

ANALISIS PERCEPATAN WAKTU PELAKSANAAN PEKERJAAN PADA PROYEK PEMBANGUNAN JALAN TOL MENGGUNAKAN METODE *TIME COST TRADE OFF* (Studi Kasus: Proyek Jalan Tol Cinere – Jagorawi Seksi 3)

Ismono Kusmaryono¹, Novika Candra Fertilia², Rafama Dewi³, Fajar Mahardika⁴

^{1,3,4}Program Studi Teknik Sipil

Institut Sains dan Teknologi Nasional

Jl. Moch. Kahfi II, Bhumi Srengseng Indah P.O. Box 7715 JKS LA

Kelurahan Jagakarsa – Jakarta Selatan 12620, Telp. 78880275

²Program Studi Teknik Sipil

Universitas Mercu Buana

Jl. Meruya Selatan No.1 Kembangan Jakarta Barat 11650

Email: ikusmaryono@istn.ac.id¹, novikacandraf@yahoo.com², rafama@istn.ac.id³, fajarmhrdk19@gmail.com⁴

Abstrak

Bagi kontraktor mengontrol sebuah proyek secara sistematis adalah hal penting agar waktu penyelesaian proyek dapat sesuai dengan kontrak atau bahkan dapat dipercepat sehingga menghasilkan keuntungan atau *benefit* serta dapat terhindar dari denda akibat keterlambatan penyelesaian proyek. Proyek Pembangunan Jalan Tol Cinere – Jagorawi Seksi 3 memiliki durasi awal selama 485 hari. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mencari aktivitas – aktivitas pada lintasan kritis dan menghitung total biaya dan durasi akibat proses percepatan pada pekerjaan Jalan Utama/*Main Road* yang memiliki biaya sebesar Rp. 48.786.897.253,58 dan durasi normal 400 hari. Metode yang digunakan adalah *Time Cost Trade Off*. Hasil penelitian menghasilkan 16 aktivitas lintasan kritis yaitu untuk Seksi 3-A adalah Pekerjaan *Compacted Subgrade*, Pekerjaan *Drainage Layer*, Pekerjaan *Lean Concrete*, Pekerjaan Urugan Pasir, Pembesian, Pemasangan Bekisting, Pengecoran, dan *Guard Rail*. Untuk Seksi 3-B adalah Pekerjaan *Compacted Subgrade*, Pekerjaan *Drainage Layer*, Pekerjaan *Lean Concrete*, Pekerjaan Urugan Pasir, Pembesian, Pemasangan Bekisting, Pengecoran, dan *Guard Rail*. Lalu setelah dilakukan percepatan menjadi 381 hari terjadi penghematan biaya sebesar Rp. 32.201.092,44, 375 hari terjadi penambahan biaya sebesar Rp. 188.543.069,50, 365 hari terjadi penambahan biaya sebesar Rp. 297.287.278,72, dan pada percepatan 354 hari terjadi penambahan biaya sebesar Rp. 412.763.518,87.

Kata Kunci : *Time Cost Trade Off*, Percepatan Proyek, Penambahan Tenaga Kerja, Penambahan Jam Lembur, Durasi Optimal.

Abstract

For contractors to control a project systematically is important so that the project completion time can be in accordance with the contract or can even be accelerated so as to generate profits or benefits and can avoid fines due to delays in project completion. The Cinere – Jagorawi Toll Road Construction Project Section 3 has an initial duration of 485 days. The purpose of this study is to find activities on the critical path and calculate the total cost and duration due to the acceleration process on the Main Road work which has a cost of Rp. 48,786,897,253.58 and the normal duration is 400 days. The method used is the Time Cost Trade Off. The results of the study resulted in 16 critical path activities, namely for Section 3-A, namely Compacted Subgrade Works, Drainage Layer Works, Lean Concrete Works, Sand Backfill Works, Ironing, Formwork Installation, Casting, and Guard Rail. For Section 3-B are Compacted Subgrade Works, Drainage Layer Works, Lean Concrete Works, Sand Backfill Works, Iron, Formwork Installation, Casting, and Guard Rail. Then after being accelerated to 381 days there was a cost savings of Rp. 32,201,092,44, 375 days an additional cost of Rp. 188,543,069.50, 365 days there was an additional cost of Rp. 297,287,278.72, and at the acceleration of 354 days there was an additional cost of Rp. 412,763,518.87.

Keywords : Time Cost Trade Off, Project Acceleration, Addition of Manpower, Additional Hours of Overtime, Optimal Duration.

PENDAHULUAN

Menurut (BPJT, 2022), jalan tol adalah salah satu infrastruktur yang dapat dikategorikan memiliki peranan penting dan signifikan dalam perkembangan suatu daerah, selain itu jalan tol juga diharapkan akan menjadi penunjang dalam peningkatan pertumbuhan perekonomian serta untuk mewujudkan pemerataan pembangunan dalam suatu wilayah. Salah satunya adalah proyek jalan tol Cinere – Jagorawi Seksi 3 (STA 09+314 - STA 15+000). Proyek ini diharapkan dapat mengurai kemacetan di

kota Depok dan meningkatkan volume distribusi barang serta jasa di kawasan Jakarta – Bogor – Depok – Tangerang – Bekasi (Jabodetabek).

Pada proses pelaksanaan sebuah proyek konstruksi sering terjadi adanya ketidaksesuaian antara jadwal rencana dengan realisasinya di lapangan, hal tersebut menjadi faktor yang mengakibatkan bertambahnya waktu dan biaya pelaksanaan. Sebuah keterlambatan dapat diatasi dengan cara melakukan perhitungan struktur yang tepat, estimasi biaya yang efektif dan ekonomis (Rencana Anggaran Biaya), dan manajerial pelaksanaan yang baik terhadap waktu dan biaya agar tercapainya target rencana. Jika salah satu dari upaya tersebut kurang memenuhi maka akan berakibat kurangnya mutu dari proyek tersebut (Yohanes, dkk, 2020).

Pada proyek yang akan dilakukan penelitian terdapat faktor yang mengharuskan adanya sebuah proses percepatan, salah satunya adalah faktor yang sangat kuat yang disebabkan oleh permintaan dari Presiden untuk segera menyelesaikan proyek jalan tol agar segera bisa beroperasi untuk menunjang pertumbuhan ekonomi di daerah Jabodetabek. Dari rencana kontrak awal pembangunan selama 16 bulan diminta oleh Presiden untuk menyelesaikannya dalam waktu 12 bulan.

Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan percepatan dengan metode *Time Cost Trade Off*. Metode ini memungkinkan untuk melakukan pertukaran waktu terhadap biaya dengan cara menganalisis penambahan biaya proyek yang akan terjadi akibat dari proses pengurangan durasi pekerjaan, sehingga pada kondisi – kondisi tertentu proyek akan mencapai kondisi waktu dan biaya optimum (Zulkasa, dkk, 2018).

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menentukan aktivitas – aktivitas yang berada pada lintasan kritis.
2. Menghitung total durasi dan biaya setelah dilakukan percepatan.

METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi Penelitian Proyek Jalan Tol Cinere – Jagorawi Seksi 3

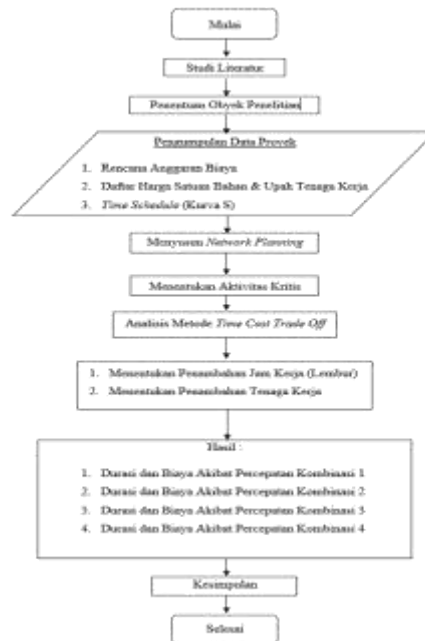
Proyek jalan tol ini juga termasuk ke dalam Perpres Proyek Strategis Nasional (PSN) Nomor 109 Tahun 2020. Ruas jalan tol ini adalah bagian dari Jalan *Outer Ring Road (JORR) II* yang akan menghubungkan daerah Kukusan – Cinere sepanjang $\pm 5,44$ km yang berlokasi di Kelurahan Krukut, Kecamatan Limo, Kota Depok, Provinsi Jawa Barat.



Gambar 1 Lokasi Proyek

Metode Pengumpulan Data

Perencanaan ini tentunya membutuhkan data-data. Data tersebut adalah data sekunder, untuk rinciannya adalah sebagai berikut :



Gambar 2 Diagram Alir Penelitian

Data Sekunder

Pengumpulan data atau informasi dari suatu pelaksanaan proyek konstruksi yang sangat bermanfaat untuk melakukan evaluasi optimasi waktu dan biaya secara menyeluruh. Data yang diperlukan adalah data sekunder yaitu data yang diperoleh dari instansi yang terkait seperti kontraktor, konsultan pengawas, dan lain-lain. Variabel-variabel yang sangat mempengaruhi dalam pengoptimasian waktu dan biaya pelaksanaan proyek ini adalah:

1. Variabel Waktu
 - a. Data Kurva-S
 - b. Durasi Normal
2. Variabel Biaya
 - a. RAB
 - b. Biaya Normal
 - c. Daftar Harga Bahan dan Upah
3. Literatur
 - a. Referensi
 - b. Jurnal
 - c. Perpustakaan
4. Wawancara
 - a. Pihak *Owner*
 - b. Pihak Konsultan Pengawas
 - c. Pihak Kontraktor Pelaksana

Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan cara menggunakan bantuan *Microsoft Excel* dengan memasukkan data terkait untuk dianalisis menggunakan *Network Planning* yang nantinya akan diketahui aktivitas-aktivitas lintasan kritis. Lalu setelah diketahui apa saja aktivitas-aktivitas lintasan kritis maka dapat dilakukan analisis dengan metode *Time Cost Trade Off* dengan 4 (empat) kombinasi, yaitu:

1. Kombinasi 1 = Penambahan 20% Tenaga Kerja + 1 Jam Kerja Lembur
2. Kombinasi 2 = Penambahan 20% Tenaga Kerja + 2 Jam Kerja Lembur
3. Kombinasi 3 = Penambahan 20% Tenaga Kerja + 3 Jam Kerja Lembur
4. Kombinasi 4 = Penambahan 20% Tenaga Kerja + 4 Jam Kerja Lembur

HASIL DAN PEMBAHASAN**Data Durasi Normal Pekerjaan Jalan Utama/Main Road**

Durasi dari setiap pekerjaan Jalan Utama/Main Road dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini

Tabel 1 Durasi Normal Setiap Pekerjaan

No	Item Pekerjaan	Durasi (Hari)	No	Item Pekerjaan	Durasi (Hari)
Seksi 3-A			SEKSI 3-B		
I	JALAN UTAMA STA 15+000 s/d STA 11+500		I	JALAN UTAMA STA 11+500 s/d STA 9+314	
Jalur A			Jalur A		
1	Pek. <i>Compacted Subgrade</i>	118	1	Pek. <i>Compacted Subgrade</i>	118
2	Pek. <i>Drainage Layer t = 15 cm</i>	65	2	Pek. <i>Drainage Layer t = 15 cm</i>	61
3	Pek. <i>Lean Concrete t = 10 cm</i>	65	3	Pek. <i>Lean Concrete t = 10 cm</i>	61
4	Pemasangan <i>Strecht Plastic Sheet</i>	32	4	Pemasangan <i>Strecht Plastic Sheet</i>	35
5	Pek. <i>Rigid Pavement t = 27 cm</i>	43	5	Pek. <i>Rigid Pavement t = 27 cm</i>	47
Jalur B			Jalur B		
6	Pek. <i>Drainage Layer t = 15 cm</i>	65	6	Pek. <i>Drainage Layer t = 15 cm</i>	61
7	Pek. <i>Lean Concrete t = 10 cm</i>	65	7	Pek. <i>Lean Concrete t = 10 cm</i>	61
8	Pemasangan <i>Strecht Plastic Sheet</i>	32	8	Pemasangan <i>Strecht Plastic Sheet</i>	35
9	Pek. <i>Rigid Pavement t = 27 cm</i>	43	9	Pek. <i>Rigid Pavement t = 27 cm</i>	47
II PEKERJAAN BARRIER			II PEKERJAAN BARRIER		
10	Pek. Urugan Pasir	52	10	Pek. Urugan Pasir	35
11	Pemasangan DS – 3D	35	11	Pemasangan DS – 3D	30
12	Pek. Lantai Kerja Penutup	50	12	Pek. Lantai Kerja Penutup	40
13	Pembesian	41	13	Pembesian	35
14	Pemasangan Bekisting	25	14	Pemasangan Bekisting	20
15	Pengecoran	45	15	Pengecoran	40
16	Pemasangan Guard Rail	32	16	Pemasangan Guard Rail	35

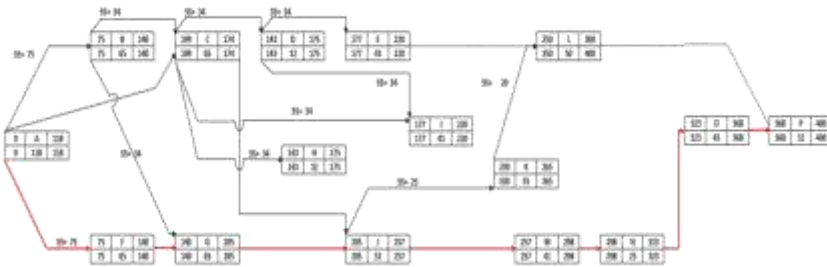
Hubungan Keterkaitan Antar Pekerjaan

Terdapat beberapa metode dalam membuat hubungan keterkaitan antar pekerjaan salah satunya adalah metode CPM (*Critical Path Metode*). CPM adalah metode yang digunakan untuk mengendalikan dan mengetahui kegiatan-kegiatan yang berada di lintasan kritis dengan menggambarkannya ke dalam diagram. Penyusunan *Network Planning* dapat dilihat pada Tabel 2 di bawah ini.

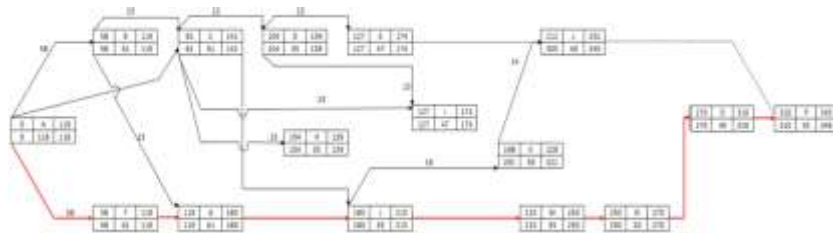
Tabel 2 *Network Planning* Seksi 3-A & 3-B

No	Uraian Kegiatan	Kode	Durasi (Hari)	Aktivitas Pendahulu	Lag Time (Hari)
Seksi 3-A					
1	Pek. <i>Compacted Subgrade</i>	A	118	-	-
2	Pek. <i>Drainage Layer t = 15 cm</i>	B	65	A	75
3	Pek. <i>Lean Concrete t = 10 cm</i>	C	65	A,B	75,34
4	Pemasangan <i>Strecht Plastic Sheet</i>	D	32	C	34
5	Pek. <i>Rigid Pavement t = 27 cm</i>	E	43	C,D	34,34
6	Pek. <i>Drainage Layer t = 15 cm</i>	F	65	A	75
7	Pek. <i>Lean Concrete t = 10 cm</i>	G	65	A,B	75,34
8	Pemasangan <i>Strecht Plastic Sheet</i>	H	32	C	34
9	Pek. <i>Rigid Pavement t = 27 cm</i>	I	43	C,D	34,34
10	Pek. Urugan Pasir	J	52	C,G	-
11	Pemasangan DS – 3D	K	35	J	25
12	Pek. Lantai Kerja Penutup	L	50	K	20
13	Pembesian	M	41	J	-
14	Pemasangan Bekisting	N	25	M	-
15	Pengecoran	O	45	N	-
16	Pemasangan Guard Rail	P	32	O	-
Seksi 3-B					
1	Pek. <i>Compacted Subgrade</i>	A	118	-	-
2	Pek. <i>Drainage Layer t = 15 cm</i>	B	61	A	58
3	Pek. <i>Lean Concrete t = 10 cm</i>	C	61	A,B	58,23
4	Pemasangan <i>Strecht Plastic Sheet</i>	D	35	C	23
5	Pek. <i>Rigid Pavement t = 27 cm</i>	E	47	C,D	23,23
6	Pek. <i>Drainage Layer t = 15 cm</i>	F	61	A	58
7	Pek. <i>Lean Concrete t = 10 cm</i>	G	61	A,B	58,23
8	Pemasangan <i>Strecht Plastic Sheet</i>	H	35	C	23
9	Pek. <i>Rigid Pavement t = 27 cm</i>	I	47	C,D	23,23
10	Pek. Urugan Pasir	J	35	C,G	-
11	Pemasangan DS – 3D	K	30	J	18
12	Pek. Lantai Kerja Penutup	L	40	K	14
13	Pembesian	M	35	J	-
14	Pemasangan Bekisting	N	20	M	-
15	Pengecoran	O	40	N	-
16	Pemasangan Guard Rail	P	35	O	-

Lalu dari Tabel 2 di atas dapat dibuat ke dalam diagram yang dapat dilihat di bawah ini.



Gambar 3 Network Planning Jalan Utama Seksi 3-A



Gambar 4 Network Planning Jalan Utama Seksi 3-B

Perhitungan Maju (Forward Pass)

Perhitungan maju adalah cara perhitungan yang dimulai dari awal proyek sampai akhir penyelesaian proyek yang digunakan untuk menghitung waktu penyelesaian tercepat dari sebuah kegiatan (*Earliest Finish* atau EF) dan waktu tercepat terjadinya kegiatan (*Earliest Start* atau ES). EF didapat dari hasil (ES + Durasi).

Tabel 3 Perhitungan Maju (*Forward Pass*)

No	Kode	Durasi (Hari)	ES	EF
SEKSI 3-A				
1	A	118	0	118
2	B	65	75	140
3	C	65	109	174
4	D	32	143	175
5	E	43	177	220
6	F	65	75	140
7	G	65	140	205
8	H	32	143	175
9	I	43	177	220
10	J	52	205	257
11	K	35	230	265
12	L	50	250	300
13	M	41	257	298
14	N	25	298	323
15	O	45	323	368

	16	P	32	368	400
SEKSI 3-B					
1	A	118	0	118	
2	B	61	58	119	
3	C	61	81	142	
4	D	35	104	139	
5	E	47	127	174	
6	F	61	58	119	
7	G	61	119	180	
8	H	35	104	139	
9	I	47	127	174	
10	J	35	180	215	
11	K	30	198	228	
12	L	40	212	252	
13	M	35	215	250	
14	N	20	250	270	
15	O	40	270	310	
16	P	35	310	345	

Perhitungan Mundur (Backward Pass)

Setelah mengetahui nilai EF maka selanjutnya adalah melakukan perhitungan mundur. Perhitungan mundur adalah perhitungan dari akhir proyek menuju awal proyek untuk mengetahui waktu paling lambat terjadinya suatu kegiatan (*Latest Finish* atau LF) dan waktu paling lambat terjadinya suatu kegiatan (*Latest Start* atau LS). LS didapat dari hasil perhitungan (LF – Durasi).

Tabel 4 Perhitungan Mundur (*Backward Pass*)

No	Kode	Durasi (Hari)	LS	LF
SEKSI 3-A				
1	A	118	0	118
2	B	65	75	140
3	C	65	109	174
4	D	32	143	175
5	E	43	177	220
6	F	65	75	140
7	G	65	140	205
8	H	32	143	175
9	I	43	177	220
SEKSI 3-B				
1	A	118	0	118
2	B	61	58	119
3	C	61	81	142
4	D	35	104	139
5	E	47	127	174
6	F	61	58	119
7	G	61	119	180
8	H	35	104	139
9	I	47	127	174
10	J	35	180	215
11	K	30	291	321
12	L	40	305	345
13	M	35	215	250
14	N	20	250	270
15	O	40	270	310
16	P	35	310	345

Tabel 4 Perhitungan Mundur (*Backward Pass*)
(Lanjutan)

No	Kode	Durasi (Hari)	LS	LF
10	J	52	205	257
11	K	35	330	365
12	L	50	350	400
13	M	41	257	298

Perhitungan Total Float (TF)

Total *Float* (TF) adalah jumlah waktu suatu kegiatan dapat ditunda tanpa memperlambat waktu dari penyelesaian proyek. Perhitungan Total *Float* dapat dilakukan dengan cara (LS – ES) atau (LF – EF). Suatu kegiatan dapat dikatakan kritis apabila memiliki nilai Total *Float* = 0.

Tabel 5 Perhitungan Total *Float*

No	Kode	Durasi (Hari)	ES	EF	LS	LF	TF	No	Kode	Durasi (Hari)	ES	EF	LS	LF	TF
SEKSI 3-A								SEKSI 3-B							
1	A	118	0	118	0	118	0	1	A	118	0	118	0	118	0
2	B	65	75	140	75	140	0	2	B	61	58	119	58	119	0
3	C	65	109	174	109	174	0	3	C	61	81	142	81	142	0
4	D	32	143	175	143	175	0	4	D	35	104	139	104	139	0
5	E	43	177	220	177	220	0	5	E	47	127	174	127	174	0
6	F	65	75	140	75	140	0	6	F	61	58	119	58	119	0
7	G	65	140	205	140	205	0	7	G	61	119	180	119	180	0
8	H	32	143	175	143	175	0	8	H	35	104	139	104	139	0
9	I	43	177	220	177	220	0	9	I	47	127	174	127	174	0
10	J	52	205	257	205	257	0	10	J	35	180	215	180	215	0
11	K	35	230	265	330	365	100	11	K	30	198	228	291	321	93
12	L	50	250	300	350	400	100	12	L	40	212	252	305	345	93
13	M	41	257	298	257	298	0	13	M	35	215	250	215	250	0
14	N	25	298	323	298	323	0	14	N	20	250	270	250	270	0
15	O	45	323	368	323	368	0	15	O	40	270	310	270	310	0
16	P	32	368	400	368	400	0	16	P	35	310	345	310	345	0

Identifikasi Kegiatan Kritis

Setelah menentukan total *float* dari pekerjaan-pekerjaan di atas, maka dapat diketahui kegiatan mana saja yang berada pada jalur kritis dengan melihat kegiatan yang memiliki nilai *float* = 0. Berdasarkan dari hasil analisis menggunakan diagram *network planning* yang dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2 di dapatkan 4 (empat) jalur lintasan kritis, yaitu

1. Seksi 3-A

- a. A-F-G-J-M-N-O-P = 118 + 65 + 65 + 52 + 41 + 25 + 45 + 32 = 443 hari
- b. A-B-C-J-M-N-O-P = 118 + 65 + 65 + 52 + 41 + 25 + 45 + 32 = 443 hari
- c. A-B-G-J-M-N-O-P = 118 + 65 + 65 + 52 + 41 + 25 + 45 + 32 = 443 hari
- d. A-C-J-M-N-O-P = 118 + 65 + 52 + 41 + 25 + 45 + 32 = 378 hari

2. Seksi 3-B

- a. A-F-G-J-M-N-O-P = 118 + 61 + 61 + 35 + 35 + 20 + 40 + 35 = 405 hari
 b. A-B-C-J-M-N-O-P = 118 + 61 + 61 + 35 + 35 + 20 + 40 + 35 = 405 hari
 c. A-B-G-J-M-N-O-P = 118 + 61 + 61 + 35 + 35 + 20 + 40 + 35 = 405 hari
 d. A-C-J-M-N-O-P = 118 + 61 + 35 + 35 + 20 + 40 + 35 = 344 hari

Berdasarkan perhitungan jalur kritis di atas untuk masing-masing seksi 3-A dan 3-B, maka dapat dilihat yang memiliki durasi paling lama adalah yang masuk ke dalam lintasan kritis. Maka dipilih jalur lintasan kritis 1 untuk seksi 3-A dan jalur lintasan kritis 1 untuk seksi 3-B.

Tabel 6 Rekapitulasi Kegiatan Kritis

No	Uraian Kegiatan	Kode	Total Float	No	Uraian Kegiatan	Kode	Total Float
SEKSI 3-A				SEKSI 3-B			
1	Pek. <i>Compacted Subgrade</i>	A	0	9	Pek. <i>Compacted Subgrade</i>	A	0
2	Pek. <i>Drainage Layer</i> t = 15 cm	F	0	10	Pek. <i>Drainage Layer</i> t = 15 cm	F	0
3	Pek. <i>Lean Concrete</i> t = 10 cm	G	0	11	Pek. <i>Lean Concrete</i> t = 10 cm	G	0
4	Pek. Urugan Pasir	J	0	12	Pek. Urugan Pasir	J	0
5	Pembesian	M	0	13	Pembesian	M	0
6	Pemasangan Bekisting	N	0	14	Pemasangan Bekisting	N	0
7	Pengecoran	O	0	15	Pengecoran	O	0
8	Pemasangan <i>Guard Rail</i>	P	0	16	Pemasangan <i>Guard Rail</i>	P	0

Analisis Metode Time Cost Trade Off

Analisis dengan menggunakan metode *Time Cost Trade Off* adalah analisis dengan melakukan pertukaran waktu dan biaya yang biasanya akan mengalami kenaikan biaya di dalam pelaksanaannya. Pada penelitian tugas akhir ini akan dilakukan proses percepatan pada item pekerjaan lintasan kritis dengan menambah jam kerja lembur dan penambahan jumlah tenaga kerja.

Pada perhitungan metode *time cost trade off* akan dilakukan dengan menggunakan 4 (empat) kombinasi, yaitu :

1. Kombinasi 1 = Penambahan 20% tenaga kerja dan 1 jam waktu lembur
2. Kombinasi 2 = Penambahan 20% tenaga kerja dan 2 jam waktu lembur
3. Kombinasi 3 = Penambahan 20% tenaga kerja dan 3 jam waktu lembur
4. Kombinasi 4 = Penambahan 20% tenaga kerja dan 4 jam waktu lembur

Perhitungan Produktivitas Akibat Kombinasi

Perhitungan untuk mendapatkan produktivitas per hari dengan waktu jam kerja normal 8 jam dan penambahan 20% tenaga kerja serta penambahan 1, 2, 3, dan 4 jam lembur yang akan dilakukan pada setiap pekerjaan kritis yang dapat dilihat pada Tabel 7 di bawah ini.

Tabel 7 Rekapitulasi Produktivitas Akibat Kombinasi

No	Item Pekerjaan	Produktivitas Crash			
		Kombinasi 1	Kombinasi 2	Kombinasi 3	Kombinasi 4
SEKSI 3-A		1 jam lembur	2 jam lembur	3 jam lembur	4 jam lembur
1	Pek. <i>Compacted Subgrade</i>	581,134	633,371	679,078	718,256
2	Pek. <i>Drainage Layer</i> t = 15 cm	173,939	189,574	203,255	214,981
3	Pek. <i>Lean Concrete</i> t = 10 cm	109,050	118,853	127,430	134,781
4	Pek. Urugan Pasir	18,844	20,538	22,020	23,291
5	Pek. Pembesian	11035,557	12027,518	12895,483	13639,453
6	Pek. Bekisting	992,733	1081,968	1160,048	1226,974
7	Pengecoran	88,082	95,999	102,927	108,865
8	Pek. Konstruksi <i>Guard Rail</i>	418,173	455,761	488,651	516,842
SEKSI 3-B					
9	Pek. <i>Compacted Subgrade</i>	354,914	386,816	414,731	438,657
10	Pek. <i>Drainage Layer</i> t = 15 cm	104,485	113,877	122,095	129,139
11	Pek. <i>Lean Concrete</i> t = 10 cm	67,276	73,323	78,614	83,150
12	Pek. Urugan Pasir	17,896	19,505	20,912	22,119
13	Pek. Pembesian	7551,321	8012,114	8590,308	9085,903
14	Pek. Bekisting	769,916	839,122	899,677	951,581
15	Pengecoran	62,523	68,143	73,060	77,275
16	Pek. Konstruksi <i>Guard Rail</i>	277,595	302,548	324,381	343,095

Crash Duration

Crash duration diperhitungkan berdasarkan percepatan yang digunakan, yaitu menambah tenaga pekerja dan jam kerja. Dengan adanya penambahan tersebut dapat meningkatkan produktivitas kerja sehingga memperpendek durasi pelaksanaan proyek.

Tabel 8 Rekapitulasi *Crash Duration*

No	Uraian Kegiatan	Durasi Normal	Durasi Kombinasi 1	Durasi Kombinasi 2	Durasi Kombinasi 3	Durasi Kombinasi 4
		Hari	Hari	Hari	Hari	Hari
SEKSI 3-A						
1	Pek. Compacted Subgrade	118	105	96	90	85
2	Pek. Drainage Layer t = 15 cm	65	56	52	48	46
3	Pek. Lean Concrete t = 10 cm	65	53	49	45	43
4	Pek. Urugan Pasir	52	48	26	24	23
5	Pembesian	41	37	34	32	30
6	Pemasangan Bekisting	25	22	21	19	18
7	Pengecoran	45	38	35	33	31
8	Pemasangan Guard Rail	32	28	26	24	23
SEKSI 3-B						
9	Pek. Compacted Subgrade	118	104	96	89	84
10	Pek. Drainage Layer t = 15 cm	61	52	47	44	42
11	Pek. Lean Concrete t = 10 cm	61	46	43	40	38
12	Pek. Urugan Pasir	35	18	17	16	15
13	Pembesian	35	31	29	27	25
14	Pemasangan Bekisting	20	18	16	15	14
15	Pengecoran	40	33	31	29	27
16	Pemasangan Guard Rail	35	31	28	26	25

Crash Cost

Crash Cost adalah biaya langsung pertambahan akibat percepatan yang dilakukan akibat masing-masing kombinasi.

Tabel 9 Rekapitulasi *Crash Cost*

No	Uraian Kegiatan	Biaya Crashing Kombinasi 1	Biaya Crashing Kombinasi 2	Biaya Crashing Kombinasi 3	Biaya Crashing Kombinasi 4
SEKSI 3-A					
1	Pek. Compacted Subgrade	Rp. 493.783.631	Rp. 548.440.072	Rp. 600.496.851	Rp. 651.841.619
2	Pek. Drainage Layer t = 15 cm	Rp. 3.508.692.359,64	Rp. 3.897.066.337,59	Rp. 4.266.898.629,67	Rp. 4.631.809.874,78
3	Pek. Lean Concrete t = 10 cm	Rp. 4.817.665.361	Rp. 3.283.943.001	Rp. 5.785.386.330	Rp. 6.280.163.477
4	Pek. Urugan Pasir	Rp. 132.247.626	Rp. 146.895.448	Rp. 180.836.871	Rp. 174.591.944
5	Pembesian	Rp. 1.372.743.772	Rp. 1.524.691.537	Rp. 1.669.384.254	Rp. 1.812.153.143
6	Pemasangan Bekisting	Rp. 3.390.278.320	Rp. 3.765.543.155	Rp. 4.122.894.131	Rp. 4.475.491.811
7	Pengecoran	Rp. 3.811.130.747	Rp. 4.232.981.356	Rp. 4.634.688.871	Rp. 5.031.057.288
8	Pemasangan Guard Rail	Rp. 11.242.943.853	Rp. 12.487.415.120	Rp. 13.672.466.639	Rp. 14.841.761.765
SEKSI 3-B					
9	Pek. Compacted Subgrade	Rp. 326.839.107	Rp. 363.016.631	Rp. 397.466.788	Rp. 431.458.897
10	Pek. Drainage Layer t = 15 cm	Rp. 1.901.425.172	Rp. 2.111.892.201	Rp. 2.312.310.065	Rp. 2.510.063.181
11	Pek. Lean Concrete t = 10 cm	Rp. 2.628.604.275	Rp. 2.690.618.558	Rp. 2.955.811.456	Rp. 3.208.598.025
12	Pek. Urugan Pasir	Rp. 80.188.125	Rp. 89.664.075	Rp. 97.316.226	Rp. 105.851.890
13	Pembesian	Rp. 797.685.867	Rp. 874.878.543	Rp. 957.904.226	Rp. 1.039.826.001
14	Pemasangan Bekisting	Rp. 2.090.276.012	Rp. 2.321.646.770	Rp. 2.541.970.372	Rp. 2.759.364.362
15	Pengecoran	Rp. 2.598.545.894	Rp. 2.561.938.352	Rp. 2.805.087.345	Rp. 3.044.983.702
16	Pemasangan Guard Rail	Rp. 8.023.822.670	Rp. 8.911.972.331	Rp. 9.757.715.525	Rp. 10.592.213.755

- 1) Dengan menggunakan *Network Planning* untuk mencari aktivitas-aktivitas lintasan kritis maka di dapatkan sebanyak 16 aktivitas yang berada pada lintasan kritis Seksi 3-A dan Seksi 3-B, yaitu untuk Seksi 3-A adalah Pekerjaan *Compacted Subgrade*, Pekerjaan *Drainage Layer*, Pekerjaan *Lean Concrete*, Pekerjaan Urugan Pasir, Pembesian, Pemasangan Bekisting, Pengecoran, dan *Guard Rail*. Untuk Seksi 3-B adalah Pekerjaan *Compacted Subgrade*, Pekerjaan *Drainage Layer*, Pekerjaan *Lean Concrete*, Pekerjaan Urugan Pasir, Pembesian, Pemasangan Bekisting, Pengecoran, dan *Guard Rail*.
- 2) Berdasarkan analisis metode *Time Cost Trade Off* dengan durasi normal pekerjaan Jalan Utama/*Main Road* selama 400 hari dengan biaya sebesar Rp. 93.657.195.934,51 yang berada pada aktivitas kritis dengan menggunakan kombinasi 1 menjadi 381 hari dengan penghematan biaya sebesar Rp. 32.201.092,44, dengan menggunakan kombinasi 2 menjadi 375 hari dengan penambahan biaya sebesar Rp. 188.543.069,40, dengan menggunakan kombinasi 3 menjadi 365 hari dengan penambahan biaya sebesar Rp. 297.287.278,72, dan dengan kombinasi 4 menjadi 354 hari dengan penambahan biaya sebesar Rp. 412.763.518,87..

SARAN

Berdasarkan analisis dan kesimpulan di atas maka saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

- 1) Penjadwalan proyek dapat dilakukan dengan berbagai macam metode salah satunya adalah dengan menggabungkan metode PDM, *Bar (Gantt Chart)*, dan *Time Cost Trade Off* untuk lebih menunjukkan hubungan keterkaitan antar pekerjaan.
- 2) Dapat melakukan percepatan proyek dengan menggunakan alternatif lain seperti penambahan alat-alat berat.
- 3) Saran yang dapat diberikan adalah jika ingin melakukan percepatan durasi menjadi 365 hari maka gunakan kombinasi 3 dengan penambahan biaya sebesar Rp. 297.287.278,72.

DAFTAR PUSTAKA

- Andika, Putra Restu. (2020). *Analisa Perbandingan Percepatan Pelaksanaan Proyek Dengan Penambahan Tenaga Kerja Dan Penambahan Waktu Kerja Dengan Metode Time Cost Trade Off Pada Proyek Pembangunan Balai Karantina Pertanian Jawa Tengah*. Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil 2020, ISSN: 2459-9727.
- Ayu, Ida. (2019). *Metode Perencanaan dan Pengendalian Proyek Konstruksi*. Bali: UNHI Press.
- Badan Pengatur Jalan Tol. (2022, 12 Maret). Tujuan dan Manfaat Jalan Tol. Diakses pada 14 Maret 2022, dari <https://bpjt.pu.go.id/konten/jalan-tol/tujuan-dan-manfaat>
- Chasanah, Ummi. dan Sulistyowati. (2017). *Penerapan Manajemen Konstruksi Dalam Pelaksanaan Konstruksi*. Jurnal Neo Teknika Vol.3 No.1, Juni 2017, hal. 35-39.
- Dipoprasetyo, Ibnu. (2016). *Analisis Network Planning Dengan Critical Path Method (CPM) Dalam Usaha Efisiensi Waktu Produksi*. eJournal Administrasi Bisnis, 2016, 4 (4): 1002-1015.
- Ervianto, Wulfram I. (2008). *Teori Aplikasi Manajemen Proyek Konstruksi*. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Maynard, Yohanes. Maranatha, W., dan Tiong Iskandar. (2020). *Percepatan Pelaksanaan Proyek Dengan Metode Time Cost Trade Off Pada Proyek Rehabilitasi/Pemeliharaan (SEGMENT :sp. SEDUKU-KAWALELO-LIKUTEDENG-LAMIKA) LAPEN, KEC.DEMON PEGONG, KAB.FLORES TIMUR NTT*. Jurnal Gelagar Vol.2 No.2 2020.
- Peraturan Pemerintah NO.35 (2021). *Perjanjian Waktu Kerja Tertentu, Alih Daya, Waktu Kerja, Dan Waktu Istirahat, Dan Pemutusan Hubungan Kerja*.
- Priyo, Mandiyo. dan Paridi, MRA., (2018). *Studi Optimasi Waktu dan Biaya Dengan Metode Time Cost Trade Off Pada Proyek Konstruksi Pembangunan Gedung Olahraga (GOR)*. Jurnal Semesta Teknika Vol. 21. No. 1, 72-84, Mei 2018 DOI: 10.18196/ st.211213.
- Putri, Okyta Cahya Ardika. Sugiyarto., dan Fajar Sri. (2014). *Analisis Time Cost Trade Off Dengan Penambahan Jam Kerja Pada Proyek Konstruksi (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Jalan Tol Bogor Ring Road Seksi II A)*. e-Jurnal MATRIKS TEKNIK SIPIL/September 2014/273.
- Rani, Hafnidar A. (2016). *Manajemen Proyek Konstruksi*. Budi Utama: Yogyakarta
- Respati, Rida. Agus Sugianto., dan Wisnu Bagus. (2021). *Kajian Percepatan Proyek Dengan Metode Time Cost Trade Off Pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Balikpapan-Samarinda Seksi V*. Jurnal TRANSUKMA Vol.03 No.02, Juni 2021.