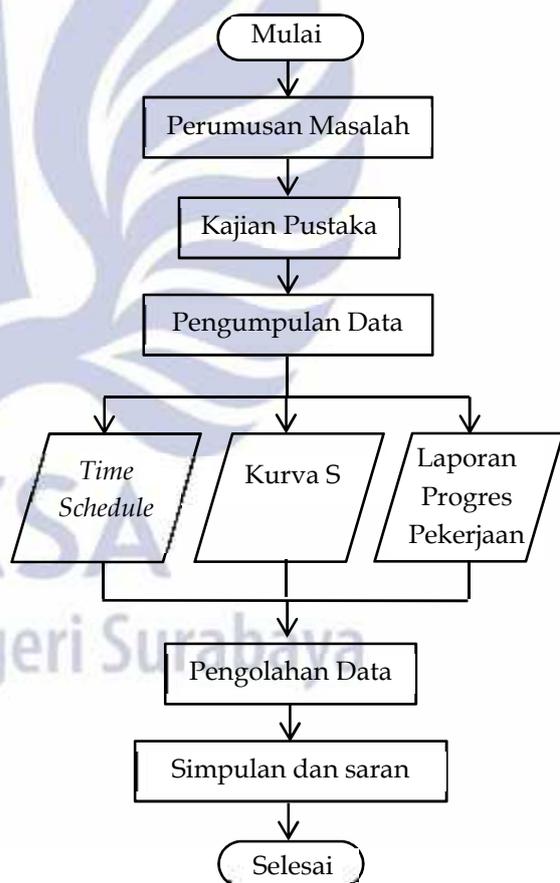
Proyek Pembangunan Gedung Gress Mall dan Aston Inn Hotel Gresik Jawa Timur memiliki kegiatan dengan rangkaian tumpang tindih (*overlapping*) dan berulang-ulang, sehingga penggunaan *precedence diagram method* (PDM) akan lebih sederhana dan mudah dipahami. Selain itu, situasi proyek pada minggu ke-31 telah mengalami keterlambatan sebesar 20,564%. Adanya keterlambatan pada jadwal menjadi indikasi ketidaksesuaian penyelesaian pekerjaan terhadap jadwal rencana, penerapan konsep cadangan waktu dilakukan untuk menganalisis penggunaan waktu tak terpakai terhadap jadwal rencana dan pelaksanaan proyek, sehingga hasil dari analisis dapat menjadi acuan dan pertimbangan dalam usaha perbaikan jadwal proyek.

Adapun rumusan tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui nilai cadangan waktu Proyek Pembangunan Gedung Gress Mall dan Aston Inn Hotel Gresik Jawa Timur pada situasi awal proyek (progres 0 %).
2. Mengetahui nilai cadangan waktu Proyek Pembangunan Gedung Gress Mall dan Aston Inn Hotel Gresik Jawa Timur pada minggu ke-31 pelaksanaan pekerjaan.
3. Mengetahui perbandingan laju kecepatan erosi cadangan waktu (CW) dengan laju penyelesaian kegiatan Proyek Pembangunan Gedung Gress Mall dan Aston Inn Hotel Gresik Jawa Timur pada minggu ke-31 pelaksanaan pekerjaan.

METODE

Rancangan penelitian dapat dilihat tercantum pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian
Uraian diagram alir penelitian meliputi:

1. Perumusan Masalah
Proses pemahaman kondisi penjadwalan proyek, dan penetapan beberapa masalah yang

akan dianalisis menggunakan konsep cadangan waktu.

2. Kajian Pustaka

Melakukan pengkajian terhadap teori pengendalian jadwal proyek menggunakan konsep cadangan waktu.

3. Pengumpulan data

Pengambilan data berupa *time schedule*, kurva S rencana dan aktual, serta laporan progres pekerjaan Proyek Pembangunan Gedung Gress Mall dan Aston Inn Hotel Gresik Jawa Timur, berdasarkan studi dokumentasi dan wawancara.

4. *Time Schedule* (Penjadwalan)

Merupakan data penjadwalan Proyek Pembangunan Gedung Gress Mall dan Aston Inn Hotel Gresik Jawa Timur dengan metode bagan balok (*Bar Chart*).

5. Kurva S

Data berupa Kurva S rencana dan Kurva S aktual Proyek Pembangunan Gedung Gress Mall dan Aston Inn Hotel Gresik Jawa Timur, hingga minggu ke-31 pelaksanaan pekerjaan.

6. Laporan Progres Pekerjaan

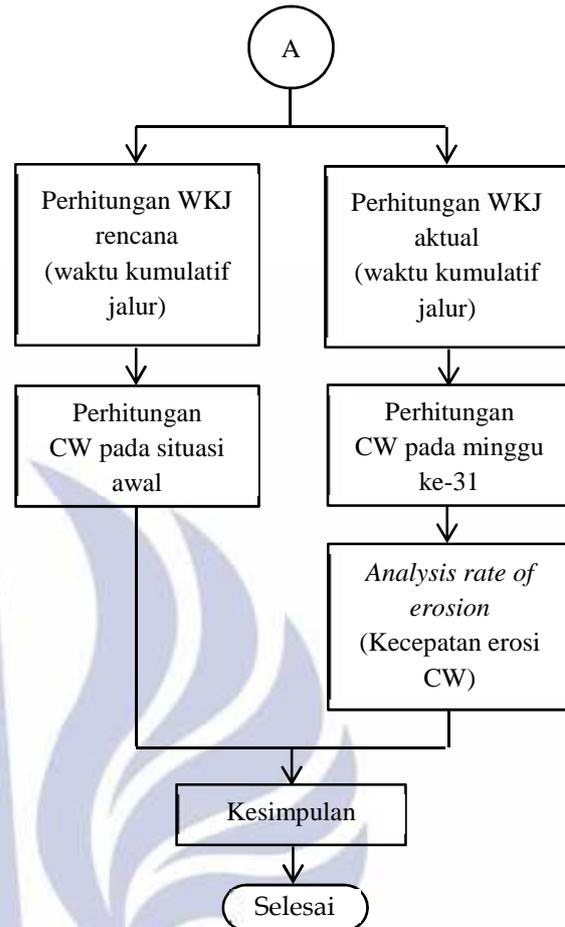
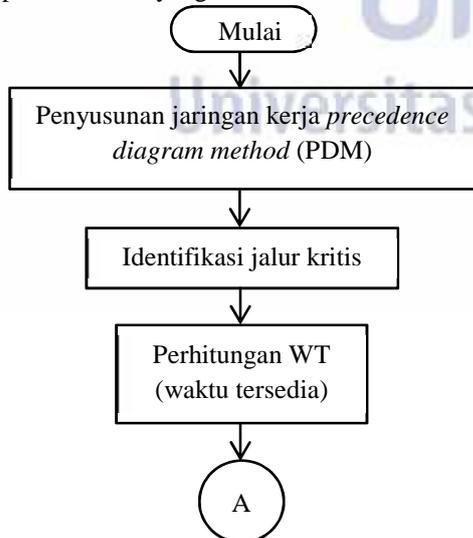
Merupakan laporan hasil kemajuan pekerjaan Proyek Pembangunan Gedung Gress Mall dan Aston Inn Hotel Gresik Jawa Timur hingga minggu ke-31 pelaksanaan pekerjaan.

7. Pengolahan data

Penyusunan jaringan kerja yang dilanjutkan dengan analisis konsep cadangan waktu.

8. Simpulan dan saran

Menarasikan hasil dari analisis, serta memberikan beberapa saran yang dapat diambil sebagai acuan dalam menyelesaikan permasalahan yang ada.



Gambar 2. Diagram Alir Teknik Analisis Data

Diagram alir teknik analisis data dapat diuraikan dengan penjelasan sebagai berikut:

1. Penyusunan Jaringan Kerja *Precedence Diagram Method* (PDM).

Jaringan kerja *precedence diagram method* (PDM), disusun berdasarkan *time schedule* Proyek Pembangunan Gedung Gress Mall dan Aston Inn Hotel Gresik Jawa Timur.

2. Identifikasi jalur kritis

Jalur kritis ditentukan dengan melakukan *forward analysis* dan *backward analysis* pada jaringan kerja *precedence diagram method* (PDM), kemudian dilakukan beberapa analisis yang berkenaan dengan syarat-syarat kegiatan dan jalur kritis.

3. Perhitungan WT (Waktu Tersedia)

Nilai WT (waktu tersedia) diperoleh berdasarkan jaringan kerja *precedence diagram method* (PDM).

4. Perhitungan WKJ Rencana (Waktu Kumulatif Jalur)

Nilai WKJ Rencana (waktu Kumulatif Jalur) diperoleh dari suatu jalur tertentu dalam

- jaringan kerja *precedence diagram method* (PDM).
5. Perhitungan WKJ Aktual (Waktu Kumulatif Jalur)

Nilai WKJ Aktual (waktu Kumulatif Jalur) diperoleh dari perbandingan kurun waktu aktual dengan kurun waktu rencana pada masing-masing pekerjaan. Perbandingan dilakukan hingga minggu ke-31 pelaksanaan pekerjaan, pada suatu jalur tertentu dalam jaringan kerja *precedence diagram method* (PDM).
 6. Perhitungan CW pada situasi awal

Mendapatkan nilai cadangan waktu (CW) Proyek Pembangunan Gedung Gress Mall dan Aston Inn Hotel Gresik Jawa Timur, berdasarkan jaringan kerja *precedence diagram method* (PDM). Nilai CW (cadangan waktu) meliputi:

 - a. Cadangan waktu node
 - b. Cadangan waktu jalur
 7. Perhitungan CW pada minggu ke-31

Mendapatkan nilai cadangan waktu (CW) Proyek Pembangunan Gedung Gress Mall dan Aston Inn Hotel Gresik Jawa Timur pada minggu ke-31 pelaksanaan pekerjaan, berdasarkan penjadwalan jaringan kerja dengan *precedence diagram method* (PDM). Nilai CW (cadangan waktu) meliputi:

 - a. Cadangan waktu node
 - b. Cadangan waktu jalur
 8. *Analysis rate of erosion* (Analisis kecepatan erosi CW)

Menganalisis dan membandingkan laju kecepatan berkurangnya cadangan waktu, dengan laju penyelesaian pekerjaan, pada minggu ke-31 pelaksanaan pekerjaan.
 9. Kesimpulan

Menarasikan hasil dari analisis data dari situasi awal proyek, hingga minggu ke-31 pelaksanaan pekerjaan.

Dalam proses pengumpulan data, digunakan teknik pengumpulan data berupa:

 1. Studi Dokumentasi

Studi dokumentasi dilakukan untuk mengetahui dan memahami kondisi penjadwalan proyek, yang ditinjau dari data-data berupa:

 - a. *Time schedule*
 - b. Kurva S rencana dan aktual
 - c. Laporan progres pekerjaan

2. Wawancara

Data-data yang didapatkan dari studi dokumentasi, perlu dipertegas dengan adanya tanya jawab kepada beberapa pihak yang bertanggung jawab atas pembuatan data tersebut, dengan tujuan untuk memastikan tidak adanya kesalahan dalam proses dokumentasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Gambaran Umum Kondisi Proyek

Proyek Pembangunan Gedung Gress Mall dan Aston Inn Hotel Gresik Jawa Timur dilaksanakan dengan sistem *zoning* yang diterapkan untuk seluruh kegiatan, dengan jumlah ketersediaan waktu 306 hari (sesuai dengan kontrak).

Jam kerja pada Proyek Pembangunan Gedung Gress Mall dan Aston Inn Hotel Gresik Jawa Timur dalam satu hari kerja adalah sebagai berikut:

Hari Senin – Jumat

: Pukul 07.00 – 22.00 WIB

= 15 jam kerja (13 jam kerja + waktu istirahat 2 jam)

Hari Sabtu – Minggu

: Pukul 07.00 – 17.00 WIB

= 10 jam kerja (9 jam kerja + waktu istirahat 1 jam)

2. Penyusunan Jaringan Kerja PDM

a. 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 pada bagan balok, kemudian dilakukan perhitungan untuk menentukan durasi pekerjaan. Sebagai contoh, diambil pekerjaan beton lantai P1.

Pekerjaan Beton Lantai P1

Waktu mulai = 05 Maret 2018

Waktu selesai = 01 April 2018

Hari Libur = 0

Durasi

=(Waktu selesai – waktu mulai – hari libur) +1

= (01 April 2018 – 05 Maret 2018) +1

= 28 hari

Tabel 1. Daftar dan durasi kegiatan

No. Keg.	Nama Kegiatan	Waktu Mulai	Waktu Selesai	Jumlah Hari Libur	Durasi
1	Pekerjaan Persiapan	30/10/2017	31/08/2018	21 hari	285 hari
2	Pekerjaan Tanah dan Lain-lain	30/10/2017	25/02/2018	7 hari	112 hari
3	Pekerjaan Beton Lantai Lower Ground	27/11/2017	27/05/2018	7 hari	175 hari
4	Pekerjaan Beton Lantai Ground	25/12/2017	22/04/2018	7 hari	112 hari
5	Pekerjaan Beton Lantai P1	05/03/2018	01/04/2018	0 hari	28 hari
6	Pekerjaan Beton Lantai P2&P2A	19/03/2018	06/05/2018	0 hari	49 hari
7	Pekerjaan Beton Lantai P3&P3A	02/04/2018	20/05/2018	0 hari	49 hari
8	Pekerjaan Beton Lantai P4&P4A	16/04/2018	03/06/2018	0 hari	49 hari
9	Pekerjaan Beton Lantai P5	30/04/2018	01/07/2018	0 hari	63 hari
10	Pekerjaan Beton Lantai P6	29/01/2018	06/05/2018	0 hari	98 hari
11	Pekerjaan Beton Lantai P7	05/02/2018	13/05/2018	0 hari	98 hari
12	Pekerjaan Beton Lantai Upper Ground	08/01/2018	29/04/2018	0 hari	112 hari
13	Pekerjaan Beton Lantai 1	15/01/2018	06/05/2018	0 hari	112 hari
14	Pekerjaan Beton Lantai 2	12/02/2018	10/06/2018	0 hari	119 hari
15	Pekerjaan Beton Lantai 3	26/02/2018	15/07/2018	14 hari	126 hari
16	Pekerjaan Beton Lantai 5	25/06/2018	05/08/2018	0 hari	42 hari
17	Pekerjaan Beton Lantai 6	02/07/2018	12/08/2018	0 hari	42 hari
18	Pekerjaan Beton Lantai 7	09/07/2018	19/08/2018	0 hari	42 hari
19	Pekerjaan Beton Lantai 8	16/07/2018	26/08/2018	0 hari	42 hari
20	Pekerjaan Beton Lantai 9	23/07/2018	31/08/2018	0 hari	40 hari
21	Pekerjaan Beton Lantai Atas	30/07/2018	31/08/2018	0 hari	33 hari

b. 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 tanah & lain-lain dan pekerjaan beton lantai LG.

1) Pekerjaan Tanah dan Lain-lain (keg.2)

$$\begin{aligned}
 ES_{\text{keg.2}} &= 30 \text{ oktober } 2017 \\
 \text{Kegiatan sebelum} &= \text{pekerjaan persiapan (keg.1)} \\
 ES_{\text{keg.1}} &= 30 \text{ oktober } 2017 \\
 \text{Lead atau lag time} &= ES_{\text{keg.2}} - ES_{\text{keg.1}} \\
 &= 30 \text{ oktober } 2017 - 30 \text{ oktober } 2017 \\
 &= 0
 \end{aligned}$$

Constrain antar kegiatan 1 dan 2 adalah *start to start* / SS (1-2) = 0

2) Pekerjaan Beton Lantai LG (keg.3)

$$\begin{aligned}
 \text{Kegiatan sebelum} &= \text{pekerjaan tanah dll (keg.2)} \\
 EF_{\text{keg.2}} &= 25 \text{ Februari } 2018
 \end{aligned}$$

$$ES_{\text{keg.3}} = 27 \text{ November } 2017$$

$$\text{Hari libur} = 7 \text{ hari}$$

Lead time

$$= (EF_{\text{keg.2}} - ES_{\text{keg.3}}) + 1$$

$$= (25 \text{ Februari } 2018 - 27 \text{ November } 2017) + 1$$

$$= 91 \text{ hari} - 7 \text{ hari (libur)}$$

$$= 84 \text{ lead time (-) karena dimulai sebelum keg.2 dinyatakan selesai}$$

Constrain kegiatan 2 dan 3 adalah *finish to start* dengan *lead* 84 hari /

$$FS(2-3) = -84$$

Tabel 2. Hubungan logis kegiatan

No. Keg.	Nama Kegiatan	Constraint
1	Pekerjaan Persiapan	
2	Pekerjaan Tanah dan Lain-lain	SS (1-2) = 0
3	Pekerjaan Beton Lantai Lower Ground	FS (2-3) = -84
4	Pekerjaan Beton Lantai Ground	FS (3-4) = -147
5	Pekerjaan Beton Lantai P1	FS (3-5) = -84
6	Pekerjaan Beton Lantai P2&P2A	FS (5-6) = -14
7	Pekerjaan Beton Lantai P3&P3A	FS (6-7) = -35
8	Pekerjaan Beton Lantai P4&P4A	FS (7-8) = -35
9	Pekerjaan Beton Lantai P5	FS (8-9) = -35
10	Pekerjaan Beton Lantai P6	FS (13-10) = -98
		FS (9-10) = -154
11	Pekerjaan Beton Lantai P7	FS (10-11) = -91
12	Pekerjaan Beton Lantai Upper Ground	FS (4-12) = -105
13	Pekerjaan Beton Lantai 1	FS (12-13) = -105
14	Pekerjaan Beton Lantai 2	FS (11-14) = -91
15	Pekerjaan Beton Lantai 3	FS (14-15) = -105
16	Pekerjaan Beton Lantai 5	FS (15-16) = -21
17	Pekerjaan Beton Lantai 6	FS (16-17) = -35
18	Pekerjaan Beton Lantai 7	FS (17-18) = -35

c. Menyusun Jaringan PDM

Penyusunan jaringan kerja PDM, dilakukan dengan memvisualkan masing-masing kegiatan dalam *node* kegiatan, kemudian memberi tanda penghubung yang disertai dengan *constraint* antar kegiatan. Sebagai contoh, proses penyusunan jaringan kerja PDM, dapat dilihat pada pekerjaan persiapan dan pekerjaan tanah & lain-lain. Diketahui data-data kegiatan sebagai berikut:

1) Pekerjaan Persiapan

a) Nama kegiatan = Pekerjaan Persiapan (1a)

b) No. kegiatan = 1 (1b)

c) Durasi kegiatan = 285 hari (1c)

2) Pekerjaan Tanah & Lain-lain

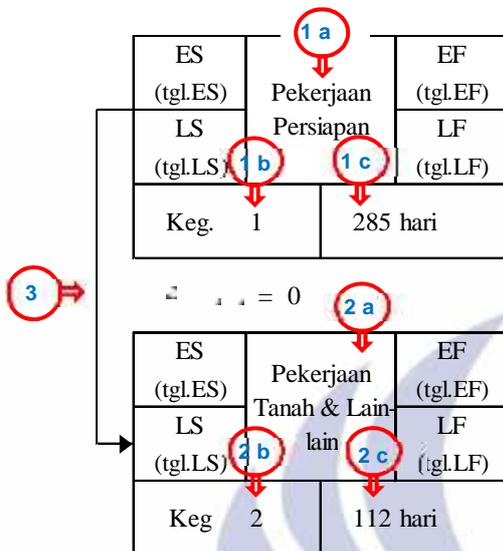
a) Nama kegiatan = Pekerjaan Tanah & Lain-lain

b) No kegiatan = 2

c) Durasi kegiatan = 112 hari

3) *Constraint* keg. 1 dan 2 = *start to start* / SS (1-2)=0

Maka, visualisasi *node* kegiatan akan Nampak pada gambar 4.4.



Gambar 3. Susunan kegiatan pada jaringan kerja PDM

3. Identifikasi Jalur Kritis

Jalur kritis dalam jadwal proyek dapat diperoleh setelah melakukan beberapa tahapan yang meliputi: a) hitungan maju, b) hitungan mundur, c) penentuan kegiatan dan jalur kritis.

a. Hitungan Maju (*Forward Analysis*)

Forward analysis dilakukan untuk mengetahui nilai *earliest start* (ES) dan *earliest finish* (EF) beserta tanggal yang mengikuti, kemudian disajikan pada kolom ES dan EF dalam *node* jaringan kerja PDM. Sebagai contoh, nilai ES dan EF untuk kegiatan pekerjaan tanah & lain-lain, dan pekerjaan beton lantai LG, dapat diperoleh dengan perhitungan sebagai berikut:

- 1) Pekerjaan Tanah & Lain-lain
 - a) ES awal = 0
 - b) ES dimulai pada tanggal 30 Oktober 2017
 - c) Durasi Kegiatan 112 hari kalender
EF = ES + D
= 0 + 112 = 112
 - d) Tgl. EF = (30 Oktober 2017 + 112 hari) - 1
= 18 Februari 2018 + 7

hari libur
= 25 Februari 2018

2) Pekerjaan Beton Lantai LG (*Lower Ground*)

- a) *Constraint* = FS(2-3) = - 84
- b) ES = *constraint* + EF (Keg.2)
= - 84 + 112
= 28

c) Tgl. ES = *constraint* + tgl. EF (Keg.2)

= (- 84 + 25 Februari 2018) + 1
= 4 Desember 2017 - 7 hari libur
= 27 November 2017

d) Durasi Kegiatan 175 hari kalender

EF = ES + D
= 28 + 175 = 203

e) Tgl. EF = (27 November 2017 + 175 hari) - 1
= 20 Mei 2018 + 7 hari libur
= 27 Mei 2018

b. Hitungan Mundur (*Backward Analysis*)

Backward analysis dilakukan untuk mengetahui nilai *latest finish* (LF) dan *latest start* (LS) beserta tanggal yang mengikuti, kemudian disajikan pada kolom LF dan LS dalam *node* jaringan kerja PDM. Sebagai contoh, nilai LF dan LS untuk kegiatan pekerjaan beton lantai atap dan pekerjaan beton lantai 9 dapat diperoleh dengan perhitungan sebagai berikut:

1) Pekerjaan Beton Lantai Atap

a) LF = nilai durasi proyek = 285

b) Tgl. LF = tgl. ES + nilai durasi proyek
= (30 Oktober 2017 + 285) - 1
= 10 Agustus 2018 + 21 hari libur
= 31 Agustus 2018

c) Durasi Kegiatan 33 hari kalender

LS = LF - D = 285 - 33
= 252

d) Tgl. LS = (tgl. LF - D) + 1

$$= (31 \text{ Agustus } 2018 - 33 \text{ hari}) + 1$$

$$= 30 \text{ Juli } 2018$$

- 2) Pekerjaan Beton Lantai 9
- a) $Constraint = FS(20-21) = -33$
- b) LF
- $$= LS (\text{Keg.21}) - constraint$$
- $$= 252 - (-33) = 285$$
- c) Tgl. LF
- $$= [\text{Tgl. LS (Keg.21)} - constraint] - 1$$
- $$= [30 \text{ Juli } 2018 - (-33)] - 1$$
- $$= 31 \text{ Agustus } 2018$$
- d) Durasi kegiatan 40 hari kalender LS
- $$= LF - D = 285 - 40 = 245$$
- e) Tgl. LS
- $$= (\text{Tgl. LF} - D) + 1$$
- $$= (31 \text{ Agustus } 2018 - 40) + 1$$
- $$= 23 \text{ Juli } 2018$$

c. Penentuan Kegiatan dan Jalur Kritis

Backward analysis dilakukan untuk mengetahui nilai Kritis dan tidaknya suatu kegiatan ditandai dengan beberapa kondisi tertentu, sedangkan penentuan jalur kritis dapat diperoleh dengan mengetahui jalur yang dipenuhi oleh beberapa kegiatan kritis. Sebagai contoh, untuk menentukan kritis dan tidaknya kegiatan pekerjaan tanah & lain-lain dan pekerjaan beton lantai LG, dapat diperoleh dengan melakukan beberapa analisis sebagai berikut:

- 1) ES (*earliest start*) = LS (*latest start*)
- a) Pekerjaan Tanah & Lain-lain
- $$ES = LS$$
- $$0 = 0 = \text{Kegiatan kritis}$$
- b) Pekerjaan Beton Lantai LG
- $$ES = LS$$
- $$28 = 28 = \text{Kegiatan kritis}$$
- 2) EF (*earliest finish*) = LF (*latest finish*)
- a) Pekerjaan Tanah & Lain-lain
- $$EF = LF$$
- $$112 = 112 = \text{Kegiatan kritis}$$
- b) Pekerjaan Beton Lantai LG
- $$EF = LF$$
- $$203 = 203 = \text{Kegiatan kritis}$$
- 3) LF (*latest finish*) - ES (*earliest start*) = D (*duration*)
- a) Pekerjaan Tanah & Lain-lain

$$LF - ES = D$$

$$D = 112 \text{ hari}$$

$$112 - 0 = 112 = D \text{ Kegiatan kritis}$$

- b) Pekerjaan Beton Lantai LG

$$LF - ES = D$$

$$D = 175 \text{ hari}$$

$$203 - 28 = 175 = D \text{ Kegiatan kritis}$$

Tabel 3. Jalur kritis jadwal proyek

No. Keg.	Nama Kegiatan	D	ES	EF	LS	LF
2	Pekerjaan Tanah dan Lain-lain	112	0	112	0	112
3	Pekerjaan Beton Lantai LG	175	28	203	28	203
4	Pekerjaan Beton Lantai Ground	112	56	168	56	168
12	Pekerjaan Beton Lantai UG	112	63	175	63	175
13	Pekerjaan Beton Lantai 1	112	70	182	70	182
10	Pekerjaan Beton Lantai P6	98	84	182	84	182
11	Pekerjaan Beton Lantai P7	98	91	189	91	189
14	Pekerjaan Beton Lantai 2	119	98	217	98	217
15	Pekerjaan Beton Lantai 3	126	112	238	112	238
16	Pekerjaan Beton Lantai 5	42	217	259	217	259
17	Pekerjaan Beton Lantai 6	42	224	266	224	266
18	Pekerjaan Beton Lantai 7	42	231	273	231	273
19	Pekerjaan Beton Lantai 8	42	238	280	238	280
20	Pekerjaan Beton Lantai 9	40	245	285	245	285
21	Pekerjaan Beton Lantai Atap	33	252	285	252	285

4. Perhitungan WT (Waktu Tersedia)

Waktu tersedia (WT) pada jadwal Proyek Pembangunan Gedung Gress Mall dan Aston Inn Hotel adalah:

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

$$= (31 \text{ Agustus } 2018 - 30 \text{ Oktober } 2017) + 1$$

$$= 306 \text{ hari termasuk hari libur}$$

Jumlah hari libur pada jadwal Proyek Pembangunan Gedung Gress Mall dan Aston Inn Hotel adalah:

$$\text{Libur natal dan hari raya} = 7 \text{ hari}$$

$$\text{Libur lebaran} = 14 \text{ hari}$$

$$\text{Total hari libur} = 21 \text{ hari}$$

$$\text{Total \% hari libur}$$

$$= (21/306) \times 100\% = 6,86 \%$$

5. Perhitungan WKJ Rencana (Waktu Kumulatif Jalur)

WKJ rencana proyek diperoleh berdasarkan jalur kritis pada jaringan kerja PDM. Dalam perhitungan WKJ rencana, hanya *forward analysis* yang perlu dilakukan. Sebagai contoh, WKJ rencana untuk pekerjaan beton lantai 9 dan pekerjaan beton lantai atap dapat diperoleh dengan perhitungan sebagai berikut:

a. Pekerjaan Beton Lantai 9 (Keg.20)

- 1) $EF (Keg.19) = 280$
- 2) $Constraint = FS (19-20) = -35$
- 3) ES
 $= EF (Keg.19) - constraint$
 $= 280 + (-35) = 245$
- 4) $EF (Keg.20) = ES + D$
 $= 245 + 40$
 $= 285$

b. Pekerjaan Beton Lantai Atap (Keg.21)

- 1) $EF (Keg.20) = 285$
- 2) $Constraint = FS (20-21) = -33$
- 3) ES
 $= EF (Keg.20) - constraint$
 $= 285 + (-33) = 252$
- 4) $EF (Keg.21) = ES + D$
 $= 252 + 33$
 $= 285$

Tabel 4. WKJ rencana proyek

No. Keg.	Nama Kegiatan	WKJ Rencana			
		Constraint	D	ES	EF
2	Pekerjaan Tanah dan Lain-lain	SS (1-2) = 0	112	0	112
3	Pekerjaan Beton Lantai LG	FS (2-3) = -84	175	28	203
4	Pekerjaan Beton Lantai Ground	FS (3-4) = -147	112	56	168
12	Pekerjaan Beton Lantai UG	FS (4-12) = -105	112	63	175
13	Pekerjaan Beton Lantai 1	FS (12-13) = -105	112	70	182
10	Pekerjaan Beton Lantai P6	FS (13-10) = -98	98	84	182
11	Pekerjaan Beton Lantai P7	FS (10-11) = -91	98	91	189
14	Pekerjaan Beton Lantai 2	FS (11-14) = -91	119	98	217
15	Pekerjaan Beton Lantai 3	FS (14-15) = -105	126	112	238
16	Pekerjaan Beton Lantai 5	FS (15-16) = -21	42	217	259
17	Pekerjaan Beton Lantai 6	FS (16-17) = -35	42	224	266
18	Pekerjaan Beton Lantai 7	FS (17-18) = -35	42	231	273
19	Pekerjaan Beton Lantai 8	FS (18-19) = -35	42	238	280
20	Pekerjaan Beton Lantai 9	FS (19-20) = -35	40	245	285
21	Pekerjaan Beton Lantai Atap	FS (20-21) = -33	252	252	285

6. Perhitungan CW pada Situasi Awal (Cadangan Waktu)

CW proyek 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 beton lantai P1 dan pekerjaan beton lantai P2&P2A, dapat diperoleh dengan perhitungan sebagai berikut:

- 1) Cadangan waktu node mulai
 - a) Pekerjaan Beton Lantai P1

$$CW-m = LS - ES$$

$$= 133 - 119 = 14$$

b) Pekerjaan Beton Lantai P2&P2A

$$CW-m = LS - ES$$

$$= 147 - 133 = 14$$

2) Cadangan waktu node selesai

a) Pekerjaan Beton Lantai P1

$$CW-s = LF - EF$$

$$= 161 - 147 = 14$$

b) Pekerjaan Beton Lantai P2&P2A

$$CW-s = LF - EF$$

$$= 196 - 182 = 14$$

Tabel 5. CW node pada situasi awal proyek

No. Keg.	Nama Kegiatan	ES	EF	LS	LF	CW node	
						CW-m	CW-s
Kegiatan dan Jalur Kritis							
2	Pekerjaan Tanah dan Lain-lain	0	112	0	112	0	0
3	Pekerjaan Beton Lantai LG	28	203	28	203	0	0
4	Pekerjaan Beton Lantai Ground	56	168	56	168	0	0
12	Pekerjaan Beton Lantai UG	63	175	63	175	0	0
13	Pekerjaan Beton Lantai 1	70	182	70	182	0	0
10	Pekerjaan Beton Lantai P6	84	182	84	182	0	0
11	Pekerjaan Beton Lantai P7	91	189	91	189	0	0
14	Pekerjaan Beton Lantai 2	98	217	98	217	0	0
15	Pekerjaan Beton Lantai 3	112	238	112	238	0	0
16	Pekerjaan Beton Lantai 5	217	259	217	259	0	0
17	Pekerjaan Beton Lantai 6	224	266	224	266	0	0
18	Pekerjaan Beton Lantai 7	231	273	231	273	0	0
19	Pekerjaan Beton Lantai 8	238	280	238	280	0	0
20	Pekerjaan Beton Lantai 9	245	285	245	285	0	0
21	Pekerjaan Beton Lantai Atap	252	285	252	285	0	0
Kegiatan Kritis							
1	Pekerjaan Persiapan	0	285	0	285	0	0
Kegiatan dan Jalur Tidak Kritis							
5	Pekerjaan Beton Lantai P1	119	147	133	161	14	14
6	Pekerjaan Beton Lantai P2&P2A	133	182	147	196	14	14
7	Pekerjaan Beton Lantai P3&P3A	147	196	161	210	14	14
8	Pekerjaan Beton Lantai P4&P4A	161	210	175	224	14	14
9	Pekerjaan Beton Lantai P5	175	224	189	238	14	14

b. Cadangan waktu jalur

Total waktu penyelesaian dalam jalur kegiatan proyek (WKJ) adalah 285 hari, dengan besar cadangan waktu pada masing-masing node adalah 0 (nol), sedangkan waktu yang tersedia (WT) adalah 306 hari, maka cadangan waktu jalur adalah:

$$CWJ = WT - WKJ$$

$$= 306 - 285$$

$$= 21 \text{ hari}$$

Tabel 6. CW pada situasi awal proyek

Cadangan Waktu pada Situasi Awal		
WT	WKJ rencana	CW- awal
306 hari	285 hari	21 hari

7. Perhitungan WKJ aktual (Waktu Kumulatif Jalur)

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-31 pada pekerjaan tanah & lain-lain dapat diperoleh dengan cara sebagai berikut:

- a. ES Pekerjaan Tanah dan Lain-lain
 - 1) Persentase minggu lalu = 0 %
 - 2) Persentase minggu ke-1 = 5,360% > 0%
 - 3) Minggu ke-1 = dimulai tanggal 30 Oktober 2017
 - 4) Tanggal mulai proyek = 30 Oktober 2017
 - 5) Maka ES Pekerjaan Beton Lantai LG = 30 Oktober 2017 – 30 Oktober 2017
ES = 0
- b. EF Pekerjaan Tanah dan Lain-lain
 - 1) Persentasi pekerjaan minggu ke-31 = 100,00%
 - 2) Minggu ke-31 = diakhiri tanggal 03 Juni 2018
 - 3) Tanggal mulai proyek = 30 Oktober 2017
 - 4) Maka EF Pekerjaan Tanah dan Lain-lain = 03 Juni 2018 – 30 Oktober 2017 +1
EF = 210 hari
- c. Durasi (D) Pekerjaan Tanah dan Lain-lain

$$D = EF - ES$$

$$= 210 - 0$$

$$D = 210$$

No. Keg.	Nama Kegiatan	WKJ Rencana			WKJ Aktual		
		D	ES	EF	D	ES	EF
2	Pekerjaan Tanah dan Lain-lain	112	0	112	210	0	210
3	Pekerjaan Beton Lantai LG	175	28	203	-	14	-
4	Pekerjaan Beton Lantai Ground	112	56	168	-	63	-
12	Pekerjaan Beton Lantai UG	112	63	175	-	84	-
13	Pekerjaan Beton Lantai 1	112	70	182	-	112	-
10	Pekerjaan Beton Lantai P6	98	84	182	-	140	-
11	Pekerjaan Beton Lantai P7	98	91	189	-	168	-
14	Pekerjaan Beton Lantai 2	119	98	217	-	182	-
15	Pekerjaan Beton Lantai 3	126	112	238	-	203	-
16	Pekerjaan Beton Lantai 5	42	217	259	-	-	-
17	Pekerjaan Beton Lantai 6	42	224	266	-	-	-
18	Pekerjaan Beton Lantai 7	42	231	273	-	-	-
19	Pekerjaan Beton Lantai 8	42	238	280	-	-	-
20	Pekerjaan Beton Lantai 9	40	245	285	-	-	-
21	Pekerjaan Beton Lantai Atap	252	252	285	-	-	-

8. Perhitungan CW pada Minggu ke-31 (Cadangan Waktu)

CW node masing-masing pekerjaan pada minggu ke-31 dapat diperoleh dengan menghitung deviasi antara waktu aktual dan rencana. Sebagai contoh, perhitungan CW node pada pekerjaan beton lantai P1 dapat diperoleh dengan perhitungan sebagai berikut:

- a. Cadangan waktu node
 - 1) Pekerjaan Beton Lantai P1
 - a) CW-m awal = 14 hari
 - b) CW-m minggu ke-31

$$ES \text{ Rencana} = 119$$

$$ES \text{ Aktual} = 147 \text{ (laporan progress)}$$

$$\text{Deviasi} = -14 \text{ (terlambat 14 hari)}$$

$$CW\text{-m M-31} = CW\text{-m awal} - \text{deviasi}$$

$$= 14 - 14 = 0$$
 - c) CW-s awal = 14 hari
 - d) CW-s minggu ke-31

$$EF \text{ Rencana} = 147$$

$$EF \text{ Aktual} = \text{-(belum selesai)}$$

$$\text{Deviasi} = -$$

$$CW\text{-s M-31} = -$$
- b. Cadangan waktu jalur
 - 1) CW pada situasi awal

$$CW = WT - WKJ$$

$$= 306 - 285$$

$$= 21 \text{ hari}$$
 - 2) Deviasi WKJ

Deviasi WKJ merupakan nilai keterlambatan yang diperoleh dari hasil pengurangan sebagai berikut:

$$\text{Deviasi WKJ} = WKJ \text{ rencana} - WKJ \text{ actual}$$

Tabel 7. WKJ rencana dan aktual

Tabel 8 CW node pada Minggu ke-31

No.	Nama Kegiatan	CW pada minggu ke-31			CW pada minggu ke-31		
		mulai	Selesai	Deviasi	mulai	Selesai	Deviasi
	Kegiatan dan Jalur Tidak Kritis	Rencana	CW-m	Aktual	CW-m	Aktual	Deviasi
5	Pekerjaan Beton Lantai P1	119	14	147	14	133	0
6	Pekerjaan Beton Lantai P2&P2A	133	14	182	14	161	-14
7	Pekerjaan Beton Lantai P3&P3A	147	14	196	14	161	-14
8	Pekerjaan Beton Lantai P4&P4A	161	14	210	14	203	-42
9	Pekerjaan Beton Lantai P5	175	14	224	14	-	-

Tabel 9 CW Jalur pada Minggu ke-31

Cadangan Waktu pada Minggu ke-31	
CW-awal	21 hari
Deviasi WKJ	-98 hari
CW minggu ke - 31	-77 hari

$$= 112 - 210$$

$$= - 98 \text{ hari (terlambat 98 hari)}$$

3) CW minggu ke-31

$$\text{CW minggu ke-31}$$

$$= \text{CW awal} - \text{WKJ aktual}$$

$$= 21 - 98$$

$$= - 77 \text{ hari}$$

4) Proyeksi akhir proyek

$$\text{Proyeksi Akhir}$$

$$= \text{WKJ} + \text{Deviasi WKJ}$$

$$= 285 + 98$$

$$= 383$$

2) Pekerjaan Beton Lantai LG

$$\text{Rencana penyelesaian} = 203 \text{ hari}$$

$$\text{WKJ} = 285 \text{ hari}$$

$$\text{Penyelesaian (\%)} = \frac{203}{285} \times 100 \%$$

$$= 71,23 \%$$

Perhitungan laju penyelesaian pekerjaan pada *analysis rate of erosion*, tidak bergantung pada keterlambatan pelaksanaan pekerjaan.

b. Laju Erosi CW

1) Pekerjaan Tanah dan lain-lain

$$\text{Rencana penyelesaian} = 112 \text{ hari}$$

$$\text{Realisasi Penyelesaian} = 210 \text{ hari}$$

$$\text{Deviasi} = 98 \text{ hari}$$

$$\text{Total CW} = 21 \text{ hari}$$

$$\text{Erosi CW (\%)} = \frac{9}{2} \times 100 \%$$

$$= 466,67 \%$$

Jika batas maksimum dalam penggunaan CW adalah 100 %, maka CW pada pekerjaan tanah dan lain-lain mencapai angka:

$$\text{CW} = 466,67 \% - 100 \%$$

$$= - 366,67 \% \text{ (negatif)}$$

2) Pekerjaan Beton Lantai LG

$$\text{Rencana penyelesaian} = 112 \text{ hari}$$

$$\text{Realisasi Penyelesaian} = - \text{ hari}$$

(belum selesai)

$$\text{Deviasi} = - \text{ hari}$$

$$\text{Total CW} = 21 \text{ hari}$$

$$\text{Erosi CW (\%)} = \frac{-}{2} \times 100 \%$$

$$= - \%$$

Tabel 10. *Analysis rate of erosion*

No. Keg.	Nama Kegiatan	Penyelesaian (%)	Erosi CW (%)
2	Pekerjaan Tanah dan Lain-lain	39.30	466.67
3	Pekerjaan Beton Lantai LG	71.23	
4	Pekerjaan Beton Lantai Ground	58.95	
12	Pekerjaan Beton Lantai UG	61.40	
13	Pekerjaan Beton Lantai 1	63.86	
10	Pekerjaan Beton Lantai P6	63.86	
11	Pekerjaan Beton Lantai P7	66.32	
14	Pekerjaan Beton Lantai 2	76.14	
15	Pekerjaan Beton Lantai 3	83.51	
16	Pekerjaan Beton Lantai 5	90.88	
17	Pekerjaan Beton Lantai 6	93.33	
18	Pekerjaan Beton Lantai 7	95.79	
19	Pekerjaan Beton Lantai 8	98.25	
20	Pekerjaan Beton Lantai 9	100.00	
21	Pekerjaan Beton Lantai Atap	100.00	

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

Analysis rate of erosion dilakukan untuk membandingkan laju penyelesaian pekerjaan dengan laju erosi cadangan waktu. Sebagai contoh, *analysis rate of erosion* pada pekerjaan tanah & lain-lain, dan pekerjaan beton lantai LG, dapat dilihat dengan rincian analisis sebagai berikut:

a. Laju Penyelesaian Pekerjaan

1) Pekerjaan Tanah dan lain-lain

$$\text{Rencana penyelesaian} = 112 \text{ hari}$$

$$\text{WKJ} = 285 \text{ hari}$$

$$\text{Penyelesaian (\%)} = \frac{112}{285} \times 100 \%$$

$$= 39,30 \%$$

B. Hasil Penelitian

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 80%, 70%, atau 40%, 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* (-).

Proyek Pembangunan Gedung Gress Mall dan Aston Inn Hotel Gresik memiliki 16 kegiatan kritis, namun hanya 15 kegiatan yang masuk dalam jalur kritis, hal ini dikarenakan 1 kegiatan lain tidak memiliki kegiatan *predecessor* maupun *successor*. Selain itu jalur kritis merupakan serangkaian dari beberapa kegiatan kritis yang saling berhubungan.

Hasil perhitungan menunjukkan besar nilai WT dalam jadwal proyek adalah 306 hari, dengan jumlah hari libur sebanyak 6,86% 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 285 hari, yang berarti lebih kecil dari nilai WT (306 hari). Sehingga dapat dikatakan jadwal proyek memiliki ketersediaan waktu yang cukup untuk melaksanakan seluruh kegiatan.

WKJ aktual pada jadwal proyek menunjukkan nilai keterlambatan sebesar 98 hari, untuk kegiatan pekerjaan tanah dan lain-lain. Selain itu, pekerjaan tanah dan lain-lain menjadi satu-satunya kegiatan yang mencapai angka 100% dari penyelesaian pekerjaan.

Jadwal proyek merencanakan 7 (tujuh) kegiatan akan selesai pada minggu ke-31, namun kenyataan dalam pelaksanaan, hanya menyelesaikan 1 (satu) kegiatan. Selain itu pekerjaan tanah & lain-lain yang berdurasi 112 hari, mengalami keterlambatan sebesar 98 hari, sehingga membutuhkan waktu penyelesaian sebanyak 210 hari, hampir 2 (dua) kali lipat dari durasi rencana. Dengan demikian, besar angka keterlambatan menjadi penyebab utama 6

(enam) kegiatan lain gagal terselesaikan, atau mencapai persentase 100%.

Dengan keterlambatan 98 hari, maka jadwal proyek diproyeksikan akan selesai setelah 383 hari, dengan demikian prediksi waktu akhir proyek adalah pada tanggal 16 November 2018.

1. CW pada Situasi Awal (Cadangan Waktu)

Nilai CW node untuk masing-masing kegiatan yang bersifat tidak kritis pada situasi awal adalah sebesar 14 hari, sedangkan nilai CW Jalur pada situasi awal adalah sebesar 21 hari. Dengan demikian, CW pada situasi awal memiliki nilai positif (+), sehingga proyek memiliki *safety factor* dalam aspek jadwal.

Jadwal proyek memberlakukan jam kerja sebanyak 15 jam pada hari senin hingga jumat, dan 10 jam pada hari sabtu dan minggu. Jika jadwal proyek menerapkan jam kerja *night shift* atau 24 jam, maka nilai CW akan semakin bertambah besar. Semakin besar nilai CW, maka semakin panjang pula waktu yang tersedia (WT).

2. CW pada Minggu ke-31 (Cadangan Waktu)

CW node untuk masing-masing kegiatan tidak kritis pada minggu ke-31 telah mengalami pengurangan yang variatif, dan menyebabkan nilai CW node menjadi 0 (nol) dan bahkan negatif (-), sedangkan CW jalur pada minggu ke-31 menjadi negatif (-) 77 hari.

Perubahan nilai CW dari positif (+) menjadi (-), disebabkan oleh penundaan waktu mulai (ES) yang hampir terjadi untuk seluruh kegiatan, hanya pekerjaan persiapan dan pekerjaan tanah & lain-lain yang dimulai tepat waktu. Selain itu, keterlambatan waktu selesai (EF) yang terjadi pada pekerjaan tanah & lain-lain, ikut menjadi penyebab atas perubahan nilai CW.

Nilai CW node dan jalur pada WKJ rencana menunjukkan angka 0 (nol), yang memiliki arti setiap kegiatan yang ada pada jalur tersebut tidak diizinkan untuk mengalami penundaan, baik penundaan waktu mulai maupun waktu selesai kegiatan. Jika terjadi penundaan waktu mulai dan atau

waktu selesai, maka sudah dipastikan CW akan berubah menjadi negatif (-).

3. *Rate of Erosion (Kecepatan Erosi CW)*

Rate of erosion pada jadwal proyek mencapai angka 466,67%, berbanding jauh dengan laju penyelesaian kegiatan yang hanya sebesar 39,30%. Sedangkan ketersediaan cadangan waktu yang dapat dipakai hanya mencapai 100%, sehingga CW telah mencapai angka negatif (-)366,67%, sedangkan sisa pekerjaan yang harus diselesaikan adalah sebesar 60,70 %. Jika laju kecepatan erosi melebihi laju penyelesaian pekerjaan, maka dapat dipastikan jadwal tidak akan selesai tepat waktu.

Penggunaan CW hingga 466,67%, (melebihi batas ketersediaan CW) dapat terjadi ketika angka keterlambatan lebih besar dari nilai CW, jika hal ini terjadi, maka akan berakibat pada perubahan nilai CW dari positif (+) menjadi negatif (-), dan jika CW menjadi negatif (-), maka jadwal proyek terindikasi mengalami keterlambatan.

Penyelesaian kegiatan hingga minggu ke-31, hanya terjadi pada pekerjaan tanah & lain-lain, sehingga *Analysis rate of erosion* hanya dapat dilakukan hingga pekerjaan tanah & lain-lain.

PENUTUP

Simpulan

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

1. Nilai Cadangan waktu (CW) Proyek Pembangunan Gress Mall dan Aston Inn Hotel Gresik Jawa Timur pada situasi awal proyek adalah positif (+) 21 hari. Artinya, jika jadwal rencana tidak berjalan sesuai rencana, maka ada toleransi waktu 21 hari yang dapat dialokasikan untuk pengendalian jadwal proyek.
2. Nilai Cadangan waktu (CW) Proyek Pembangunan Gress Mall dan Aston Inn Hotel Gresik Jawa Timur pada minggu ke-31

pelaksanaan pekerjaan adalah negatif (-) 77 hari. Dengan kata lain, nilai CW sudah habis terpakai, dan bahkan tidak cukup untuk menanggulangi keterlambatan jadwal hingga minggu ke-31.

3. Laju kecepatan erosi cadangan waktu (CW) lebih besar (466,67%) dari laju penyelesaian pekerjaan (39,30%), selain itu nilai CW hingga minggu ke-31 sudah mengalami pengurangan hingga mencapai angka negatif (-) 366,67%, sedangkan volume pekerjaan proyek masih menyisakan 60,70%. Dengan demikian, jika tidak segera diambil tindakan perbaikan, maka dapat dipastikan jadwal proyek tidak akan selesai tepat waktu.

Saran

Setelah mengetahui simpulan penelitian, maka dapat diambil beberapa saran sebagai berikut:

1. Memperpanjang WT dengan melakukan penambahan jam kerja menjadi *night shift* atau 24 jam kerja, dan melakukan penambahan hari kerja pada hari-hari libur. Jika hal ini dilakukan, maka nilai CW negatif (-) 77 akan berkurang menjadi negatif (-) 17 hari. Dengan demikian waktu akhir proyek yang semula diproyeksikan berakhir pada 16 November 2018, akan berubah menjadi 17 September 2018.
2. Mempersingkat WKJ, dengan melakukan penambahan sumber daya, baik tenaga kerja maupun peralatan, hal ini juga dapat memperbesar nilai CW.

DAFTAR PUSTAKA

- Lenggogeni dan Wideasanti, Irika. 2014. *Manajemen Konstruksi*. Bandung: Rosda.
- Soeharto, Iman. 1999. *Manajemen Proyek: Dari Konseptual Sampai Operasional Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Soeharto, Iman. 2001. *Manajemen Proyek: Dari Konseptual Sampai Operasional Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.