

Analisis Percepatan Proyek Menggunakan Metode Crashing Dengan Penambahan Tenaga Kerja Dan Shift Kerja (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Jembatan Damai, Kalimantan Timur)

Sely Novita Sari¹, Anggi Hermawan¹, Chandra Wahyu Herbyanto¹

¹ Prodi Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

Korespondensi : sely.novita@itny.ac.id

ABSTRAK

Pembangunan Jembatan Damai mengalami kendala faktor cuaca hujan deras yang mengakibatkan muka air sungai naik dan terjadi banjir pada bulan 1 Februari – 17 maret (46 Hari Idle time) pada saat pemancangan di tepi sungai sisi Damai Seberang. Dengan terjadinya idle time, selama 46 hari menyebabkan pembangunan Jembatan menjadi terlambat progresnya menjadi minus 25%. Keterlambatan ini memerlukan analisis percepatan waktu pelaksanaan sehingga bisa tercapai sesuai target awal. Penelitian ini menggunakan metode crashing yang merupakan metode percepatan proyek secara sistematis dan analitis dengan mempersingkat waktu proyek. Metode ini menggunakan Microsoft Project dengan opsi penambahan tenaga kerja dan sistem shift kerja. Dari hasil penelitian, didapat biaya proyek dalam kondisi sesudah crashing dengan alternatif penambahan Tenaga Kerja didapat sebesar Rp. 28.531.756.479,7 atau lebih murah 0,759 % dari biaya proyek pada kondisi normal dan durasi proyek 331 hari kerja atau lebih cepat 9,31% dari durasi normal, sedangkan total biaya proyek dalam kondisi sesudah crashing dengan alternatif menerapkan sistem shift kerja (shift 1, shift 2, shift 3, dan shift 4) didapat sebesar Rp. 29.010.266.686,3 atau lebih mahal 0,905 % dari biaya proyek pada kondisi normal dan durasi proyek 319 hari atau lebih cepat 12,6 % dari durasi normal.

Kata kunci: Tenaga Kerja, *Crashing*, Durasi, Biaya, *shift*

ABSTRACT

The construction of Damai Bridge experienced the constraints of heavy rain weather factors that resulted in river levels rising and flooding on February 1 - March 17 (46 Days Idle time) at the time of piling on the banks of the river side of Damai Seberang. With idle time, for 46 days caused the construction of the bridge to be late progress to minus 25%. This delay requires an analysis of the acceleration of implementation time so that it can be achieved according to the initial target. This research uses the crashing method which is a method of speeding up the project systematically and analytically by shortening the project time. This method uses Microsoft Project with the option of adding labor and a work shift system. From the results of the study, the project cost in the condition after crashing with the alternative of adding Labor was obtained at Rp. 28.531.756.479,7 or cheaper 0,759 % of the project cost under normal conditions and the project duration was 331 working days or faster than 9,31% of the normal duration, while the total cost of the project in conditions after crashing with the alternative of implementing a work shift system (shift 1, shift 2, shift 3, and shift 4) were obtained for Rp. 29.010.266.686,3 or more expensive 0,905 % of project costs under normal conditions and project duration of 319 days or faster than 12,6 % of normal duration.

Keyword : Labor, Crashing, Duration, Cost, shift

1. PENDAHULUAN

Sebelum perencanaan proyek konstruksi, waktu dan biaya yang dioptimalkan sangat penting untuk diketahui. Sehingga dengan waktu dan biaya yang optimal, maka kontraktor proyek biasa mendapatkan keuntungan yang maksimal. Cara mendapatkan hal tersebut yang harus dilakukan dalam optimasi waktu dan biaya adalah membuat jaringan kerja proyek (*network*), mengetahui jumlah sumber daya (*resources*) [1]. Pengelolaan proyek secara sistematis diperlukan untuk memastikan waktu pelaksanaan proyek sesuai dengan kontrak atau bahkan lebih cepat, sehingga biaya yang dikeluarkan bisa memberikan keuntungan dan juga menghindarkan dari adanya denda akibat keterlambatan penyelesaian proyek. [2]. Oleh sebab itu, didalam manajemen konstruksi diperlukan pengendalian proyek yang efektif untuk mengantisipasi masalah keterlambatan dalam suatu proyek. Manajemen biaya proyek adalah proses yang diperlukan untuk memastikan dan memantau proyek akan diselesaikan sesuai dengan rancangan anggaran biaya yang telah

disepakati[3]. Biaya proyek atau anggaran proyek biasanya sangat terbatas sehingga diperlukan pengelolaan yang baik agar pengeluaran biaya proyek optimal [4].

Jembatan sebagai salah satu prasarana publik yang berfungsi menghubungkan daerah-daerah yang terisolisir dan akan membuka akses transportasi pada daerah tersebut. Seiring dengan adanya Proyek Pembangunan Jembatan Damai, Kalimantan Timur dengan harapan setelah pembangunan jembatan ini selesai sarana penunjang untuk menghubungkan perekonomian Kampung Damai Seberang dan Damai Kota, Kampung Besiq, Bermai bahkan mendekatkan jarak Kecamatan Bentian Besar. Dengan adanya jembatan tersebut, perekonomian semakin lancar.

Pada saat Proyek Pembangunan Jembatan Damai, Kalimantan Timur mengalami kendala faktor cuaca hujan deras yang mengakibatkan muka air sungai naik dan terjadi banjir pada bulan 1 Februari – 17 maret (46 Hari *Idle time*) pada saat pelaksanaan pemancangan di tepi sungai sisi Damai Seberang. Dengan terjadinya *idle time*, selama 46 hari menyebabkan pelaksanaan pembangunan Jembatan menjadi terlambat progresnya menjadi minus 25%. Keterlambatan ini memerlukan analisis percepatan waktu pelaksanaan sehingga waktu penyelesaian proyek bisa tercapai sesuai target awal.

Terlambatnya pekerjaan konstruksi bisa ditangani dengan cara metode *crashing* dalam pelaksanaannya, namun harus memperhatikan faktor biaya. Penambahan biaya tetap seminimum mungkin dan memperhatikan standar mutu. Percepatan *crashing* dapat dilakukan dengan penambahan jam kerja (Shift kerja), penambahan jumlah perkerja, penambahan alat berat agar lebih produktif, dan penambahan alat bantu (bekisting). Dari latar belakang diatas maka pada penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui besarnya biaya percepatan mencapai waktu target fungsional dari pembangunan jembatan Damai sehingga dapat mempermudah transportasi masyarakat setempat.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui durasi yang paling efisien dan besarnya biaya yang lebih ekonomis dengan hasil biaya minimum dan waktu yang optimal setelah dilakukan percepatan proyek dengan dua pilihan percepatan yakni penambahan Tenaga Kerja dan sistem kerja shift pada Proyek pembangunan Jembatan Damai, Kalimantan Timur

2.1. Teknik Pengumpulan Data

Dalam mengerjakan tugas akhir ini, diperlukan komponen pelengkap serta data penunjang untuk menyelesaikan penelitian tersebut. Data-data yang digunakan antara lain sebagai berikut:

Data Sekunder: Data sekunder adalah data yang diperoleh/dikumpulkan dan disatukan oleh studi-studi sebelumnya atau yang diterbitkan oleh berbagai instansi lain. Biasanya sumber tidak langsung berupa data dokumentasi dan arsip-arsip resmi. Adapun data sekunder pada penelitian ini adalah : *Time schedule* proyek, Rencana Anggaran Biaya (RAB) proyek, Gambar dan Desain perencanaan proyek

2.2. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian dilakukan dengan menggunakan metode *Crash Program* untuk memeriksa varians dan indikator kinerja biaya dan waktu serta memperkirakan biaya dan durasi akhir penyelesaian proyek. Adapun langkah-langkah yang perlu dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

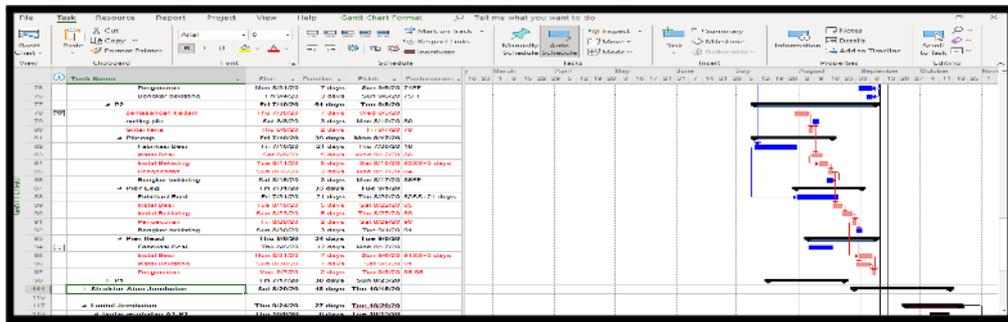
1. Pengumpulan data sekunder.
2. Penyusunan *Network Diagram*
Langkah – langkah penyusunan *network diagram* ialah:
 - a. Menentukan / menguraikan setiap item pekerjaan
 - b. Menentukan kegiatan yang saling berkaitan, kegiatan yang mendahului kegiatan yang lainnya (predecessors)
 - c. Menyusun durasi tiap-tiap item pekerjaan berdasarkan data penjadwalan masing-masing kegiatan yang dapat dilihat di Kurva S dari proyek
 - d. Menentukan lintasan kritis yakni menggunakan *Microsoft Project* dengan menyusun kegiatan pekerjaan struktur sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan menggunakan Kurva S proyek, kemudian mencari lintasan terpanjang dalam proyek yang dimana lintasan tersebut perlu dipercepat untuk dapat melanjutkan pekerjaan lainnya.
3. Menghitung biaya normal masing masing kegiatan (dari RAB proyek)
4. Menerapkan Skenario *Crashing* Perhitungan *crash cost* dan *crash duration* menggunakan alternatif percepatan yang telah dipilih yaitu penambahan tenaga kerja dan sistem shift kerja. Dari kedua alternatif tersebut maka akan didapat waktu dan biaya setelah adanya percepatan selanjutnya dibandingkan dengan biaya dan waktu normal.
 - a. Rumus Percepatan penambahan tenaga kerja

- i. Produktivitas Per Pekerja/Hari Normal : $\frac{\text{Produktivitas Per Hari Pekerja}}{\text{Jumlah Tenaga Kerja Normal}} \dots\dots\dots(2.1)$
- ii. Produktivitas Crashing : Produktivitas Kerja Per Hari Normal + (Produktivitas Per Pekerja x Jumlah Tambahan Tenaga Kerja).....(2.2)
- b. Rumus Percepatan Sistem Shift Kerja
 Penambahan sistem kerja *Shift* diasumsikan tidak ada pergantian pekerja sehingga terjadi penurunan produktivitas tiap *Shift* sebesar 15%. Rumus yang menentukan produktivitas kerja shift dan upah adalah:
 - i. Produktivitas per Shift Kerja = (Produktivitas Per Jam x Penurunan produktivitas setiap shift sebesar 15%) x Durasi Per Shift.....(2.3)
 - ii. Produktivitas Tenaga Kerja *Shift*/Hr = (Produktivitas Shift 1+Shift 2+Shift 3+ Shift4)x Jumlah Tenaga Kerja NormalPerhari.....(2.4)
 - iii. Upah Shift = Upah Perjam x 15% x Durasi Shift.....(2.5)
 - iv. Durasi Kerja *Shift* = $\frac{\text{Volume Pekerjaan}}{\text{Prod.Kerja Shift x Jumlah Tenaga Kerja}} \dots\dots\dots(2.6)$
- c. Rumus untuk menentukan cost slope
 - i. Biaya Slope = $\frac{\text{Biaya dipersingkat} - \text{Biaya Normal}}{\text{Waktu Normal} - \text{Waktu dipersingkat}} \dots\dots\dots(2.7)$

3. HASIL DAN ANALISIS

3.1. Menentukan Jalur Kritis

Setelah durasi dan hubungan setiap item pekerjaan diketahui, dapat menggunakan *Microsoft Project* untuk menentukan jalur kritis dengan memasukkan durasi dan hubungan tugas di *Microsoft Project*, lalu mengklik *toolbar* Proyek dan memilih Tugas Kritis akan menampilkan beberapa item pekerjaan di dalamnya item pekerjaan ditampilkan. Jalur Kritis suatu Jalur dengan karakteristik Histogram dan Diagram Jaringan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1 Operasi pada jalur kritis ini dipercepat (*crash*) untuk melihat apa yang sedang dilakukan pada ambang dan rute yang dapat dilihat pada **Tabel 1**.



Gambar 1 Contoh Mencari Lintasan Kritis Melalui Microsoft Project

(Sumber : PT. Modern Widya Technical,2020)

Tabel 1 Pekerjaan yang Ada di jalur Kritis

No	Jenis Pekerjaan	Durasi Normal (Hr)	Volume	Satuan
Pekerjaan P2				
1	Urugan & Pematatan Tanah	7	154.72	M ³
2	Pemasangan Lantai Kerja	2	5.2	M ³
3	Pembesian Pilecap	5	16,228.42	Kg
No	Jenis Pekerjaan	Durasi Normal (Hr)	Volume	Satuan
4	Instal Bekisting Pilecap	5	36	M ²
5	Pengecoran pilecap	2	57.75	M ³
6	Pembesian Pierleg	5	6,694	Kg

No	Jenis Pekerjaan	Durasi Normal (Hr)	Volume	Satuan
7	Instal Bekisting Pier Leg	5	177.41	M ²
8	Pengecoran Pierleg	2	103.59	M ³
9	Pembesian Pier head	5	12,545.59	Kg
10	Instal Bekisting Pier Head	5	53,78	M ²
11	Pengecoran Pier head	2	6.17	M ³
	Pekerjaan Struktur Jembatan Atas			
12	Erection P2-P3 (bentang 57.5m)	30	109.17	Kg
	Pekerjaan Lantai Jembatan P2-P3			
13	Pekerjaan Pembesian	5	21213,13	kg
14	Pekerjaan Cor	2	117,37	M ³

(Sumber : PT. Modern Widya Technical, 2020)

3.2. Menentukan Produktivitas Tenaga Kerja Per Hari

Produktivitas tenaga kerja per hari digunakan untuk menentukan jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan untuk pekerjaan pada jalur kritis. Sebelum mendapatkan angka Produktivitas, kita membutuhkan nilai Koefisien dari tenaga kerja

Tabel 2 Rekapitulasi Produktivitas Tenaga Kerja Per Hari

No	Jenis Pekerjaan	Koefisien Tenaga Kerja	Satuan	Produktivitas Per Hari
1	Urugan dan Tanah Pemasangan			
	Pekerja	0,20	m ³	5
	Mandor	0,025	m ³	40
2	Pemasangan Lantai Kerja			
	Pekerja	0,20	m ³	5
	Tukang Batu	0,013	m ³	76.92
	Kepala Tukang Batu	0,01	m ³	100
	Mandor	0,01	m ³	100
3	Pembesian PileCap			
	Pekerja	0,008	Kg	125
	Tukang Besi	0,008	Kg	125
	Kepala Tukang Besi	0,0008	Kg	1,250
	Mandor	0,0004	Kg	2,500
4	Instal Bekisting PileCap			
	Pekerja	0,26	m ²	3,85
	Tukang Kayu	0,26	m ²	3,85
	Kepala Tukang Kayu	0,06	m ²	16,67
	Mandor	0,0135	m ²	74,07
5	Pengecoran PileCap			
	Pekerja	0.125	m ³	0,80
	Tukang Batu	0,024	m ³	4,17
	Kepala Tukang Batu	0,033	m ³	30,30
	Mandor	0,050	m ³	20,0
6	Pembesian PierLeg			
	Pekerja	0,008	/kg	125
	Tukang Besi	0,008	/kg	1,25
	Kepala Tukang Besi	0,0008	/kg	1,250
	Mandor	0,0004	/kg	2,500
7	Instal Bekisting PierLeg			
	Pekerja	0,41	m ²	2.44
	Tukang Kayu	0,41	m ²	2.44

No	Jenis Pekerjaan	Koefisien Tenaga Kerja	Satuan	Produktivitas Per Hari
	Kepala Tukang Kayu	0,17	m2	5.88
	Mandor	0,02	m2	50
8	Pengecoran PierLeg			
	Pekerja	1,25	m3	0.80
	Tukang Batu	0,24	m3	4.17
	Kepala Tukang	0,033	m3	30.30
	Mandor	0,050	m3	20.00
9	Pembesian Pierhead			
	Pekerja	0.008	/Kg	125
	Tukang Besi	0.008	/Kg	125
	Kepala Tukang	0.0008	/Kg	1,250.00
	Mandor	0.0004	/Kg	2,500.00
10	Instal Bekisting Pierhead			
	Pekerja	0.41	m2	2.44
	Tukang Kayu	0.41	m2	2.44
	Kepala Tukang Kayu	0.17	m2	5.88
	Mandor	0.02	m2	50
	Pengecoran PierHead			
	Pekerja	1.25	m3	0.80
	Tukang Batu	0.24	m3	4.17
	Kepala Tukang	0.033	m3	30.30
	Mandor	0.050	m3	20.00
12	Erection Baja P2-P3 Struktur jembatan atas			
	Pekerja	0.01386	Kg	72.15
	Tukang Besi	0.01386	Kg	72.15
	Kepala Tukang Besi	0.00080	Kg	1,250
	Mandor	0.00080	Kg	1,250
13	Pekerjaan Pembesian Lantai JembatanP2-P3			
	Pekerja	1.250	Kg	0.80
	Tukang Besi	0.240	Kg	4.17
	Kepala Tukang	0.033	Kg	30.30
	Mandor	0.050	Kg	20.00
14	Pekerjaan Cor Lantai Jembatan			
	Pekerja	1.250	m3	0.80
	Tukang Besi	0.240	m3	4.17
	Kepala Tukang Besi	0.033	m3	30.30
	Mandor	0.050	m3	20.00

(Sumber: Hasil Analisis, 2022)

3.3. Menentukan Jumlah Tenaga Kerja Per Hari

Langkah selanjutnya setelah menentukan nilai produktivitas tenaga kerja ialah mencari jumlah tenaga kerja per hari. Hasil Perhitungan Jumlah Tenaga Kerja Per hari dapat dilihat pada Tabel 3

Tabel 3 Rekapitulasi Jumlah Tenaga Kerja Per Hari

No	Jenis Pekerjaan	Koefisien Tenaga Kerja	Satuan	Jumlah Tenaga Kerja Per Hari
1	Urugan dan Tanah Pematatan			
	Pekerja	0.20	m3	5
	Mandor	0.025	m3	1
2	Pemasangan Lantai Kerja			
	Pekerja	0.20	m3	1
	Tukang Batu	0.013	m3	1
	Kepala Tukang Batu	0.01	m3	1
	Mandor	0.01	m3	1
3	Pembesian PileCap			
	Pekerja	0.008	Kg	26
	Tukang Besi	0.008	Kg	26
	Kepala Tukang Besi	0.0008	Kg	3
	Mandor	0.0004	Kg	2
4	Instal Bekisting PileCap			
	Pekerja	0.26	m2	2
	Tukang Kayu	0.26	m2	2
	Kepala Tukang Kayu	0.06	m2	1
	Mandor	0.0135	m2	1
5	Pengecoran PileCap			
	Pekerja	1.25	m3	36
	Tukang Batu	0.24	m3	7
	Kepala Tukang Batu	0.033	m3	1
	Mandor	0.050	m3	2
6	Pembesian PierLeg			
	Pekerja	0.008	/Kg	11
	Tukang Besi	0.008	/Kg	11
	Kepala Tukang Besi	0.0008	/Kg	2
	Mandor	0.0004	/Kg	1
7	Instal Bekisting PierLeg			
	Pekerja	0.41	m2	15
	Tukang Kayu	0.41	m2	15
	Kepala Tukang Kayu	0.17	m2	6
	Mandor	0.02	m2	1
8	Pengecoran PierLeg			
	Pekerja	1.25	m3	65
	Tukang Batu	0.24	m3	13
	Kepala Tukang	0.033	m3	2
	Mandor	0.050	m3	3
9	Pembesian PierHead			
	Pekerja	0.008	Kg	14
	Tukang Besi	0.008	Kg	14
	Kepala Tukang	0.0008	Kg	2
	Mandor	0.0004	Kg	1
10	Instal Bekisting PierHead			

No	Jenis Pekerjaan	Koefisien Tenaga Kerja	Satuan	Jumlah Tenaga Kerja Per Hari
	Pekerja	0.41	m2	3
	Tukang Kayu	0.41	m2	3
	Kepala Tukang Kayu	0.17	m2	2
	Tukang Gali	0.02	m2	1
11	Pengecoran PierHead			
	Pekerja	1.25	m3	4
	Tukang Batu	0.24	m3	1
	Kepala Tukang	0.033	m3	1
	Mandor	0.050	m3	1
12	Ercetion P2-P3 Struktur Jembatan Atas			
	Pekerja	0.014	/Kg	50
	Tukang Besi	0.014	/Kg	50
	Kepala Tukang	0.0001	/Kg	3
	Mandor	0.0001	/Kg	3
13	Pembesian Lantai Jembatan P2-P3			
	Pekerja	0.008	/Kg	34
	Tukang Kayu	0.008	/Kg	34
	Kepala Tukang	0.0008	/Kg	4
	Mandor	0.0004	/Kg	2
14	Pengecoran Lantai Jembatan P2-P3			
	Pekerja	1.250	m3	73
	Tukang Besi	0.240	m3	14
	Kepala Tukang Besi	0.033	m3	2
	Mandor	0.050	m3	3

(Sumber: Hasil Analisis, 2022)

3.4. Analisis Percepatan Durasi Penyelesaian Proyek

Pada penelitian ini akan dilakukan proses percepatan (*crashing*) dengan menggunakan dua alternatif, yaitu penambahan tenaga kerja dan sistem kerja shift. Dari kedua hasil yang didapat akan dibandingkan dengan biaya dan durasi proyek pada keadaan normal.

3.4.1. Analisis Percepatan Waktu Penyelesaian Proyek Dengan Penambahan Tenaga Kerja

Penambahan tenaga kerja akan mempengaruhi efektivitas proyek jika direncanakan secara realistis dan mempertimbangkan beberapa faktor yaitu kapasitas tempat kerja, kemudahan dan fleksibilitas pelaksanaan, kinerja, manajemen tenaga kerja, dan keamanan kerja. Penelitian ini mengasumsikan penambahan tenaga kerja sebesar 25% dari tenaga kerja normal [5] dengan mempertimbangkan kebutuhan untuk mempercepat jadwal proyek.

Tabel 3 Rekapitulasi Upah Tenaga Kerja dan Cost Slope Penambahan Tenaga Kerja

No	Jenis Pekerjaan	Upah Total Tenaga Kerja Normal	Upah Total Penambahan Tenaga Kerja	Cost Slope Total
1	Urugan &Pemadatan Tanah	Rp. 4,642,200.04	Rp. 4,600,000.00	Rp. - 42,200.04
2	Pemasangan Lantai Kerja	156,312.00	Rp. 1,190,000.00	Rp. 1,033,688.00
3	Pembesian Pilecap	40,571,051.15	Rp. 42,820,000.00	Rp. 2,248,948.85
4	Instal Bekisting Pilecap	2,807,999.93	Rp. 5,445,000.00	Rp. 2,637,000.07
5	Pengecoran Pilecap	11,750,000.00	Rp. 7,605,000.00	Rp. - 4,145,000.00
6	Pembesian Pierleg	16,735,825.47	Rp. 14,745,000.00	Rp. - 1,990,825.47

Analisis Percepatan proyek Menggunakan Metode Crashing dengan penambahan TenagaKerja dan Shift kerja (Sely Novita Sari)

No	Jenis Pekerjaan	Upah Total Tenaga Kerja Normal	Upah Total Penambahan Tenaga Kerja	Cost Slope Total
7	Instal Bekisting Pierleg	23,781,762.88	Rp. 19,335,000.00	Rp. - 4,446,762.88
8	Pengecoran Pierleg	20,718,000.00	Rp. 13,540,000.00	Rp. -7,178,000.00
9	Pembesian Pierhead	31,363,975.89	Rp. 24,220,000.00	Rp. -7,143,975.89
10	Instal Bekisting Pierhead	7,209,194.57	Rp. 7,480,000.00	Rp. 270,805.43
11	Pengecoran Pierhead	1,234,000.00	Rp. 1,565,000.00	Rp. 331,000.00
12	Pekerjaan Struktur Atas jembatan Erection P2-P3 (bentang 57.5m)	464,385,079.90	Rp. 369,645,000.00	Rp. - 94,740,079.90
13	Pembesian Lantai jembatan P2-P3	53,032,826.50	Rp. 41,190,000.00	Rp. - 11,842,826.50
14	Pekerjaan Cor Lantai Jembatan P2-P3	23,474,000.00	Rp. 14,785,000.00	Rp. - 8,689,000.00

(Sumber: Hasil Analisis, 2022)

3.4.2 Analisis Percepatan Waktu Penyelesaian Proyek Dengan Sistem Kerja Shift

Setelah diketahui produktivitas setiap pekerja per hari diketahui dari analisis sebelumnya pada 8 jam/hari dari jam kerja normal. Dalam studi ini, sesuai referensi faktor produktivitas tenaga kerja sistem shift diasumsikan antara 11 - 17% dari upah pekerja shift malam dan penambahan upah sebesar 15% dari upah reguler [6]. Pembagian sistem kerja *shift* proyek yaitu, *shift* awal pukul 08.00 – 15.00 WITA (7 jam), *shift* kedua pukul 16.00 – 21.00 WITA (5 jam), *shift* ketiga pukul 22.00 – 02.00 WITA (4 jam), dan *shift* keempat pukul 03.00 – 06.00 WITA (3 jam). Penambahan sistem kerja *Shift* diasumsikan tidak ada pergantian pekerja sehingga terjadi penurunan produktivitas tiap *Shift* sebesar 15%.

Tabel Error! No text of specified style in document. Rekapitulasi Upah Tenaga Kerja dan Cost Slope dengan Sistem Kerja Shift

No	Jenis Pekerjaan	Upah Total Kerja Shift	Cost Slope Total
1	Urugan & Pemasangan Tanah	Rp. 7,991,642.41	Rp. 3,349,442.37
2	Pemasangan Lantai Kerja	Rp. 1,921,223.13	Rp. 1,764,911.13
3	Pembesian Pilecap	Rp. 79,658,785.71	Rp. 39,087,734.57
4	Instal Bekisting Pilecap	Rp. 8,219,142.86	Rp. 5,411,142.93
5	Pengecoran Pilecap	Rp. 19,018,494.46	Rp. 7,268,494.46
6	Pembesian Pierleg	Rp. 23,797,335.18	Rp. 7,061,509.71
7	Instal Bekisting Pierleg	Rp. 31,805,122.32	Rp. 8,023,359.44
8	Pengecoran Pierleg	Rp. 34,178,397.95	Rp. 13,460,397.95
9	Pembesian Pierhead	Rp. 43,978,250.36	Rp. 12,614,274.47
10	Instal Bekisting Pierhead	Rp. 7,480,000.00	Rp. 270,805.43
11	Pengecoran Pierhead	Rp. 3,132,078.04	Rp. 1,898,078.04
12	Pekerjaan Struktur Atas jembatan Erection P2-P3 (bentang 57.5m)	Rp. 695,030,718.75	Rp. 230,645,638.85
13	Pembesian Lantai jembatan P2-P3	Rp. 69,680,663.93	Rp. 16,647,837.43
14	Pekerjaan Cor Lantai Jembatan P2-P3	Rp. 37,794,817.95	Rp. 14,320,817.95

(Sumber: Hasil Analisis, 2022)

3.5. Hasil Analisis dan Perbandingan Durasi dan Biaya Percepatan Proyek

Proyek Jembatan Damai Kalimantan Timur direncanakan selesai dalam waktu 365 hari, untuk pekerjaan jembatan damai dimulai pada tanggal 17 Oktober 2019 dan selesai pada tanggal 17 Oktober 2020 dengan rencana anggaran biaya sebesar Rp. Rp 28,750,000,000 (Tanpa PPN) Dengan melakukan percepatan durasi proyek terhadap pekerjaan yang berada pada jalur kritis, maka akan menambahkan pengeluaran biaya langsung (*direct cost*) proyek dan mempersingkat waktu penyelesaian proyek yang akan berdampak pada biaya tidak langsung (*indirect cost*) proyek.

Dari hasil analisis dengan menggunakan metode *crash program* yang dilakukan dengan sistem kerja shift, ternyata durasi proyek dapat dipercepat menjadi 319 hari dengan kerja shift atau lebih cepat sebesar 12,6 % dari durasi awal 365 hari. Sedangkan untuk *crashing* dengan menerapkan sistem shift kerja lebih cepat ketimbang penerapan sistem penambahan tenaga kerja dengan durasi 331 hari atau sebesar 9,31 % lebih cepat dari durasi awal. Namun setelah dilakukan percepatan terbukti bahwa biaya langsung (*direct cost*) mengalami perubahan yang semula Rp. 25.875.000.000 menjadi Rp. 25.737.098.945 untuk *crashing* dengan Penambahan Tenaga Kerja dan Rp. 26.243.925.316 untuk *crashing* dengan menerapkan sistem shift kerja. Dengan terjadinya percepatan durasi proyek, maka biaya tidak langsung juga akan mengalami perubahan yang semula Rp. 2.875.000.000 menjadi Rp. 2.794.657.534,7 untuk *crashing* dengan Penambahan Tenaga Kerja dan Rp. 2.766.301.370,3 untuk *crashing* dengan menerapkan sistem shift kerja.

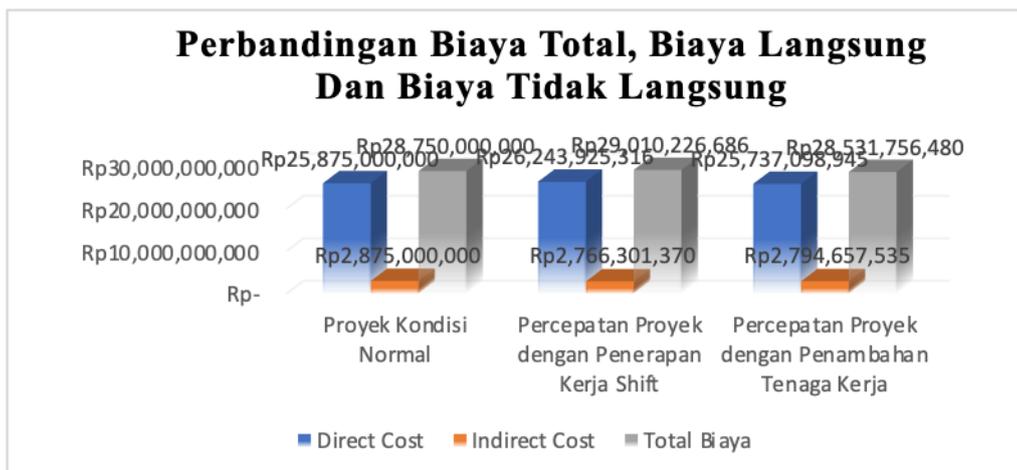
Hasil dari proses percepatan menunjukkan bahwa percepatan dengan alternatif sistem shift menghasilkan durasi total lebih sedikit, yaitu 319 hari jika dibandingkan dengan alternatif penambahan tenaga kerja yaitu 331 hari. Hal tersebut dikarenakan produktivitas tenaga kerja pada alternatif sistem shift kerja lebih besar. Maka dalam hal efisiensi durasi waktu pekerjaan, percepatan dengan alternatif sistem shift lebih unggul dibanding percepatan dengan alternatif penambahan tenaga kerja. Namun dalam hal ini tentu ada keuntungan dan kerugian sendiri untuk menggunakan kedua alternatif tersebut, salah satunya untuk menggunakan metode sistem shift memiliki produktivitas pekerja yang lebih tinggi dari penambahan tenaga kerja. Karena pekerja pada shift 2, shift 3 dan shift 4 adalah pekerja dengan tenaga yang sama dengan perbedaan jam kerja pada tiap shift.

Berikut tabel rekapitulasi perbandingan durasi dan biaya antara durasi proyek dalam kondisi normal dan durasi proyek yang sudah dipercepat dengan alternatif penambahan tenaga kerja serta menerapkan sistem shift kerja.

Tabel 5 Rekapitulasi Perbandingan Durasi dan Biaya Proyek

	Durasi (hari)	Direct Cost	Indirect Cost	Total Biaya
Proyek Kondisi Normal	365	Rp. 25.875.000.000	Rp. 2.875.000.000	Rp. 28.750.000.000
Percepatan Proyek dengan Penerapan Kerja Shift	319	Rp. 26.243.925.316	Rp. 2.766.301.370,3	Rp. 29.010.226.686,3
Percepatan Proyek dengan Penambahan Tenaga Kerja	331	Rp. 25.737.098.945	Rp. 2.794.657.534,7	Rp. 28.531.756.479,7

(Sumber: Hasil Analisis, 2022)



Gambar 2 Grafik Perbandingan Biaya Total, Biaya Langsung dan Biaya Tidak Langsung (Sumber: Hasil Analisis, 2022)



Gambar 3 Grafik Perbandingan Durasi

(Sumber: Hasil Analisis, 2022)

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan pada Bab IV, maka dalam penelitian ini dapat ditarik sebuah kesimpulan yang dapat menggambarkan hasil dari crashing terhadap pelaksanaan proyek Pembangunan Jembatan Damai Kalimantan Timur sebagai berikut:

1. Dari hasil analisis dengan menggunakan metode crash program yang dilakukan dengan penambahan tenaga kerja dan kerja Shift mendapatkan hasil waktu optimal sistem kerja shift dengan hasil durasi percepatan sebesar 319 hari atau 12,6 % lebih cepat dari durasi normal yaitu 365 hari kerja. Sedangkan untuk percepatan alternatif penambahan tenaga kerja didapat durasi percepatan sebesar 331 hari atau 9,31 % lebih cepat dari durasi normal.
2. Dari hasil analisis pada penelitian ini didapat total biaya proyek dalam kondisi sesudah crashing dengan alternatif penambahan Tenaga Kerja didapat sebesar Rp. 28.531.756.479,7 atau lebih murah 0,759 % dari biaya proyek pada kondisi normal, sedangkan total biaya proyek dalam kondisi sesudah crashing dengan alternatif menerapkan sistem shift kerja (shift 1, shift 2, shift 3, dan shift 4) didapat sebesar Rp. 29.010.226.686,3 atau lebih mahal 0,905 % dari biaya proyek pada kondisi normal.
3. Selisih waktu optimal pada percepatan proyek antara penerapan sistem kerja shift dan sistem penambahan tenaga kerja adalah sebesar 12 hari dan selisih total cost slope sebesar Rp. 506,826,369.
4. Selisih biaya percepatan proyek antara penerapan sistem kerja shift dan sistem penambahan tenaga kerja adalah sebesar 12 hari dan selisih total cost slope sebesar Rp. 478,510,206.6. Dapat diambil kesimpulan kembali bahwa dengan menerapkan sistem Penambahan Tenaga Kerja merupakan alternatif program crashing yang lebih efektif dan ekonomis karena dengan menerapkan

penambahan tenaga kerja anggaran biaya proyek lebih murah jika dibandingkan dengan total anggaran biaya proyek sesudah percepatan dengan alternatif kerja shift.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis banyak mengucapkan terima kasih kepada Ibu Sely Novita Sari, S.T.,MT, Bapak Anggi Hermawan,S.T.,M.Eng, Bapak Rizal Maulana.S.T.,M.T dan berbagai pihak yang mendukung dalam penelitian ini dari kalangan akademisi maupun lingkup kontraktor yang bersangkutan telah membimbing dan memberi arahan serta masukan dalam pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aji, M. T. J., Triwuryanto, T., & Sari, S. N. (2020). ANALISIS BIAYA PERCEPATAN PROYEK KONSTRUKSI RUKO YULIANI DENGAN MENGGUNAKAN METODE TIME COST TRADE OFF DI PASAR KLEWER SURAKARTA. *Equilib*, 1(1), 63-72
- [2] Mandiyo dan Adi Sumanto (2016). Analisis Percepatan Waktu dan Biaya Proyek Konstruksi Dengan Penambahan Tenaga Kerja
- [3] Sari, S. N., Triwuryanto, T., & Ramadhanti, A. T. (2022). Perhitungan Rancangan Anggaran Biaya Embung Desa Kalirejo, Kulon Progo DIY. *Jompa Abdi: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(2), 32-40.
- [4] Sari, S. N. (2019). Evaluasi Anggaran Biaya menggunakan Batu Bata Merah dan Batu Bata Ringan Gedung Kantor Kelurahan Bareng Kecamatan Klaten Tengah Kabupaten Klaten. *Jurnal Qua Teknika*, 9(1), 1-10
- [5] Anggreini,ER, dkk, (2017). Jurnal Analisis percepatan proyek menggunakan menggunakan metode Crashing dengan penambahan tenaga kerja dan Shift Kerja.
- [6] Hanna, A. S., Taylor, C. S., & Sullivan, K. T. (2005). Impact of extended overtime on construction labor productivity. *Journal of Construction Engineering and Management* , 734-739.