

Redesign Road Project Using Critical Chain Project Management Method And Time And Cost Optimization Using Crashing Method

by Editor Opsi

Submission date: 10-Nov-2021 12:02PM (UTC+0700)

Submission ID: 1698504345

File name: 5651-15321-1-RV.docx (304.47K)

Word count: 4269

Character count: 25599



Redesign Road Project Using Critical Chain Project Management Method And Time And Cost Optimization Using Crashing Method

Perencanaan Ulang Proyek Jalan Menggunakan Metode *Critical Chain Project Management* Dan Optimalisasi Waktu Dan Biaya Menggunakan Metode *Crashing*

Abstract

Construction of the Provincial road project from Parigi to Sukamanah is carried out by PT. Jaya Madiri Konsulindo as consultant and PT. Karya Tunas Mandiri Persada as contractor. The problem of the construction project is implementation duration does not match to previous planning which results delay in completion time. It is necessary to re-plan the project in order to get either optimal time and cost. The purpose of this research is to find out the critical work path using critical chain project management method by utilizing microsoft project software and optimization of project time and cost using crashing method with alternative increase of working hours (overtime) and addition of labor. The research' scope is limited on labor cost only. Based on the results of the study obtained that initial labor wage cost is IDR 585,025,000.00 with a working duration of 154 days, and results of the alternative crashing method is lower with labor wage cost IDR 576,750,000.00. It could save costs about IDR 8,275,000.00 with duration of work 150 days or earlier 4 days from the initial duration

Keywords : Critical Chain Project Management; Crashing; Critical Job Path; Scheduling

ABSTRAK

Pembangunan proyek jalan Provinsi ruas jalan Parigi sampai Sukamanah dilaksanakan oleh PT. Jaya Madiri Konsulindo sebagai konsultan dan PT. Karya Tunas Mandiri Persada sebagai kontraktor. Permasalahan yang terjadi pada pembangunan proyek jalan tersebut adalah pelaksanaan proyek yang tidak sesuai dengan waktu perencanaan sehingga mengakibatkan proyek mengalami perlambatan waktu penyelesaian. Untuk itu diperlukan perencanaan proyek agar menghasilkan waktu dan biaya yang optimal. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui jalur pekerjaan kritis menggunakan metode critical chain project management dengan aplikasi microsoft project dan optimalisasi waktu dan biaya proyek menggunakan metode crashing dengan alternatif penambahan jam kerja (lembur) dan penambahan tenaga kerja. Penelitian ini hanya membahas biaya tenaga kerja saja. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwa biaya upah tenaga kerja awal sebesar Rp. 585,025,000.00 dengan durasi waktu 154 hari, sedangkan hasil yang didapatkan dari crashing dengan melakukan penambahan tenaga kerja adalah biaya upah tenaga kerja sebesar Rp. 576,750,000.00 atau dapat menghemat biaya sebesar Rp. 8,275,000.00, dan waktu proyek 150 hari atau 4 hari lebih cepat.

Kata Kunci : Critical Chain Project Management; Crashing; Jalur Pekerjaan Kritis; Penjadwalan



LATAR BELAKANG

Permasalahan proyek konstruksi jalan yang sering ditemui adalah pada tahap pelaksanaan, dimana sering terjadi perubahan yang mengakibatkan keterlambatan penyelesaian proyek. Manajemen proyek merupakan suatu proses dimana individu, sebagai bagian dari organisasi yang berpartisipasi dalam pemeliharaan, pengembangan, pengendalian dan menjalankan program yang selaras dengan tujuan yang ditetapkan dan berlangsung terus menerus seiring dengan berjalannya waktu (Setiawan et al., 2017). Faktor potensial yang dapat mempengaruhi keterlambatan proyek yaitu tenaga kerja, pengiriman dan kondisi bahan baku pembangunan jalan, peralatan yang digunakan, karakteristik tempat, dan intensitas curah hujan tinggi yang mengganggu pelaksanaan proyek. Hal ini juga terjadi pada proyek pembangunan jalan provinsi ruas jalan Parigi dan Sukamanah pada Tahun 2019, sehingga waktu penyelesaian proyek tidak sesuai dengan waktu perencanaan awal proyek tersebut. Oleh sebab itu, proyek tidak berjalan dengan lancar dan mengakibatkan penambahan waktu yang melebihi dari perencanaan awal, sehingga ada proyek yang tertunda atau tidak dapat dilanjutkan. Dalam hal ini dibutuhkan perencanaan penjadwalan proyek yang lebih baik sehingga proyek dapat berjalan sesuai dengan rencana yang telah disusun dan tidak menyebabkan penambahan waktu proyek atau mengakibatkan proyek tertunda. Peneliti melakukan studi kasus pada perencanaan ulang proyek pembangunan jalan provinsi ruas jalan Parigi sampai Sukamanah Kecamatan Serang, Banten dengan sistem perencanaan pembangunan jalan menggunakan metode *critical chain project management (microsoft project)* dan metode *Crashing* dengan alternatif penambahan tenaga kerja dan alternatif penambahan jam kerja.

Hasil penelitian yang dilakukan diharapkan bisa menjadi rujukan bagi konsultan dalam merencanakan proyek, guna menghindari keterlambatan waktu proyek dan meminimalkan biaya proyek. Penjadwalan proyek merupakan salah satu elemen hasil

perencanaan, yang dapat memberikan informasi tentang jadwal rencana dan kemajuan proyek dalam hal kinerja sumber daya berupa biaya, tenaga kerja, peralatan dan material serta rencana durasi proyek dan progres waktu penyelesaian proyek (Olivia & Puspasari, 2019).

Hasil penelitian yang dilakukan diharapkan bisa menjadi rujukan bagi konsultan dalam merencanakan proyek, guna menghindari keterlambatan waktu proyek dan meminimalkan biaya proyek. Pada metode *Critical Chain Project Management* ini penambahan waktu aman (*safety time*) yang biasanya diletakkan pada setiap aktivitas jalur kritis akan dihilangkan dan digantikan dengan waktu penyangga (*buffer time*) yang diletakkan diakhir *critical chain* sebagai cadangan waktu pada keseluruhan proyek. Apabila hal-hal yang tidak diinginkan terjadi saat pelaksanaan proyek, maka dapat diantisipasi dengan adanya waktu penyangga (*buffer time*) sehingga terhindar dari keterlambatan waktu proyek yang telah direncanakan. Metode *Crashing* yang digunakan dapat memunculkan alternatif dalam rangka menghindari keterlambatan waktu proyek dengan cara menambah jam kerja atau menambah tenaga kerja pada proyek.

1. Pengertian manajemen berdasarkan fungsinya, yaitu merencanakan, mengorganisir, memimpin, dan mengendalikan sumber daya.
2. Kegiatan yang dikelola bersifat sementara, dengan tujuan secaraspesifik.
3. Memakai pendekatan sistem.
4. Mempunyai hierarki atau arus kegiatan horizontal disamping hierarki vertical.

Critical Chain project Management (CCPM) mengambil dasar metode dan algoritma dari TOC (*Theory Of Constraint*). Ide dari CCPM dikembangkan dan diperkenalkan oleh Dr. Elihayu M Goldratt pada tahun 1997 dalam bukunya yang berjudul *Critical Chain*. CCPM atau dikenal juga sebagai metode rantai kritis adalah metode perencanaan dan pengolahan proyek yang menekankan pada sumber daya yang diperlukan dalam rangka melakukan tugas proyek (Sinaga & Husin, 2021). Tujuan dari penggunaan CCPM dalam



menyelesaikan proyek adalah untuk meningkatkan tingkat *throughput* atau tingkat penyelesaian proyek (Ningrum et al., 2017). Bidang tantangan lain bagi manajer proyek yang menerapkan metode CCPM adalah perencanaan sumber daya. Saat merencanakan sumber daya di lingkungan multi-proyek, metode rantai kritis merekomendasikan untuk mengejutkan rilis proyek di sekitar sumber daya utama yang bertindak sebagai drum virtual. Ini digunakan untuk memastikan aliran dan menghindari terlalu banyak proyek terbuka yang mengakibatkan multitasking berlebihan dan melewatkan tanggal jatuh tempo (Araszki et al., 2017).

Upaya yang dapat dilakukan untuk mempercepat durasi waktu suatu proyek disebut *crashing*. Proses *crashing* dilakukan dengan cara mempercepat durasi suatu pekerjaan pada proyek yang akan berpengaruh terhadap waktu penyelesaian proyek. *Crashing* adalah suatu proses yang disengaja, sistematis, dan analitik dengan upaya melakukan pengujian dari semua kegiatan dalam suatu proyek yang dipusatkan pada kegiatan yang berada pada jalur kritis (Olivia & Puspasari, 2019). Analisis perhitungan percepatan biaya proyek konstruksi dengan menggunakan metode *Time Cost Trade Off*, sehingga dengan metode tersebut suatu kontraktor dapat melihat waktu dan biaya yang lebih efisien dalam menyelesaikan suatu konstruksi (Tegar et al., 2020). Seperti penelitian pada Proyek Pembangunan Hotel Grand Keisha, Yogyakarta dihasilkan dengan penambahan jam kerja diperoleh pengurangan biaya sebesar Rp.1.012.856.772,54 dari biaya normal Rp.90.620.898.879,84 menjadi Rp.89.608.042.107,30 dengan durasi 392 hari, bila dilakukan shift kerja terjadi pengurangan biaya Rp.1.240.492.176,44 menjadi Rp.89.380.406.703,40 dengan durasi 382 hari (Giri et al., 2017). Juga studi kasus pada peningkatan jalan Pelantaran-Parenggan-Tumbang Sangai, durasi proyek bisa dipercepat 10 menjadi 590 hari, efisiensi waktu sebesar 1,67 % dan menghemat biaya proyek Rp 500.023.306,- menjadi Rp 72.374.976.694, dengan efisiensi biaya 0,69 % (Olivia & Puspasari, 2019).

METODE

Lokasi yang menjadi objek penelitian adalah pembangunan jalan Provinsi di ruas jalan Parigi dan Sukamanah pada tahun 2019 dengan panjang jalan 7 km dan penelitian ini dilakukan pada tahun 2020. Dalam penelitian yang dilakukan menggunakan metode *critical chain project management* memiliki tahap-tahap dalam melakukan analisis perencanaan ulang pembangunan jalan Provinsi di ruas jalan Parigi dan Sukamanah adalah:

1. Tahap persiapan, adalah tahap mengkaji permasalahan yang dialami saat proyek yang tidak sesuai target waktu ketika melakukan perencanaan dan pelaksanaan proyek.
2. Tahap pengumpulan data, adalah pengambilan data primer maupun data sekunder yang dilakukan dengan cara wawancara kepada konsultan dan kontraktor yang merencanakan dan melaksanakan proyek pembangunan jalan.
3. Tahap analisis, mencari jalur pekerjaan kritis menggunakan metode *critical chain project management* berdasarkan pemantauan pelaksanaan proyek menggunakan Kurva S, menganalisis alternatif yang dapat digunakan dalam upaya mempercepat waktu proyek dan meminimalisir biaya proyek dengan alternatif penambahan tenaga kerja dan penambahan tenaga kerja pada proyek.

Berdasarkan Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor KEP. 102/MEN/VI/2004 pasal 3, pasal 7, dan pasal 11 ditetapkan bahwa upah penambahan tenaga kerja. Penambahan waktu kerja satu jam pertama, pekerja mendapatkan tambahan upah 1,5 kali upah/jam waktu normal pada penambahan jam kerja berikutnya maka pekerja akan mendapatkan 2 kali upah jam waktu normal. Penambahan tenaga kerja dimaksudkan untuk menambah produktivitas. Durasi proyek dapat dipercepat dengan penambahan alat berat yang mempunyai produktivitas yang lebih tinggi. Juga perlu diperhatikan luas lahan untuk menyediakan tempat bagi alat berat tersebut dan pengaruhnya terhadap produktivitas tenaga kerja (Mandiyo Priyo, 2017). Penelitian ini menggunakan jenis data



primer dan sekunder. Data primer adalah data yang diperoleh secara langsung tanpa perantara, data yang diperoleh adalah dengan observasi, wawancara, Rencana Anggaran Biaya (RAB), *time schedule* (Kurva S) dan data upah tenaga kerja pada objek penelitian

proyek. Data sekunder adalah data yang diperoleh dengan cara tidak langsung melainkan melalui sumber lain atau perantara, baik lisan maupun tertulis. Data sekunder yang diperoleh adalah penelitian terdahulu tentang perencanaan proyek.

PEMBAHASAN

Data Penelitian yang sudah dikumpulkan dapat dilihat pada Tabel 1 dibawah ini:

Tabel 1. Rekapitulasi Data

Code	Kegiatan	Volume	Hari	Satuan Unit
1	DIVISI 1. UMUM			
1.1	Mobilisasi	1.00	15 4	
1.2	Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas	1.00	14 0	(1.1)SS+14 day
2	DIVISI 2. DRAINASE			
2.1	Anggaran Batu Dengan Mortar	25.00	7	(1.2)SS
2.2	Beton K-250 (FC'200) untuk struktur drainase beton minor	5.00	7	(2.1)SS
2.3	Baja Tulangan Untuk Struktur drainase beton minor	375.00	7	(2.2)SS
3	DIVISI 3. PEKERJAANTANAH			
3.1	Galian Biasa (pelebaran)	3,407.60	56	(2.3)FS+7 day
3.2	Timbunan Biasa dari sumber galian	135.00	14	(3.1)FS+49day
3.3	Penyiapan Badan Jalan	29,853.60	56	(3.1)SS
4	DIVISI 4. PELEBARAN PERKERASAN DAN BAHU JALAN			
4.1	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	1,119.40	42	(4.2)SS+14 day
4.2	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	1,865.60	42	(3.3)SS+7 day
4.3	Lapis Pondasi Agregat Kelas S	2,611.90	42	(4.1)FS+28 day
5	DIVISI 5. PERKERASAN BERBUTIR			
5.1	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	423.40	21	(4.2)SS+21 day
5.2	Perkerasan Beton Semen FS dengan Anyaman Tulangan Tunggal	7,592.50	91	(5.1)SS+7 day
5.3	Lapis pondasi Bawah Beton Kuras	3,188.90	91	(5.2)SS
6	DIVISI 6. STRUKTUR			
6.1	Baja Tulangan U 24 Polos	110,969.10	98	(5.1)SS
6.2	Anyaman Kawat Yang Dilas (Welded Wire Mesh)	188,070.60	98	(6.1)SS
6.3	Pasangan Batu	680.90	49	(6.2)SS-14 day
7	DIVISI 7. PENGEMBALIAN KONDISI DAN PEKERJAAN MINOR			
7.1	Lapis Pondasi Agregat A utk Pekerjaan Minor	50.00	42	(6.3)FS+21day
7.2	Lapis Pondasi Agregat B utk Pekerjaan Minor	675.00	42	(7.1)SS
7.3	Marka Jalan Termo Plastik	2,611.90	28	(7.1)SS+14day

Sumber : Daftar analisa pekerjaan, *time schedule*, dan laporan bulanan proyek pada pembangunan Jalan Parigi

Hubungan Antar Kegiatan

Untuk menentukan jalur pekerjaan

ini diperlukan terlebih dahulu hubungan antar kegiatan yang akan dimaksudkan kedalam



Microsoft project 2007. Menghubungkan antar kegiatan dengan cara mengisi kolom *predecessors* (tugas yang harus diselesaikan sebelum tugas tertentu dimulai) sesuai dengan *time schedule*. Tahap selanjutnya adalah mencari jalur kritis atau *critical job path* pada

proyek tersebut, dimana merupakan aktivitas yang sangat mempengaruhi panjang pendeknya keseluruhan proyek. Jalur pekerjaan kritis didapatkan dari aplikasi *Microsoft Project*. Jalur pekerjaan kritis dapat diidentifikasi seperti tertera pada Tabel 2.

Tabel 2. Jalur pekerjaan kritis

Code	Kegiatan	Durasi hari
3.1	Galian Biasa (Pelebaran)	56
3.3	Penyiapan Badan Jalan	56
4.2	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	42
5.18	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	21
5.2	Perkerasan Beton Semen FS dengan Anyaman Tulangan Tunggal	91
5.3	Lapis Pondasi Bawah Beton Kurus	91
7.1	Tulangan U 24 Polos	98
7.2	Anyaman Kawat Yang Dilas (Welded Wire Mesh)	98
7.3	Pasangan Batu	49

Biaya Upah Tenaga Kerja

Proyek konstruksi yang dilaksanakan padaruas jalan yang menghubungkan daerah Parigi dengan daerah Sukamanah memiliki nilai kontrak atau acuan nominal upah/gaji pekerja sebagai berikut:

Contoh perhitungan upah/jam pada pekerja mandor

Pekerja = Mandor 26
 Biaya upah perhari = Rp 120.000.00
 Jam kerja perhari = 7 jam/hari
 Biaya upah perjam = biaya upah perhari ÷ jam kerja perhari
 = Rp 120.000.00 ÷ 7 jam
 = Rp 17,142.86 /jam

Jadi upah pekerja pada mandor sebesar Rp. 17,142.86 /jam, pada pekerjaan lain pun sama perhitungannya dan hasil dari perhitungan biaya upah perjam dapat dilihat pada lampiran.

Percepatan Durasi Kerja Menggunakan Metode *Crashing*

Metode *crashing* dapat dilakukan pada proyek yang mengalami keterlambatan waktu atau pada proyek yang ingin dipersingkat waktu penyelesaiannya (Putra & Hartati, 2017). Dalam upaya mengoptimalkan waktu proyek alternatif yang dilakukan adalah menambah jam lembur dan menambah tenaga kerja, sebagai alternatif yang dilakukan. Hal ini juga akan berpengaruh terhadap biaya proyek. Contoh perhitungan upah tenaga kerja normal pada divisi 3.1 pekerjaan galian biasa (pelebaran jalan).

Durasi normal hari kerja = 56 hari

Upah tenaga kerja = jumlah tenaga kerja x upah perhari

Mandor = 1 x Rp.120,000.00 = Rp 120,000.00

Operator excavator = 1 x Rp. 75,000.00 = Rp.75,000.00

Mengukur ketebalan jalan = 1 x Rp. 65,000.00 = Rp.65,000.00

Penanganan lalu lintas = 1 x Rp. 65,000.00 = Rp. 65,000.00

Total biaya upah = upah tenaga kerja x durasi normal

Upah tenaga kerja = Rp. 325,000.00

= Rp 325,000.00 x 56 hari

= Rp. 18,200,000.00



Jadi pada pekerjaan divisi 3.1 galian biasa (pelebaran jalan) memiliki upah sebesar Rp. 18.200,000.00 untuk durasi waktu 56 hari kerja. Begitupun perhitungan biaya upah tenaga kerja pada proyek, rekapitulasi hasil dari perhitungan biaya upah tenaga kerjadalam durasi normal. Jadi pada pelaksanaan proyek kontruksi pembangunan jalan membutuhkan biaya sebesar Rp.585,025,000.00 untuk upah pekerja.

Penambahan Jam Kerja (lembur)

Alternatif yang dilakukan oleh konsultan dan kontraktor untuk mengoptimalkan pelaksanaan proyek adalah penambahan jam kerja (lembur), untuk mengatasi keterlambatan waktu. Contoh perhitungan 1 jam lembur pada mandor adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Mandor} &= \text{upah normal 1 jam} \times 1,5 \\ &= \text{Rp } 17,142.86 \times 1,5 \\ &= \text{Rp } 25,714.29 \end{aligned}$$

Jadi upah penambahan 1 jam lembur pada pekerja mandor adalah Rp 25,714.29. Perhitungan yang sama dilakukan pada pekerjaan dan tenaga kerja yang lain. Contoh *crashing* durasi hari kerja penambahan jam lembur pertama pada pekerjaan divisi 3, pekerjaan galian biasa

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas harian} &= \frac{\text{volume}}{\text{durasi normal}} \\ &= \frac{298,536}{56} = 5,33 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

(Sulistyo & Fikri, 2021).

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas} &= \frac{\text{produktivitas harian}}{\text{jam kerja normal}} \\ &= \frac{5,33}{7} = 0,76 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas Crashing} &= (\text{jam normal} \times \text{produktivitas perjam}) + \left(\frac{\text{jumlah jam lembur} \times \text{produktivitas pekerja}}{\text{x prodouktivitas perjam}} \right) \\ &= (7 \times 0,76) + (1 \times 0,9 \times 0,76) \\ &= 6,02 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Crash Duration} &= \frac{\text{volume}}{\text{produktivitas crashing}} \\ &= \frac{298,536}{6,02} = 49,6 = 50 \text{ hari} \\ \text{Maksimal crash} &= \text{durasi normal} - \text{crash duration} \\ &= 56 - 50 = 6 \text{ hari} \end{aligned}$$

Jadi pada pekerjaan galian biasa (pelebaran jalan) pada divisi 3.1, *crash duration* didapatkan 50 hari atau dapatdi *crash* 6 hari durasi kerja. Begitupun pada pekerjaan lain yang berada pada jalur kritis seperti pada tabel 3.

Tabel 3. *Crashing* durasi hari kerja

Code	Volume	Durasi (hari)	Produktivitas Harian	Prduktivitas/ Jam	Produktivitas Sesudah <i>Crashing</i>	Durasi <i>Crashig</i>	Crash (hari)
3.1	340.76	56	6.09	0.87	6.87	49.6	6
3.3	298.54	56	5.33	0.76	6.02	49.6	6
4.2	186.56	42	4.44	0.63	5.01	37.2	5
5.1	423.4	21	20.16	2.88	22.75	18.6	2
5.2	759.25	91	8.34	1.19	9.42	80.6	10
5.3	318.89	91	3.50	0.50	3.95	80.6	10
6.1	110.97	98	1.13	0.16	1.28	86.8	11
6.2	188.08	98	1.92	0.27	2.17	86.8	11
6.3	680.9	49	13.90	1.99	15.68	43.4	6



Dari hasil tabel 3 maka dalam alternatif penambahan 1 jam lembur dapat mengubah durasi pelaksanaan proyek menjadi lebih cepat, perencanaan dan pelaksanaan proyek dimulai pada tanggal 5 Juni 2019 dan selesai pada tanggal 30 Oktober 2019 dengan durasi proyek menjadi 148 hari, atau pelaksanaan

proyek dapat maju selama 6 hari kerja dari durasi awal. Contoh perhitungan *crash cost* pada jalur kritis, pekerja mandor untuk penambahan lembur 1 jam pertama pada pekerjaan divisi 3.1, pekerjaan galian biasa (pelebaran jalan).

Upah lembur 1 jam pertama	= 1,5 dari upah perhari
29 rasi setelah <i>crashing</i>	= 50 hari
Biaya lembur 1 jam	= 1,5 x biaya normal perjam
Mandor	= 1,5 x Rp 17,142.86 = Rp 25,714.29
Operator <i>excavator</i>	= 1,5 x Rp 10,714.29 = Rp 16,071.43
Mengukur ketebalan jalan	= 1,5 x Rp 9,285.71 = Rp 13,928.57
Penanganan lalu lintas	= 1,5 x Rp 9,285.71 = Rp 13,928.57
Biaya lembur perhari	= jumlah tenaga kerja x upah tenaga kerja lembur
1 jam Mandor	= 1 x Rp 25,714.29 = Rp 25,714.29
Operator <i>excavator</i>	= 1 x Rp 16,071.43 = Rp 16,071.43
Mengukur ketebalan jalan	= 1 x Rp 13,928.57
	= Rp 13,928.57
Penanganan lalu lintas	= 1 x Rp 13,928.57
	= Rp 13,928.57
Biaya lembur perhari	= Rp. 69,642.80
Total biaya upah lembur 1 jam/hari	= total upah normal/hari + total upah lembur 1 jam
biaya upah lembur jam/hari	= Rp 325,000.00 + Rp 69,642.80
	= Rp. 394,642.80

28 **Tabel 4.** *Cost crashing* pada pekerjaan yang berada di jalur kritis

Code	Durasi Normal	Crash Duration	Biaya upah Sebelum Crashing (Rp)	Biaya upah Crashing lembur 1 Jam (Rp)
3.1	56	50	18,200,000.00	19,732,000.00
3.3	56	50	14,000,000.00	15,179,000.00
4.2	42	37	16,380,000.00	17,552,000.00
5.1	21	19	10,920,000.00	11,997,000.00
5.2	91	81	132,860,000.00	131,104,000.00
5.3	91	81	105,560,000.00	114,094,000.00
6.1	98	87	69,090,000.00	74,478,000.00
6.2	98	87	37,240,000.00	40,144,000.00
6.3	49	43	31,360,000.00	36,212,000.00

Dari tabel 4 didapatkan perbandingan biaya sebelum *crashing* dengan biaya setelah *crashing* penambahan jam kerja (lembur) dengan hasil biaya sebesar Rp. 606,722,000.00 dengan selisih penambahan

penambahan biaya sebesar Rp. 21,697,000.00.

Alternatif kedua yang dapat dilakukan oleh kontraktor dan konsultan dalam mengoptimalkan pelaksanaan proyek adalah dengan upaya menambah tenaga kerja berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan, penambahan tenaga kerja

Penambahan Tenaga Kerja

dilakukan pada pekerjaan yang memiliki volume tinggi atau pada pekerjaan yang berada jalur kritis. Contoh perhitungan *crashing* durasi waktu alternatif penambahan tenaga kerja pada pekerjaan divisi 3.3, penyiapan badan jalan sebagai berikut.



Tabel 5. Crashing durasi kerja pada penambahan pekerja

Code	Volume	Durasi (hari)	Jumlah Pekerja Setelah ditambah	Prduktivitas awal/ Orang/hari	Prduktivitas/ Orang/hari	Prduktivitas setelah ditambah/ Orang/Hari	Durasi Crashing	Crash Hari
3.3	298.536	56	4	5.33	1,78	7,11	42	14
4.2	186.56	42	7	4.44	0,8	6,22	30	12
5.1	423.4	21	9	20.16	2,88	25,92	16	5
5.2	759.25	91	22	8.34	0,40	8,74	87	4
5.3	318.89	91	18	3.50	0,21	3,71	86	5

Dari hasil tabel 5 maka dalam alternatif penambahan tenaga kerja dapat mengubah durasi pelaksanaan proyek menjadi lebih cepat, perencanaan dan pelaksanaan proyek dimulai pada tanggal 5 Juni 2019 dan selesai pada tanggal 01 November 2019 dengan durasi proyek menjadi 150 hari, atau pelaksanaan proyek dapat mundur selama 4 hari kerja dari durasi awal. Contoh

perhitungan penambahan biaya upah tenaga kerja pada pekerjaan divisi 3.3, pekerjaan penyiapan badan jalan. Jumlah pekerja = 4 orang, hasil tambahan 1 Durasi hari setelah *crashing* = 42 hari

Upah pekerja/hari = Rp. 65,000.00. Total upah penyiapan badan jalan = penambahan biaya upah + upah mandor = Rp.8,190,000.00 + Rp.5,040,000.00 = Rp.13,230,000.00

Tabel 6. Biaya upah penambahan tenaga kerja

Code	Pekerjaan	Biaya Pekerja/Hari	Jumlah Pekerja	Durasi Crashing (hari)	Cost Crashing (Rp)
	Mandor	120,000.00			
	Operator	75,000.00			
	Tukang	65,000.00			
3.3	Penyiapan badan jalan		4	42	13,230,000.00
4.2	Penebaran adukan semen		7	30	15,600,000.00
4.2	Perapihan bahu jalan				
5.1	Penghampar agregat B		9	16	10,400,000.00
5.2	Pencangkul beton		22	87	132,675,000.00
5.3	Pencangkul beton		18	86	105,350,000.00
6.1	Membentuk baja				
6.1	Pemasangan Baja		12	82	68,470,000.00
6.2	Perakitan kawat Las		7	70	35,700,000.00
6.3	Pengaduk batu & semen				
6.3	Pengangkut batu		12	37	30,895,000.00
6.3	Memasang Batu				

Pada tabel 6 didapatkan perbandingan biaya keadaan awal dengan biaya setelah *crashing* penambahan tenaga kerja dengan biaya sebesar Rp. 576,750,000.00 dapat menghemat biaya sebesar Rp. 8,275,000.00.

Alternatif Yang Digunakan Dalam Perencanaan Proyek

Metode *crashing* yang digunakan dalam alternatif penambahan jam kerja (lembur) dan penambahan tenaga kerja terdapat perbedaan biaya yang dihasilkan.



Tabel 7. perbandingan hasil dari kedua alternatif

Keterangan	Keadaan Sebelum <i>Crashing</i>	<i>Crashing</i> penambahan	<i>Crashing</i> penambahan
		31 1 Jam kerja (lembur)	Tenaga kerja
Durasi Kerja	154 Hari	148 Hari	150 Hari
Biaya Pekerja	Rp. 19 585,025,000.00	Rp 606,722,000.00	Rp 576,750,000.00
Selisih		Rp 21,697,000.00	Rp (8,275,000.00)

Dari tabel 7 dapat diambil kesimpulan bahwa *crashing* dari kedua alternatif bahwa menggunakan penambahan tenaga kerja menjadi pilihan dan dapat digunakan oleh kontraktor maupun konsultan dengan durasi *crashing* 150 hari, dididatkan total biaya menjadi Rp. 576,750,000.00 dan pada alternatif penambahan tenaga kerja dapat menghemat biaya proyek sebesar Rp. 8,275,000.00. Hal ini sesuai penelitian (Priyo, Mandiyo dan Aulia, 2016) dan (Elisabeth Riska Anggraeni, 2017) mendapatkan penambahan waktu lembur lebih efisien dibandingkan dengan penambahan tenaga kerja.

25 KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah waktu target perencanaan dan waktu aktual pelaksanaan proyek memiliki durasi waktu yang sama yaitu dimulai pada tanggal 5 Juni 2019 dan selesai pada tanggal 5 November 2019 dengan durasi proyek selama 154 hari. Faktor penyebab keterlambatan waktu proyek adalah material yang digunakan mengalami keterlambatan dalam pengiriman diakibatkan oleh akses jalan yang ditempuh dan mengalami kemacetan dalam perjalanan, pada saat pelaksanaan proyek terjadi curah hujan yang cukup tinggi yang mengakibatkan proyek terhenti. Faktor-faktor keterlambatan diantaranya, tenaga kerja, peralatan kerja, material, informasi dan komunikasi, karakteristik lokasi proyek, pengelolaan proyek, dan kejadian yang tidak terduga (Ramang et al., 2017).

Saran

Dari hasil penelitian yang dilakukan dalam pengaplikasian metode *critical chain project management* menggunakan aplikasi

Microsoft project, konsultan dapat menerapkan metode ini karena hasil dari perencanaan lebih mudah dipahami dan konsultan dapat mengetahui pekerjaan yang menjadi fokus utama pada proyek agar tidak mempengaruhi pekerjaan lain, sehingga tidak mengalami keterlambatan waktu proyek. Dengan menerapkan metode *crashing* konsultan dapat mengoptimalkan perencanaan waktu proyek dan biaya proyek sampai batas maksimal. Konsultan dapat menambahkan alternatif lain seperti penambahan alat yang digunakan pada proyek, agar durasi pelaksanaan proyek menjadi lebih cepat dan dapat menghindari terjadinya keterlambatan waktu proyek. Hasil dari perhitungan alternatif penambahan jam kerja (lembur) didapatkan biaya setelah *crashing* sebesar Rp. 606,722,000.00 dengan tambahan biaya sebesar Rp. 21,697,000.00 dan durasi proyek menjadi lebih cepat menjadi 148 hari atau maju 6 hari dari durasi awal. Sedangkan hasil dari alternatif penambahan tenaga kerja didapatkan biaya setelah *crashing* penambahan tenaga kerja sebesar Rp. 576,750,000.00 dapat menghemat biaya sebesar Rp. 8,275,000.00 dan durasi proyek menjadi lebih cepat menjadi 150 hari atau maju 4 hari dari durasi awal. Alternatif penambahan tenaga kerja menjadi pilihan dengan hasil durasi *crashing* 150hari, dengan biaya tenaga kerja awal sebesar Rp. 585,025,000,00 Menjadi Rp 576,750,000.00 dapat menghemat biaya sebesar Rp. 8,275,000.00.

40 DAFTAR PUSTAKA

- Araszkievicz, K. (2017). Application of Critical Chain Management in Construction Projects Schedules in a Multi-Project Environment: A Case Study. *Procedia Engineering*, 182, 33–



41.
<https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.03.108>
42. Elisabeth Riska Anggraeni, D. (2017). Analisis Percepatan Proyek Menggunakan Metode Crashing Dengan Penambahan Tenaga Kerja dan Shift Kerja (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Hotel Grand Keisha, Yogyakarta). *Journal of Engineering Research and Applications*, 605.
- Giri, F., Ningrum, A., & Hartono, W. (2017). *PENERAPAN METODE CRASHING DALAM PERCEPATAN DURASI PROYEK DENGAN ALTERNATIF PENAMBAHAN JAM LEMBUR DAN SHIFT KERJA (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Hotel Grand Keisha , Yogyakarta)*. 583–591.
38. Mandiyo Priyo, S. S. (2017). Studi Optimasi Waktu dan Biaya dengan Metode Time Cost Trade Off pada Proyek Konstruksi : Studi Kasus Proyek Jalan Bugel-Galur-Poncosari Cs. Tahap I, Provinsi D.I. Yogyakarta . *Semesta Teknika*, 20(2), 172–186.
- Ningrum, F. G. A., Hartono, W., & Sugiyarto. (2017). Pengertian Metode Crashing Dalam Percepatan Durasi Proyek. *E-Jurnal Matriks Teknik Sipil*, 3.
1. Olivia, P., & Puspasari, V. H. (2019). Analisa Percepatan Waktu Proyek Menggunakan Metode Crashing (Studi Kasus : Peningkatan Jalan Pelantaran – Parenggean – Tumbang Sangai). *Jurnal Teoritis Dan Terapan Bidang Keteknikan*, 1(1), 41–52.
- Priyo, Mandiyo dan Aulia, M. R. (2016). Aplikasi Metode Time Cost Trade Off Pada Proyek Konstruksi : Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung Indonesia. *Semesta Teknika*, 18(1), 30–43.
- Putra, Y., & Hartati, S. (2017). Optimalisasi Waktu Dan Biaya Menggunakan Metode Least Cost Analysis Pada Proyek Peningkatan Jalan Lingkar Kota Dumai. *Jurnal Sainis*, Vol. 17 No(April), 100–112.
20. Ramang, R., Frans, J. H., & Djahamouw, P. D. K. (2017). Faktor-faktor keterlambatan proyek jalan raya di kota kupang berdasarkan persepsi stakeholder. *Jurnal Sipil Statik*, VI(1), 103–116.
- Setiawan, S., Syahrizal, & Dewi, R. A. (2017). *Penerapan Metode CPM Dan PERT Pada Penjadwalan Proyek Konstruksi*.
39. Sinaga, T., & Husin, A. E. (2021). Analysis of Time Efficiency with CCPM Method and BIM in Construction Projects Construction of High-Rise Residential Building Basement. *Civil Engineering and Architecture*, 9(5), 1465–1477. <https://doi.org/10.13189/cea.2021.090519>
- Sulistyo, A. B., & Fikri, M. Al. (2021). *PROYEK KONSTRUKSI MENGGUNAKAN METODE TIME COST TRADE OFF (STUDI KASUS : PROYEK PEMBANGUNAN JALAN GORDA-BANDUNG)*. 4(1), 25–40.
- Tegar, M., Aji, J., Sari, S. N., Studi, P., & Sipil, T. (2020). *Analisis Biaya Percepatan Dengan Metode Time Cost Trade Off Di Pasar*. 01(01), 63–72.



LAMPIRAN

Tabel Acuan Upah Tenaga Kerja

No	Pekerjaan	Upah/Hr(Rp)	Upah/Jam(Rp)
1	Mandor	120,000.00	17,142.86
2	Kepala Tukang	110,000.00	15,714.29
3	Tukang Batu	65,000.00	9,285.71
4	Tukang Kayu	65,000.00	9,285.71
5	Tukang Besi/Baja	65,000.00	9,285.71
6	Tukang Cat	65,000.00	9,285.71
7	Tukang Listrik	65,000.00	9,285.71
8	Tukang Pipa	65,000.00	9,285.71
9	Tukang Plitur	65,000.00	9,285.71
10	Tukang Taman	65,000.00	9,285.71
11	Tukang	65,000.00	9,285.71
12	Pembantu Tukang	42,000.00	6,000.00
13	Pekerja Biasa	42,000.00	6,000.00
14	Operator	75,000.00	10,714.29
15	Mekanik	65,000.00	9,285.71
16	Pembantu Sopir	42,000.00	6,000.00
17	Pembantu Operator	50,000.00	7,142.86
18	Pembantu Mekanik	42,000.00	6,000.00

Tabel Upah Tenaga Kerja

Code	Divisi Pekerjaan	Satuan	Jumlah Pekerja	Upah/Hari (RP)	Durasi Hari	Upah Pekerja(Rp)
1.2	Divisi 1	M ³	6	535,000.00	140	74,900,000.00
2.1	Divisi 2	M ³	9	640,000.00	7	4,480,000.00
2.2	Divisi 2	M ³	4	315,000.00	7	2,205,000.00
2.3	Divisi 2	M ³	4	315,000.00	7	2,205,000.00
3.1	Divisi 3	M ³	4	325,000.00	56	18,200,000.00
3.2	Divisi 3	M ³	2	520,000.00	14	2,730,000.00
3.3	Divisi 3	M ²	3	250,000.00	56	14,000,000.00
4.1	Divisi 4	M ³	5	380,000.00	42	15,960,000.00
4.2	Divisi 4	M ³	5	390,000.00	42	16,380,000.00
4.3	Divisi 4	M ³	4	325,000.00	42	13,650,000.00
5.1	Divisi 5	M ³	7	520,000.00	21	10,920,000.00
5.2	Divisi 5	M ³	21	1,310,000.00	91	132,860,000.00
5.3	Divisi 5	M ³	17	1,160,000.00	91	105,560,000.00
6.1	Divisi 6	Kg	10	705,000.00	98	69,090,000.00
6.2	Divisi 6	Kg	5	380,000.00	98	37,240,000.00
6.3	Divisi 6	M ³	10	705,000.00	49	34,545,000.00
7.1	Divisi 7	M ³	4	315,000.00	42	13,230,000.00
7.2	Divisi 7	M ³	4	315,000.00	42	13,230,000.00
7.3	Divisi 7	M ³	2	130,000.00	28	3,640,000.00
	Total		129			585,025,000.00

Redesign Road Project Using Critical Chain Project Management Method And Time And Cost Optimization Using Crashing Method

ORIGINALITY REPORT

22%

SIMILARITY INDEX

21%

INTERNET SOURCES

5%

PUBLICATIONS

8%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	e-journal.upr.ac.id Internet Source	4%
2	123dok.com Internet Source	2%
3	download.garuda.ristekdikti.go.id Internet Source	2%
4	hanggoroeko.blogspot.com Internet Source	1%
5	dosen.univpancasila.ac.id Internet Source	1%
6	dspace.uii.ac.id Internet Source	1%
7	wisuda.unissula.ac.id Internet Source	1%
8	idoc.pub Internet Source	1%

repository.widyatama.ac.id

9	Internet Source	1 %
10	journal.umy.ac.id Internet Source	1 %
11	media.neliti.com Internet Source	1 %
12	Tsalist Iluk, Ahmad Ridwan, Sigit Winarto. "Penerapan Metode CPM Dan PERT Pada Gedung Parkir 3 Lantai Grand Panglima Polim Kediri", Jurnal Manajemen Teknologi & Teknik Sipil, 2020 Publication	1 %
13	www.coursehero.com Internet Source	1 %
14	www.cirebonkota.go.id Internet Source	<1 %
15	transukma.uniba-bpn.ac.id Internet Source	<1 %
16	repository.its.ac.id Internet Source	<1 %
17	Submitted to Universitas Bangka Belitung Student Paper	<1 %
18	doku.pub Internet Source	<1 %

pustan.kemenperin.go.id

19

Internet Source

<1 %

20

Submitted to Universitas 17 Agustus 1945
Surabaya

Student Paper

<1 %

21

docplayer.info

Internet Source

<1 %

22

repositori.usu.ac.id

Internet Source

<1 %

23

Ahmad Nalhadi, Nana Suntana. "Analisa
Infrastruktur Desa Sukaci-Baros Dengan
Metode Critical Path Method (CPM)", Jurnal
Sistem dan Manajemen Industri, 2017

Publication

<1 %

24

Muhammad Nasaruddin, Satria Putra Utama,
Apri Andani. "NILAI TAMBAH PENGOLAHAN
DAGING SAPI MENJADI BAKSO PADA USAHA
AL-HASANAH DI KELURAHAN RIMBO KEDUI
KECAMATAN SELUMA SELATAN", Jurnal
AGRISEP, 2015

Publication

<1 %

25

adoc.pub

Internet Source

<1 %

26

e-journal.upstegal.ac.id

Internet Source

<1 %

27

repository.umy.ac.id

<1 %

28

Dewi Laras Sulastri Ningsih. "ANALISIS PERCEPATAN WAKTU DAN BIAYA DENGAN METODE CRASHING PADA PROYEK PEMBANGUNAN BREAKWATER PANGANDARAN", CIVeng: Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan, 2021

Publication

<1 %

29

ejournal.untag-smd.ac.id

Internet Source

<1 %

30

pajar.ejournal.unri.ac.id

Internet Source

<1 %

31

repository.unib.ac.id

Internet Source

<1 %

32

bungastnuraini.wordpress.com

Internet Source

<1 %

33

digilib.uns.ac.id

Internet Source

<1 %

34

eprints.uns.ac.id

Internet Source

<1 %

35

eprints.uty.ac.id

Internet Source

<1 %

36

es.scribd.com

Internet Source

<1 %

37	id.123dok.com Internet Source	<1 %
38	journal.umsu.ac.id Internet Source	<1 %
39	Submitted to City University of Hong Kong Student Paper	<1 %
40	Submitted to Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Gadjah Mada Student Paper	<1 %
41	ejournal-binainsani.ac.id Internet Source	<1 %
42	eprints.unisnu.ac.id Internet Source	<1 %
43	text-id.123dok.com Internet Source	<1 %

Exclude quotes On

Exclude matches Off

Exclude bibliography On